



# GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LEONARDO TULLIO  
(ORGANIZADOR)

  
Ano 2022



# GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

LEONARDO TULLIO  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

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

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

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

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



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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



## Geração e difusão de conhecimentos nas ciências agrárias

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Leonardo Tullio

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G354 Geração e difusão de conhecimentos nas ciências agrárias /  
Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa - PR:  
Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0158-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.582221804>

1. Ciências agrárias. I. Tullio, Leonardo (Organizador).

II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## 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.



## APRESENTAÇÃO

A obra “Geração e difusão de conhecimentos nas ciências agrárias” aborda em seu primeiro Volume uma apresentação de 18 capítulos, no qual os autores tratam as mais recentes e inovadoras pesquisas voltadas para o meio agrícola.

O objetivo central dessa obra foi apresentar estudo desenvolvidos em instituições de ensino e pesquisa. Temas diversos são discutidos com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, professores e pesquisadores ou aqueles que de alguma forma se interessam pela área das ciências agrárias. Possuir material que apresente resultados de diversas regiões do país, bem como apresentar direcionamentos para o futuro da pesquisa fazem desta obra um material repleto de inovações.

Pesquisar e observar resultados indicam possibilidades de ampliar conhecimento em diversas áreas, sendo esse, a descoberta de novos horizontes. Na área das ciências agrárias diversas são as possibilidades para conhecer as interações entre plantas, solo, atmosfera e mudanças ambientais, mas como os processos são dinâmicos e a interação constante, os resultados divergem. Aplicar técnicas de semeadura, adubação, ou outras, trazem resultados aplicados muito úteis para a sociedade.

Difundir conhecimento para a sociedade faz-se necessário, pois ciência aplicada e de qualidade apontam caminhos positivos em prol do desenvolvimento sustentável e harmônico entre seres. Assim, necessitamos constantemente nos reciclar e aprofundar em conhecimento técnico em nossa área de atuação.

Por fim, espero que esta obra atenda a demanda por conhecimento técnico de qualidade e que novas pesquisas a utilize como forma de direcionamentos futuros.

Leonardo Tullio




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

INOVAÇÃO NO SETOR AGRÍCOLA: CONCEITOS, EVOLUÇÃO DOS MODELOS E UMA VISÃO DO SISTEMA DE PESQUISA E INOVAÇÃO NO BRASIL

Maria Clotilde Meirelles Ribeiro

Amilcar Baiardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218041>

### **CAPÍTULO 2..... 26**

CRIANDO SINERGIAS ENTRE PAISAGISMO E AGROECOLOGIA: O USO DE PLANTAS NATIVAS DO CERRADO EM JARDINS


Mariana de Melo Siqueira

Bárbara Silva Pachêco

Willian Jeferson Nascimento

Paula Lucio de Lima Santos

Viviane Evangelista dos Santos Abreu

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218042>


### **CAPÍTULO 3..... 40**

APLICAÇÕES DA METAGENÔMICA NA AVALIAÇÃO DA MICROBIOTA FLORESTAL BRASILEIRA

Rodrigo Matheus Pereira

Francine Amaral Piubeli

Maricy Raquel Lindenbah Bonfa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218043>

### **CAPÍTULO 4..... 48**

ASPECTOS AGRONÔMICOS E CITOGENÉTICOS NO MELHORAMENTO DE VINCA RÓSEA *Catharanthus roseus* (L.) G. Don VISANDO AUMENTO NA PRODUÇÃO DE ALCALÓIDES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Vivian Torres Bandeira Tupper

Jussié Gonçalves de Souza Neto

Josiéle Botelho Rodrigues


Lorena Teixeira de Almeida

Ricardo Oliveira Rosa

Sheila da Silva Nunes

Fernanda Zupo Rocha

Thomáz Jácome Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218044>


### **CAPÍTULO 5..... 58**

ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA EM PLANTAS JOVENS DE ABÓBORA EM CAPITÃO POÇO – PA

Tayssa Menezes Franco

José Darlon Nascimento Alves

Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218045>

**CAPÍTULO 6..... 64**

EFEITO DE BIOESTIMULANTE DE SOLO NA NUTRIÇÃO E NO RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA E TRIGO

João Victor de Mattos

Eduardo Fávero Caires

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218046>

**CAPÍTULO 7..... 82**

ADUBAÇÃO NITROGENADA EM PASTAGENS SOB DIFERENTES MANEJOS DE FERTILIDADE DO SOLO

Vinicius Gabriani Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218047>

**CAPÍTULO 8..... 100**

A INFLUÊNCIA DO ALHO PORÓ (*Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum*) NO CONTROLE DE PRATINHO NO REPOLHO (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

Walace de Oliveira Paes

Manuela Nobrega Dourado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218048>

**CAPÍTULO 9..... 113**

CAPTURE EM MASSA DE *Bactrocera oleae* NO SUL DE PORTUGAL

Maria Albertina Gonçalves

José Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822218049>

**CAPÍTULO 10..... 122**

ANÁLISE ENERGÉTICA DE UM CULTIVADOR-ADUBADOR PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MANDIOCA


Leonardo Estevão da Silva

Otávio Estevão da Silva

Cristiano Márcio Alves de Souza

Leidy Zulys Leyva Rafull

Sálvio Napoleão Soares Arcoverde

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180410>

**CAPÍTULO 11..... 128**

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E AVALIAÇÃO ENZIMÁTICA DE DUAS CULTIVARES DE SOJA SOB DÉFICIT HÍDRICO


Wellington Silva Gomes

Samy Pimenta

Larissa Souza Amaral

Adriano Pinheiro de Souza Leal

Allynson Takehiro Fujita

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180411>

**CAPÍTULO 12..... 139**

ASPECTOS AGRONÔMICOS EM HÍBRIDOS DE MILHO SUBMETIDOS AO TRATAMENTO DE SEMENTES COM NANOPARTÍCULAS DE COBRE

Nédio Luiz Verdi

Cristiano Reschke Lajus


Caroline Olias

Aline Vanessa Sauer

Gean Lopes da Luz

Franciele Dalcaton

Luciano Luiz Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180412>

**CAPÍTULO 13..... 155**

AVALIAÇÃO DE COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE SOJA SUBMETIDA A INOCULAÇÃO MISTA VIA APLICAÇÃO DE INOCULANTE CONTENDO *Bradyrhizobium* E *Azospirillum*

Ivana Marino Bárbaro-Torneli

Elaine Cristine Piffer Gonçalves


José Antonio Alberto da Silva

Anita Schmidek

Fernando Bergantini Miguel

Marcelo Henrique de Faria

Regina Kitagawa Grizotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180413>


**CAPÍTULO 14..... 168**

COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS NA FEIRA MUNICIPAL DAS VERDURAS, TABATINGA- AMAZONAS- BRASIL

Itaciara Viviane Bitencourt Ramos

Antonia Ivanilce Castro da Silva

Diones Lima de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180414>

**CAPÍTULO 15..... 183**

CRESCIMENTO DA PIMENTEIRA DE CHEIRO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES ORGÂNICAS E MINERAIS EM CAPITÃO POÇO-PA

Jairo Neves de Oliveira

Thiago Caio Moura Oliveira

José Darlon Nascimento Alves

Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição

Michel Sauma Filho


João Vitor Silva e Silva

Priscila Martins da Silva

Ana Paula da Silva Vieira

Rebeca Monteiro Galvão


Magda do Nascimento Farias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180415>

**CAPÍTULO 16..... 194**

DIVERSIDADE DE COCCINELÍDEOS PREDADORES EM ROMÃZEIRA

Maria Albertina Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180416>


**CAPÍTULO 17..... 201**

GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN CON ORGANIZACIONES RURALES DE GUATEMALA

Roberto Rendón-Medel

Bey Jamelyd López-Torres

Jeimy Elizabeth Figueroa-Morales

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180417>

**CAPÍTULO 18..... 221**


BASES INDEXADORAS E ÍNDICES BIBLIOMÉTRICOS EM PERIÓDICOS DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Carlos Henrique Lima de Matos

Reila Ferreira dos Santos

Greguy Looban Cavalcante de Lima

Ana Karyne Pereira Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58222180418>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 231**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 232**

# CAPÍTULO 1

## INOVAÇÃO NO SETOR AGRÍCOLA: CONCEITOS, EVOLUÇÃO DOS MODELOS E UMA VISÃO DO SISTEMA DE PESQUISA E INOVAÇÃO NO BRASIL

*Data de aceite: 01/04/2022*

### **Maria Clotilde Meirelles Ribeiro**

Professora Adjunta da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf) da Graduação e da Pós Graduação, junto aos Programas de Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido e de Administração Pública

### **Amilcar Baiardi**

Professor Titular da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Professor da Pós Graduação da Universidade Católica do Salvador(UCSAL), atuando no Programa Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social (UCSAL)

**RESUMO:** Este artigo decorre de pesquisa bibliográfica na temática de inovação dirigida para a agricultura, realizando ampla revisão de literatura junto a relevantes autores dos campos envolvidos. Inicia conceituando a inovação e destacando sua centralidade para o desenvolvimento da economia de mercado, bem como seu papel diferenciador da competitividade. Em continuação, aborda o processo inovativo na agricultura, incluindo sua dimensão histórica e sublinhando sua complexidade e peculiaridades vis a vis outros setores. Na sequência, apresenta a trajetória de adoção do progresso técnico na agricultura e a evolução dos modelos de inovação no setor. Em adição, os autores propõem uma visão diagramática do sistema brasileiro de pesquisa / inovação agropecuária

e suas conexões nacionais e internacionais, constatando que, apesar da inequívoca centralidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) na coordenação deste sistema, a gestão da inovação na agricultura não prescinde de uma complexa rede de atores envolvendo agricultores, fornecedores, pesquisadores e extensionistas, agências de fomento à ciência e à tecnologia e organizações da sociedade civil. Concluem, por fim, que a gestão da inovação na agricultura no Brasil falha em termos de promover a capacidade de absorção dos agricultores que não se inserem nas dinâmicas cadeias produtivas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inovação; Agricultura; Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária.

### INNOVACIÓN EN EL SECTOR AGRÍCOLA: CONCEPTOS, EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS Y UNA VISIÓN DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN BRASIL

**RESUMEN:** Este artículo se deriva de la investigación bibliográfica en la temática de innovación dirigida a la agricultura, realizando una amplia revisión de literatura junto a relevantes autores de los campos involucrados. Conceptual innovación y destaca su centralidad para el desarrollo de la economía de mercado, así como su papel diferenciador de la competitividad. Aborda aún el proceso innovador en la agricultura, incluyendo su dimensión histórica, y subraya su complejidad y peculiaridades hacia otros sectores. En consecuencia, presenta la trayectoria de adopción del progreso técnico en

la agricultura y la evolución de los modelos de innovación en el sector. En adición, los autores proponen una visión diagramática del sistema brasileño de investigación y innovación en la agropecuaria y sus conexiones internacionales. A pesar de la inequívoca centralidad de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa) en la coordinación de este sistema, destacan que la gestión de la innovación en la agricultura no prescinde de una compleja red de actores involucrando a agricultores, proveedores, investigadores y extensionistas, agencias de fomento a la ciencia ya la industria tecnología y organizaciones de la sociedad civil. Concluyen, por fin, que la gestión de la innovación en la agricultura en Brasil falla en términos de promover la capacidad de absorción de los agricultores que no se inserten en las dinámicas cadenas productivas.

**PALABRAS CLAVE:** Innovación; Agricultura; Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria.

## INNOVATION IN THE AGRICULTURAL SECTOR: CONCEPTS, EVOLUTION OF MODELS AND A OVERVIEW OF THE THE BRAZILIAN RESEARCH AND INNOVATION SYSTEM

**ABSTRACT:** This paper is based on a bibliographical research focusing on agriculture innovation, carrying out a broad literature review with relevant authors of the fields involved. It conceptualizes innovation and emphasizes its centrality to the development of the market economy, as well as its distinctive role of competitiveness. Furthermore, the study addresses the agriculture innovation process, including its historical dimension, and emphasizes its complexity and peculiarities vis a vis other sectors. In the sequence, it presents the path of adoption of technical progress in agriculture and the development of innovative models. In addition to this, the authors propose a diagramatic view of the Brazilian Research / Innovation System in the agriculture sector and its national and international connections. Despite the centrality of the Brazilian Agricultural Research Corporation (which acronym is Embrapa) in the coordination of this system, they conclude that the management of the agriculture innovation can not prescind of a complex network of actors, encompassing farmers, suppliers, researchers, extension agents, agencies addressed to science and technology and civil society organizations. They conclude, finally, that the management of innovation in agriculture in Brazil fails in terms of promoting the absorptive capacity of farmers who are not part of the dynamic productive chains

**KEYWORDS:** Innovation; Agriculture; National Agricultural Research System.

## 1 | INTRODUÇÃO

Na denominada economia contemporânea, segundo Foray (2006:9;38), a utilização do conhecimento intensivo é predominante e significativamente maior que no passado, devido à expansão do percentual de capital intangível no estoque do capital real. A relevância do conhecimento é tamanha que as diferentes bases de conhecimento se constituem nos principais diferenciais dos tipos e estruturas de relações estabelecidas nos distintos sistemas setoriais, como sugere Malerba (2009). Nesta economia a inovação é central, e está fundamentada tanto no conhecimento tácito quanto no codificado, utilizando como bases do refrido conhecimento, a analítica, a sintética e a simbólica.

Em um trabalho recente, Bocchi et al (2012) salientam que é difícil conceituar e medir a inovação, enfatizando que há um elemento inevitável de risco no processo inovativo, dado que sua essência consiste em tentar algo que não foi ainda feito com sucesso. Como lembra Chaves (2010), estudos preliminares sobre inovação podem ser atribuídos a Adam Smith que, em 1776, observou, pela primeira vez a influência da inovação na produção e na sociedade, focalizando novas técnicas de produção e propondo novas divisões do trabalho visando aumento de produtividade. Ainda entre os clássicos, foi Ricardo, em 1821, que entendeu as peculiaridades da produção agrícola, com rendimentos decrescentes marginais da terra, e a importância da mudança técnica no aumento da produtividade, identificando dois tipos de tecnologia: a que aumenta a produtividade da terra e a que aumenta a produtividade do trabalho (Spielman, 2005). Ricardo foi o primeiro economista clássico a prever o desemprego estrutural, decorrente da mudança técnica que substitui o trabalho humano por máquinas.

No século XX surgem diversos estudiosos que se debruçam sobre a tentativa de conceituar inovação, entender como ela surge, bem como suas características e suas distintas categorias, brotando-se aí os fundamentos para a diferenciação entre a ampla gama dos tipos de inovação que se entende na contemporaneidade. Dentre esses autores, cabe dar destaque às obras seminais de Schumpeter e dos seguidores de da corrente evolucionista (Dosi et al., 1988), bem como às publicações de Porter (1990) e Sylos Labini (1989).

Direcionando o enfoque para o setor agropecuário, identificam-se trabalhos precursores que deram origem às discussões sobre as especificidades da inovação nesse setor, a exemplo de Hayami e Ruttan (1988) e, posteriormente, Jarret (1985), além de outros. Nessa linha de aprofundamento, os autores do presente texto consideram ser possível conjecturar que, na contemporaneidade, a inovação na agricultura continua a ser essencialmente induzida, como proposto por Hayami e Ruttan (1988), mas que a demanda dos produtores rurais não são somente dirigidas às instituições de pesquisa. Elas são também dirigidas aos fabricantes de insumos e equipamentos e a entidades corporativas, que podem ser uma cooperativa, sindicato de produtores etc. Acrescentam ainda que há casos dessas demandas orientarem atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e de geração de tecnologia, que precedem a etapa de concepção de uma inovação de processo ou de produto. Ademais, lembram que ocorrem situações nas quais os produtores participam com ideias e recursos nas concepções de inovações, o que justifica o fato de que, em muitos casos de inovações, o conhecimento demandado não se encontra disponível nos receituários ou prateleiras de instituições de pesquisa e empresas.

Apesar de afirmarem a centralidade da Embrapa na coordenação deste sistema, os autores concluem que a gestão da inovação na agricultura não prescinde de uma complexa rede de atores envolvendo agricultores, fornecedores, pesquisadores e extensionistas, agências de fomento à ciência e à tecnologia e organizações da sociedade civil, e que ficam

a desejar os resultados em termos da capacidade de absorção de conhecimento pelos produtores rurais, sobretudo daqueles que não estão inseridos nas cadeias dinâmicas de produtos.

O presente trabalho objetiva explorar a inovação no setor agrícola com base em fontes secundárias. É composto, após essa introdução, por quatro segmentos: aspectos metodológicos, abordagem conceitual e taxonômica, especificidades da inovação no setor agrícola, sistema nacional de pesquisa/inovação nesse setor e considerações finais.

## 2 | MÉTODOS

A metodologia utilizada consistiu, dentro dos limites dados pela disponibilidade de tempo e recursos, em Revisão Sistemática da Literatura (RSL), disponível sobre o tema do processo de inovação, focalizando todas as suas etapas e especificidades, e aprofundando-o no setor agrícola. A RSL constitui um método moderno para avaliação de um conjunto de informações e/ou dados, incluindo-se aqui conceitos, teorias etc. A revisão de literatura realizada pelo estudo ora apresentado utiliza conceitos e tipologias da inovação. Apresenta também a trajetória de adoção do progresso técnico nesse setor e a evolução dos modelos de inovação para ele propostos, oferecendo uma visão do sistema nacional de pesquisa/inovação na agropecuária e suas conexões nacionais e internacionais.

Quanto à forma de abordagem, o estudo se classifica como qualitativo de caráter exploratório-descritivo-constutivo, o qual, consoante Costa (2001), visa a descrever uma situação ou fenômeno, contribuindo para a verificação de consistências e reinterpretações de conhecimentos e teorias sobre o tema. Os autores desenvolvem uma pesquisa em fontes secundárias, a qual, consoante Marconi e Lakatos (2010:166), pretende colocar o pesquisador em contato com tudo o que foi escrito, notificado, registrado, dito ou filmado sobre um assunto específico. Essas autoras salientam que esse tipo de pesquisa “não é mera repetição do que foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, podendo chegar a conclusões inovadoras”. Nesse sentido, acrescentam que um estudo desse teor pode permitir ao pesquisador explorar novas áreas onde os problemas ainda não se cristalizaram o suficiente, além de sintetizar e resignificar conceitos, permitindo ulteriores avanços no campo da teoria.

## 3 | ASPECTOS CONCEITUAIS E TAXONÔMICOS DA INOVAÇÃO

Foi Schumpeter (1961,1988,1989) que trouxe a primeira tentativa de conceituar e explicar com rigor a mudança técnica, criando os fundamentos para distinguir a inovação de produto daquela de processo e da organizacional. Considerando a inovação como resultado da ação do empresário, ele desenvolveu uma análise das influências que o mercado e o ambiente institucional exercem sobre a geração de inovação, e propôs vários tipos de inovações: i) introdução de um novo produto ou uma mudança qualitativa em um



produto existente; ii) inovação de processo novo para uma indústria; iii) a abertura de um novo mercado; iv) o desenvolvimento de novas fontes de fornecimento de matérias primas e outros insumos e v) mudanças na organização industrial.

Distinguindo inovações radicais de inovações incrementais, Schumpeter ressaltou que as primeiras modelam grandes mudanças no mundo, enquanto que as segundas correspondem a um processo de mudança contínua. No caso da inovação de produto, Schumpeter (1988) afirma que a empresa conquista uma posição de monopólio temporário de produção do mesmo, seja por uma patente (monopólio legal) ou pelo atraso dos concorrentes para imitá-lo, e complementa que essa posição de monopólio permite que a empresa defina um preço mais elevado do que seria possível em um mercado competitivo. Por sua vez, Freeman e Soete (2008) acrescentam uma série de condicionantes e vicissitudes para que as inovações surjam e se desenvolvam no nível micro e macroeconômico e em diferentes setores, e noticiam que após a Segunda Guerra Mundial, inúmeros autores passaram a considerá-las na causa da expansão econômica dos últimos 150 anos.

Outros aspectos conceituais e taxonômicos sobre inovações são trazidos pelo Manual de Oslo (OCDE, 1977), que cataloga quatro tipos de inovação: de produto, de processo, de marketing e inovações organizacionais. O mesmo destaca o impacto macroeconômico da inovação como fator dominante no crescimento econômico nacional e nos padrões internacionais de comércio e o impacto microeconômico como determinante da capacidade de uma firma sobreviver e crescer em uma economia competitiva. Segundo o Manual, na distinção entre inovações de processo e inovações organizacionais se encontra a fronteira da inovação, pois ambas buscam reduzir custos por meio de conceitos novos e mais eficientes métodos de produção, distribuição e organização interna. Lembra também o documento que há inovações agregam os dois tipos. Uma diferenciação mais rigorosa sugeriria que as inovações de processo lidam com a implementação de novos equipamentos, softwares, técnicas ou procedimentos, enquanto as inovações organizacionais lidam com pessoas e a organização do trabalho.

Na geração de inovação é essencial a existência de capacidade para transformar novas ideias e abordagens em novos produtos, serviços e formas de organização e esta capacidade deve estar associada a um processo de aprendizagem, incluindo o social, visto que o conhecimento é construído em um contexto social. Com efeito, a economia baseada no conhecimento requer a capacidade não só de aquisição de conhecimentos, mas também, e principalmente, a capacidade de absorver e de difundir conhecimentos. Dessa forma, as empresas vêm mudando de um modelo de inovação “fechada”, que limita o processo inovativo aos conhecimentos, conexões e tecnologias desenvolvidas dentro das organizações, para um modelo “aberto” de inovação. Este último propõe a abertura das fronteiras da empresa para possibilitar inovações a partir de combinações de recursos internos e externos, enfatizando a capacidade que as organizações têm de articular eficazmente o uso desses recursos: ideias, habilidades, projetos, infraestrutura, tecnologia

e capital, entre outros.

## 4 | INOVAÇÃO NA AGRICULTURA

Este tópico trata de aspectos essenciais relacionados à inovação agrícola, abordando sua gênese, com base na pesquisa e desenvolvimento, suas características, trajetória, natureza, determinantes e principais modelos da inovação nesse setor.

### 4.1 Especificidades e trajetória tecnológica no setor

De acordo com a literatura, a inovação na agricultura tem suas origens no início da própria atividade. As variedades tradicionais de cultivos evoluíram por meio da seleção natural com adaptação a ambientes locais e os processos produtivos foram paulatinamente sendo alterados, passando do uso exclusivo da força humana para a tração animal. As condições físicas também concorreram para mudanças e adaptações nos implementos agrícolas, vide o caso do arado que se adaptou às condições de umidade do solo. (JARRETT, 1985) A inovação agrícola também se baseou fortemente nas experiências de aprendizagem e na inventividade dos agricultores, como no exemplo da tração animal que passou de caprina, para bovina e daí para equina.

A Figura 1 mostra a transformação da trajetória tecnológica na agricultura ao longo dos tempos. Consoante Vieira Filho (2012), os sinais persistentes de mudança técnica na agricultura começaram há cerca de 200 anos, influenciados pela publicação da última edição do Ensaio sobre a população de Malthus, no início dos anos 1800. No entanto, somente em meados do século passado, essas transformações foram capazes de alterar significativamente a produtividade agrícola. O autor argumenta que a partir de 1920 há registro de maior apropriabilidade de conhecimentos técnico-científicos pela agricultura, e que, por volta dos anos 1940, a produção química e a indústria automobilística deram início à produção em massa de insumos, máquinas e implementos modernos, estabelecendo, segundo Schumpeter (1988), um padrão inter setorial de inovação.

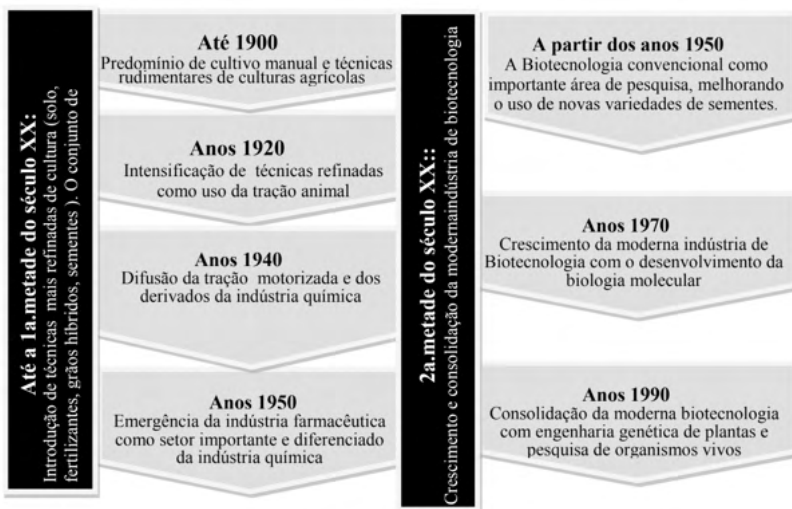


Figura 1 – Trajetória tecnológica na agricultura e principais fatores impactantes

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Vieira Filho

Com base em relatório da FAO (2000), Vieira Filho (2012) sugere que na primeira metade do século XX, ocorreram avanços nas técnicas de colheita, tratamento de solo, uso de fertilizantes químicos, plantio de grãos híbridos e novas variedades de sementes conduzindo a um crescimento sustentado na produtividade agrícola. O conjunto de inovações na agricultura simultaneamente evoluiu com a matriz energética, substituição do carvão por petróleo e gás natural. Já em 1950, a indústria farmacêutica surge como um setor importante, diferenciada da indústria química e apoiada pelo desenvolvimento de pesquisa básica, para impulsionar a inovação no setor. Posteriormente, a biotecnologia emerge como uma importante área de pesquisa, melhorando a utilização de novas variedades de sementes. O crescimento da indústria da biotecnologia moderna a partir do desenvolvimento da biologia molecular em 1970, sua consolidação em 1990 com a engenharia genética de plantas e organismos vivos e apoiado nos recentes impulsos da nanotecnologia, redefinem nova fronteira do conhecimento para inovação no setor da agricultura.

Quanto ao locus de inovações, Jarrett (1985) já afirmava desde o final do último século que este mudara da própria fazenda, como unidade produtiva, para a formalização da pesquisa e desenvolvimento agrícola realizados por entidades públicas e privadas. À época, lembrava o autor que o desenvolvimento de instituições específicas, onde cientistas e técnicos poderiam trabalhar em problemas de produção agrícola, seria muito mais um fenômeno do século XIX e XX. Além disso, acrescentou que, cada vez mais, a agricultura vinha contando com uma maior proporção de insumos adquiridos e que o crescimento das indústrias de suprimentos agrícolas levava junto a ampliação da pesquisa

e desenvolvimento agrícola realizado por essas organizações. Isso pode ser ilustrado pelo fato de que já naquela época 50% da P&D agrícola nos EUA era realizada por agências privadas e, da mesma forma, a maior parte da P&D em máquinas agrícolas no mundo desenvolvido já se encontrava nas mãos de poucas empresas.

A organização agroindustrial que enseja esta dinâmica inovativa pode ser definida em sentido amplo como envolvendo atividades à montante (indústria fornecedora de insumos, equipamentos e serviços) e atividades a jusante (logística, indústria processadora e indústria distribuidora) da unidade produtiva, bem como articulando um sistema extenso de pesquisa, ciência e tecnologia. Para Vieira Filho (2012) as inovações relevantes na agricultura ocorrem ao longo de cadeias produtivas. Assim, para uma invenção originada a partir de um fornecedor ou um distribuidor se tornar uma inovação tecnológica, ela deve passar por uma avaliação técnica (estudo agrônomo) que leva à adoção, o que é determinado por variáveis ambientais e sociais. Após a sua aprovação, ocorre um processo de difusão tecnológica, a qual depende das redes de aprendizado em todas as organizações produtivas. Portanto, o processo de inovação na agricultura, envolvendo a adoção e os parâmetros de difusão tecnológica, é desenvolvido por um conjunto complexo e interligado de indústrias e de centros de pesquisa. Esse *cluster* é mediado por diferentes instituições, tanto públicas como privadas, que promovem o conhecimento, tais como centros de pesquisa, universidades, empresas de extensão rural e agências reguladoras. Diferentemente da indústria, os receptores no setor agropecuário estão em permanente contato com os órgãos de pesquisa (VIEIRA FILHO e SILVEIRA, 2012).

Dois principais fatores explicam a inovação no setor agrícola: i) o quadro institucional capaz de criar conhecimento público e oportunidades tecnológicas e ii) a capacidade de acumular conhecimento dos produtores. O ambiente institucional exerce um papel relevante, uma vez que tem a capacidade de definir paradigmas e trajetórias tecnológicas e proporcionar uma melhor ligação entre os agentes, bem como facilitar a disseminação do conhecimento. Batalha et al (2009) destacam que, apesar de existir uma espécie de consenso na literatura econômica que estuda o processo de inovação tecnológica e as mudanças técnicas, que classifica o setor como dominado pelos fornecedores, em seu ponto de vista, a agricultura não tem apenas uma dinâmica inovadora. Ao contrário, o setor possui várias fontes de inovação com importantes diferenças no que tange à origem disciplinar e estratégica, conforme Possas, Salles-Filho e Silveira (1996) também citados por Batalha et al (2009), que sugerem seis diferentes categorias para classificar as fontes de inovação para a agricultura, as quais vão desde as organizações privadas, públicas e sem fins lucrativos, até a unidade de produção agrícola, como mostrado no Quadro 1.

Batalha et al. (2009) argumentam que as diferentes fontes de inovação tecnológica na agricultura são distribuídas por todas as classes envolvidas por Bell e Pavitt (1993) para caracterizar os setores (e, portanto, suas empresas) quanto ao seu comportamento inovador, como apresentado no Quadro 2.

Fontes de inovação	Características
<b>Fontes privadas de organizações industriais de mercado</b>	Objetivam produzir e vender produtos intermediários e máquinas para os mercados agrícolas como indústrias de máquinas e equipamentos, fertilizantes, defensivos etc
<b>Fontes públicas institucionais</b>	Objetivam ampliar o conhecimento científico por meio de atividades de pesquisa básica, desenvolvimento e melhoramento de tecnologias e produtos agrícolas e o estabelecimento e transferência de práticas agrícolas mais eficientes.
<b>Fontes privadas vinculadas à agroindústria</b>	As indústrias à jusante geram e difundem novas tecnologias, interferindo direta ou indiretamente na produção dos produtos primários, com o principal intuito de beneficiar os estágios subseqüentes de processamento industrial.
<b>Fontes privadas, organizadas coletivamente e sem fins lucrativos</b>	São entidades que visam ao desenvolvimento e transferência (remunerada ou não) de insumos e práticas agrícolas. Em alguns mercados específicos possuem uma ampla capacidade de influenciar os padrões competitivos.
<b>Fontes privadas relacionadas a serviços de suporte para a atividade agrícola</b>	Têm importante papel de disseminadores de tecnologia, baseando-se em habilidades específicas e na quantidade e qualidade das informações que conseguem processar.
<b>Unidades de produção agrícola</b>	Incorporam o novo conhecimento por meio de um processo de aprendizado, que pode culminar em inovações. O conhecimento tácito desenvolvido pelos agricultores afeta, de forma marcante, o grau de cumulatividade e a capacidade tecnológica dos mesmos.

Quadro 1 – Fontes de Inovações Tecnológicas para a Agricultura

Fonte: Autores com base em Batalha et al. (2009)

As classes de inovação tecnológica desenvolvidas por Bell e Pavitt (1993) para caracterizar os setores vão desde fontes baseadas na ciência (*science-based*), a exemplo de indústrias herbicidas e de sementes, a fontes intensivas em informação, como empresas que provêm suporte para o setor agrícola (Quadro 2). Dentro dessa ampla gama, há as classes dominadas pelos fornecedores especializados, assim como setores intensivos em escala, onde as indústrias de fertilizantes representam um exemplo emblemático.

Tipo	Exemplo
Com base científica	Indústrias de sementes e defensivos
Escala intensiva	Indústria de fertilizantes
Fornecedor especializado	Indústria de máquinas e equipamentos
Dominada por fornecedor ou intensiva em escala	Indústrias de alimentos
Informação intensiva	Firmas fornecedoras de serviços de suporte para a atividade agrícola

Quadro 2. Inovações Tecnológicas na Agricultura

Fonte: Autores baseados em Pavitt (1984) e Bell e Pavitt (1993)

Outra forma de perceber a inovação na agricultura foi trazida por Jarrett (1985), apontando, como principais fontes de inovação agrícola, o *learn-by-doing* ou o “aprender fazendo”, o P&D formalizado, financiado tanto pela via pública como privada, e a transferência direta entre países. O autor salienta que a fonte de inovação agrícola não pode ser derivada apenas da própria experiência dos agricultores, mas deve ser apoiada por um desenvolvimento baseado na ciência; caso contrário, a transformação da agricultura tradicional, que é requerida para o desenvolvimento rural, seria muito limitada. Lembra o

autor que uma especificidade importante do setor é que as inovações são, muitas vezes, próprias do local, autóctones, e que a transferência pode ser limitada por fatores como a adaptação ao clima e ao solo, em particular, problemas de pragas, lavouras locais específicas ou produtos, entre outros. No entanto, muitas fontes e canais de inovação podem também criar novas oportunidades tecnológicas para a produção agrícola em contextos locais específicos, sempre que essas oportunidades são devidamente adaptadas.

## 4.2 Pesquisa, desenvolvimento e natureza da inovação na agricultura

Trabalhos de Scoones et al. (2008) discutem a evolução do conceito de inovação na agricultura e destacam que a evolução na abordagem de pesquisa e desenvolvimento (P&D) na agricultura levou ao conceito de Pesquisa Agrícola para o Desenvolvimento Integrado. O Quadro 3 mostra a evolução das abordagens de P&D na agricultura ao longo do tempo, evidenciando que os modelos mentais e as atividades neste setor, bem como as disciplinas do conhecimento, os principais elementos e os *drivers* de inovação passaram por profundas mudanças, considerando-se quatro períodos específicos: o primeiro finalizado na década de 1960, o segundo incluindo as décadas de 1970 e 1980, o terceiro iniciando em 1990 e finalizando em 2000 e o quarto, com abordagem de Sistema de Inovação, se inicia no despontar do século XXI e continua em curso.

A abordagem de P&D na agricultura da década de 1960 caracterizava-se pela transferência de tecnologia, conhecida como “Revolução Verde”. A partir da década de 1960, o conceito de inovação na agricultura sofre alteração e o sistema de pesquisa agrícola baseado em uma visão multidisciplinar torna-se característico do período que se inicia nos anos 1970 e segue até o final dos anos 1980. Nesse sistema buscava-se o incremento da eficiência e adotavam-se pacotes tecnológicos atualizados, visando a superar constrangimentos e obstáculos para o trabalho dos agricultores.

No início dos anos 1990, a evolução desse conceito promove a pesquisa agrícola participativa, uma abordagem interdisciplinar voltada para a criação de meios adequados de subsistência para estabelecimentos rurais, reunindo para tal, cientistas sociais e agricultores especializados. Na década de 2000, a abordagem do sistema de inovação torna-se o novo conceito na agricultura e passa-se a buscar a promoção de cadeias de valor e mudanças institucionais, compreendendo agora a existência de múltiplos *stakeholders*, que formam uma plataforma de inovação com uma visão transdisciplinar de todo o setor.

Sob uma perspectiva empírica, Scoones et al (2008) salientam que a abordagem participativa do agricultor tem sido cada vez mais reforçada ao longo das últimas décadas, como foi mostrado pelo *Workshop Farmer First Revisited*, ocorrido já há uma década, em 2007. O evento reuniu 80 profissionais agrícolas, pesquisadores, líderes de agricultores e representantes de instituições apoiadoras da pesquisa nesse setor, desenvolvendo uma avaliação do estado atual da P&D, centrada no agricultor e analisando perspectivas para o futuro. Na oportunidade, foi destacado um vasto conjunto de práticas e experiências com

agricultores, atuando como agentes envolvidos em abordagens participativas e métodos inovadores, analisando-se as mudanças nas abordagens de P&D na agricultura, bem como as mudanças nas premissas paradigmáticas que ocorreram e os novos rumos que foram emergentes no setor. Os autores apontam a possibilidade de co-construção e co-aprendizado conjunto com parcerias entre cientistas, extensionistas e agricultores nas novas redes de inovação, acrescentando que essa abordagem vê o conhecimento como uma forma de cognição distribuída, construído não pelo experimentador ou inovador individual, mas sim pelo coletivo, produzindo conhecimento por meio de debate, diálogo e interação de grupo.

Abordagens/ Características	Transferência de Tecnologia	Sistema de Pesquisa Agropecuária	Pesquisa Agropecuária Administrativa	Sistema de Inovação
	Até a década de 1960	Início da década 1970 - 80	Início da década de 1990	Anos 2000
<b>Modelos Mentais e atividades</b>	Fornecer tecnologia através de pacotes	Entender as restrições de estabelecimentos rurais, através de consultas diretas	Colaborar na pesquisa e no desenvolvimento	Desenvolver pesquisa conjunta envolvendo partes interessadas; parcerias múltiplas e processos
<b>Conhecimento e disciplinas</b>	Única Disciplina conduzida (reprodução)	Interdisciplinar (mais economia)	Interdisciplinar (indo além de agricultores especialistas)	Transdisciplinar; holístico; múltiplo conhecimento culturalmente enraizado
<b>Objetivos</b>	Aumentos de produção	Melhoria da eficiência	Prestação dos meios de subsistência para fazendas	Promover cadeias de valor e mudança institucional
<b>Principais elementos</b>	Pacotes tecnológicos	Pacotes tecnológicos atualizados para superar as limitações e obstáculos	Aderir a produção de conhecimentos e tecnologias	Promover cadeias de valor e mudança institucional
<b>Direcionadores</b>	Pesquisas fornecidas/impostas por pesquisadores	Cientistas buscam saber mais condições e necessidades agricultores	Demandas de pesquisas trazidas pelos agricultores	Receptividade para mudar contextos - agricultores organizados, poder e política
<b>Inovadores</b>	Pesquisadores	Pesquisadores e agentes de extensão	Agricultores e Pesquisadores	Múltiplos interessados, compondo plataforma de inovação
<b>Papel dos agricultores</b>	Adoção ou recusa	Fonte de informação	Agentes de teste ativos	Parceiros, agentes comerciais, inovadores
<b>Papel dos Pesquisadores</b>	Inovadores	Especialistas	Cooperadores	Parceiros: um dos partidos que respondem às necessidades
<b>Principais mudanças buscadas</b>	Comportamento dos agricultores	Conhecimento dos cientistas	Relações entre cientistas e agricultores	Institucional, profissional e mudança pessoal; abrindo espaço para a inovação
<b>Escopo</b>	Produtividade	Relações de entrada e saída	Baseado na fazenda/unidade produtiva	Além do portão da fazenda: agricultura multifuncional, sistemas de subsistência e cadeias de valor em várias escalas – do local ao global.
<b>Resultados esperados</b>	Adoção de tecnologia	Ajustamento do sistema do estabelecimento rural	Coevolução das tecnologias com um sistema mais apropriado de meios de vida	Capacidade de inovar, aprender e mudar
<b>Institucional e Política</b>	Transf. tecnológica como independente	Ignorada: "caixa preta"	Reconhecida (às vezes com limitações)	Dimensões centrais e instrumentos da mudança

Sustentabilidade	Indefinida	Importante	Explícita	Prioridade, regulada, política, multidimensional e normativa
------------------	------------	------------	-----------	--

Quadro 3 - Evolução nas abordagens de P&D na Agricultura

Fonte: Adaptado de Scoones et al., 2008

Após as contribuições de Jarret (1985) e Scoones et al (2008), alguns autores brasileiros da contemporaneidade trouxeram relevantes elementos para entender a natureza da inovação na agricultura. Para Vieira Filho e Silveira (2012), a grande limitação dos estudos tradicionais, ao abordarem o crescimento agrícola, é a ausência de explicações da busca tecnológica e do processo de aprendizado, pois nem todo o desenvolvimento tecnológico e geração de novos conhecimentos estão cristalizados nos insumos produtivos, sejam eles máquinas, adubos ou defensivos. A agricultura não funciona por meio de agentes receptores passivos de tecnologias, visto que o processo de inovação na agricultura é estruturado dentro de complexos arranjos produtivos e de instituições (públicas e privadas) promotoras do conhecimento e envolvidas com o mercado de fatores para a agricultura (VIEIRA FILHO & SILVEIRA, 2012).

Segundo Alves et al (2016) o sucesso do agronegócio brasileiro, que permite entender a natureza da inovação na agricultura, pelo menos no Brasil, decorreu, em grande medida, do aumento da produtividade resultante do uso de conhecimentos. Os agentes do agronegócio foram capazes de rearranjar os conhecimentos disponíveis em modelos de negócio – os sistemas de produção –, ajustados ao nível da organização e às imperfeições dos mercados do seu entorno. Ainda na linha de entender a natureza da inovação na agricultura, Crestana e De Mori (2015), fazem considerações sobre tendências, premências e *drivers* que guiarão o futuro do sistema agroalimentar e da ciência, tecnologia e inovação (C&T&I) e listam 19 alterações tecnológicas no sistema agroalimentar, indo desde a crescente incorporação de informação, conhecimento e tecnologia no agronegócio até o desenvolvimento de embalagens ativas/bioativas. Para os autores a inovação na agricultura evolui para a ideia da convergência tecnológica, que compreende a combinação e possíveis sinergias envolvendo tecnologia da informação, biotecnologia, nanotecnologia e ciências cognitivas.

### 4.3 Determinantes e modelos da inovação na agricultura

Pioneiros na análise contemporânea das inovações na agricultura, Hayami e Ruttan (1971) constituem o ponto de partida para estudos nesse setor. Seus trabalhos defenderam a teoria da inovação induzida no desenvolvimento agrícola, estendendo posteriormente essa teoria para incluir o processo pelo qual o investimento público na pesquisa agrícola, na adaptação e na difusão de tecnologia agrícola, bem como na infraestrutura institucional que favoreça o desenvolvimento agrícola, está dirigido para a liberação dos constrangimentos à produção agrícola, impostos pelos fatores caracterizados por uma oferta relativamente



inelástica. Esses autores ultrapassaram o marco conceitual do conhecimento sobre a órbita macroeconômica e uma das suas principais contribuições foi identificar, no caso da agricultura, que a mudança tecnológica é uma variável endógena ao processo de desenvolvimento e que depende de forças econômicas; além disso, apontaram que a tecnologia não seria neutra em sua economia de recursos.

Mesmo admitindo a eventual possibilidade de um progresso técnico exógeno, Hayami e Ruttan (1971) consideraram que as mudanças tecnológicas devem ser colocadas no meio do conflito social e da competição capitalista. Elas vão além do ponto de vista schumpeteriano restrito da inovação como resultado da ação do empresário, colocando-a como resultado da interação entre a sociedade e o setor de geração de conhecimento, bem como com as instituições de pesquisa públicas e privadas, duas instâncias que, apesar de reagirem e interagirem de forma proativa, têm autonomia para pensar e induzir inovações. De acordo com esses autores, só seria possível superar os atrasos na agricultura nos países subdesenvolvidos com a incorporação de novos conhecimentos por parte dos agricultores, o que, por sua vez, seria facilitado por um sistema descentralizado de pesquisas dirigidas às especificações regionais. Suas pesquisas se concentraram em países com alocação de recursos diferentes - economia com escassez de recursos naturais e mão de obra abundante como Japão, e economia com a escassez de mão de obra e recursos naturais abundantes, como EUA - e afirmaram a endogeneidade da mudança tecnológica para o sistema econômico. Posteriormente, Ruttan (1973) recoloca o processo criativo da ciência agroeconômica pela interação entre o setor produtivo e o setor de pesquisa.

Não obstante a visão de Hayami e Ruttan (1971), tardaram a aparecer questionamentos quanto à inadaptação ao setor agrícola ao modelo de sequência linear de atividades, começando com a pesquisa básica, prosseguindo com a pesquisa aplicada, geração de ideias, desenvolvimento de produto ou processo e, finalmente, a sua entrada no mercado, denominado por Dosi (2006) de processo de conexão descendente (Figura 2), compatível com as visões tradicionais relacionadas à direção da inovação: i) o movimento *demand pull* (demanda exigindo), onde a direção da inovação seria determinada pelas demandas dos usuários; e ii) o movimento *science-push* (conhecimento científico impulsionando), no qual a direção da inovação seria largamente determinada pela própria pesquisa dos cientistas.



Figura 2 – Modelo de sequência linear de atividades visando à inovação

Fonte: Autores, baseados na literatura.

Além de Dosi (2006), outros autores criticaram o modelo básico, evidenciando que a linearidade proposta no mesmo não corresponderia à realidade e distorceria o processo de inovação, diante de variáveis como: i) choques que podem promover a inovação por acaso ou insatisfação; ii) ideias que podem proliferar, isto é, depois de o processo se iniciar, frequentemente ele progride para vários estágios, muitas vezes, divergentes; iii) reveses que ocorrem com frequência, podendo, inclusive, ocorrer uma reestruturação da unidade de inovação; iv) a condição de ser crucial que a gestão da inovação envolva as instâncias superiores da administração, o que pode conduzir a novas e diferentes fases do processo, com sequências não lineares. Assim, o processo de inovação passa a ser visto como muito mais denso, envolvendo uma complexa interação entre muitos atores, incluindo agricultores, agências de pesquisa e mercados, sendo assim, um processo social contínuo, que integra uma ampla gama de atividades, que incluem gestão, coordenação, aprendizagem, investigação de necessidades e gestão de desenvolvimento de novos produtos, dentre outros.

Kline e Rosenberg (1986), de sua parte, também criticam o modelo da sequência linear descendente, porque ignora o fato do conhecimento tecnológico poder preceder o conhecimento científico. Propõem um modelo de ligação em cadeia (Figura 3), considerando que não existe nenhuma progressão simples para a inovação, sendo, muitas vezes, necessário voltar a estágios anteriores visando superar as dificuldades no desenvolvimento, o que significa *feedback* entre todas as partes do processo.

O Manual de Oslo (OCDE, 1999) cita Rothwell como propositor de sugestões para a construção de um modelo alternativo, envolvendo altos níveis de integração funcional em cadeia, evoluindo para uma “quinta geração” ou modelos *National Innovation System* (NIS), os quais proveriam mudanças nas tecnologias, por meio das quais a própria mudança tecnológica seria transmitida. Quanto à direção da difusão, o Manual de Oslo traz a seguinte informação:

...a maneira pela qual as inovações tecnológicas de produtos e de processo (TPP) se propagam, [é] através dos canais de mercado ou de não-mercado, a partir de sua primeira implementação mundial em diferentes países e regiões e para diferentes indústrias / mercados e empresas (OCDE, 1999:9).

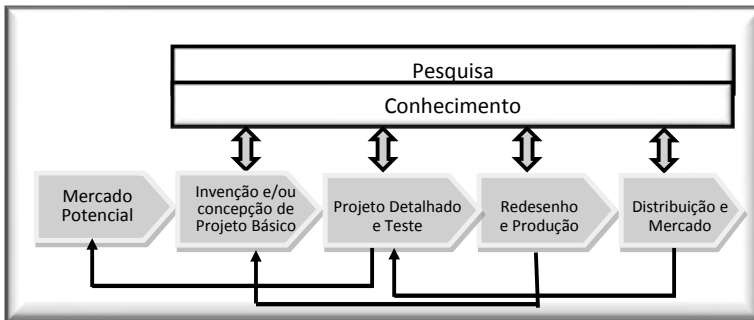


Figura 3- O modelo de ligação em cadeia com fluxos de informação e cooperação

Fonte Adaptado de Kline e Rosenberg (1986)

Dosi (1988) tem uma visão do progresso técnico na agricultura diferente de Hayami e Ruttan (1971). Argumenta que nesse setor as inovações são principalmente incorporadas em equipamentos e componentes adquiridos de outros setores e considera que as oportunidades tecnológicas possam ser significativas, principalmente quando são geradas exogenamente, significando com isso que a atividade agrícola apresenta baixa cumulatividade tecnológica. Discordando de Dosi (1988) quanto à baixa cumulatividade tecnológica da agricultura, Vieira Filho (2012) sustenta que essa ideia não corresponde à capacidade gerencial de utilizar novas informações e argumenta que, em termos de capacidade de absorção, o conhecimento no campo agrícola é relativamente cumulativo. Argumenta ainda que Dosi (1988) é ambíguo sobre a adoção tecnológica pelos agricultores, visto que afirma que os fornecedores na agricultura (de novos tipos de máquinas, componentes, sementes etc.) têm interesse na difusão mais rápida possível dos seus resultados, e, portanto, as taxas de mudança no desempenho médio (produtividade, etc.) nos setores usuários dependem do ritmo da inovação nos setores fornecedores, conjuntamente com as condições variantes, que regem a adoção das novas tecnologias.

Para Alves (2012), a teoria da inovação induzida, trazida por Hayami e Ruttan (1971), enfatiza a interação dos agricultores com os pesquisadores e essa interação define as prioridades. Para as instituições privadas de pesquisa, ele destaca que o mercado opera diretamente, caso contrário, a tecnologia desenvolvida não iria encontrar compradores. Por outro lado, indica que, na pesquisa pública, a influência do mercado é indireta, já que atua criando demanda entre os agricultores para um determinado tipo de tecnologia. Aponta como exemplo a tecnologia poupadora de terra, o que levaria os agricultores a responderem a essa demanda, sinalizando suas necessidades aos pesquisadores. Estes, por seu turno, responderiam a esta demanda com pesquisas que gerassem tecnologias que aumentariam a produtividade da terra.

Neste sentido, desde os anos 1980, Jarrett (1985) já alertava que um modelo linear simples, inspirado pelos movimentos do tipo de *demand pull* ou de *science push* (atração

de demanda ou impulso da ciência), não poderia capturar a complexidade das forças que conduzem à inovação agrícola, e enfatizava que o centro de qualquer modelo de inovação de processo agrícola deveria ser o agricultor individual. Justificava argumentando que, a menos que o agricultor decidisse mudar seu atual sistema agrícola - envolvendo tanto mix de insumos e produtos/resultados e formas de combiná-los -, nenhum novo conhecimento, ainda que gerado, seria convertido em práticas agrícolas. Desse ponto de vista, o autor sintetizou as principais influências subjacentes à inovação agrícola no quadro esquemático que é apresentado na Figura 4. O modelo sintético proposto por Jarret (1985) busca refletir a informação que flui através de uma estrutura sistêmica, mostrando os instrumentos que poderiam ser utilizados para alterar tais fluxos.

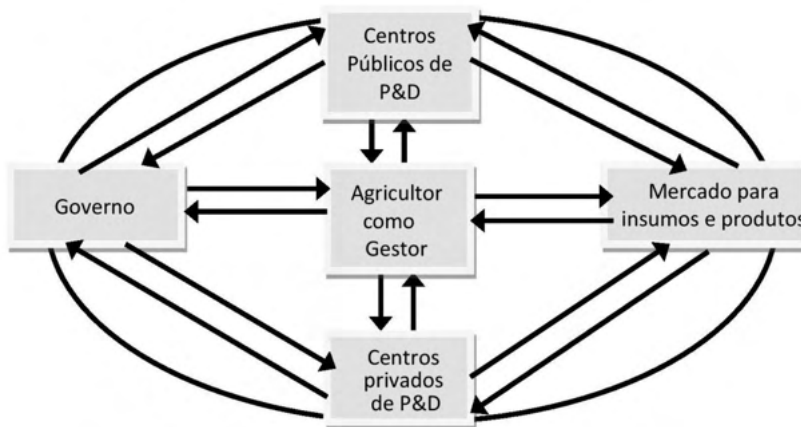


Figura 4 - Modelo de Jarrett para inovação na agricultura

Fonte: Adaptado de Jarret (1985)

O autor em tela enfatizou a existência, num sentido amplo, de uma considerável resistência à transferência não regulada de tecnologia para o mundo em desenvolvimento, especialmente considerando que a transferência de algumas inovações poderia destruir postos de trabalho onde o desemprego, tanto rural como urbano, seria cronicamente elevado. Além disso, Jarret (1985) salientou que seria fundamental uma análise profunda antes de tentar fazer qualquer alteração em um padrão agrário existente. Se o mesmo fosse alterado e passasse a ser construído em torno da inovação, prever o novo mix de fatores poderia envolver incertezas.

Em estudos mais contemporâneos, Bocchi et al (2012) corroboram com Scoones et al (2008), aprofundando reflexões anteriores, e enfatizam que a abordagem de uma estrutura sistêmica de inovação mudou o foco anterior de pesquisa e produção de conhecimento e tecnologia, para um processo interativo de mudança com *multi-stakeholders*. Scoones et al (2008) acrescentam que a disseminação de tecnologias e desenvolvimento de mercado

constituem alguns dos elementos desta estrutura. Argumentam ainda que, com relação ao conceito de inovação, a tendência histórica é a constante atualização deste ao longo das décadas, destacando que o seu significado se modificou do *push* (empurrão) inicial de novas tecnologias, para a recente criação de oportunidades por meio do desenvolvimento institucional. Segundo os autores, isso implica que o conceito de inovação na agricultura, juntamente com os seus desafios e oportunidades, deve ser enquadrado em um conjunto integrado de elementos técnicos, organizacionais, institucionais e políticos, havendo diante disso, necessidade de ir além do modelo linear para uma visão de difusão de inovações.

Por sua vez, Malerba e Orsenigo (1996) argumentam que a tecnologia se associa ao regime tecnológico, que define os padrões inovadores de acordo com as condições de oportunidade, apropriabilidade e acumulação e de acordo com a natureza da transmissão de conhecimento. Segundo os autores, as oportunidades tecnológicas estão relacionadas ao potencial de inovação de cada tecnologia e aumentam de acordo com o crescimento dos investimentos em P&D. A apropriabilidade diz respeito ao grau de proteção das inovações contra imitações. Já a acumulação, é vista como a capacidade de inovar com base em inovações passadas e em áreas afins do conhecimento. Finalmente, o conhecimento tecnológico é definido de acordo com seus graus de especificidade, codificação e complexidade.

Todos esses conceitos trazidos acima são de grande utilidade na análise da inovação no setor agropecuário e dos processos a ela relacionados. Isso se justifica, visto que tais conceitos fornecem a clara noção de que as tecnologias são diferentes e se baseiam em uma lógica interna e autônoma para o desenvolvimento. Consequentemente, os processos geradores de inovações diferem profundamente entre os mais diversos setores, carecendo assim de análises singulares que levem em conta todas as suas peculiaridades.

## 5 | SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO NA AGRICULTURA

Visto que a inovação decorre da produção de novos conhecimentos e tecnologias, nesse sentido é fundamental entender primeiramente o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, podendo-se defini-lo como um subsistema ou sistema setorial, com o quadro institucional representando a criação de conhecimento público e oportunidades tecnológicas no setor agrícola em um determinado país. Seu principal objetivo é colocar em sintonia diretrizes e estratégias de pesquisa agropecuária, de um lado, com as políticas nacionais de desenvolvimento, de outro. Esse sistema visa também garantir a organização e coordenação da matriz agrícola institucional, eliminando a diluição e sobreposição de esforços, evitando ainda a alocação ineficiente de recursos. É importante ressaltar que o mesmo abrange um planejamento nacional de pesquisa que empreende a tarefa crucial de construção de parcerias entre as instituições no desenvolvimento de C&T, com o objetivo de atender às diferentes necessidades de pesquisa e as demandas para o desenvolvimento agrícola das

diferentes regiões de um país. Estas parcerias podem envolver imprescindíveis conexões com atores do âmbito externo às fronteiras nacionais. Isso porque a relação da agricultura com o processo natural da internacionalização da P&D é algo intrínseco a ela mesma na sua essência, uma vez que o setor possui características peculiares que compelem o seu processo de internacionalização, principalmente porque se concentra em temas de relevância estratégica planetária. Como consequência, a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação trabalham aí com temas situados na fronteira do conhecimento.

Já o conceito de Sistema Nacional de Inovação é relativamente recente, não obstante seja baseado nas reflexões de Ludwig von Bertalanffy (1968), quando da concepção da Teoria Geral dos Sistemas no início de 1920. Nela o autor descreveu as características das organizações como sistemas sob uma perspectiva holística e concebeu um sistema composto por subsistemas interligados cujo todo é maior que a soma das partes. A abordagem moderna do sistema de inovação tem seus fundamentos em Schumpeter, que analisou as influências que o mercado e os ambientes institucionais exercem sobre a geração de inovação, o que sugere que a inovação é o resultado do caráter das instituições econômicas e sociais e que a mudança dessas instituições, como resposta às inovações, implica uma relação endógena entre a sociedade e a inovação. Nesse contexto, o conhecimento, a aprendizagem e a difusão desempenham um papel central para a dinâmica da inovação. Essa dinâmica é diretamente ligada ao desempenho das instituições que estão presentes nas economias nacionais modernas, uma vez que tais instituições reproduzem, regulam e coordenam as condições nas quais é possível desenvolver interações entre agentes e organizações, tornando possível desenvolver processos de aprendizagem e transformá-los em atividades inovadoras.

A literatura entende que um Sistema Nacional de Inovação (SNI) é um sistema social onde a atividade principal é a aprendizagem, segundo Lundvall (1997). Além disso, o SNI é percebido como composto por elementos e relações que interagem na produção, difusão e uso do conhecimento. Assim, o SNI tem sido cada vez mais utilizado em estudos de pesquisa agropecuária, bem como em estudos sobre as mudanças nesse sistema em países em desenvolvimento, uma vez que o princípio que orienta a abordagem SNI é o estudo das interações e normas que exercem influência e afetam a estratégia da ação dos agentes heterogêneos, em inovação, adaptação e complementação. É importante enfatizar que o desenvolvimento da agricultura depende, largamente, da geração e aplicação do conhecimento nessa área, ou seja, da operacionalidade de um sistema setorial de inovação, como parte do sistema nacional, SNI.

O estudo de Malerba (2009) traz uma contribuição particular porque enfatiza que os tipos e as estruturas de relações são diferentes entre os sistemas setoriais, como consequência das distintas características da base de conhecimento, dos processos relevantes de conhecimento, das tecnologias de base, das características da demanda e dos *links* importantes, além das complementaridades dinâmicas. Ademais, o autor argumenta

que a estrutura institucional para o desenvolvimento da inovação dentro de um setor da economia é muito complexa e varia significativamente entre setores. Assim, uma vez que a agricultura não é uma exceção a tal regra, o regime tecnológico agrícola define condições específicas para as oportunidades tecnológicas, as condições de apropriabilidade, a cumulatividade do conhecimento e a base de conhecimento relevante no setor agrícola.

Na visão de Malerba (2009), a estrutura de um sistema setorial pode ser uma ferramenta útil para a análise da inovação por muitas razões, em especial por promover: i) uma análise descritiva do processo de inovação setorialmente; ii) uma identificação de fatores que afetam a inovação; iii) uma análise das relações entre a inovação e os limites de alteração dos setores; iv) uma compreensão da dinâmica de curto e longo prazo e da transformação dos setores; v) uma identificação dos fatores que afetam o desempenho internacional das empresas e dos países em diferentes setores, podendo ainda prover indicações para novas políticas públicas. É importante destacar que ao utilizar a abordagem de sistema de inovação setorial com foco na agricultura, algumas mediações parecem ser necessárias. Isso porque, um olhar para o Sistema Nacional de Inovação, na sua abordagem convencional, conduz a um foco analítico horizontal, enquanto que, ao se direcionar a análise do Sistema de Inovação para uma perspectiva setorial, o foco passa a ser vertical, atravessando todos os componentes ao longo da cadeia e abstraindo a dimensão dos territórios nos quais as unidades de produção estejam localizadas.

Com base na perspectiva de sistema setorial de inovação de Malerba (2009), pode-se admitir a existência de um sistema brasileiro de inovação na agricultura. Cabe aqui analisar seus componentes e articulações, o que inclui entender a organização das atividades voltadas para pesquisa e desenvolvimento no país. No estudo aqui apresentado propõe-se uma visão geral desse sistema, incorporado no Sistema de Pesquisa Agropecuária (SNPA), com suas principais conexões internas e externas, o que está representado no diagrama a seguir (Figura 5). O SNPA foi criado em 1992 e inclui uma pluralidade de atores, a saber: a Embrapa e suas unidades descentralizadas, as organizações estaduais de pesquisa agropecuária (OEPAs), as universidades e institutos de pesquisa federais e estaduais, bem como outras entidades públicas e organizações privadas, direta ou indiretamente ligadas à atividade de pesquisa agrícola.

Não se pode deixar de apontar, entretanto, a fragilidade do sistema atual das OEPAs, o que evidencia uma rota de extinção, não obstante as exceções de alguns estados, que ainda são detentores de órgãos de excelência na pesquisa agropecuária, a exemplo do Paraná, com o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), de São Paulo, com o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), de Minas Gerais, com a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e Pernambuco, que prossegue atuando com pesquisa no seu Instituto Agrônomo (IPA), em que pese tenha assumido também as atividades de extensão. Visando a fornecer um maior suporte ao sistema setorial, em 2001 foi criado um fundo, objetivando a formação científica e tecnológica em áreas estratégicas,



em sintonia com o interesse do Estado e suas diretrizes, entre elas, as áreas de agronomia, medicina veterinária, biotecnologia, economia agrícola e sociologia.

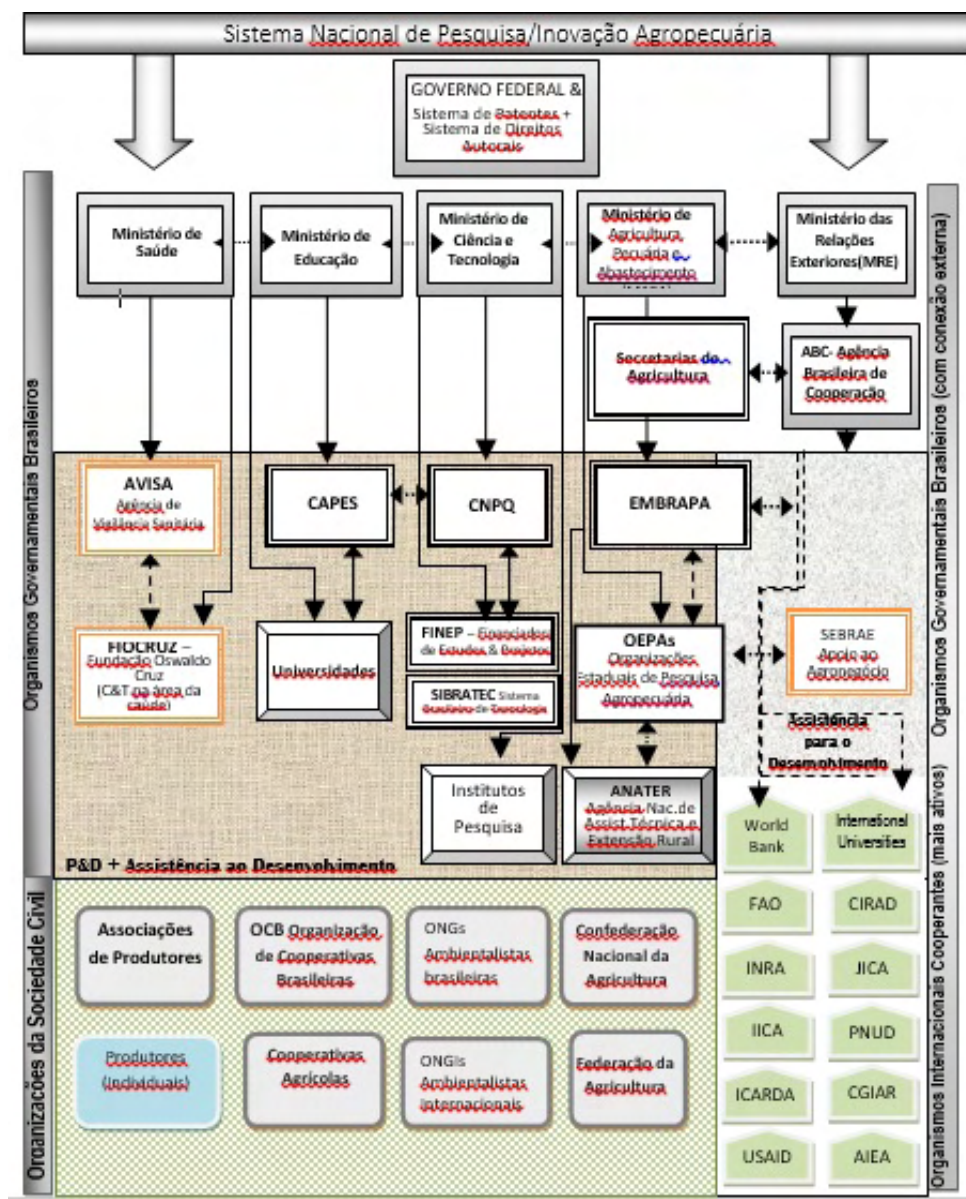


Figura 5 - Sistema Brasileiro de Pesquisa / Inovação Agropecuária e suas principais conexões

Fonte: Ribeiro (2015)

Vale notar que a Embrapa representa o coração do SNPA, desempenhando o papel de coordenadora de todo esse sistema, sendo diretamente ligada, no seu nível



hierárquico superior, ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e, no eixo descendente, a todas as empresas de pesquisa agrícola das unidades da federação. A Embrapa também tem ligações diretas com todas as agências e centros de pesquisa em cada setor, principalmente na saúde, educação e ciência e tecnologia, cujos principais órgãos responsáveis pela pesquisa são:

- Saúde: Fundação de Pesquisa focalizada na área de saúde (FIOCRUZ);
- Educação: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior (CAPES);
- C&T: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Bonacelli et al (2015) afirmam que é inegável a contribuição da Embrapa como centro do sistema brasileiro de inovação na agricultura, mas que é perceptível que ela já não é a instituição única, e nem é mais hegemônica. Comentam que a partir dos anos 2000, com maior intensidade, as tarefas de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) passaram a envolver muitos e variados elementos, inclusive com a entrada no cenário de novos atores, especialmente empresas multinacionais, que passaram a fazer trabalhos de PD&I, produção, transferência de tecnologia e assistência técnica, em bases semelhantes às praticadas pela Embrapa e outras organizações congêneres, Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (OEPAs).

Em outra direção, a Embrapa tem fortes ligações com o sistema federal de universidades brasileiras, as quais se conectam com as agências CAPES e CNPq, como ilustrado no diagrama proposto acima (Figura 5). Já na dimensão da sociedade civil, a Embrapa relaciona-se com inúmeras organizações, desde o nível de Federações, passando por organizações não governamentais nacionais e internacionais, cooperativas nacionais e associações de agricultores, assim como com agricultores no nível individual, estando assim conectada a toda a cadeia no setor agropecuário brasileiro, tanto a jusante quanto a montante. Esta articulação comprova que o tecido produtivo também faz parte do sistema brasileiro de inovação na agricultura. Nesta articulação com o setor privado, cabe destaque aos “Dias de Campo”, quando os diferentes centros da Embrapa recebem em suas instalações produtores rurais para um diálogo sobre transferência de conhecimentos.

Importante considerar que a concepção da Embrapa, como empresa pública de direito privado, visou promover flexibilidade no seu processo de gestão, bem como transparência frente à sociedade. Ademais, sua relação com o mundo exterior e com a iniciativa particular, pode ser desta forma facilitada. Além do caráter inovador da sua estrutura, a Embrapa adotou, na última década, um conceito inovador de cooperação internacional como política de inovação para o agronegócio (Chaves, 2010). A autora aponta que esta cooperação, desenvolvida e planejada estrategicamente, mais particularmente a partir da última década, busca a sustentabilidade da pesquisa por meio da geração de capital social através da construção de relações interorganizacionais no âmbito internacional. Para tal, estabeleceu

também laboratórios em diversos países estrangeiros (Labex), com parcerias para o uso de estruturas laboratoriais em centros internacionais de pesquisa. (RIBEIRO, 2015).

O envolvimento da Embrapa com outros atores no processos de inovação do agronegócio brasileiro passou a se dar por meio da estruturação e formatação de redes, parcerias e arranjos, envolvendo setores privados e também o setor público. Contudo, a Embrapa continuou a ter liderança em atividades relacionadas às competências técnicas multidisciplinares, em temas de longo prazo e de interesse estratégico para o país e nas inovações focadas nos impactos sociais, econômicos e ambientais, independente de retorno econômico direto à empresa. Em relação à área internacional, a Embrapa tem forte ligação com o Ministério de Relações Externas (MRE) por meio da Agência Brasileira de Cooperação (ABC).

Sob uma visão mais geral da C&T&I no Brasil, esse setor conta ainda com a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP – Inovação e Pesquisa), empresa pública vinculada ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) e o Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC), que é um instrumento de articulação e aproximação da comunidade científica e tecnológica com empresas. Não obstante o quadro institucional brasileiro de C&T&I ser capaz de gerar conhecimento público suficiente para promover o crescimento agrícola, Vieira Filho (2012) chama a atenção para um aspecto determinante para que possam ser colhidos os frutos do conhecimento produzido nesse sistema: trata-se da capacidade de absorção dos agentes produtivos. No caso da realidade brasileira, o autor salienta que o benefício final de tal conhecimento público se torna limitado, já que ele é determinado pela capacidade de apropriação dos agricultores, aspecto que é crítico para o sucesso desse setor, como já salientaram Scoones et al (2008). Vieira Filho (2012) acrescenta que esse arcabouço ainda apresenta muita fragilidade na realidade contemporânea, mesmo sendo o Brasil considerado um exemplo de excelência na criação, acumulação e aplicação do conhecimento na produção agrícola. Entretanto, lembra que algumas regiões e tipos de cultivares no país conseguem ser bem-sucedidos nas ações realizadas pelos produtores, em termos de aumento da capacidade de absorção de novos conhecimentos introduzidos (RIBEIRO, 2015).

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inovação na agricultura tem um caráter complexo e não pode ser explicada por abordagens básicas sobre a origem e direção do avanço técnico: a de indução pela demanda (*demand-pull*), que considera as forças de mercado como principais determinantes do avanço técnico (determinantes endógenos à economia) e a de impulso pela ciência e tecnologia (*science and technology-push*), que considera a tecnologia como fator quase autônomo, pelo menos no curto prazo (determinantes exógenos à economia). Esta dicotomia, de acordo com Dosi (2006), não dá conta da diversidade e complexidade da

inovação em geral e, no caso específico da inovação na agricultura, muito menos. No setor agrícola, procurar definir uma inovação como de produto ou de processo, não é tão óbvio. De acordo com Schumpeter (1961;1989) e com as peculiaridades da inovação voltada para a produção vegetal e animal, ela poderia ser duplamente definida: como inovação de produto, uma vez envolve a introdução comercial de um produto que é novo para os clientes, e como inovação de processo, porque envolve o uso de uma nova abordagem para a criação ou comercialização de produtos existentes ou melhorados.

Quanto às suas determinantes, se a inovação na agricultura é uma demanda de produtores rurais dirigidas à instituição de pesquisa ou se é uma demanda de produtores rurais dirigidas à fabricantes de equipamento, em ambos os casos, é possível cogitar, de acordo com Hayami e Ruttan (1971), que se tratou inequivocamente de uma inovação induzida, mas que, no seu processo de concepção, se foi além da indução convencional, quando agricultores demandam soluções de seus problemas junto às instituições de pesquisa em ciências agrárias.

A melhor definição de todo o processo que envolveu a concepção geral e a P&D vem de Vieira Filho e Silveira (2012). Para estes autores a grande limitação dos estudos tradicionais, ao abordarem o crescimento agrícola, é a ausência de explicações concernentes à busca tecnológica por parte dos produtores e ao processo de aprendizado dos mesmos. Consideram, os autores, que a compreensão do setor agrícola deve identificar que nem todo o desenvolvimento tecnológico e geração de novos conhecimentos estão cristalizados nos insumos produtivos, sejam eles máquinas, adubos ou defensivos. A agricultura não funciona por meio de agentes receptores passivos de tecnologias. O que esses autores sugerem é que o processo de inovação na agricultura é estruturado dentro de complexos arranjos produtivos e de instituições (públicas e privadas) promotoras do conhecimento e envolvidas com o mercado de fatores para a agricultura. Neste sentido, analisar o sistema setorial é indubitavelmente a melhor forma de perceber a complexidade e a rede de interações que condicionam a inovação na agricultura.

## REFERÊNCIAS

ALVES, E.R.A., SANTANA, C. A. M. y CONTINI, E. (2016): Extensão rural: seu problema não é a comunicação em VIEIRA FILHO, J. E.; GASQUES, J. G. (orgs) *Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade*. Brasília, Ipea.

ALVES, E. (2012): “Embrapa: a successful case of institutional innovation”. en MARTHA JUNIOR, G.B; FERREIRA FILHO, J. B. de S. (Orgs). *Brazilian Agriculture Development and Changes*. Brasília, Embrapa.

BATALHA, M. O., CHAVES, G. de L. D. y SOUZA FILHO, H. M. de. (2009): “C&T e I para a produção agropecuária brasileira: mensurando e qualificando gastos públicos”. *Revista de Economia e Sociologia Rural (RESR)*, Piracicaba, v. 47, n. 01, pp. 123-146, jan/mar.

- BELL, M. y PAVITT, K. (1993): "Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries". *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 2, pp. 157-21.
- BOCCHI, S., CHRISTIANSEN, S., OWEIS T., PORRO, A. y SALA, S. (2012): "Research for the innovation of the agri-food system in international cooperation". *Italian Journal of Agronomy*, v. 7, n. 36.
- BONACELLI, M.B.M., FUCK, M.P. y CASTRO, A.C. (2015): "*O sistema de inovação agrícola: instituições, competências e desafios do contexto brasileiro*". En BUAINAIN, A.M.; BONACELLI, M.B.M.; MENDES, C.I.C. *Propriedade intelectual e inovações na agricultura*. Brasília; Rio de Janeiro, CNPq, FAPERJ, INCT/PPED, Ideia D.
- CHAVES, R. de Q. (2010): *Inovatividade no Sistema Brasileiro de Inovação na Agricultura: uma análise baseada na política de cooperação internacional da Embrapa*. Tese (Doutorado em Agronegócios) – Programa de Pós-graduação em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.
- CRESTANA, S. y DE MORI, C. (2015): "Tecnologia e inovação no agro: algumas tendências, premências e *drivers* de mudanças". En BUAINAIN, A.M.; BONACELLI, M.B.M.; MENDES, C.I.C. *Propriedade intelectual e inovações na agricultura*. Brasília; Rio de Janeiro, CNPq, FAPERJ, INCT/PPED, Ideia D.
- DOSI, G. (1988): "Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation". *Journal of Economic Literature*, Nashville, v. 26, pp. 1120-1171.
- DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G. y SOETE, L. (1988): *Technical Change and Economic Theory*. London, Pinter Publishers Limited.
- DOSI G. (2006): *Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria de semicondutores*. Campinas, Editora da UNICAMP.
- FREEMAN, C. y SOETE, L. (2008): *A economia da inovação industrial*. Campinas, Editora da UNICAMP.
- FORAY, D. (2006): *L' economia della conoscenza*. Bologna, Il Mulino Universale Paperbacks.
- HAYAMI, Y., y RUTTAN, V. W. (1971): *Agricultural development: An international perspective*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- JARRETT, F.G. (1985): "Sources and Models of Agricultural Innovation". *Developed and Developing Countries. Agricultural Administration*, v. 18, n. 4, pp. 217-234.
- KLINE, S. J. y ROSENBERG, N. (1986): "An Overview of Innovation". en LANDAU, R. y ROSENBERG, N. *The Positive Sum Strategy*. Washington, DC, National Academy of Press.
- LABINI, P.S. (1989): *Nuove tecnologie e disoccupazione*. Roma, Laterza.
- LUNDVALL, Bengt-Åke. (1997): *National Systems and National Styles of Innovation DRUID/IKE-group*. University of Aalborg. Paper presented at the Fourth International ASEAT Conference "Differences in 'styles' of technological innovation" Manchester, September 2-4. Disponível em: <<http://www.business.aau.dk/~esa/evolution/docmaster/druidstuff/druidthemeC/papers/styles.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2013.

MALERBA, F. (2009): *Sectorial Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge, Cambridge University Press.

MALERBA, F. y ORSENIGO, L. (1996): "Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific". *Research Policy*, v. 25, pp. 451-478.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. (1997): *Oslo Manual: The Measurement of Scientific and Technological Activities*. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. 2nd. ed. Paris, OECD Publications.

PAVITT, K. (1984): "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, Sussex / Brighton, v. 13, pp. 343-373.

PORTER, M.E. (1990): *The competitive advantage of nations*. New York, The Free Press.

POSSAS, M.L., SALLES-FILHO, S. y SILVEIRA, J.M.da. (1996): "An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks". *Research Policy*, vol. 25, pp. 933-945.

RIBEIRO, M. C. M. (2015): *Cooperação internacional em ciência e tecnologia: uma análise das experiências da Embrapa Semiárido*. Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Escola de Administração, Salvador/Ba.

RUTTAN, V. W. (1973): Induced technical and institutional change and the future of agriculture. en Fifteenth International Conference of Agricultural Economists, 1973, São Paulo. *Anais...* São Paulo, Proceedings.

SCHUMPETER, J.A. (1961): *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura.

SCHUMPETER, J.A. (1988): *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo, Nova Cultural.

SCHUMPETER, J.A. (1989): *Business cycles: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*. Philadelphia, Porcupine.

SCOONES I., THOMPSON, J. y CHAMBERS, R. (2008): *Farmer First Revisited Innovation for Agricultural Research and Development*. Disponível em: <[www.future.agricultures.org/farmerfirst/files/Farmer\\_First\\_Revisited\\_Post\\_Workshop\\_summary\\_final\\_pdf](http://www.future.agricultures.org/farmerfirst/files/Farmer_First_Revisited_Post_Workshop_summary_final_pdf)>. Acesso em: 23 maio 2012.

SPIELMAN, D. J. (2005): Innovation Systems Perspectives on Developing-Country Agriculture: A Critical Review. *International Food Policy Research Institute*, Discussion Paper 2.

VIEIRA FILHO, J.E.R. (2012): Technological trajectory and learning in the agricultural sector. en Brazilian agriculture development and changes, 2012. *Annals of The Globelics International Conference, 10th, 2012*. Brasília, Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA)/ Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply.

VIEIRA FILHO, J. E. R. y SILVEIRA J. M. F. J. (2012): "Mudança Tecnológica na Agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado". *Revista de Economia e Sociologia Rural (RESR)*, Piracicaba-SP, v. 50, n. 4, p. 721-742, out/dez.

VON BERTALANFFY, L. (1968): *General systems theory: Foundations, development, applications*. New York, Braziller.

# CAPÍTULO 2

## CRIANDO SINERGIAS ENTRE PAISAGISMO E AGROECOLOGIA: O USO DE PLANTAS NATIVAS DO CERRADO EM JARDINS

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 21/02/2022

### Mariana de Melo Siqueira

Arquitetura da Paisagem  
Brasília-DF

<https://orcid.org/0000-0002-0709-7015>

### Bárbara Silva Pachêco

VerdeNovo  
Brasília-DF

[https://orcid.org/\(0000-0002-9123-7163](https://orcid.org/(0000-0002-9123-7163)

### Willian Jeferson Nascimento

Instituto Federal de Brasília-IFB  
Brasília-DF

<https://orcid.org/0000-0003-2405-3206>

### Paula Lucio de Lima Santos

Central do Cerrado  
Brasília-DF

<https://orcid.org/0000-0001-6928-2868>

### Viviane Evangelista dos Santos Abreu

Instituto Federal de Brasília-IFB  
Brasília-DF

<https://orcid.org/0000-0003-1523-2149>

**RESUMO:** Uma proposta paisagística que valoriza a biodiversidade, bem como a possibilidade de realizar a restauração de funções ecológicas em ambientes degradados, precisa ser constituída por espécies da flora autóctone. Em 2019, o Instituto Federal de Brasília ofertou a disciplina Paisagismo Cerratense, no Curso Superior em Agroecologia. Foram 22 semanas,

com a participação de três professoras, 12 estudantes e uma família agricultora, todos trabalhando na compilação de conceitos e ideias para a materialização de um jardim exclusivo com plantas do Cerrado. A partir desse momento, visualizou-se a importância deste tema para a formação e atuação do agroecólogo. As sinergias encontradas entre a criação de jardins nativos e a Agroecologia é o que aborda este capítulo. É necessário entender que a constituição paisagística de muitos jardins no bioma Cerrado possui uma concepção desconectada da paisagem natural local, com pouca biodiversidade e que envolve uma composição florística alheia aos cenários fitofisionômicos cerratenses ao empregar espécies exóticas. No entanto, é fundamental que haja confluência entre a idealização paisagística, as condições edafoclimáticas, otimização energética e a aproximação às técnicas agroecológicas de implementação e manejo do solo. Apresentam-se então espécies nativas do cerrado e o seu o potencial paisagístico, com funções ecológicas desejáveis em projetos de jardins cerratenses, bem como os grupamentos cogitados para a distribuição de espécies, como também o manejo realizado no solo antes e após a implantação do jardim.

**PALAVRAS-CHAVE:** Formação do agroecólogo; Flora do cerrado; Jardins cerratenses.

## CREATING SYNERGIES BETWEEN LANDSCAPING AND AGROECOLOGY: THE USE OF NATIVE PLANT SPECIES OF THE CERRADO IN GARDENS

**ABSTRACT:** Landscape design that values biodiversity and also contributes to the restoration of ecological functions in degraded environments needs to be built upon the use of native plant species. In 2019, the Instituto Federal in Brasília, DF, Brazil, offered the class “Paisagismo Cerradense” (“Cerrado Landscaping”) for students of the course in Agroecology. Over a period of 22 weeks, three professors, 12 students and a family of farmers worked together on the development of concepts and ideas for the design of a garden using, exclusively, native plants from the Cerrado. This exercise was also fundamental to visualize the importance of the topic for training and work of agroecologists. In this chapter, we address the synergies found between the development of gardens with native plant species and Agroecology. At current, most landscaping in the Cerrado is not connected to nor valorizes the local natural landscape and its elements, does not consider native biodiversity, and often relies on exotic species. The development of linkages between landscaping, soil and climatic features, energy-smart gardens and proposals and techniques of Agroecology will lead to multiple benefits. Further, we present selected plant species from the Cerrado and their potential for landscaping, present suggestions for combinations of species as well as information on soil preparation and management of Cerrado gardens.

**KEYWORDS:** Agroecological training; Flora of the Cerrado; Cerrado gardens.

### 11 INTERAÇÕES DE DUAS CIÊNCIAS QUE VALORIZAM PAISAGENS: CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO EM QUESTÃO

O Paisagismo, ciência com foco em planejar paisagens, busca a articulação harmônica entre natureza, arte, cultura e técnica. Possui fundamentações para o favorecimento do nosso vínculo a uma paisagem, ou seja, a busca da reconexão do humano com os ambientes naturais. Para planejar um jardim são necessários elementos técnicos capazes de dotar um espaço de identidade que estimule percepções, interações e reativamento de uma área. Em especial, acredita-se no potencial do paisagismo para restauração ecológica de ambientes alterados, perturbados ou degradados (CHACEL, 2001).

A Agroecologia é uma ciência ampla, que se propõe a planejar, desenhar e manejar agroecossistemas, seja pensando em interações planta-animal, no trato do solo vivo como base fundamental e na conservação dos recursos naturais. Há também na Agroecologia abordagens com relação a dimensão social e cultural inseridas em reflexões políticas sobre paisagens, territórios e os vínculos entre os biomas e as comunidades. Para Altieri (2012) é uma área de conhecimento, que emerge para disponibilizar os princípios ecológicos para projetar e manejar agroecossistemas que sejam produtivos e ao mesmo tempo conservem os recursos naturais, assim como sejam culturalmente adaptados, social e economicamente viáveis.

Quando percorremos o caminho da Agroecologia vinculado ao paisagismo e a jardinagem, é importante considerar o jardim como um agroecossistema, onde cultivamos

plantas que poderão potencializar todas as interações e em especial exercer funções ecossistêmicas e produtivas das espécies. À vista disso, planeja-se ter biodiversidade acima do solo, mas também no solo. Reflete-se sobre criar e conservar a vida no solo gerando condições favoráveis às interações. Observa-se a água que corre para infiltrar com eficiência, os microrganismos do solo que vão otimizar nutrientes e biomassa, tal como as plantas que além de ornamentar uma paisagem poderão ser utilizadas em uma vertente produtiva.

O jardim em sua concepção agroecológica precisa ser dinâmico, vivo, com maior interação possível com todas as formas de vida e desenhado com a lógica dos ecossistemas naturais, resilientes, resistentes e retroalimentados. Há de se cogitar jardins agroecológicos em nossas cidades, escolas, casas, instituições, sítios como ambientes afetivos, ambientes produtivos, não estáticos e nem tão somente estéticos. Mas, sim repletos de inovação e conhecimentos integrados.

Após diálogos entre profissionais das áreas de Paisagismo e Agroecologia foram observadas as sinergias entre a ciência agroecológica e a concepção paisagística que fundamenta a prática para jardins repletos de biodiversidade nativa. Ver-teu-se assim a possibilidade de investigar e estudar no curso superior Tecnologia em Agroecologia do Instituto Federal de Brasília/*Campus* Planaltina a criação e o manejo de jardins que se aproximam da ciência agroecológica, no que diz respeito aos aspectos da produção-conservação. Ademais que pudessem ter na sua fundamentação os aspectos da biodiversidade, o reforço de processos ecossistêmicos e restauração de ambientes degradados.

Assim, houve a oferta no segundo semestre de 2019 da disciplina Paisagismo Cerratense, com o objetivo de estudar técnicas de concepção de jardins com espécies herbáceas, gramíneas e arbustivas nativas das formações savânicas e campestres do Cerrado, com potencial para restauração de áreas degradadas, cultivo de plantas com alta adaptação e com estética natural que representa a paisagem do cerrado *lato sensu*, além do entendimento das faces cultural e produtiva das espécies de um jardim com as comunidades.

No cotidiano da disciplina a interação de agricultores, estudantes e docentes para implementação de um jardim exclusivamente com espécies nativas do bioma Cerrado, trouxe importantes discussões capazes de impulsionar o engajamento e mudanças conceituais acerca do Paisagismo, como algumas das reflexões descritas a seguir: Um jardim pode ser rico em produtividade oferecendo não apenas aspectos visuais de contemplação, mas aspectos produtivos como oferta de sementes, frutos e recursos medicinais? Um jardim pode contar com uma proposta dinâmica que oscila em cores e texturas diferentes, que combinam com o clima e a estação local? A manutenção de um jardim pode ser de baixo impacto com plantas tão bem habituadas às condições edafoclimáticas da região que dispensam o uso de irrigação? Há consórcios de espécies nativas no cerrado que nos



ensinam como combinar espécies em um jardim elaborado?

A atuação integrada e interdisciplinar das docentes realizavam arranjos pedagógicos que favoreceram o desenvolvimento da aprendizagem ativa, com ações dialógicas e práticas, com foco nos vínculos dos participantes a suas vivências nos ambientes naturais de cerrado.

A disciplina foi oferecida ao longo de 22 semanas, onde foram abordados temas como: A flora do Cerrado em suas várias fitofisionomias, demonstrando a relevância ecológica e estética de seu estrato herbáceo-arbustivo; Técnicas de Jardins Naturalistas, que são a base teórica para a criação desses jardins e o grande marco do paisagismo brasileiro que é o trabalho de Roberto Burle Marx, com o uso de plantas nativas; Restauração ecológica, com ênfase na técnica da sementeira direta, com abordagem de aspectos da restauração paisagística e o manejo de solos.

Entre as aulas teóricas ministradas, destacam-se:

- Jardins de Cerrado: potencial paisagístico da savana brasileira' - apresentação de espécies herbáceas e arbustivas do Cerrado com potencial para utilização em jardins; sazonalidade do Cerrado como potência estética; *plant hunting* ou expedições para prospecção de novas plantas; produção de ervas e arbustos nativos em viveiro; e experimentos científicos e jardins experimentais executados no âmbito do projeto Jardins de Cerrado (SIQUEIRA, M. et al., 2017).
- Jardins naturalistas: conceitos e técnicas de projeto (baseados no trabalho de Piet Oudolf)' - Introdução à função das plantas na composição de jardins naturalistas (protagonistas, dispersas e fundo, ou estruturantes, ocasionais e base, como temos empregado mais recentemente, no contexto do Cerrado); formas de composição (grupos, faixas e repetitivas; emprego do fundo) e arquitetura das inflorescências (OUDOLF; KINGSBURY, 2013).
- Restauração paisagística: conceitos e técnicas preliminares' - visão contemporânea sobre restauração ecológica: conceitos, métodos e etapas; experiência do coletivo Restaura Cerrado (restauração ecológica do Cerrado por sementeira direta na Chapada dos Veadeiros); restauração paisagística: experiências no Parque Nacional de Brasília (BOKOS, 2017) e na Casa no Cerrado, em Moeda-MG (Caso de sucesso da parceria entre o escritório da Mariana Siqueira e a Startup de impactos positivos VerdeNovo).

O objetivo das aulas teóricas foi embasar a atividade prática proposta no âmbito da disciplina: projetar e executar um jardim cerratense. Para tanto, delinear-se, inicialmente, as espécies vegetais disponíveis para o projeto, com sementes doadas pela empresa VerdeNovo e pelo projeto Jardins de Cerrado. As plantas foram apresentadas em sala de aula (por meio de fotografias, descrições verbais e fichas impressas contendo informações como hábito, altura e época de floração).



Figura 01. Aula teórica sobre fenologia e arquitetura das plantas nativas do Cerrado

Posteriormente, realizou-se uma saída de campo no Parque Colégio Agrícola, limítrofe ao Campus Planaltina do IFB. Foram observadas a variedade de fitofisionomias que representam o mosaico vegetacional do Cerrado e que compõem as diferentes paisagens dessa unidade de conservação distrital. Com maior atenção à formação savânica e campestre percorreu-se áreas, onde os estudantes puderam contemplar a estética da paisagem, bem como a beleza e detalhes morfológicos da flora nativa com potencial paisagístico. Além de notar como e quais condições as espécies ocorrem nas áreas naturais, com observações ao solo, relevo, além da composição dos consórcios, ou seja, os agrupamentos de espécies que ficam próximas umas das outras.



Figura 02: Formação savânica (cerrado típico) observada pelos estudantes no Parque Colégio Agrícola, unidade de conservação limítrofe ao IFB.

Depois de verificar-se as espécies disponíveis para plantio, bem como o reconhecimento de características das mesmas. Foi elaborada uma lista de plantas de

interesse coletivamente para a composição do jardim cerratense, resultando em uma paleta de espécies nativas, entre capins, ervas, arbustos e arvoretas. As espécies foram categorizadas como: estruturantes, ocasionais e base.

As espécies estruturantes são reconhecidas no jardim como aquelas que exercem um papel de destaque na paisagem. Possuem flores ou folhas muito chamativas ao longo do ano e se apresentam em primeiro plano no nosso olhar. Em torno das estruturantes criamos as combinações para a composição da área.

Ocasionais são as espécies vegetais que aparecem em destaque de maneira efêmera, ou seja, não é um destaque permanente. Elas vão atravessando e permeando o jardim. Importante que não se coloque estas espécies em grandes grupos isolados, pois quando não estão em seu momento de destaque tendem a não imprimir texturas e sensações à paisagem.

A base é a categoria de uma planta capaz de cobrir o solo. É como imaginar uma planta com características para compor um “pano ou plano de fundo”, ou seja, a base de uma paisagem.

O formato metodológico da disciplina despertou para o profissional agroecólogo a possibilidade de trabalho no planejamento e desenvolvimento de projetos, assessoramento técnico, consultoria em jardinagem e paisagismo, com a concepção de jardins cerratenses vinculados às demandas das comunidades. Ainda, notou-se a satisfação dos educandos com a possibilidade de participação de um espaço de atualização da proposta formativa do agroecólogo. Para as docentes envolvidas a oferta da disciplina Jardins Cerratenses proporcionou articulação intensa, com participação de membros de outras instituições, o que fortaleceu os momentos de construção e aprendizagem mútua.

## 2 | O PROJETO PAISAGÍSTICO

Do diálogo entre os participantes da disciplina surgiu a ideia de estruturar a composição a partir de linhas retas convergentes, que trariam legibilidade e potência estética para o jardim, facilitando, também, sua demarcação e implantação. Há também a possibilidade de criação de jardins com linhas sinuosas e fluídas. Porém neste processo criativo optou-se pela linha reta para facilitar a leitura mais imediata da proposta pelos contempladores do Jardim.

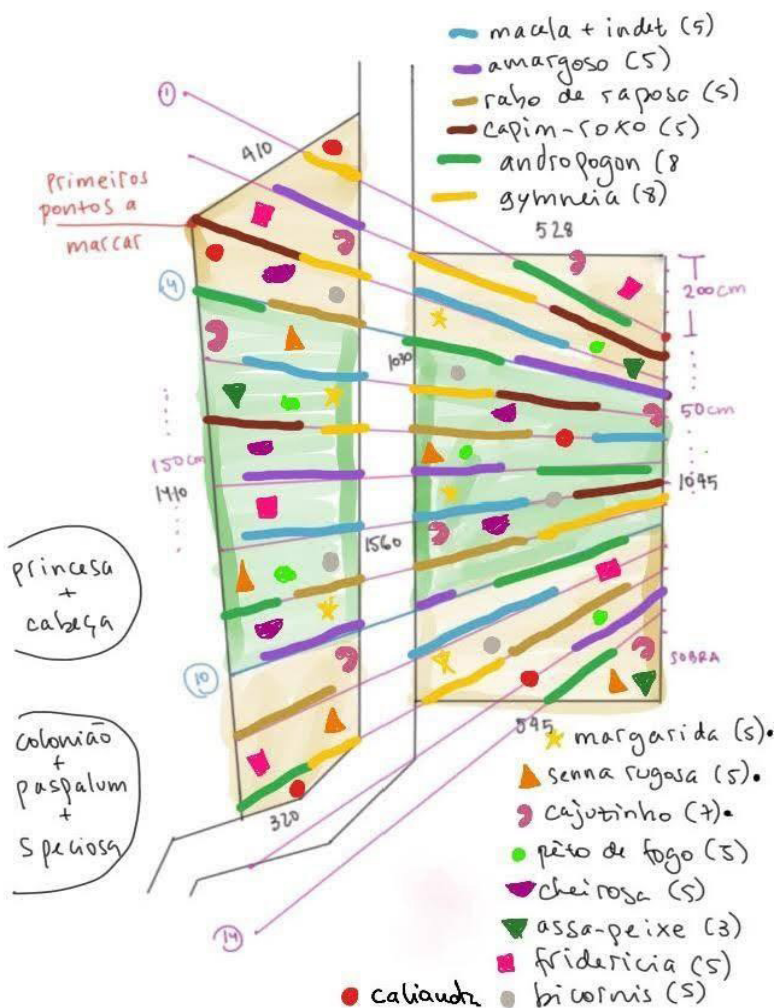


Figura 03. Desenho a mão livre do Jardim Cerratense do Campus Planaltina-IFB

O projeto paisagístico foi planejado coletivamente, com desenhos a mão livre sob fotografias aéreas (com uso de drone) da área escolhida, a partir de visitas ao local.

No projeto planejado em 2019 a porção norte tem cerca de 50 m<sup>2</sup> (10x5m) e a porção sul, cerca de 56 m<sup>2</sup> (14x4m), totalizando uma área de plantio de 106 m<sup>2</sup>, com espécies nativas do cerrado.



Figura 04. Fotografia aérea com uso de drone da área escolhida



Figura 05 e 06. Planejamento e elaboração do projeto paisagístico

### 3 | IMPLANTAÇÃO E MANEJO

A área estava tomada pelo capim exótico *Brachiaria (Urochloa decumbens)*, que foi removida com capina manual, retirando todas as raízes do espaço. A terra foi afogada com enxadões, até que ficasse grumoso e, posteriormente, nivelada. Não foi realizada adubação no solo ou correção com bioinsumos. Isto porque o solo presente era latossolo-vermelho, típico do Cerrado, ao qual muitas espécies nativas estão adaptadas.

A demarcação da composição no terreno e a sementeira direta das espécies foram feitas coletivamente, por alunos e professoras no mesmo dia. Posteriormente, após emergência das plântulas, realizou-se a incorporação de matéria orgânica por meio de folhas secas e o enriquecimento do solo com microrganismos eficientes, com pulverização em área total.





Figura 07: Identificação e seleção de sementes



Figura 08. Área com mini sulcos de plantio abertos



Figura 09. Área semeada

O terreno onde foi implementado o jardim experimental fica nas proximidades do edifício principal da faculdade de Agroecologia. O jardim cerratense foi danificado em 2020 para a criação de um novo acesso, uma nova calçada de cimento para pedestres. O grupo dessa pesquisa reflete que este ato de destruição pode ser compreendido em parte pelo desconhecimento da flora autóctone pela comunidade de maneira geral. Pois, justificou-se que não foi possível identificar o projeto (embora com demarcação) pois imaginou-se que era uma área apenas com mato. De fato, o “mato” do cerrado estava presente na área com formação de capins e herbáceas nativas já estabelecidas. Tem-se assim como entendimento que é necessário divulgar o conceito de que a estética do cerrado também pode estar em jardins, por uma questão de identidade com o bioma, mas em especial pelas qualidades de beleza que apresentam.

Com a chegada da pandemia COVID 19 não foi possível realizar o replantio do projeto. Porém, de janeiro a agosto de 2021 foram coletadas todas as sementes do novo jardim, bem como realizada a semeadura em tubetes em casa de vegetação, para que também possa se testar a técnica de plantio de mudas. O novo jardim foi implementado em

dezembro de 2021. Este novo experimento, foco para outra investigação, busca estudar a associação entre mudas e sementes e avaliar o desenvolvimento e adaptação das plantas ao local, bem como interações positivas com o público, no que diz respeito a ações de Educação Ambiental e equilíbrio estético com a paisagem nativa do cerrado típico.

#### 4 | ESPÉCIES DA FLORA

Durante as aulas os estudantes produziram uma ‘Tabela de interesse paisagístico’ para as espécies (Tabela 01), marcando a época de ocorrência de flores e estruturas chamativas ao longo dos meses, utilizando cores correspondentes a tais estruturas. A intenção era poder visualizar a variedade de cores dos componentes vegetais durante o ano, de forma a orquestrar combinações cromáticas junto a questões relativas à forma, altura e velocidade de crescimento.

Foram cultivadas 20 espécies (8 arbustos/subarbustos, 11 ervas e 1 arvoretta) em uma área de 110 metros quadrados. Estavam presentes oito famílias botânicas (Anacardiaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Laminaceae, Poaceae e Solanaceae), tendo a família Poaceae com maior expressividade.

Por terem crescimento mais rápido e permitirem, assim, melhor leitura da composição, foram dispostas na forma de grupos lineares as espécies ocasionais: *Achyrocline satureioides*, *Lepidaploa aurea*, *Aristida riparia*, *Schyzachirium sanguineum*, *Andropogon fastigiatus* e *Gymneia interrupta* (Figura 10).

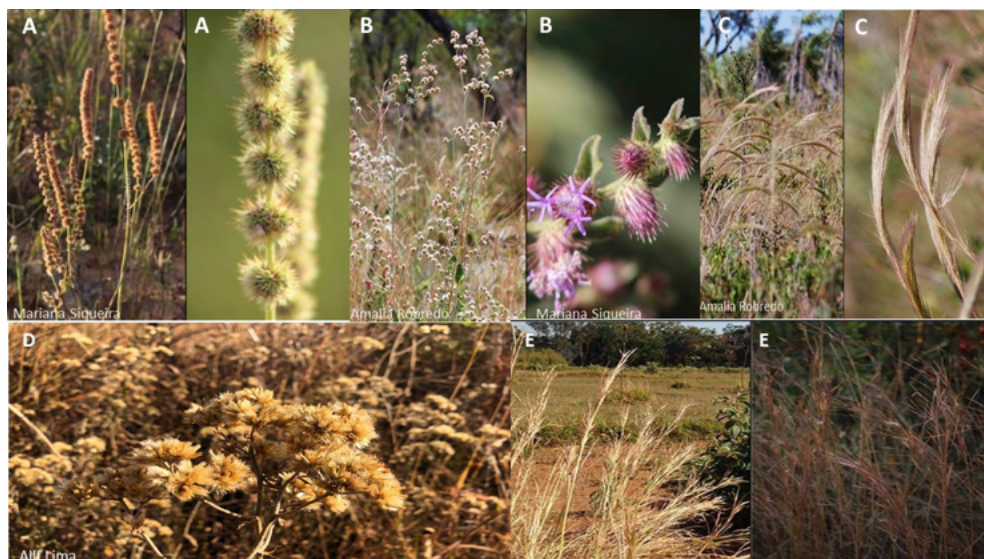


Figura 10. Espécies categorizadas como ocasionais. A. *Gymneia interrupta* B. *Lepidaploa aurea* C. *Aristida riparia* D. *Achyrocline satureioides* E. *Andropogon fastigiatus*

Por serem espécies potencialmente atrativas de forma individual, foram dispostas de forma solta e repetitiva, como status de estruturantes do jardim as espécies: *Senna rugosa*, *Anacardium humile*, *Hypenia brachystachys*, *Vernonathura polyanthes*, *Fridericia platyphylla*, *Andropogon bicornis*, *Lippia lupulina* e *Calliandra dysantha*, além de *Aldama filifolia* (plantada em pequenos grupos, de forma igualmente repetitiva).



Figura 11. Espécies categorizadas como estruturantes. A. *Senna alata* B. *Aldama filifolia* C. *Vernonanthura polyanthes*



Figura 12. Espécies categorizadas como estruturantes. D. *Hypenia brachystachys* E. *Fridericia platyphylla* F. *Calliandra dysantha* G. *Anacardium humile*



Para cobrir o solo ao longo de todo o jardim e atuar como base, dando legibilidade para as demais espécies, foram feitos dois grupos de bases com misturas de capins: um com *Loudetiopsis chrysothrix* e *Rynchospora globosa*; e outro com *Axonopus pellitus*, *Paspalum stellatum* e *Rynchospora speciosa*.



Figura 13. Espécie *Loudetiopsis chrysothrix* categorizada como base.

Após a escolha das espécies cogitou-se também a relação das pessoas com o espaço criado, levando em consideração a integração da comunidade com as plantas do jardim em seu aspecto produtivo. Para tanto na Tabela de interesse paisagístico (tabela 1) constam as funções produtivas de cada espécie com intenção de estimular seu uso de forma concomitante ao manejo necessário à manutenção do jardim. Já as funções ecológicas (tabela 1) representam dados de que o aumento da biodiversidade traz ao ambiente o aumento da funcionalidade, nesse sentido coloca-se em um espaço espécies capazes de atrair insetos nativos polinizadores, fauna em geral, formação de cobertura do solo, explosão de interações benéficas com a fungos e bactérias do solo e relação de equilíbrio com o uso e disponibilidade com o recurso água.

GRUPOS LINEARES						CHUVA			SECA					CHUVA				
Nome científico	Nome popular	Hábito	Altura (aprox.)	Função produtiva	Função ecológica	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
<i>Achyrocline satureioides</i>	Macela do campo	Herbácea	1m	Ornamental e medicinal	Atração de polinizadores	FO	FO	FL	FL	FL/SE	FL/SE	SE	SE	SE	SE	SE	FO	FO
<i>Andropogon fastigiatus</i>	Andropogon nativo	Herbácea (gramínea)	1,8m	Ornamental	Cobertura de solo				FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE						
<i>Aristida riparia</i>	Rabo de raposa	Herbácea (gramínea)	0,9-1,6m	Ornamental	Cobertura de solo	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FO	FO	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE
<i>Gymneia interrupta</i>	-	Subarbustiva	1,7m	Ornamental e Medicinal	Não identificado	FO	FL	FL	FL	FL	FL/SE	SE				FO	FO	FO
<i>Lepidaploa aurea</i>	Amargoso	Herbácea/subarbustiva	0,8m	Ornamental	Cobertura de solo	FL	FL	FL	FL	FL	FL	FL	FL	FL	FL	FL	FL	FL
<i>Schizachyrium sanguineum</i>	Capim vermelho	Herbácea (gramínea)	1,5m	Ornamental e forrageira	Cobertura de solo	FO	FO	FO	FL	FL	SE	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO
INDIVÍDUOS REPETITIVOS						CHUVA			SECA					CHUVA				
Nome científico	Nome popular	Hábito	Altura (aprox.)	Função produtiva	Função ecológica	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
<i>Anacardium humile</i>	Cajuzinho do campo	Subarbustiva	0,6-0,8m	Ornamental e alimentício	Atração da fauna	FO	FO	FO	FO	FO	FL	FL	FL	SE	SE	SE	FO	
<i>Andropogon bicornis</i>	Capim-peba	Herbácea (gramínea)	1,3-1,5m	Ornamental	Cobertura de solo	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE							FL/SE	
<i>Aldama filifolia</i>	Margarida fina-folha	Subarbustiva	1,75m	Ornamental	Cobertura de solo, interação com fauna polinizadora e insetos diversos	FO	FO	FL	FL	FL	FL	SE	SE					
<i>Calliandra dyantha</i>	Calliandra	Subarbustiva	1-2m	Ornamental/Medicinal	Interação com Fungos e bactérias do solo, interação com fauna polinizadora e insetos diversos				FL	FL	FL	FL	FL	FL				
<i>Fridericia platyphylla</i>	Cipó quebrador	Arbusto	1,2m	Ornamental/Medicinal	Atração de polinizadores	FL	FL	FL	FL	SE	SE	FO	FO	SE	SE	FL	FL	
<i>Hypenia brachystachys</i>	Pêlo de fogo	Subarbustiva	2,5	Aromática/Ornamental	Melhoria de solo e cobertura, caule com reserva de amido.	FO	FO	FO	FO	FL	FL	FL	SE	SE	FO	FO	FO	
<i>Lippia lupulina</i>	Cheirosa	Arbusto	1,7m	Ornamental/Medicinal	Atração de polinizadores				FL	FL	FL	FL	FL	FL				
<i>Senna rugosa</i>	Amarelinha	Subarbustiva	0,8m	Ornamental/Medicinal	Atração de polinizadores, interação com fauna do solo			FL	FL									
<i>Vernonanthura polyanthes</i>	Assa peixe	Arvoreta	3m	Ornamental/Melífera/medicinal	Atração de polinizadores	FL	FO	FO	FO	FL	FL	FO	FO	FO	FO	FO	FO	
BASE						CHUVA			SECA					CHUVA				
Nome científico	Nome popular	Hábito	Altura (aprox.)	Função produtiva	Função ecológica	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
<i>Axonopus pellitus</i>	Capim colônio nativo	Herbácea (gramínea)	1,5m	Ornamental	Cobertura do solos	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FO	FL/SE	
<i>Loudetiopsis chrysothrix</i>	Brinco de princesa	Herbácea (gramínea)	1m	Ornamental	Cobertura do solo	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	FL/SE	

Tabela 01: Tabela de Espécies de interesse paisagístico para a disciplina Paisagismo Cerratense cultivadas no campus Planaltina do Instituto Federal de Brasília. FO: Folha; FL: Flor; SE: Semente; FL/SE: Folha/Semente.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Paisagismo e Agroecologia devem ser trabalhados em suas convergências e constituem-se matrizes capazes de fomentar discussões importante acerca: da necessidade do manejo ecológico do solo na jardinagem; da escolha de espécies nativas para projetos paisagísticos e estímulo ao retorno das funções ecológicas aos ambientes; dos olhares para a observação e valorização estética das fitofisionomias savânicas e campestres; da aproximação das comunidades da implantação e manejo de jardins dinâmicos. A interação entre tais temas fica evidente na criação de jardins cerratenses, que passa ser assunto importante a ser desenvolvido nos espaços formativos e de atuação da Agroecologia.

## REFERÊNCIAS

ALTIERE, M. (2012). **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 400 p. 3.ed.São Paulo: Expressão Popular

BOKOS, H. (2017). **Jardins de Cerrado: Ideias para a criação de uma identidade paisagística utilizando a flora nativa**. Fau/UNB. [S.l.].

CHACEL, F. (2001). **Paisagismo e ecogênese**. Rio de Janeiro: Fraiha.

UDOLF, Piet; KINGSBURY, Noel. (2013). **Planting: a new perspective**. 1. ed. Timber Press.

SIQUEIRA, M. et al. (2017). **More than trees**. **Landscape Architecture Frontiers**, v. 5, p. 144-153.

## APLICAÇÕES DA METAGENÔMICA NA AVALIAÇÃO DA MICROBIOTA FLORESTAL BRASILEIRA

*Data de aceite: 01/04/2022*

### Rodrigo Matheus Pereira

Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais(FCBA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)  
Dourados –MS

### Francine Amaral Piubeli

Department of Microbiology and Parasitology,  
Faculty of Pharmacy, University of Seville  
Seville, Spain

### Maricy Raquel Lindenbah Bonfa

Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais(FCBA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)  
Dourados –MS

**RESUMO:** A metagenômica estuda o conjunto de genomas da microbiota presente nas amostras de um ambiente. Esta técnica aplicada ao ambiente florestal no Brasil tem sido usada comumente para estudar a microbiota dos solos, da rizosfera e até da filosfera. Nas pesquisas realizadas em solos florestais brasileiros, estudos metagenômicos têm exibido uma gigantesca diversidade de microbiota nos mais diferentes habitats florestais analisados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ecologia microbiana, bactéria, solo.

### APPLICATIONS OF THE METAGENOMIC IN THE EVALUATION OF THE BRAZILIAN FOREST MICROBIOTA

**ABSTRACT:** Metagenomics studies the set of genomes of the microbiota present in samples from an environment. These methods applied to the forest environment in Brazil has been commonly used to study the microbiota of soils, rhizosphere and even the phylosphere. In research carried out in Brazilian forest soils, metagenomic studies have shown a gigantic diversity of microbiota in the most different forest habitats analyzed.

**KEYWORDS:** Microbial ecology, bacteria, soil.

### INTRODUÇÃO

A metagenômica estuda o conjunto de genomas da microbiota presente em amostras de um ambiente. Por ser baseada na presença do DNA (ácido desoxirribonucleico) mesmo os microrganismos não cultiváveis pela microbiologia tradicional podem ser detectados nas amostras ambientais. A figura 01 mostra a diferença entre estudos genômicos, que é definido pelo conjunto de DNA de uma espécie e estudos genômicos.

É importante lembrar da estimativa que somente cerca de 1% da microbiota pode ser cultivada através métodos dependentes de cultivo (HANDESLMAN, JO 2004).

A evolução das técnicas de sequenciamento do DNA, tem possibilitado

o aumento da escala de sequenciamento e tornando-as cada vez mais baratas. Esse desenvolvimento possibilitou uma rápida evolução da técnica metagenômica.

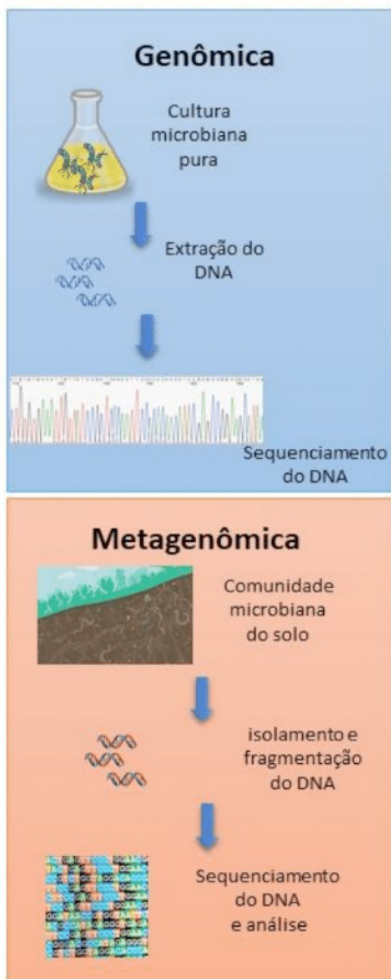


Figura 01 - Diferença entre estudos genômicos e metagenômicos

A metagenômica aplicada ao ambiente florestal no Brasil tem sido usada comumente para estudar a microbiota dos solos, da rizosfera e até da filosfera (figura 02).

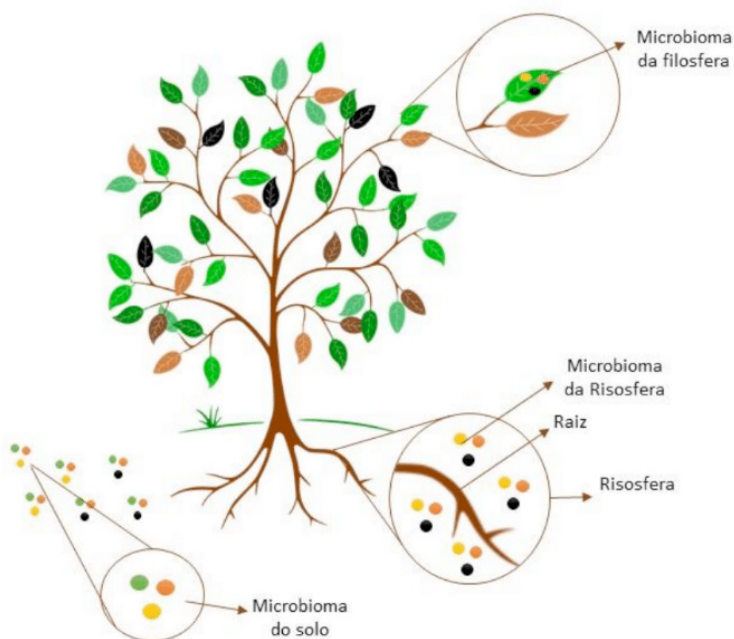


Figura 02 – Esquema mostrando a filosfera, rizosfera (0,5 mm ao redor da raiz da planta) e microbioma do solo.

## FILOSFERA

Os estudos relativos a filosfera tem como objetivo conhecer os relacionamentos envolvidos na ecologia microbiana presentes na superfície das folhas das árvores (LAMBAIS et al., 2006, 2017; LAMBAIS; LUCHETA; CROWLEY, 2014).

Lambais e colaboradores estimaram que entre 2 e 13 milhões de espécies bacterianas não descritas habitam o habitat de aproximadamente 20.000 espécies de plantas da filosfera coletiva da Mata Atlântica brasileira (LAMBAIS et al., 2006). Embora a diversidade de microrganismos na filosfera seja grande, ainda pouco se sabe sobre suas funções e como se relacionam.

Após a análise de quatro espécies arbóreas da Mata Atlântica (*Mollinedia schottiana*, *Ocotea dispersa*, *Ocotea teleiandra* e *Tabebuia serratifolia*) e seus metaproteomas para verificar os grupos funcionais proteicos básicos expressos na filosfera, o estudo encontrou 15 filos diferentes sendo o mais comum o das Proteobacterias. Entre os gêneros que mais ocorreram foram *Pseudomonas*, não classificado Candidate Division TM7, *Shingomonas*, *Singulisphaera*, e o não classificado *Spartobacteria DA101*. Também foi verificado que comunidades de microrganismos são mais similares entre árvores do mesmo táxon. Na análise metaproteômica foi observada a ocorrência de 216 proteínas diferentes. Apesar das comunidades bacterianas variarem nas filosferas das diferentes árvores as proteínas



encontradas são funcionalmente as necessárias para a sobrevivência das mesmas nas superfícies das folhas. (LAMBAIS et al., 2017).

## RIZOSFERA

Por definição a rizosfera pode ser descrita como a região do solo que tem contato direto com as raízes das plantas, imediatamente ao redor das raízes ou solo próximo às pontas das raízes, e é influenciado por exsudatos radiculares, secreções e mucilagens. Neste ambiente, várias interações bióticas e abióticas ocorrem entre os microrganismos que habitam a rizosfera e as raízes das plantas que podem afetar seus processos fisiológicos, como o desenvolvimento, defesa e nutrição. Foi avaliado através da metagenômica a rizosfera de *Brosimum guianense*, uma árvore nativa e amostras de solo da reserva (Cuniã), localizada na floresta amazônica. Diferenças significativas foram observadas entre o solo rizosférico e amostras de solo distantes da zona de influência das raízes. Embora bactérias tenham sido encontrada tanto na rizosfera como fora dela, algumas diferenças foram observadas. Os filos bacterianos Proteobacteria, Verrucomicrobia, Planctomyctes, Bacteroidetes e Chlamydiae ocorreram estatisticamente em maior abundância na rizosfera do que nas amostras de solo fora da rizosfera. O mesmo foi observado para os filos de fungos Ascomycota e Basidiomycota que embora estivessem presentes no solo rizosférico e não rizosférico, ocorreram estatisticamente mais no solo rizosférico. As arqueias no entanto seguiram no caminho inverso, estando mais presentes no solo não rizosférico, do que no solo rizosférico (FONSECA et al., 2018).

Outra pesquisa observou que a conversão da floresta nativa para a agricultura é a principal causa de perda de biodiversidade microbiana nos solos da Amazônia. Foi realizada uma investigação nos padrões e funções microbianas no solo e na rizosfera de *Glycine max* (soja), em uma conversão de longo prazo da floresta para a agricultura. A longo prazo, o plantio direto levou à homogeneização microbiana e perda de diversidade tanto no solo quanto na rizosfera culminando na diminuição das abundâncias de Acidobactérias, Actinobactérias e Proteobactérias. No entanto os pesquisadores verificaram que apesar da diminuição da diversidade a rizosfera da soja foi capaz de selecionar a microbiota para manter a resiliência funcional no microbioma desta região ao longo do tempo (TSAI et al., 2019).

## MICROBIOTA DE SOLOS FLORESTAIS

A microbiota dos solos florestais mais estudados pela técnica metagenômica no Brasil são as da Amazônia que compreende uma área de 354.626.516 ha de florestas naturais seguida pelos estudos da microbiota da mata atlântica com 29.876.735 ha (MMA, 2010), (PACCHIONI et al., 2014), (RANJAN et al., 2015),(NAVARRETE et

al., 2015a),(NAVARRETE et al., 2015b), (LIMA-PERIM et al., 2016), (FONTES et al., 2017),(KROEGER et al., 2018),(MENDES; TSAI, 2018), (PEDRINHO et al., 2018),(TSAI et al., 2019). Em menor número as florestas abrigadas pelo cerrado brasileiro com árvores decíduas e semi-decíduas e mata de galeria também apresentam estudos metagenômicos (DE CASTRO et al., 2016), (DE ARAUJO et al., 2017), (VIEIRA et al., 2018).

Os filos Acidobacteria, Proteobacteria e Verrucomicrobia são comumente encontrados em solos florestais, assim como representantes do domínio Archaea. Aprofundando no filo Proteobacteria, as ordens rizobiales e burkolderiales, que englobam muitas espécies relacionadas a promoção de crescimento de plantas e fixação de nitrogênio aparecem em grande abundância nos solos florestais. Pesquisas sobre as atividades desses diferentes procariotos no solo sugerem que eles exercem forte atividade na degradação de biomassa, participam ativamente do ciclo do enxofre, do metabolismo de ferro e fósforo entre outras atividades (LIMA-PERIM et al., 2016),(FONTES et al., 2017).

Representantes do filo Actinobacteria também foram observados em solo sob floresta semi-decidual no cerrado, porém em menor porcentagem de abundância do que as bactérias pertencentes do filo Proteobacteria (DE ARAUJO et al., 2017), (VIEIRA et al., 2018). A pesquisa metagenômica de solos sob florestas semi-decíduas presentes no cerrado mostra que mudanças nas estruturas das populações de arqueias, bactérias e fungos em solos de floresta de galeria estão fortemente correlacionadas com os padrões sazonais de absorção de água no solo. Comunidades microbianas do solo podem ser influenciadas pela cobertura vegetal e variações temporais na umidade do solo (DE CASTRO et al., 2016).

Pesquisas científicas vem se esforçando para acessar a diversidade microbiana do solo da floresta amazônica e os potenciais efeitos do desmatamento sobre as comunidades de microrganismos do solo (NAVARRETE et al., 2015a),(NAVARRETE et al., 2015b),(RANJAN et al., 2015), (KROEGER et al., 2018), (PEDRINHO et al., 2018), (TSAI et al., 2019).

Em outro trabalho realizado na floresta amazônica Pedrinho e colaboradores (2018) observaram que a estrutura da comunidade microbiana era influenciada pelas mudanças nas propriedades físico-químicas do solo. Também verificaram que a maioria dos filos microbianos está significativamente correlacionada a capacidade de retenção de alumínio e água no solo. Mudanças taxonômicas foram acompanhadas por potenciais alterações funcionais na comunidade microbiana do solo, com pastagens apresentando o perfil mais distinto em comparação com outros sítios. Outra observação interessante foi que embora a estrutura taxonômica fosse muito distinta entre os locais, foi observado uma recuperação das funções potenciais na floresta secundária após o abandono do pasto (PEDRINHO et al., 2018).

As comunidades microbianas do solo foram estudadas para verificar como eram afetadas pela conversão da floresta amazônica em pasto no trabalho de Kroeger e



colaboradores (2018). Neste trabalho foi verificado que os filos bacterianos Proteobacteria, Actinobacteria, Firmicutes, Acidobacteria, e Verrucomicrobia ocorreram tanto nos solos da floresta quanto nas pastagens usadas pelo gado. No entanto mudanças dramáticas na composição da comunidade microbiana puderam ser observadas onde a abundância de 13 dos 34 filos sofreram alterações significativas na transição entre floresta tropical para os solos de pastagem. O filo Thaumarchaeota quase desapareceu durante a conversão da floresta tropical para pastagem (perda de 99,5%). Outros filos que diminuíram significativamente pelo desmatamento foram Crenarchaeota, Nitrospirae, Gemmatimonadetes, Fusobacteria, Aquificae, Lentisphaerae e Korarchaeota (KROEGER et al., 2018).

Ainda estudando os efeitos do desmatamento com a alteração de floresta amazônica para pastagem na comunidade microbiana do solo o filo Acidobacteria foi analisado. As bactérias pertencentes filo Acidobacteria estão entre as bactérias mais abundantes do planeta. Numericamente as Acidobacteria representaram 20% do total da comunidade bacteriana nos solos de floresta e 11% nos solos sob pasto. Alterações nos subgrupos de Acidobacteria foram observadas ao analisar os resultados da transição entre floresta tropical para pastagem (NAVARRETE et al., 2015b).

Outro estudo observou um aumento na diversidade alfa da microbiota bacteriana e na abundância relativa de supostas bactérias copiotróficas, como a Actinomycetales, e uma diminuição na abundância relativa de táxons bacterianos, tais como Chlamydiae, Planctomycetes e Verrucomicrobia, nos solos onde a floresta foi removida. Análises de rede de co-ocorrência microbiana identificaram padrões filogenéticos distintos para solos florestais e com remoção da floresta, sugerindo relações entre Planctomycetes e teor de alumínio, e fontes de nitrogênio com Actinobacteria em solos da Amazônia. Os resultados mostraram adaptações taxonômicas e funcionais na comunidade bacteriana do solo após o desmatamento (NAVARRETE et al., 2015a).

A diversidade de bactérias do filo Verrucomicrobia exibiu alterações de abundância ao analisar os solos de florestas primárias e florestas secundárias na Amazônia. Diversidades filogenética e taxonômica foram maiores nas pastagens em comparação com florestas primárias e secundárias. A composição da comunidade de microrganismos pertencentes ao filo Verrucomicrobia em solos sob pastagem foi significativamente diferente com 11,6% de diminuição do número de sequências pertencentes ao sub-filo 3 e uma redução proporcional das sequências pertencentes a classe Spartobacteria (RANJAN et al., 2015).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica metagenômica usada nas pesquisas em solos florestais brasileiros tem exibido uma gigantesca diversidade de microbiota existente nos mais diferentes habitats florestais analisados.

Apesar da natureza ubíqua das bactérias nos ambientes florestais variações na

diversidade, abundância e estrutura populacional ocorrem dependendo do habitat florestal analisado. Os fungos e arqueias também passam por modificações em termos populacionais dependendo do habitat florestal analisado como as pesquisas relataram anteriormente no texto.

A técnica metagenômica é uma importante ferramenta para estudar a microbiota ambiental e possibilita uma profunda exploração da diversidade microbiana em um país de dimensões continentais tão rico em biodiversidade como o Brasil.

## REFERÊNCIAS

DE ARAUJO, A. S. F. et al. Distinct bacterial communities across a gradient of vegetation from a preserved Brazilian Cerrado. **Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology**, v. 110, n. 4, p. 457–469, 2017.

DE CASTRO, A. P. et al. Microbial diversity in cerrado biome (neotropical savanna) soils. **PLoS ONE**, v. 11, n. 2, p. 1–16, 2016.

FONSECA, J. P. et al. Contrasting the microbiomes from forest rhizosphere and deeper bulk soil from an Amazon rainforest reserve. **Gene**, v. 642, n. November 2017, p. 389–397, 2018.

FONTES, M. et al. Science of the Total Environment Taxonomic and functional patterns across soil microbial communities of global biomes. **Science of the Total Environment**, v. 609, p. 1064–1074, 2017.

HANDELSMAN, Jo. Metagenomics: application of genomics to uncultured microorganisms. **Microbiology and molecular biology reviews**, v. 68, n. 4, p. 669–685, 2004.

KROEGER, M. E. et al. New biological insights into how deforestation in amazonia affects soil microbial communities using metagenomics and metagenome-assembled genomes. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, n. JUL, p. 1–13, 2018.

LAMBAIS, M. R. et al. Bacterial diversity in tree canopies of the Atlantic forest. **Science (New York, N.Y.)**, v. 312, n. 5782, p. 1917, 30 jun. 2006.

LAMBAIS, M. R. et al. Phyllosphere Metaproteomes of Trees from the Brazilian Atlantic Forest Show High Levels of Functional Redundancy. **Microbial Ecology**, v. 73, n. 1, p. 123–134, 16 jan. 2017.

LAMBAIS, M. R.; LUCHETA, A. R.; CROWLEY, D. E. Bacterial Community Assemblages Associated with the Phyllosphere, Dermosphere, and Rhizosphere of Tree Species of the Atlantic Forest are Host Taxon Dependent. **Microbial Ecology**, v. 68, n. 3, p. 567–574, 2014.

LIMA-PERIM, J. E. et al. Linking the composition of bacterial and archaeal communities to characteristics of soil and flora composition in the Atlantic Rainforest. **PLoS ONE**, v. 11, n. 1, p. 1–19, 2016.

MENDES, L. W.; TSAI, S. M. Distinct taxonomic and functional composition of soil microbiomes along the gradient forest-restinga-mangrove in southeastern Brazil. **Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology**, v. 111, n. 1, p. 101–114, 2018.

MMA, M. DO M. A. (SERVIÇO F. B. **Florestas do Brasil em resumo - 2010: dados de 2005-2010**. [s.l.: s.n.].

NAVARRETE, A. A. et al. Soil microbiome responses to the short-term effects of Amazonian deforestation. **Molecular Ecology**, v. 24, n. 10, p. 2433–2448, 2015a.

NAVARRETE, A. A. et al. Differential response of Acidobacteria subgroups to forest-to-pasture conversion and their biogeographic patterns in the western Brazilian Amazon. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, n. DEC, p. 1–10, 2015b.

PACCHIONI, R. G. et al. Taxonomic and functional profiles of soil samples from Atlantic forest and Caatinga biomes in northeastern Brazil. **MicrobiologyOpen**, v. 3, n. 3, p. 299–315, 2014.

PEDRINHO, A. et al. Forest-to-pasture conversion and recovery based on assessment of microbial communities in Eastern Amazon Rainforest. **FEMS Microbiology Ecology**, 2018.

RANJAN, K. et al. Forest-to-pasture conversion increases the diversity of the phylum Verrucomicrobia in Amazon rainforest soils. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, n. JUL, p. 1–9, 2015.

TSAI, S. M. et al. **Amazon forest-to-agriculture conversion alters rhizosphere microbiome composition while functions are kept**. [s.l.: s.n.].

VIEIRA, C. K. et al. Microbiome of a revegetated iron-mining site and pristine ecosystems from the Brazilian Cerrado. **Applied Soil Ecology**, n. July, p. 0–1, 2018.

# CAPÍTULO 4

## ASPECTOS AGRONÔMICOS E CITOGENÉTICOS NO MELHORAMENTO DE VINCA RÓSEA *Catharanthus roseus* (L.) G. DON VISANDO AUMENTO NA PRODUÇÃO DE ALCALÓIDES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 20/03/2022

**Thomáz Jácome Costa**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG

<http://lattes.cnpq.br/2662179845533412>

**Vivian Torres Bandeira Tupper**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG  
<http://lattes.cnpq.br/6478353368765104>

**Jussié Gonçalves de Souza Neto**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG  
<http://lattes.cnpq.br/0874620422961818>

**Josiéle Botelho Rodrigues**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG  
<http://lattes.cnpq.br/6887821823958186>

**Lorena Teixeira de Almeida**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG  
<http://lattes.cnpq.br/7049461830970211>

**Ricardo Oliveira Rosa**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG  
<http://lattes.cnpq.br/0459674893397565>

**Sheila da Silva Nunes**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG

**Fernanda Zupo Rocha**

Universidade Federal de Viçosa, UFV  
Viçosa - MG  
<http://lattes.cnpq.br/2289411865959423>

**RESUMO:** A espécie *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, conhecida como vinca rósea, maria sem-vergonha ou boa-noite, está atualmente distribuída mundialmente em regiões de clima tropical e subtropical, tendo o Brasil como um dos centros de diversidade da espécie. Sua importância se concentra em fins medicinais e ornamentais, este último devido sua regularidade de florescimento e coloração diversa. Além disso, a espécie apresenta destaque na produção de alcalóides como vincristina, vimblastina e serpentina, as quais apresentam propriedades farmacológicas, sendo os dois primeiros utilizados em tratamento contra alguns tipos de câncer, configurando assim a sua maior relevância econômica. Por outro lado, o método de extração destes compostos é oneroso e seu rendimento, baixo. Um outro entrave à espécie é precisamente a falta de estudos acerca dos efeitos dos tratamentos culturais, tais como adubação e irrigação na produção de alcalóides. Uma possível solução destes problemas é o melhoramento genético de plantas medicinais, que tem por finalidade aumentar a produtividade do teor e tipo dos princípios ativos, bem como manter estas características na progênie. Como complemento tem-se a importância do estudo citogenético, o qual pode contribuir sensivelmente ao programa de melhoramento genético da espécie estudada, visto que permite

a detecção de genes responsáveis pela biossíntese de compostos de importância econômica, contribuindo com as etapas antecessoras aos cruzamentos de linhagens parentais. Nesse contexto, o objetivo desta revisão de literatura é sumarizar os trabalhos que descrevem os aspectos morfológicos relevantes, que envolvem a produção de alcaloides com os tratamentos culturais e, por fim, a importância do estudo citogenético ao programa de melhoramento genético da espécie estudada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Citogenética; Maria sem-vergonha; Vincristina; Vinblastina.

### AGRONOMIC AND CYTOGENETIC ASPECTS IN THE BREEDING OF PERIWINKLE *Catharanthus roseus* (L.) G. DON AIMING TO INCREASE ALKALOID PRODUCTION: A REVIEW

**ABSTRACT:** The species *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, known as periwinkle, maria sem-vergonha or boa-noite, is currently distributed worldwide in tropical and subtropical regions, with Brazil as one of the centers of diversity for the species. Its importance is concentrated on medicinal and ornamental purposes, the latter due to its regularity of flowering and diverse coloration. In addition, the species is highlighted in the production of alkaloids such as vincristine, vinblastine, and serpentine, which have pharmacological properties, the first two being used in treatment against some types of cancer, thus configuring its greatest economic relevance. On the other hand, the method of extracting these compounds is expensive and their yield is low. Another obstacle to the species is precisely the lack of studies on the effects of cultural treatments, such as fertilization and irrigation on the production of alkaloids. A possible solution to these problems is the breeding of medicinal plants, which aims to increase the productivity of the content and type of active ingredients, as well as maintain these characteristics in the progeny. As a complement, there is the importance of the cytogenetic study, which can significantly contribute to the breeding program of the studied species, since it allows the detection of genes responsible for the biosynthesis of compounds of economic importance, contributing to the steps preceding the crossings of strains parental. In this context, the objective of this literature review is to summarize the works that describe the relevant morphological aspects, which involve the production of alkaloids with cultural treatments, and, finally, the importance of the cytogenetic study to the breeding program of the studied species.

**KEYWORDS:** Cytogenetic; Maria sem-vergonha; Vincristine; Vinblastine.

### CENTRO DE ORIGEM E ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA ESPÉCIE *Catharanthus roseus* (L.) G. DON

O gênero *Catharanthus* é composto por nove espécies (YU *et al.* 2013), sendo sete endêmicas da Ilha de Madagascar (NEJAT *et al.* 2015). A espécie *Catharanthus roseus* (L.) G. Don (vinca rósea) é autóctone das Índias Ocidentais, mas foi originalmente descrita em Madagascar (ROSS, 1999). Atualmente a vinca está distribuída em regiões tropicais e subtropicais como na África, América, Ásia, Austrália, Sul da Europa e em algumas ilhas do Oceano Pacífico (VAN DER HEIJDEN *et al.* 2004). O Brasil pode ser considerado um centro de diversidade da espécie, uma vez que apresenta diversidade morfológica e/ou genética

da vinca rósea (AMORIM, 2019). A espécie é comercialmente cultivada na Espanha, EUA, China, África, Austrália, Índia e Sul da Europa para fins medicinais (DAS *et al.* 2017) e como planta ornamental em virtude de sua ampla adaptabilidade, florescimento regular e flores de coloração variadas (KULKARNI *et al.* 2016).

A espécie vinca rósea, é conhecida popularmente como vinca, maria-sem-vergonha ou boa-noite (KULKARNI *et al.* 2016). A espécie é hermafrodita e pertence à família Apocynaceae (ALLORGE *et al.* 2015). Apresenta modo de reprodução preferencialmente misto, alógamo/autógamo, sendo o alógamo, o método que prevalece na espécie. É herbácea ou semi-herbácea, tem crescimento rápido, sub-lenhosa na base e com parte aérea muito ramificada, cuja altura pode variar de 0,75 a 1 metro (KULKARNI *et al.* 2016). A fisiologia da vinca se destaca pela produção de alcalóides antineoplásicos com importantes propriedades farmacológicas, como a vincristina e a vimblastina, presentes nas folhas, além de alcalóides anti-hipertensivos, como a serpentina, encontrados nas raízes (MISHRA *et al.* 2001; GAJALAKSHMI, *et al.*, 2013).

## **A PRODUÇÃO DE ALCALÓIDES E SUA IMPORTÂNCIA NO TRATAMENTO DO CÂNCER**

O potencial farmacológico da vinca rósea é expressivo, em função da espécie produzir mais de 130 alcalóides indólicos terpenóides (ALMAGRO *et al.* 2015). A principal relevância econômica da espécie está na produção de alcalóides vincristina e vimblastina, utilizados no tratamento de alguns tipos de câncer, como leucemia e linfoma (UNNATI *et al.* 2013; AL-QUTEIMAT, 2020). Estes alcalóides se constituem de uma classe de princípios ativos classificados como quimioterápicos citotóxicos que agem durante a mitose celular, permitindo-lhes atingir células cancerígenas de rápido crescimento (BATES & EASTMAN, 2017). O interesse por esses compostos indólicos anticancerígenos contrasta com suas baixas quantidades nas plantas, tornando sua extração um processo muito caro. Atualmente o preço de mercado da vimblastina e vincristina são estimados, respectivamente, em US\$ 2 milhões/kg e US\$ 15 milhões/kg e seus fornecimentos são limitados de acordo com a disponibilidade da planta. Além disso, o valor anual no mercado desses compostos é de aproximadamente US\$ 1.000.000 a 3.500.000 por kg (YU *et al.* 2013).

Os baixos níveis de vincristina e vimblastina estão associados à separação espacial dos sítios biossintéticos onde esses compostos são produzidos e ao alto grau de especialização de algumas células foliares da vinca (YU *et al.* 2013)(Yu e Luca, De, 2013). Portanto, pesquisadores têm buscado fontes alternativas e estratégias para produzir esses compostos em grandes quantidades, como cultura de tecidos, engenharia genética e a citogenética. O aumento da produção de alcalóides é visto como o maior gargalo para utilização desses compostos com interesse medicinal, visto que é necessária uma tonelada de biomassa seca de vinca rósea para se extrair um grama de vincristina e 20 gramas

de vimblastina (LATA, 2007). Diante do exposto, o melhoramento genético da espécie vem sendo considerado como uma alternativa viável quando se pretende aumentar a produção e o rendimento dos princípios ativos. O melhoramento genético de plantas busca, essencialmente, a obtenção de progênies superiores em relação aos parentais. No caso da vinca rósea, considera-se progênies superiores àquelas que se destacam quanto ao rendimento e a produção de princípios ativos em relação aos seus parentais (SHARMA *et al.*, 2020).

## MANEJO DA CULTURA COM ENFOQUE NA PRODUÇÃO DE ALCALÓIDES

A qualidade e a concentração de alcaloides na vinca é dependente de fatores climáticos além de fatores de manejo do solo, propagação, semeadura, plantio, fertilização, irrigação, data de colheita e principalmente, a variabilidade genética existente na espécie (LATA, 2007).

Dentre os tratos culturais empregados no cultivo da vinca se destacam a adubação, em especial, a nitrogenada, que desempenha um papel importante na biossíntese e acumulação de alcalóides (JANA, 1996). Doses variadas de nitrogênio já foram testadas em vinca rósea para avaliar o rendimento de alcalóides vincristina e vimblastina, sendo a dose de maior eficiência, 150 kg/ha (GHOLAMHOSSEINPOUR *et al.* 2011). Já o fósforo e o potássio, macronutrientes importantes na nutrição mineral de plantas, não apresentam efeito significativo sobre o rendimento desses alcalóides (LATA, 2007). Por outro lado, segundo Gulik *et al.* (1993) tanto o nitrogênio quanto o fosfato promovem a produção de alcalóides. O efeito do nitrogênio é dependente da disponibilidade de carbono das células, o que faz com que a relação carbono-nitrogênio (C/N) influencie a produção de alcalóides. Além disso, o tipo de fonte de carbono também influencia a produção de alcalóides. Em relação aos teores de carboidratos, a maior concentração de sacarose (6%), associada ao baixo nível de glicose ou frutose melhoraram o acúmulo de biomassa vegetal e conseqüentemente, aumentaram a produção e rendimento dos alcalóides na vinca (VERMA *et al.* 2012).

O manejo da irrigação também é apontado como um fator relevante no rendimento de alcalóides. O intervalo de irrigação é diretamente proporcional ao rendimento de alcalóides (AHMED E EL-HASSEN, 2001). Portanto, o rendimento dos alcalóides é maior, à medida que se aumenta o intervalo de irrigação. O estresse hídrico também causa alterações na cultura da vinca, reduzindo o rendimento de alcalóides sob condições de seca (FRISCHKNECHT *et al.* 1987). Quanto as necessidades hídricas da cultura, a vinca se estabelece com precipitação média anual de 800 a 1400 mm (NAEEM *et al.* 2017). Sendo assim, em áreas onde a precipitação é restrita recomenda-se o uso da irrigação.

A luz estimula o desenvolvimento de plastídios e aumenta a concentração de alcalóides, influenciando significativamente sua biossíntese em células cultivadas, folhas, mudas e plantas (ZHAO *et al.* 2001), quando expostas a um período entre 12h

(JUNAID *et al.* 2008) a 16h (CAMPOS-TAMAYO *et al.* 2008) de luz. A temperatura e o pH são elementos importantes que também influenciam o metabolismo de alcalóides em *C. roseus*. O aumento da biomassa vegetal e a maior produção de alcalóides ocorreu entre temperaturas de 25°C a 35°C (MORRIS, 1986). Em relação ao pH, têm-se como ideal 8,3 para síntese de vinblastina (VERMA *et al.* 2007).

## **CITOGENÉTICA DA VINCA RÓSEA: O COMPORTAMENTO CROMOSSÔMICO E SUA INFLUÊNCIA NO MELHORAMENTO GENÉTICO DA ESPÉCIE**

O melhoramento genético de plantas medicinais tem conseguido avanços, principalmente no que se refere às plantas produtoras de alcalóides e óleos essenciais e busca a interação entre os genótipos da mesma espécie a fim de obter, aumento de massa seca e/ou fresca (OLIVEIRA, 1997). Com o melhoramento genético, também é possível obter ganhos de produtividade pelos caracteres quantitativos (teor dos princípios ativos) e qualitativos (tipo do princípio ativo) de modo que estas características sejam mantidas na geração seguinte (MARTINS *et al.*, 1994).

O estudo citogenético em espécies de importância econômica pode contribuir de forma significativa nas etapas que antecedem os cruzamentos de linhagens parentais nos programas de melhoramento genético. A análise cariotípica em células meióticas ou mitóticas possibilita a identificação dos polimorfismos cromossômicos numéricos ou estruturais entre os cariótipos e a descrição da homologia cariotípica em cultivares ou espécies (CARVALHO *et al.* 2009). O cariótipo representa o conjunto diploide (2n) de cromossomos dentro de um núcleo de uma célula. A representação do cariótipo pode ser um cariograma (imagem dos cromossomos) ou um idiograma (esquema dos cromossomos) e é ele que fornece as informações substanciais para o estabelecimento das relações entre espécies, com respeito à organização dos cromossomos. Através de um cariótipo é possível determinar a normalidade ou anormalidade ocasionadas por anomalias expressas ao nível celular ou fenotípico.

O número cromossômico é o parâmetro mais utilizado na citogenética vegetal para o entendimento de variações genéticas envolvidas na evolução de um grupo (GUERRA, 2000). A investigação quanto à morfologia cromossômica, bem como do seu comprimento e localização da construção primária e secundária, permite a caracterização cariotípica e a inferência da evolução daquele genoma (LOPES, 2018). Estima-se que apenas 19% das espécies de angiospermas têm seu número cromossômico conhecido (SOARES, 2016). O comportamento cromossômico, na mitose e na meiose, controla a distribuição de genes durante o crescimento e reprodução, respectivamente, onde tais alterações na meiose durante a reprodução podem afetar a fertilidade e o sistema genético que controla o fluxo de diferenças hereditárias dentro e entre populações (REES, 1956). Estima-se que são conhecidos apenas 26 genes envolvidos na biossíntese de vincristina e vinblastina (QUAN



*et al.* 2019).

Segundo Frans *et al.* (1998) o uso de cariótipos detalhados é fundamental na atribuição de grupos de ligação e no mapeamento de genes nos cromossomos, sendo essencial para a integração de mapas físicos e genéticos para um entendimento completo da organização do genoma. A análise cromossômica é uma importante ferramenta para a observação da variabilidade genética, já que o número cromossômico pode variar dentro de um mesmo táxon ou entre táxons (GUERRA, 1986; GRIFFITHS *et al.* 2002). O comportamento cromossômico de *C. roseus* de  $2n = 2x = 16$  cromossomos, inclui dois pares de cromossomos metacêntricos, quatro subtlocêntricos e dois telocêntricos, com a presença de uma única região organizadora de nucléolo no cromossomo 6 (GUIMARÃES *et al.* 2012).

A divisão meiótica tem sido descrita e estudada em diferentes organismos, mostrando alta estabilidade evolutiva. Alterações cromossômicas, quando aparecem, podem ser ocasionadas pela complexidade desses eventos, pela dificuldade no pareamento dos cromossomos, na formação e na manutenção de quiasmas e na coorientação dos centrômeros (MORAES-FERNANDES *et al.* 1985). Alguns estudos têm mostrado a ocorrência de irregularidades meióticas em células-mãe de grãos de pólen que estão relacionadas com o comportamento e a distribuição dos cromossomos. As irregularidades mais frequentes são: presença de células com alteração de número cromossômico; ocorrência de univalentes por falta de pareamento de alguns pares de homólogos e bivalentes não orientados por problemas de fuso (SOARES-SCOTT *et al.* 2003). Sendo notoriamente importante a análise do cariótipo na meiose e da estabilidade meiótica dos genótipos, visto que, a divisão celular meiótica é muito informativa, tornando-se excelente para análises do cariótipo.

A citogenética tem acumulado refinamentos, sobretudo, os relacionados com a localização de genes ou de sequências de DNA repetitivo. Esses estudos são possíveis com as Hibridações Fluorescentes *in situ* (FISHs) (Liehr, 2016). Essas técnicas têm sido amplamente utilizadas para localizar diferentes sequências de DNA em cromossomos mitóticos ou meióticos, em núcleos interfásicos e em fibras de cromatina estendidas (Liehr *et al.*, 2017). A detecção dessas sequências *in situ* tem gerado avanços importantes na citogenética de plantas, destacando-se a construção de mapas físicos, a investigação detalhada da estrutura cromossômica, o acompanhamento da quantidade de cromatina introduzida em cruzamentos interespecíficos e a análise de pareamentos intergenômicos em plantas híbridas (Yano *et al.* 2017).

Guimarães *et al.* (2012) forneceram uma descrição detalhada do cariótipo de *C. roseus* com base em várias técnicas de coloração de DNA / cromatina e fluorescência em hibridização *in situ* (FISH) do rDNA. O complemento cromossômico de *C. roseus* apresentou uma única região organizadora de nucléolos ativos (RON). Revelou-se por meio da coloração com prata (AgS), a presença de um único par de cromossomos ligados

ao nucléolo na prometáfase, localizados no braço curto do cromossomo 6. Lim *et al.* (2000) conforme citado por Guimarães *et al.* (2012), comprovaram que a localização e o número de RONS por núcleo, pode variar de espécie para espécie ou ser conservado, e pode, por exemplo, refletir a ocorrência de hibridação ou diferenças no nível de ploidia.

## REFERÊNCIAS

AHMED, A. A. M.; EL-HASSEN, G. M. **Effect of water regime and cultivar on herbage yield and alkaloid content of *Catharanthus roseus***. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, v. 23, n. 3, p. 350-6, 2001.

ALLORGE, L.; PHILLIPSON, P. B.; RAZAKAMALALA, R. ***Catharanthus makayensis* L. (Apocynaceae), a new species from Madagascar**. Candollea, v. 70, n. 1, p. 61-66, 2015.

ALMAGRO, L.; FERNÁNDEZ-PÉREZ, F.; PEDREÑO, M. A. **Indole alkaloids from *Catharanthus roseus*: Bioproduction and their effect on human health**. Molecules, v. 20, n. 2, p. 2973–3000, 2015.

AL-QUTEIMAT, O. M. **Vincristine Shortage: What Other Options We Have?** American Journal of Clinical Oncology: Cancer Clinical Trials, v. 43, n. 2, p. 146–147, 2020.

AMORIM, G. T. dos S. **Modo de reprodução preferencial em genótipos de vinca (*Catharanthus roseus* [L.] G. Don)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro. 2019.

BATES, D.; EASTMAN, A. **Microtubule destabilising agents: far more than just antimetabolic anticancer drugs**. British Journal of Clinical Pharmacology, v. 83, n. 2, p. 255–268, 2017.

CAMPOS-TAMAYO, F.; HERNANDEZ-DOMINGUEZ, E.; VAZQUEZ-FLOTA, F. **Vindoline formation in shoot cultures of *Catharanthus roseus* is synchronously activated with morphogenesis through the last biosynthetic step**. Ann Bot 102:409–415, 2008.

CARVALHO, R., SILVA, K.V.P., OLIVEIRA, I.F., ALVES, A.A.C. **Citogenética como ferramenta para o melhoramento genético vegetal: análise mitótica e meiótica em espécies de *Manihot***. In: XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, Botucatu, SP. Botucatu: Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT/UNESP), p. 645-650, 2009.

DAS, S.; SHARANGI, A. B. **Madagascar periwinkle (*Catharanthus roseus* L.): Diverse medicinal and therapeutic benefits to humankind**. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, v. 6, n. 5, p. 1695-1701, 2017.

FRANS, Z. P.F., ARMSTRONG S, ALONSO-BLANCO C, FISCHER TC, TORRES-RUIZ RA and JONES GH. **Cytogenetics for the model species *Arabidopsis thaliana***. Plant J. 13: 867876, 1998.

FRISCHKNECHT, P. M; BATTIG, M; BAUMANN, T. W. **Effect of drought and wounding stress on indole alkaloid formation in *Catharanthus roseus***. Phytochemistry, v. 26, n. 3, p. 707-710, 1987.

GAJALAKSHMI, S.; VIJAYALAKSHMI, S.; RAJESWARI, D. V. **Pharmacological activities of *Catharanthus roseus*: A perspective review.** International Journal of Pharma and Bio Sciences, v. 4, n. 2, p. 431–439, 2013.

GRIFFITHS, A.J.F., MILLER, J.H., SUZUKI, D.T., LEWONTIN, R.C., GELBART, W.M. **Introdução a Genética.** 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 794p, 2002.

GUERRA, MS. **Reviewing the chromosome nomenclature of Levan et al.** Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, v.9, n.4, p.741-743, 1986.

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

GUIMARÃES, G. CARDOSO, L.; OLIVEIRA, H.; SANTOS, C.; DUARTE, P.; SOTTOMAYOR, M. **Cytogenetic characterization and genome size of the medicinal plant *Catharanthus roseus* (L.) G. Don.** AoB PLANTS. 2012.

GULIK, VWM; TEN HOOPEN, HJG; HEIJNEN, JJ. **A structured model describing carbon and phosphate limited growth of *Catharanthus roseus* plant cell suspensions in batch and chemostat cultures.** Biotechnol Bioeng 41:771–780, 1993.

GHOLAMHOSSEINPOUR, Z.; HEMATI, K.; DORODIAN, H.; BASHIR-SADR, Z. **Effect of nitrogen fertilizer on yield and amount of alkaloids in periwinkle and determination of vinblastine and vincristine by HPLC and TLC.** Plant Sciences Research, v. 3, p. 4–9, 2011.

JANA, B. K.; VARGHESE, B. **Effect of mineral nutrition on growth and alkaloid content of *Catharanthus roseus*.** Indian Agriculture, v. 40, p. 93–99, 1996.

JUNAID, A; MUJIB, A; FATIMA, S; SHARMA, M. **Cultural conditions affect somatic embryogenesis in *Catharanthus roseus* L. (G.) Don.** Plant Biotechnol Rep 2:179–189, 2008.

KULKARNI, R. N.; BASKARAN, K.; JHANG, T. **Breeding medicinal plant, periwinkle [*Catharanthus roseus* (L) G. Don]: a review.** Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization, v. 14, n. 4, p. 283-302, 2016.

LATA, B. **Cultivation, mineral nutrition and seed production of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don in the temperate climate zone.** Phytochemistry Reviews, v. 6, n. 2-3, p. 403-411, 2007.

LIEHR, T. **Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) Application Guide** *Second Edition*, 2016.

LIEHR, T. **Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) Application Guide** *Second Edition*. The Standard FISH Procedure. p. 109–118, 2017.

LIM, K. Y., MATYASEK R, LICHTENSTEIN CP, LEITCH AR. **Molecular cytogenetic analyses and phylogenetic studies in the *Nicotiana* section *Tomentosae*.** Chromosoma 109: 245–258, 2000.

LOPES, K. C. O. das N. **Caracterização cromossômica de espécies de *Cipura* Aubl. (Iridaceae) do Cerrado (Goiás, Brasil).** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2018.

MARTINS, E.R., CASTRO, D.M. de, CASTELLANI, D.C., DIAS, J.E. **Plantas medicinais**. Viçosa, MG: UFV, 220p. 1994.

MISHRA, P.; UNIYAL, G. C.; SHARMA, S.; KUMAR S. **Pattern of diversity for morphological and alkaloid yield related traits among the periwinkle *Catharanthus roseus* accessions collected from in and around Indian subcontinent**. Genetic Resources and Crop Evolution, v. 48, n. 3, p. 273-286, 2001.

MORAES-FERNANDES, M. I.; ZANETTINI, M. H. B.; GUERRA, M. S.; DEL DUCA, L. J. A.; SERENO, M. J. C.; ZANELLA, C. C. **Instabilidade cromossômica e adaptação em trigo**. In: AGUIAR-PERECIN, M. L. R.; MARTINS, P. S.; BANDEL, G. Tópicos de citogenética e evolução de plantas. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, p. 69-110, 1985.

MORRIS, P. **Regulation of product synthesis in cell cultures of *Catharanthus roseus***. Effect of temperature. Plant Cell Rep 5:427–429, 1986.

NAEEM, M.; AFTAB, T.; KHA, M. A. **Catharanthus roseus: Current Research and Future Prospects**. 1st ed, Label, Springer, p. 412, 2017.

NEJAT, N.; VALDIANI, A.; CAHILL, D.; TAN Yee-How; MAZIAH, M.; ABIRI R. **Ornamental Exterior versus Therapeutic Interior of Madagascar Periwinkle (*Catharanthus roseus*): The Two Faces of a Versatile Herb**. The Scientific World Journal, v. 2015, p. 1-19, 2015.

OLIVEIRA, J.E.Z. **Variabilidade isozimática e do teor de óleo essencial em acessos de *Bidens pilosa* L.** Viçosa, MG: UFV. 72p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

REES, H, and Thompson, J B. Genotypic control of chromosome behaviour in rye. III. **Chiasma frequency in homozygotes and heterozygotes**. Heredity, 10, 409–424, 1956.

ROSS, I. A. **Medicinal Plants of the World: Chemical Constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses**. Totowa, New Jersey, p. 623, 1999.

SHARMA, A. et al. **Present status of *Catharanthus roseus* monoterpenoid indole alkaloids engineering in homo- and hetero-logous systems**. Biotechnology Letters, v. 42, n. 1, p. 11–23, 2020.

SOARES, F. de F. S.; **Análise comparativa do número cromossômico da flora lenhosa do cerrado e floresta atlântica**. Dissertação de Mestrado. Campinas, São Paulo. 2016.

SOARES-SCOTT, M. D.; MELETTI, L. M. M.; RECCO-PIMENTEL, S. M. **Meiotic behaviour and pollen fertility in sexual and somatic hybrids of *Passiflora* species**. Caryologia, v. 56,n. 1, p. 129-138, 2003.

UNNATI, S.; RIPAL, S.; SANJEEV, A.; NIVATI. A. **Novel anticancer agents from plant sources**. Chinese Journal of Natural Medicine, v. 11, n. 1, p. 16-23, 2013.

VAN DER HEIJDEN, JACOBS D. I.; SNOEIJER W.; Hallard D.; VERPOORTE R. **The *Catharanthus Alkaloids: Pharmacognosy and Biotechnology Current Medicinal Chemistry***, v. 11, n. 5, p. 607-628, 2004.

VERMA, A; LAAKSO, I; SEPPANEN-LAAKSO, T; HUHTIKANGAS, A; MARJA-LIISA, R M L. **A simplified procedure for indole alkaloid extraction from *Catharanthus roseus* combined with a semisynthetic production process for vinblastine.** *Molecules* 12:1307–1315, 2007.

VERMA, A; SINGH, R; SINGH, S. **Improved alkaloid content in callus cultures of *Catharanthus roseus*.** *Bot Serb* 36(2):123–130, 2012.

YANO, C. F.; BERTOLLO, L. A. C.; CIOFFI, M. DE B. **Fish-FISH: Molecular Cytogenetics in Fish Species.** p. 429–443, 2017.

YU, F.; LUCA, V. DE. **ATP-binding cassette transporter controls leaf surface secretion of anticancer drug components in *Catharanthus roseus*.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 110, n. 39, p. 15830–15835, 2013.

ZHAO, J; HU, Q; GUO, Y Q; ZHU, W H. **Effects of stress factors, bioregulators, and synthetic precursors on indole alkaloid production in compact callus clusters cultures of *Catharanthus roseus*.** *Appl Microbiol Biotechnol* 55:693–698, 2001.

## ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA EM PLANTAS JOVENS DE ABÓBORA EM CAPITÃO POÇO – PA

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 25/02/2022

### Tayssa Menezes Franco

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa-MG

<https://orcid.org/0000-0001-5460-1360>

### José Darlon Nascimento Alves

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Capitão-Poço-PA

<https://orcid.org/0000-0003-1290-5598>

### Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Capitão-Poço-PA

<https://orcid.org/0000-0002-5193-0916>

**RESUMO:** As pesquisas relacionadas ao uso da adubação fosfatada em abóbora e os efeitos de doses e fontes desse nutriente são escassas na região amazônica. Dessa forma, é os estudos que busquem aperfeiçoar o sistema de produção da abóbora são essenciais para maximizar a produtividade e aumentar o lucro do produtor. Com isso, o objetivo do trabalho foi analisar o efeito de doses e fontes de fósforo na produção de biomassa em plantas jovens de abóbora jacarezinho. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) – Campus Capitão Poço, Capitão Poço - PA. O experimento ocorreu entre março e abril de 2016. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 3, sendo

cinco doses de  $P_2O_5$  (0; 22,5; 45; 67,5 e 90 kg/ha) e três fontes fosfatadas (Superfosfato Simples, Superfosfato Triplo e Arad), com três repetições. Após 30 dias da semeadura foram determinadas as massa fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA). A adubação fosfatada com diferentes fontes influenciou na produção de biomassa das plântulas. A dose de 67,5 kg/ha com a fonte SS proporcionou a máxima produção de MSPA.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cucurbita moschata*; fósforo; solos amazônicos.

### PHOSPHATE FERTILIZATION IN BIOMASS PRODUCTION IN YOUNG PUMPKIN PLANTS IN CAPITÃO POÇO - PA

**ABSTRACT:** Research related to the use of phosphate fertilization in pumpkin and the effects of doses and sources of this nutrient are scarce in the Amazon region. In this way, studies that aiming to improve the pumpkin production system are essential to maximize productivity and increase the producer's profit. Thus, the objective of this work was to analyze the effect of doses and sources of phosphorus on biomass production in young plants. The experiment was carried out in a greenhouse at the Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) – Campus Capitão Poço, in Capitão Poço - PA. The experiment was carried out between March and April 2016. The experimental design used was completely randomized in a 5 x 3 factorial scheme, with five doses of  $P_2O_5$  (0; 22.5; 45; 67.5 and 90 kg/ha) and three phosphate sources (Single Superphosphate, Triple Superphosphate and Arad), with three replications. Thirty days

after sowing, fresh mass (MFPA) and shoot dry mass (MSPA) were determined. Phosphate fertilization with different sources influenced the biomass production of seedlings. The dose of 67.5 kg/ha with the SS source provided the maximum production of MSPA.

**KEYWORDS:** *Cucurbita moschata*; phosphorus; Amazonian soils.

## INTRODUÇÃO

A abóbora jacarezinho (*Cucurbita moschata*), pertencente à família Cucurbitaceae, é um fruto de formato globular, com peso médio de 2 kg a 3 kg. Apresenta ampla utilização na culinária devido seus frutos serem ricos em vitaminas e minerais (RAMOS et al., 2010; AMARO et al., 2021). O Brasil possui destaque na produção de abóbora com produção superior a 300.000 toneladas (MORAIS et al., 2015). Além disso, o Nordeste apresenta a maior área colhida de abóbora do Brasil, com mão-de-obra essencialmente agricultura familiar (MORAIS et al., 2015).

As plantas olerícolas devido seu rápido crescimento demandam nutrientes em grande quantidade. Com isso, um dos aspectos principais do sistema de produção de olerícolas é a adubação correta. Entre os nutrientes essenciais, o fósforo (P) é um dos que tem merecido maior preocupação, em razão da sua baixa disponibilidade natural na maioria dos solos brasileiros (MENDES, 2012). Assim, a adubação fosfatada é de extrema importância para a cultura, pois o fósforo é um elemento que participa na produção de energia, compõem açúcares-fosfato, ácidos nucleicos e nucleotídeos (TAIZ et al., 2017).

Em virtude da alta demanda e custo de adubos industrializados, vem se buscando alternativas de adubos mais baratos e eficientes. Entre eles têm-se os fosfatos naturais, que são insolúveis em água, se dissolvem lentamente na solução do solo e tendem aumentar a disponibilidade do P para as plantas com o tempo. Korndörfer et al. (1978) asseguram que apesar dos fosfatos naturais a curto prazo, geralmente apresentarem menor eficiência que os fosfatos solúveis (industrializados), em longo prazo seu efeito residual é geralmente maior.

As pesquisas relacionadas ao uso da adubação fosfatada em abóbora e os efeitos de doses e fontes desse nutriente são escassas na região amazônica. Dessa forma, é os estudos que busquem aperfeiçoar o sistema de produção da abóbora são essenciais para maximizar a produtividade e aumentar o lucro do produtor. Com isso, o objetivo do trabalho foi analisar o efeito de doses e fontes de fósforo na produção de biomassa em plantas jovens de abóbora jacarezinho.

## METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) – Campus Capitão Poço (1°44'39" S, longitude 47°3'26" O), entre março a abril de 2016. O solo utilizado no estudo é classificado como Latossolo Amarelo

distrófico (EMBRAPA, 2013) e apresentou as seguintes características químicas: pH água = 4,9, M.O = 7,86 g/kg, P = 3,0 mg/dm<sup>3</sup>, K = 15,0 mg/dm<sup>3</sup>, Na = 8,0 mg/dm<sup>3</sup>, Ca = 0,6 cmol/dm<sup>3</sup>, Ca+Mg = 0,8 cmol/dm<sup>3</sup>, Al = 0,8cmol/dm<sup>3</sup>, H+Al = 3,96cmol/dm<sup>3</sup>.

Foram utilizadas sementes de abóbora do tipo jacarezinho Itapuã 301, nas quais passaram por processo de quebra de dormência por embebição em água destilada por um período de 24 horas, em seguida foram semeadas cinco sementes por vaso de plástico com capacidade de 1,8 L.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com esquema fatorial 5x3, correspondendo a cinco doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0; 22,5; 45; 67,5 e 90 kg/ha) e três fontes fosfatada (superfosfato simples (SS), superfosfato triplo (ST) e ARAD (AR)) com três repetições o que resultou em 45 plantas. Adubação fosfatada foi realizada no plantio. A irrigação foi realizada manualmente com objetivo de manter o substrato próximo à capacidade de campo, uma vez ao dia, com a utilização do regador manual. A adubação foi realizada com base nas recomendações do Manual de adubação do estado do Pará que indica uma dose de 90 kg/ha (CRAVO et al., 2010).

Aos 30 dias após o plantio foram determinadas as massas fresca e seca da parte aérea (MSPA). Para a determinação da massa fresca, as partes vegetativas foram separadas e pesadas. Em seguida para a obtenção da massa seca, as partes vegetativas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e, posteriormente, secas em estufas de circulação forçada à 65°C até peso constante.

Após a obtenção das médias foi realizada à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste F ( $p < 0,05$ ) mediante emprego do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011), sendo as médias da interação doses x fontes submetidas à análise de regressão ( $p < 0,05$ ) (BANZATTO; KRONKA, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observaram-se respostas lineares para todas as fontes de fósforo (P) na produção de biomassa fresca (Figura 1), o que demonstra a importância do P para o crescimento vegetal. O P é um nutriente essencial para o desenvolvimento das culturas, pois atua diretamente na produção de moléculas de energia, material genético, fotossíntese, divisão e crescimento celular (KERBAUY, 2019). Além disso, as espécies de rápido crescimento necessitam de maiores teores de P para alcançar índices satisfatórios de produção (BATISTA et al., 2020).

Apesar do efeito positivo a fonte ARAD resultou em menor incremento numericamente em comparação com as outras fontes em virtude de ser um adubo de liberação lenta, sendo mais indicado para espécies perenes (Figura 1).



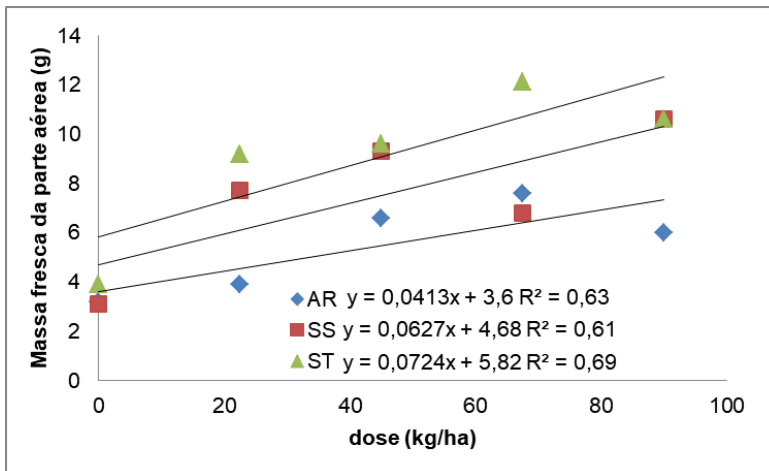


Figura 1: Massa fresca da parte aérea de plantas jovens de abóbora em doses e fontes de fósforo.

O adubo ARAD apresenta características de disponibilidade lenta para a planta, sendo esse mais utilizado na produção de espécies florestais e frutíferas, como detectado por Oliveira et al. (2013), no qual afirmam que a utilização de fosfato natural apresenta menor custo de aquisição, seu efeito residual no solo se dá por períodos mais longos e assim proporciona condição de cultivo de frutíferas dentro dos moldes da agricultura orgânica.

Para a massa seca da parte aérea, observaram-se respostas quadráticas para as fontes SS e ST e comportamento constante para o ARAD. O SS apresentou máximo resultado na dose de 67,5 kg/ha, o que equivaleu a 17 g/planta (Figura 2). Outro aspecto importante foi a redução da produção de biomassa seca na maior dose utilizada (90 kg/ha), o que demonstra efeito de toxidez por excesso desse nutriente nessa fase de crescimento.

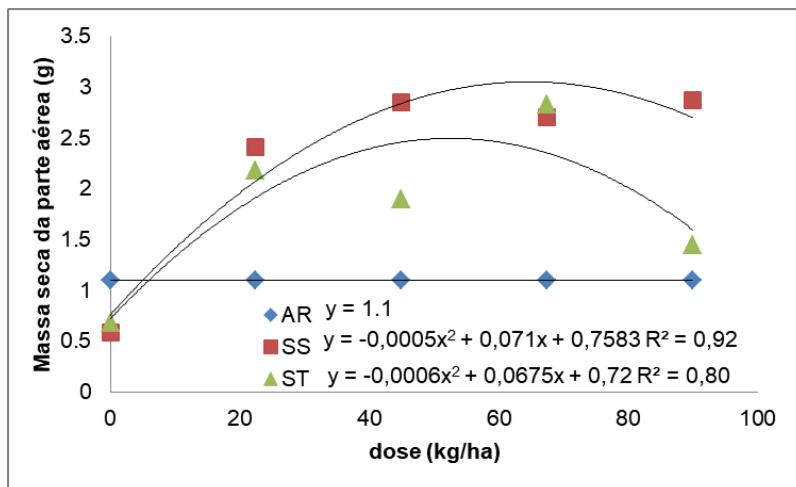


Figura 2: Massa seca da parte aérea de plantas jovens de abóbora em doses e fontes de fósforo.

Dentre as fontes de P solúvel existentes, o superfosfato simples (SS) e triplo (ST) são as mais utilizadas (LANA et al., 2004) e, em solos altamente intemperizados, são aplicadas doses altas, devido ao processo de adsorção aos argilominerais e óxidos de ferro e alumínio. O SS tem a vantagem de também adicionar enxofre (S) para o solo e, conseqüentemente, suprir as necessidades das plantas com este elemento. Por outro lado, o ST apresenta maior concentração de  $P_2O_5$ , diminuindo a quantidade bruta a ser aplicada na adubação (SILVA et al., 2010).

## CONCLUSÕES

A adubação fosfatada com diferentes fontes influenciou na produção de biomassa das plântulas. A dose de 67,5 kg/ha com a fonte SS proporcionou a máxima produção de MSPA.

## REFERÊNCIAS

- AMARO, G. B. HANASHIRO, M. M. PINHEIRO, J. B. MADEIRA, N. R. FAUSTINO, R. M. E. B. **Recomendações técnicas para o cultivo de abóboras e morangas**. Embrapa Hortaliças, 2021. 42p.
- BANZATTO, D. A. KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4 ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237p.
- BATISTA, C. M. MOTA, W. F. PEGORARO, R. F. GONÇALVES, R. E. M. ASPIAZÚ, I. Production of italian zucchini in response to N and P fertilization. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 3, p. 1-6, 2020. <https://doi.org/10.5039/agraria.v15i3a6806>
- CRAVO, M. S. VIEGAS, I. J. M. BRASIL, E. C. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará**. 1. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 262p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 2013. 353p.

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

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2019. 420p.

KORNDÖRFER, G.H. **Capacidade de fosfatos naturais e artificiais fenece o fósforo para plantas de trigo**. 1978. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1978. 66p.

LANA, R. M. Q. ZANÃO JÚNIOR, L. A. LUZ, J. M. Q. SILVA, J. C. Produção da alfaca em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solo de Cerrado. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 22, p. 525-528, 2004.

MENDES, F. F. **Controle genético da eficiência no uso de fósforo em milho tropical**. Lavras: UFLA, 2012. 134p.

MORAIS, L. C. GALVÃO, M. R. M. GALVÃO, D. M. O. **Caracterização da produção de abóbora no Estado de Sergipe**. In: Reunião de Biofortificação no Brasil, p. 204-207, 2015.

OLIVEIRA, F. T. MENDONÇA V. HAFLE, O. M. MOREIRA, J. N. MARACAJÁ, P. B. AUGUSTO, J. LOPES, J. D. A. Fontes orgânicas e doses de fosfato natural na produção de porta-enxertos de goiabeira. **Revista Agropecuaria Científica no Semiárido**, v.9, n.1, p.36-42, 2013.

RAMOS, S. R. R. LIMA, N. R. S. ANJOS, J. L. CARVALHO, H. W. L. OLIVEIRA, I. R. SOBRAL, L. F. CURADO, F. F. **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 36 p.

SILVA, E. F. L. ARAÚJO, A. S. F. SANTOS, V. B. NUNES, L. A. P. L. CARNEIRO, R. F. V. Fixação biológica do N<sub>2</sub> em feijão-caupi sob diferentes doses e fontes de fósforo solúvel. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 394-402, 2010.

TAIZ, L. ZEIGER, E. MØLLER, I. M. MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

# CAPÍTULO 6

## EFEITO DE BIOESTIMULANTE DE SOLO NA NUTRIÇÃO E NO RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA E TRIGO

Data de aceite: 01/04/2022

### João Victor de Mattos

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia,  
Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Ponta Grossa-Paraná

### Eduardo Fávero Caires

Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em  
Agronomia, Universidade Estadual de Ponta  
Grossa  
Ponta Grossa-Paraná

**RESUMO:** A utilização de bioestimulantes à base de microrganismos, sejam eles vivos ou a partir de seus metabólitos, pode ser uma alternativa potencialmente sustentável para melhorar a eficiência de uso dos fertilizantes. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar a influência da utilização de um bioestimulante de solo (BS) na nutrição das plantas e no rendimento de grãos de soja e trigo. O experimento foi realizado no município de Ponta Grossa, PR. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com cinco repetições para a cultura da soja e em esquema de parcelas subdivididas, com cinco repetições para a cultura do trigo. Na cultura da soja foram empregadas quatro doses de BS (0, 2, 4 e 6 L ha<sup>-1</sup>). Na cultura do trigo, as parcelas foram divididas em duas subparcelas, sem e com a reaplicação do BS nas mesmas doses utilizadas para a cultura da soja. As doses de BS aplicadas na cultura da soja proporcionaram aumento na

massa seca de raiz e na massa seca total da parte aérea aos 30 dias após a semeadura, no número de nós e na produtividade de grãos. Também não afetou negativamente a nodulação de plantas de soja. Na cultura do trigo, as doses de BS proporcionaram aumento na massa fresca total, na extração de N, P, K, Ca, Mg e S, no peso hectolítrico dos grãos (PH) e não influenciou significativamente a produtividade de grãos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max L.* *Triticum aestivum L.* Ativador de microbiota. Bioprodutos. Bioestimulantes, Metabólitos microbianos.

### SOIL BIOSTIMULANT EFFECT ON NUTRITION AND YIELD OF SOYBEAN AND WHEAT GRAINS

**ABSTRACT:** The use of biostimulants based on microorganisms, whether live or from their metabolites, can be a potentially sustainable alternative to improve the nutrient efficiency use. The present work was carried out with the objective of studying the influence of the use of a soil biostimulant (SB) on plant nutrition and on soybean and wheat grain yield. The experiment was conducted in Ponta Grossa, PR. The experimental design used was in randomized blocks with five replications for the soybean crop and in a split-plot scheme, with five replications for the wheat crop. In soybean, four doses of SB were used (0, 2, 4 and 6 L ha<sup>-1</sup>). In the wheat crop, the plots were divided into two subplots, without and with the reapplication of SB at the same doses used for the soybean crop. The SB doses applied to the soybean crop provided an increase in root dry mass and total shoot dry mass at 30 days after sowing, in the number of

nodes and in grain yield. It also did not negatively affect the nodulation of soybean plants. In wheat, SB doses provided an increase in total fresh mass, in the extraction of N, P, K, Ca, Mg and S, in the hectoliter weight of grains (PH) and did not significantly influence grain yield.

**KEYWORDS:** *Glycine max L*; *Triticum aestivum L.*; microbiota activator; bioproducts; microbial metabolites.

## 1 | INTRODUÇÃO

No Sul do Brasil, destacam-se os cultivos de soja e trigo. A soja é uma das principais *commodities* do Brasil, sendo utilizada na alimentação humana, animal e na produção de energia, como o biodiesel. Seu cultivo é realizado em quase todo território nacional, obtendo destaque para a safra 2019/2020, atingindo o recorde de aproximadamente 125 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2020).

O trigo é o segundo cereal mais produzido no mundo, com enorme importância na economia global, sendo responsável por cerca de 3% da produção total de grãos do país. O Estado do Paraná é o maior produtor nacional de trigo (60,7%), com uma produção superando 3,4 milhões de toneladas em 2015 (CONAB, 2017) e 5,5 milhões de toneladas em 2019 (CONAB, 2019), o que demonstra o seu potencial de crescimento.

Para manter ou incrementar a produção destas culturas sem a ampliação da área cultivada, a utilização de insumos como os fertilizantes desponta como uma necessidade (ANDA, 2017).

Os benefícios da adição de nutrientes minerais ao solo para melhoria do desenvolvimento das plantas são conhecidos e utilizados pelos agricultores há muitos anos. Por intermédio da adubação de base e de cobertura são fornecidas altas quantidades de nutrientes ao solo, o que representa grande parte dos investimentos do produtor (MARSCHNER., 2009).

Quando os fertilizantes são aplicados no solo, eles interagem com as frações sólidas do solo, muitas vezes complexando o fósforo (P) para formas menos solúveis, tanto inorgânicas (com óxidos de Fe e Al), como orgânicas. As frações de P orgânicas estão na forma de compostos orgânicos fosforados em distintos estágios de estabilidade/decomposição e podem corresponder até 70% do conteúdo total de fósforo do solo, como reportado por Novais & Smith (1999), e Sá (2004) em experimento sob sistema de plantio direto (SPD) no sul do Brasil. Já em solos mais intemperizados, como os do Cerrado, o P associado a compostos orgânicos representa de 25% a 35% do P total (OLIVEIRA et al., 2002).

A disponibilidade do P está relacionada às transformações químicas, físicas e biológicas que ocorrem no solo, sendo que a sua adição no sistema provém de nutrientes aportados via fertilizantes que, ao serem absorvidos pelas plantas e microrganismos, retornam para o solo após a decomposição da matéria orgânica. A mineralização e a imobilização do P realizada pela atividade microbiana são extraordinariamente importantes

no ciclo geral do P na natureza (CORREIA, 1980; PAUL & CLARCK, 1988; CARDOSO, 1992).

A agricultura moderna e sustentável preconiza o uso de microrganismos capazes de estabelecerem simbioses com plantas e suprirem, pelo menos em parte, as exigências nutricionais das plantas. Os microrganismos capazes de melhorar a disponibilidade de P às plantas tornam-se aliados nesse processo, uma vez que a disponibilidade de P está relacionada com processos de mineralização, geralmente atrelado a processos enzimáticos, como a atuação de fosfatases e fitases, e da solubilização de fosfatos por ácidos orgânicos (ZHU et al., 2018). Diversos autores relatam que o uso desses microrganismos e/ou de seus metabólitos, além de diminuir significativamente a necessidade de fertilizantes fosfatados, pode disponibilizar fontes de P menos solúveis, como os fosfatos naturais reativos que apresentam maior viabilidade econômica (DODD, HARPLEY, 2015; TURNER et al., 2013).

Esse trabalho foi realizado com o objetivo de compreender melhor a influência da aplicação e reaplicação de bioestimulante de solo na pré-semeadura das culturas de soja e trigo, em safras sucessivas, e seus efeitos na nutrição e no rendimento de grãos.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Descrição e características do bioestimulante de solo

O bioestimulante de solo (BS) utilizado na pesquisa é produzido pela Agricen Company com suas fábricas sediadas nos EUA (estado do Texas) e na Austrália (estado de Victoria), e tem projeção de ser produzido no Brasil.

O produto possui os selos “*Registered Organic Input Material*” da CDFA e “*Registered Material For Use In Organic Agriculture*” do Departamento de Agricultura do Estado de Washington. No Brasil, o produto está registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como fertilizante organomineral classe A.

O produto possui em sua composição metabólitos microbianos produzidos a partir de um processo fermentativo anaeróbico em biorreatores, utilizando comunidades de microrganismos altamente diversificadas e protegidas em biofilmes com resíduos orgânicos (*Farm Wast*). O produto é biologicamente estável e contém mais de 500 componentes bioquímicos ativos, conforme representada pela espectrometria de massa.

É um produto fluido, com densidade de 1,05 g cm<sup>-3</sup>. As principais matérias-primas constituintes do produto são nitrato de amônio, substâncias húmicas, agente acidificante e água. As garantias mínimas são de 1% de N e 6% de carbono orgânico total (p/p). A sua aplicação é recomendada em pré-semeadura ou no início do desenvolvimento das culturas, nas doses de 2 a 4 L ha<sup>-1</sup>, podendo ser misturado com herbicidas.

### 2.2 Localização, caracterização e condução dos experimentos

O experimento foi realizado na Fazenda Escola Capão da Onça da Universidade

Estadual de Ponta Grossa (UEPG), localizada no município de Ponta Grossa – PR. As coordenadas geográficas do local do estudo são -25.091 de latitude Sul e -50.055 de longitude Oeste, apresentando altitude média de 956 m em relação ao nível do mar.

Segundo a classificação de Köppen e Geiger, a região possui clima do tipo Cfb, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C, verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C e sem estação seca definida (IAPAR, 2016). A precipitação pluvial média anual varia de 1600 a 1800 mm, sendo o mês de agosto o mais seco e o de fevereiro o mais chuvoso (IAPAR, 2016).

Antes da instalação do experimento, amostras de solo foram coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade para caracterização química (Tabela 1) e física (Tabela 2) inicial do solo (TEDESCO et al., 1995). Depois de realizadas as análises de solo, foram definidas as doses de fertilizantes que compuseram os tratamentos de adubação.

pH	M.O.	P (Mehlich 1)	K	Ca	Mg	H+Al	H	SB	CTC	Saturação por bases	
CaCl <sub>2</sub>	$\frac{g}{dm^3}$	mg dm <sup>3</sup>	-----				$\frac{cmol_c}{dm^3}$		-----		%
5,03	33	7,21	0,26	4,08	0,94	4,82	4,82	5,28	10,1	52	

Tabela 1 - Caracterização química inicial do solo antes da instalação do experimento. Profundidade 0-20cm. Ponta Grossa (PR).

Areia	Silte	Argila	Classe de Textura
	$g\ kg^{-1}$		
600	15	250	<b>Franco argilo-arenosa</b>

Tabela 2 - Caracterização granulométrica e classificação textural do solo antes da instalação do experimento. Profundidade 0-20cm. Ponta Grossa (PR).

O experimento foi conduzido em campo, perfazendo um total de 20 unidades experimentais para a cultura da soja e 40 unidades experimentais para a cultura do trigo. Cada unidade experimental teve as seguintes dimensões: 6 m de comprimento por 3 m de largura. O espaçamento entre as linhas foi de 0,45 m para soja e de 0,17 m para aveia-preta, nabo-forrageiro e trigo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos e cinco repetições para a cultura da soja, e em esquema de parcelas subdivididas, com oito tratamentos e cinco repetições para a cultura do trigo. Para a cultura da soja, foram empregadas quatro doses de BS (0, 2, 4 e 6 L ha<sup>-1</sup>). Para a cultura do trigo, as parcelas foram divididas em duas subparcelas, sem e com a reaplicação do BS nas mesmas doses (0, 2, 4 e 6 L ha<sup>-1</sup>). O BS foi aplicado em pré-semeadura da cultura da soja e sua reaplicação se deu na pré-semeadura da cultura do trigo, no mesmo ano agrícola. A sucessão de

culturas seguiu a ordem: aveia-preta, soja, nabo-forrageiro e trigo. O BS foi aplicado com o auxílio de pulverizador pressurizado com CO<sub>2</sub> da marca Herbicat, contendo barra de aplicação de 3 m de largura, pontas de pulverização espaçadas em 0,5 m equipadas com o modelo Teejet XR 11015 e regulagem para atender a vazão de 150 L ha<sup>-1</sup>. As doses do BS foram adicionadas em garrafa PET de 2 L, junto à calda contendo água, na proporção a atender a vazão de 150 L ha<sup>-1</sup>.

A semeadura da soja foi realizada no dia 21 de dezembro de 2018 com semeadora mecanizada, na densidade média de 15 sementes por metro e espaçamento de 0,45 m entre as linhas. Minutos antes da semeadura, as sementes foram inoculadas com estirpes selecionadas de *Bradyrhizobium japonicum*, SEMIA 5079 e SEMIA 5080, seguindo a recomendação descrita na bula, de 50mL para 50 kg de sementes. Todos os tratamentos receberam adubação de base com 270 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 00-20-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). Não foi realizada adubação em cobertura. Utilizou-se o cultivar Nidera 5909.

A semeadura da cobertura-verde com nabo-forrageiro foi feita logo após a colheita da soja, na “janela” anterior à semeadura de trigo (primeira quinzena de junho de 2019). Cerca de 15 dias antes da semeadura do trigo, o nabo-forrageiro foi dessecado com glifosato (480 g L<sup>-1</sup>), na dose 2,0 L ha<sup>-1</sup> de produto comercial.

O trigo foi semeado no dia 15 de julho de 2019, regulada para uma densidade de 58 sementes por metro no espaçamento de 0,17 m. Todos os tratamentos receberam adubação de base com 270 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 00-20-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no estágio de perfilhamento pleno por meio da aplicação de 45 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia. Utilizou-se o cultivar de trigo TBIO Audaz.

Os dados de precipitação pluvial histórica da região de Ponta Grossa (30 anos) e de precipitação pluvial e temperatura ocorridos durante o período de condução do experimento estão apresentados na Figura 1.

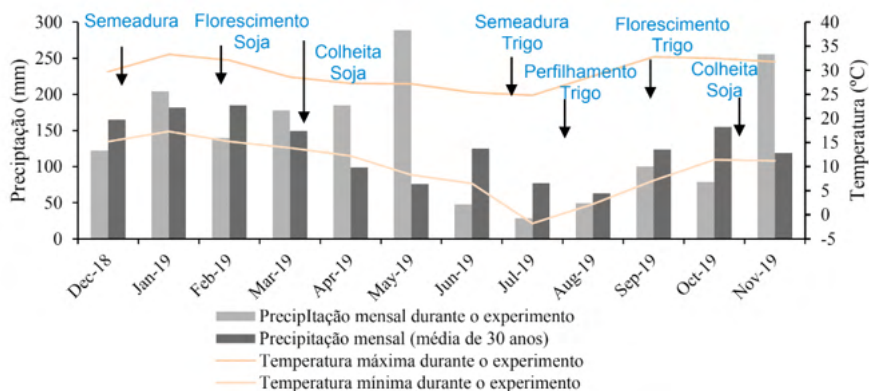


FIGURA 1 - Precipitação pluvial da região de Ponta Grossa (PR) (média dos 30 últimos anos) e precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima mensal ocorridas durante o período de condução do experimento

Fonte: Mini Farm BASF S/A e Instituto das Águas do Paraná (2019)



## 2.3 Avaliações

Para a cultura da soja foram realizadas as seguintes avaliações biométricas:

- Número e massa de nódulos por planta: Aos 30 dias após a semeadura, coincidindo com o estágio fenológico  $V_4$ , coletou-se 1 m de plantas na mesma linha de semeadura com auxílio de uma pá-cortadeira com a lâmina reta de aproximadamente 295 mm para retirar as raízes evitando ao máximo danos e perdas de nódulos. Em seguida, os nódulos foram retirados, lavados em água corrente, contados e colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar a 60° C até atingir a massa constante para a determinação da massa por meio de pesagem.
- Altura de plantas e contagem de nós e vagens: No momento da colheita, coletaram-se 10 plantas em sequência na mesma linha de semeadura e realizou-se a medida da altura por meio de régua graduada e a contagem de nós e vagens por planta.

### 2.3.1 Massa fresca, massa seca e extração de nutrientes pelas culturas de soja e trigo

Para avaliar a massa fresca, massa seca e a extração de nutrientes, coletou-se 1 m de plantas de soja e trigo em cada parcela e subparcela, respectivamente, ambas no início do florescimento. Separou-se as folhas das hastes ou caule. Apenas para a cultura do trigo, imediatamente após a coleta, realizou-se a avaliação de massa fresca de parte aérea. Em seguida, as amostras de soja e trigo foram lavadas em água deionizada e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C até atingir massa constante. Após a secagem, as amostras de folhas e hastes ou caules foram pesadas para determinação da produção de matéria seca, e moídas separadamente. Foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas e parte aérea seguindo os métodos descritos por Malavolta et al. (1997).

A extração de nutrientes pelas plantas de soja e trigo foi calculada por intermédio do produto entre a produção de matéria seca da planta inteira e o teor de nutrientes na planta inteira.

### 2.3.2 Produtividade de grãos

A produtividade de grãos de soja e trigo foi avaliada com o auxílio de colhedora de parcelas (Figura 10), corrigindo-se a umidade dos grãos para 130 g kg<sup>-1</sup>.

## 2.4 Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância seguindo o modelo do delineamento em blocos ao acaso para a cultura da soja e o modelo em blocos ao acaso em parcelas subdivididas para a cultura do trigo. Equações de regressão foram ajustadas

aos dados obtidos em função das doses de BS. Os ajustes foram realizados por meio dos modelos de regressão linear e quadrático. Adotou-se como critério para a escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de determinação das regressões significativas a 5%. Na cultura do trigo, o efeito da reaplicação foi comparado pelo teste de Tukey a 5%. Na ausência de interação significativa entre as doses de BS e a reaplicação, os efeitos dos tratamentos foram analisados utilizando-se as médias das observações. As análises estatísticas foram realizadas por meio *software* Sisvar (FERREIRA., 2010).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Cultura da soja

A extração de nutrientes pela parte aérea das plantas de soja não foi significativamente alterada com as doses de BS aplicadas (Tabela 3).

Bioestimulante de solo	N	P	K	Ca	Mg	S
L ha <sup>-1</sup>	----- kg ha <sup>-1</sup> -----					
0	146,7	14,3	104,8	44,5	18,7	9,0
2	148,9	15,3	109,3	48,3	18,3	9,2
4	142,3	15,0	111,2	48,3	19,7	9,9
6	141,1	13,3	101,8	44,4	17,2	10,3
CV (%)	14,7	19,5	16,7	15,54	13,6	14,6
Efeito	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = não significativo.

Tabela 3 - Extração de nutrientes pela cultura da soja em função das doses de bioestimulante de solo em estágio R1 da cultura da soja. Safra 2018-2019, Ponta Grossa (PR).

Embora com indicativos de aumento nos valores absolutos, as doses de BS não interferiram significativamente no número e na massa de nódulos da cultura da soja (Tabela 4).

Destaca-se que a aplicação do BS não prejudicou a nodulação das plantas de soja, independentemente da dose empregada.

Bioestimulante de solo	Nódulos	
L ha <sup>-1</sup>	nº/planta	mg/planta
0	7,7	320
2	8,7	352
4	9,3	380
6	8,4	284
C.V%	30,2	28,5
Efeito	ns	ns

ns = não significativo.

Tabela 4 - Número e massa de nódulos nas raízes de soja aos 30 dias após a semeadura. Safra 2018-2019. Ponta Grossa (PR).

A tabela 5 contém dados de massa seca de raiz e parte aérea (caules e folhas) e da massa seca total (raiz + parte aérea) coletados aos 30 dias após a semeadura da soja. Os valores de massa seca de raiz e massa seca total foram influenciados significativamente, de acordo com o modelo linear, em função das doses de BS aplicadas. De acordo com as equações de regressão ajustadas para massa seca de raiz ( $y = + 172,46 + 5,93x$ ,  $R^2 = 0,75$ ) e massa seca total ( $y = 839,41 + 14,955x$ ,  $R^2 = 0,78$ ) houve um incremento aproximado de 6 e 15 kg na massa seca de raiz e na massa seca total, respectivamente, para cada 1 L de BS aplicado. Vessey & Buss (2002) observaram que a aplicação de biofertilizantes e bioestimulantes à base de microrganismos do gênero *Bacillus sp.* aplicados na semente, na superfície de plantas ou diretamente no solo, resultou no incremento da biomassa do sistema radicular e de parte aérea em plantas de soja. Respostas semelhantes também foram encontradas nas culturas de colza (*Brassica napus*) (BASHAN; DUBROVSKY, 1996; BERTRAND et al., 2001) e batata-inglesa (*Solanum tuberosum ssp. Tuberosum*) (FROMMEL et al., 1991).

Bioestimulante de solo	MS de raiz	MS da parte aérea	MS total
L ha <sup>-1</sup>		kg ha <sup>-1</sup>	
0	176,6	665,8	842,5
2	184,2	695,7	851,0
4	184,0	713,8	926,6
6	216,2	710,5	917,0
CV (%)	6,4	8,3	7,0
Efeito	L**	ns	L*

ns = não significativo, \* = significativo a  $P < 0,05$  e \*\* = significativo a  $P < 0,01$ .

Tabela 5 - Massa seca (MS) de raiz, parte aérea e total de plantas de soja, aos 30 dias após semeadura, em função de doses do bioestimulante de solo. Safra 2018-2019, Ponta Grossa (PR).

A formação da parte aérea da cultura desempenha papel importante no rendimento de grãos. Assim, com o passar do tempo, a maior absorção de nutrientes pelas plantas pode promover melhor desenvolvimento das plantas (MALAVOLTA, 1997).

Apesar de se observar certa tendência de aumento na produção de massa seca da parte aérea de plantas de soja no estágio R<sub>1</sub>, principalmente na dose de 4 L ha<sup>-1</sup>, não foi observada influência significativa das doses de BS nessas variáveis analisadas (Tabela 6).

Bioestimulante de solo	MS de caules	MS de folhas	MS total da parte aérea
L ha <sup>-1</sup>	----- kg ha <sup>-1</sup> -----		
0	2168,2	1673,7	3841,9
2	2343,3	1670,2	4013,5
4	2420,7	1753,5	4174,2
6	2386,9	1656,7	4073,6
CV (%)	10,7	12,8	10,8
Efeito	ns	ns	ns

ns = não significativo.

Tabela 6 - Massa seca (MS) de caules, folhas e total da parte aérea de plantas no estágio R1 da cultura da soja em função de doses do bioestimulante de solo. Safra 2018-2019, Ponta Grossa (PR).

Para os componentes biométricos avaliados em pré-colheita, somente o número de nós por planta foi influenciado significativamente pelas doses de BS, conforme o modelo quadrático (Tabela 7). Segundo a equação de regressão ajustada ( $y = + 12,99 + 0,4770x - 0,0825x^2$ ,  $R^2 = 0,49$ ), um incremento de cerca de 6% no número de nós seria obtido com a aplicação de 2,9 L ha<sup>-1</sup> de BS. O número de vagens por planta e a altura das plantas não foram influenciados significativamente com a aplicação das doses de BS. Os valores médios obtidos foram de 41 vagens por planta e altura de 82 cm.

Bioestimulante de solo	Nós	Vagens	Altura de plantas
L ha <sup>-1</sup>	n <sup>o</sup> /planta	n <sup>o</sup> /planta	cm
0	12,8	37,7	84,0
2	14,1	43,5	82,3
4	13,1	40,2	77,6
6	13,0	43,5	83,9
CV (%)	3,81	12,02	4,80
Efeito	Q*	ns	ns

ns = não significativo e \* = significativo a  $P < 0,05$ .

Tabela 7 - Análises biométricas de número de nós, número de vagens e altura de plantas de soja realizada na pré-colheita da cultura. Safra 2018-2019, Ponta Grossa (PR).

O rendimento de grãos de soja foi incrementado com o aumento das doses de BS, de acordo com o modelo quadrático (Figura 2). Conforme a equação de regressão ajustada, a máxima produtividade de grãos de soja (3890 kg ha<sup>-1</sup>) seria alcançada com a aplicação de 3,5 L ha<sup>-1</sup> de BS, ocasionando um aumento de 8% (287,2 kg ha<sup>-1</sup>) no rendimento de grãos em relação ao controle.

Esse incremento pode ter sido consequência do melhor desenvolvimento inicial da cultura em maior massa seca de raiz e massa seca total, conforme Tabela 5, proporcionando às plantas melhores condições de enfrentamento ao estresse abiótico que a cultura enfrentou pela falta de chuvas em diferentes momentos críticos e de determinação de potencial produtivo, como no início e no final do estágio vegetativo (determinação do número de nós por planta), se estendendo até o estágio de formação de vagens (R<sub>3</sub>).

Nesse sentido, o efeito de bioestimulantes aparenta ser mais pronunciado em condições de estresses, como em trabalhos reportados por Aroca & Ruiz-Lozano (2009) beneficiando o crescimento e conferindo resistência de plantas de tomate e pimenta sob condições de déficit hídrico em regiões do semiárido. Há relatos na literatura de que o efeito de microrganismos e/ou substâncias promotoras de crescimento é mais proeminente em condições ambientais mais restritas ao crescimento das plantas, principalmente sob estresses hídricos e nutricionais. (SILVA & PIRES, 2017).

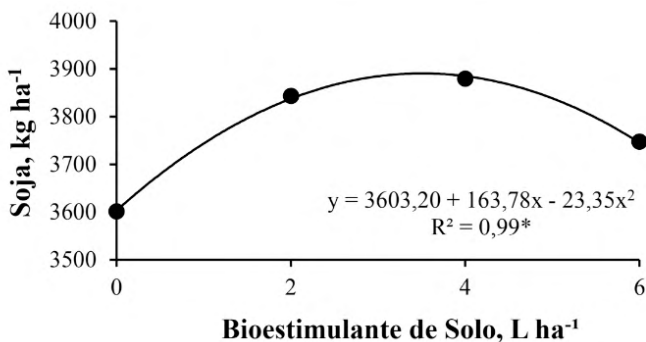


FIGURA 2 - Rendimento de grãos de soja em função de doses de bioestimulante de solo aplicadas em pré-semeadura. Ponta Grossa (PR), safra 2018-2019. \* = significativo a P < 0,05.

### 3.2 Cultura do trigo

Não houve interação significativa entre os tratamentos envolvendo as doses e a reaplicação de BS para as variáveis analisadas na cultura do trigo (extração de nutrientes, peso hectolítrico (PH), massa fresca total, massa seca total e produtividade de grãos). Sendo assim, os dados foram analisados considerando as médias das observações. A única variável analisada que apresentou interação significativa foi a extração de Ca pela cultura do trigo, sendo então realizado o seu desdobramento dentro de cada tratamento.

A massa fresca (MF) total da cultura do trigo ( $y$ , em  $\text{kg ha}^{-1}$ ) aumentou de forma linear com as doses do BS ( $x$ , em  $\text{L ha}^{-1}$ ) aplicadas ( $y = 18070 + 707,4x$   $R^2 = 0,59$ ) (Tabela 8). De acordo com a equação ajustada, houve um incremento aproximado de 707 kg de massa fresca para cada 1 L de BS aplicado. Já, a massa seca (MS) total não foi influenciada significativamente com o uso do BS.

A reaplicação do BS não influenciou significativamente a produção de massa fresca e seca de trigo (Tabela 8). Dessa forma, uma única aplicação do BS na cultura da soja foi tão eficaz quanto a sua reaplicação na cultura do trigo, indicando um provável efeito em longo prazo, como reportado por Hu & Qi (2013) na cultura do trigo. Esses autores conduziram um experimento por 13 anos com reaplicações de uma mistura microbiana complexa com metabolitos fermentados e reportaram incrementos na produtividade de trigo, nos teores de nutrientes nos grãos e de massa seca total.

Bioestimulante de solo	MF	MS
L $\text{ha}^{-1}$	---- $\text{kg ha}^{-1}$ ----	
0	17521	3534
2	21200	4196
4	19118	3865
6	22931	4298
Efeito	L**	ns
CV (%)	13,4	19,1
Reaplicação		
Sem	20241	4075
Com	20094	3871
Valor de F	ns	ns
CV (%)	14,5	11,6

L = efeito linear por regressão polinomial. ns = não significativo, \* = significativo a  $P < 0,05$  e \*\* = significativo a  $P < 0,01$ .

Tabela 8 – Valores de massa fresca (MF) total e massa seca (MS) total da cultura do trigo em estágio de florescimento em função de dose de bioestimulante de solo e sua reaplicação na dessecação em pré- semeadura do trigo. Safra 2019, Ponta Grossa (PR).

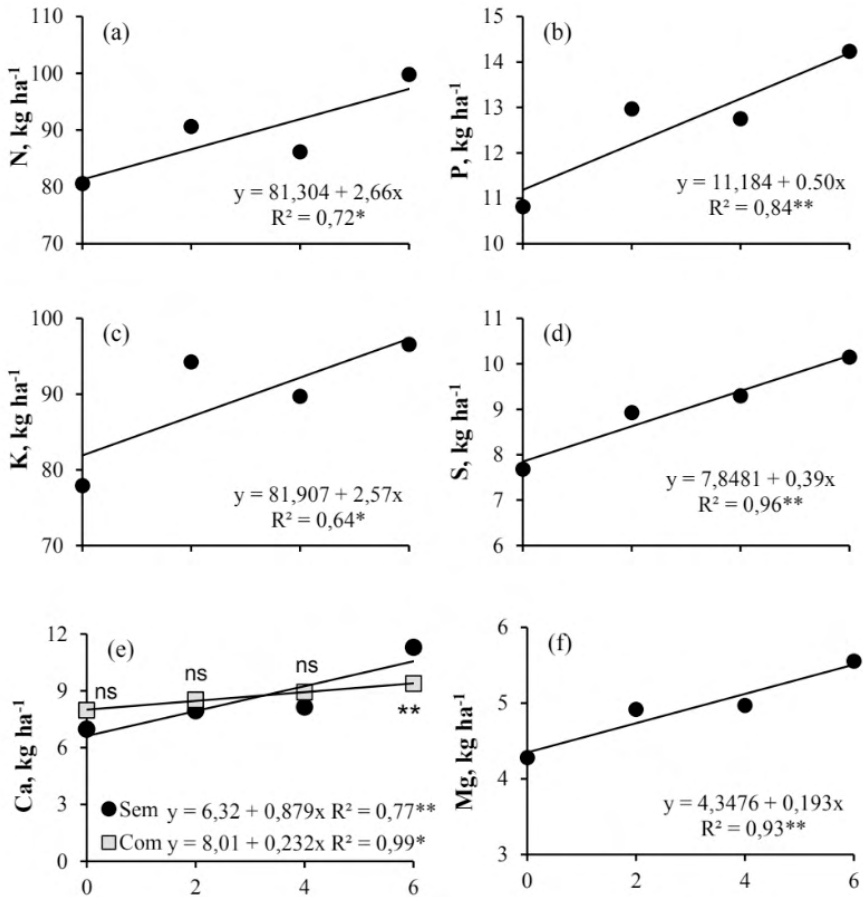
As doses de BS aumentaram de forma linear a extração de N, P, K, Mg e S pela cultura do trigo (Figura 3). Os incrementos na extração de nutrientes foram de 2,7 kg de N, 0,5 kg de P, 2,6 kg de K, 0,2 kg de Mg e 0,4 kg de S para cada 1 L  $\text{ha}^{-1}$  de BS aplicado. Efeitos semelhantes ocasionados pela aplicação de microrganismos efetivos (substância obtida de forma semelhante ao bioestimulante de solo utilizado no presente estudo) foram reportados por Javaid & Bajwa (2011) em alterações na absorção de N, P e K pelas culturas de trigo, milho e arroz. Resultados semelhantes para o aumento da absorção de P e no melhor desenvolvimento de plantas utilizando microrganismos solubilizadores de P também

foram reportados por Peix., et. al. (2001).

O aumento da extração de K corrobora com trabalho reportado Han & Lee (2005), utilizando duas espécies de *Bacillus*, resultando em incremento significativo na disponibilidade de K no solo e na absorção por raízes e parte aérea de beringelas. Sheng & He (2006) atribuem essa melhoria na absorção de K sendo resultante da produção de ácidos orgânicos, como: (cítrico, oxálico, tartárico e succínico).

O BS utilizado neste experimento possui em sua constituição diferentes constituintes metabólitos, como enzimas e ácidos orgânicos e pode ter atuado diretamente na solubilização e/ou mineralização de P, bem como estimulando outros grupos microbianos em suas rotas específicas de ciclagem de nutrientes (OWEN et. al., 2015). Mais estudos para explorar esse efeito na atividade biológica e química do solo devem ser conduzidos.

A extração de Ca pela cultura de trigo foi influenciada significativamente pela interação entre os tratamentos com doses e reaplicação do BS (Figura 3e). Independentemente da reaplicação do BS, houve incremento linear na extração de Ca em função das doses de BS. No entanto, o incremento na extração de Ca foi mais acentuado quando não foi realizada a sua reaplicação. O incremento na extração foi de 0,23 e 0,88 kg de Ca, respectivamente, com e sem a reaplicação de BS, para cada 1 L ha<sup>-1</sup> de BS aplicado anteriormente. Esse efeito ocorreu porque na dose de 6 L ha<sup>-1</sup> do BS, a extração de Ca pelas plantas foi menor sem do que com a sua reaplicação. Esse resultado é um indicativo de que a dose de 6 L ha<sup>-1</sup> do BS pode ter sido excessiva para a cultura do trigo.



#### Bioestimulante de Solo, L ha<sup>-1</sup>

FIGURA 3 - Extração de N (a), P (b), K (c), S (d), Ca (e) e Mg (f) pela cultura do trigo em função de doses de bioestimulante de solo. \* = significativo a P < 0,05 e \*\* = significativo a P < 0,01. Safra 2019, Ponta Grossa (PR).

A reaplicação de BS não influenciou significativamente a extração de N, P, K, Ca, Mg e S pela cultura do trigo (Figura 4).



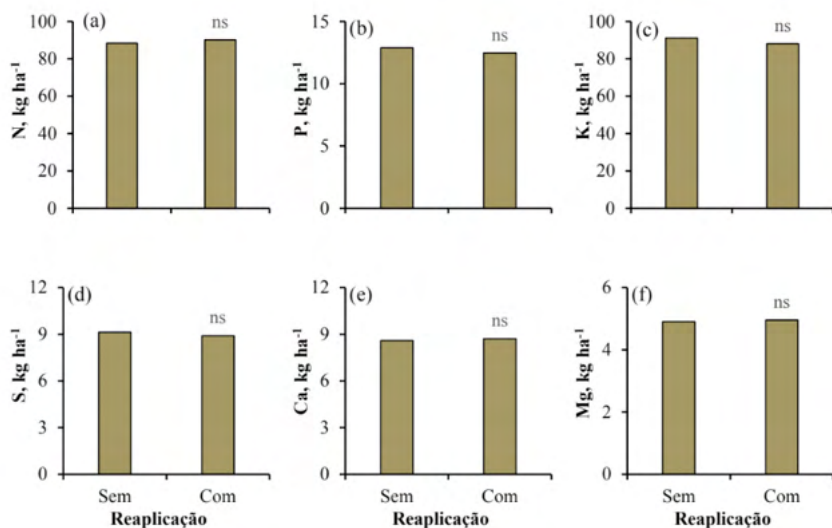


FIGURA 4 - Extração de N (a), P (b), K (c), S (d), Ca (e) e Mg (f) pela cultura do trigo em função da reaplicação de bioestimulante de solo. ns = não significativo \* = significativo a  $P < 0,05$  e \*\* = significativo a  $P < 0,01$ . Safra 2019, Ponta Grossa (PR).

Na figura 5 estão apresentados os resultados de PH dos grãos de trigo em função de doses e reaplicação do BS. As doses de BS aumentaram linearmente o PH do trigo, tendo ocorrido um incremento de  $0,28 \text{ kg hL}^{-1}$  para cada 1L de BS aplicado (Figura 5a). A reaplicação de BS não alterou significativamente o PH do trigo (Figura 5b).

O PH é uma propriedade que apresenta grande importância na comercialização do trigo, uma vez que os preços praticados consideram este parâmetro como um indicativo de qualidade e rendimento na extração de farinha (CORRÊA et al., 2006). Seus valores são influenciados pelo estado nutricional da cultura do trigo, sendo o N o nutriente mais translocado para os grãos pela cultura (RAIJ et al. 1996).

Segundo Pereira et al. (2017), o PH é um indicativo de qualidade e rendimento do trigo, o qual apresenta elevada importância para efeito de comercialização. No Brasil, o PH igual ou superior a  $78 \text{ kg hL}^{-1}$  para o grão limpo a 13% de umidade é considerado o valor de referência para o trigo de alta qualidade industrial. Neste trabalho, os valores de PH variaram de  $70,3$  a  $73,0 \text{ kg hL}^{-1}$ , não atingindo o valor de referência de alta qualidade industrial. Mumbach et al. (2017) avaliaram componentes de rendimento de trigo submetidos a diferentes doses de N combinadas com a inoculação das sementes e encontraram valores de PH variando de  $68,32$  a  $71,28 \text{ kg hL}^{-1}$ .

Embora o PH não tenha atingido o valor mínimo de qualidade industrial de acordo com a classificação nacional, o valor do PH aumentou com as doses de BS aplicadas. Com isso, acredita-se que a resposta do PH pode ter sido pelo fato de a aplicação do BS ter proporcionado melhoria no acúmulo de N pela cultura durante o ciclo.

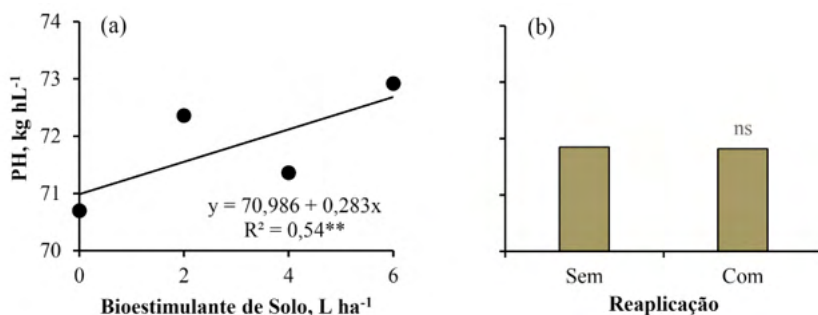


FIGURA 5 - Peso do hectolitro (PH) dos grãos de trigo em função da aplicação de doses (a) e da reaplicação (b) do bioestimulante de solo. ns = não significativo \* = significativo a  $P < 0,05$  e \*\* = significativo a  $P < 0,01$ . Safra 2019, Ponta Grossa (PR).

A produtividade de grãos de trigo não foi influenciada significativamente pelas doses e pela reaplicação de BS (Figura 6). O rendimento médio de grãos de trigo do experimento foi de  $3200 \text{ kg ha}^{-1}$ .

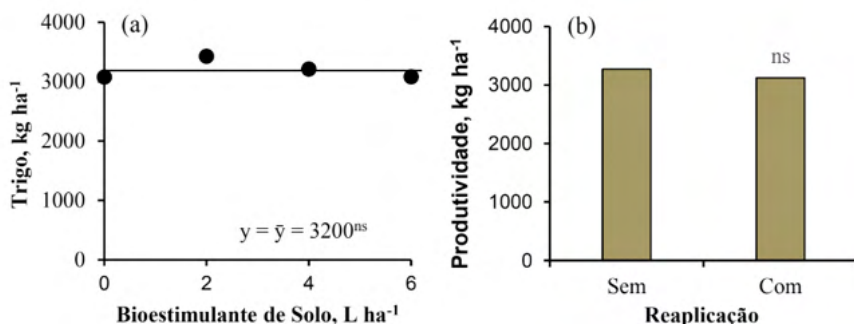


FIGURA 6 - Rendimento de grãos de trigo em função de doses de bioestimulante de solo na pré-semeadura da soja (a) e da reaplicação na dessecação em pré-semeadura da cultura do trigo (b). ns = não significativo \* = significativo a  $P < 0,05$  e \*\* = significativo a  $P < 0,01$ . Safra 2019, Ponta Grossa (PR).

O principal fator que pode ter influenciado em grande parte estes resultados foi a condição climática após a semeadura do trigo (Figura 1). Nesta safra de trigo não foi registrado um volume de precipitação pluvial significativo após a semeadura, o que pode ter afetado a germinação e, conseqüentemente, a emergência das plantas. O aproveitamento da adubação nitrogenada de cobertura pela cultura também é dependente de umidade após a sua aplicação. Na sua limitação, o N-ureia pode ser volatilizado, não sendo aproveitado pelas plantas. Outra consequência da falta de umidade é que ela pode ter prejudicado o estabelecimento das bactérias na rizosfera do trigo. De acordo com Fartrigo (2019),

até a fase de perfilhamento, a cultura do trigo necessita de aproximadamente 55 mm de precipitação pluvial ao mês, podendo variar de 30 a 80 mm. Considerando os dados da figura 9, um volume próximo a 30 mm de precipitação pluvial ocorreu somente um mês após a semeadura do trigo. Sala et al. (2007) afirmam que mesmo na presença de um genótipo promissor e de estirpes eficientes, caso as condições ambientais (temperatura, umidade, aeração, entre outros) não sejam favoráveis à sobrevivência e atividade bacteriana, é provável que não ocorram respostas satisfatórias.

## 4 | CONCLUSÕES

1. A aplicação de BS na cultura da soja aumentou a massa seca de raiz e a massa seca total das plantas aos 15 dias após a semeadura, o número de nós na planta e a produtividade de grãos.
2. Para a cultura do trigo em sucessão à soja, a aplicação de BS na pré-semeadura da soja proporcionou incremento na massa fresca total, na extração de N, P, K, Ca, Mg e S pelas plantas e no peso do hectolitro, mas não influenciou significativamente a produtividade de grãos.
3. A reaplicação do BS na cultura do trigo em sucessão à soja não melhorou a performance do trigo, evidenciando que apenas uma aplicação por ciclo seria suficiente.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS (ANDA). **Estatísticas**. Disponível em: <<http://anda.org.br>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

CONAB. **Levantamento de safra**. 2017. Disponível em: [www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_05\\_12\\_10\\_37\\_57\\_boletim\\_graos\\_maio\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_12_10_37_57_boletim_graos_maio_2017.pdf). Acesso em: 13 mai. 2019.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 6, n 11. Brasília: Conab, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 23 ago. 2019.

CONAB. **Produção de 246 milhões de toneladas garante o recorde da safra de grãos**. Conab, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3140-producao-de-246-milhoes-de-toneladas-garante-o-recorde-da-safra-de-graos>: Acesso em: 15 mar. 2020.

CONAB. **Soja Análise Mensal**. Brasília: Conab, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 13 out. 2020.

FARTRIGO. **Trigo e seus aspectos**. Disponível em: <http://www.fartrigo.com.br/fartrigo/trigo/trigo-e-seus-aspectos>. Acesso em: 10 jan. 2019.

FROMMEL, M. I. *et al.* Growth enhancement and developmental modifications of in vitro grown potato (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*) as affected by a nonfluorescent *Pseudomonas* sp. **Plant Physiol.** n. 96, p. 928–936, 1991.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Potássio e do Fósforo, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. Austrália: Elsevier, 2012, 651 p.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999.
- OWEN, D. *et al.* Use of comercial bio-inoculants to increase agricultural production throught improved phosphorus acquisition. **Applied Soil Ecology**, v. 86, p. 41-54, 2015.
- PAUL, E. A.; CLARCK, F. E. **Soil Microbiology and Biochemistry**. Academic Press Limited. San Diego, California. 1988.
- PEIX, A. *et al.* Growth promotion of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by a strain of *Burkholderia cepacia* under growth chamber conditions. **Soil Biol. Biochem**, v. 33, n. 14, p. 1927-1935, 2001.
- PEREIRA, L. C. *et al.* Rendimento do trigo (*Triticum aestivum*) em resposta a diferentes modos de inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 105-113, 2017.
- RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres, 1991.
- SÁ, J. C. M. Adubação fosfatada no sistema plantio direto. *In*: YAMADA, T. & ABDALLA, S. R. S. (ed). **Simpósio sobre fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, p. 201-222, 2004.
- CORREIA, A. A. D. **Bioquímica nos solos, nas pastagens e forragens**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980.
- OLIVEIRA, F. H. T. *et al.* Fertilidade do solo no sistema plantio direto. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, p. 393-486, 2002.
- CARDOSO, E. J. B. N. Microbiologia do solo. Campinas, SP. Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1992. **Biochemistry**, v. 74, p. 177-183, 2014.
- DODD, R. J.; SHARPLEY, A. N. Recognizing the role of soil organic phosphorus in soil fertility and water quality. **Resources, Conservation and Recycling**, 105, p. 282-293, 2015.
- IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná**, 2016. Disponível em: [www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/pluvio.xls](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/pluvio.xls). Acesso em: 05 ago. 2018.
- AROCA, R; RUIZ-LOZANO, J M. Induction of plant tolerance to semi-arid environments by beneficial soil microorganisms - a review. *In*: LICHTOUSE, E. (ed.). **Climate change, intercropping, pest control and beneficial microorganisms, sustainable agriculture reviews**. Springer, The Netherlands, v. 2, p.121–135, 2009.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**: Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras: UFLA, 2010.
- BASHAN, Y.; DUBROVSKI, J. G. *Azospirillum* spp. Participation in dry matter partitioning in grasses at the whole plant level. **Biol. Fertil. Soils**, n. 23, p. 435–440. 1996.
- SILVA, S. R.; PIRES, J. L. F. Resposta do trigo BRS Guamirim à aplicação de *Azospirillum*, nitrogênio e substâncias promotoras do crescimento. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 48, p. 631-638, 2017.

HU, C.; QI, Y. Long-term effective microorganisms application promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China. **European Journal of Agronomy**, v. 43, p. 63-67, 2013.

SHENG, H. E.; SHENG, L.Y. Solubilization of potassium-bearing minerals by a wild type strain of *Bacillus edaphicus* and its mutants and increased potassium uptake by wheat. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 52, p. 66-72, 2006.

HAN, H. S.; LEE, K. D. Phosphate and potassium solubilizing bacteria effect on mineral uptake, soil availability, and growth of eggplant. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 1, p. 176-180, 2005.

SALA, V. M. R. *et al.* Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 833–842, 2007.

CORRÊA, P. C. *et al.* Determinação e modelagem das propriedades físicas e da contração volumétrica do trigo, durante a secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.665-670, 2006.

## ADUBAÇÃO NITROGENADA EM PASTAGENS SOB DIFERENTES MANEJOS DE FERTILIDADE DO SOLO

Data de aceite: 01/04/2022

**Vinicius Gabriani Pereira**

Fundação Educacional de Penápolis  
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras  
Curso de Engenharia Agrônoma  
Penápolis - SP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras – FAFIPE/ FUNEPE como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrônoma, sob orientação do Prof. Dr. Renato Shinkai Gentil.

**RESUMO:** O crescente aumento da população mundial tem como preocupação a produção de alimentos sustentáveis. Assim, a produção de proteína animal está tendo que se adequar cada dia mais com novas tecnologias, no intuito de reduzir o ciclo produtivo. No Brasil a carne bovina está entre as principais fontes de proteína das refeições. A maioria do rebanho brasileiro tem como principal fonte de alimento as pastagens, sendo essa composta por mais de 85% do gênero *Brachiaria*. No entanto, estudos indicam que 80% das áreas de forragens no Brasil se encontram com algum grau de degradação, sendo as falhas na pressão de pastejo e na nutrição inadequada das plantas, pela não disponibilização correta de nutrientes, como os principais fatores para esta situação. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia da adubação nitrogenada em diferentes manejos de fertilidade do solo em pastagens de *Brachiaria brizantha*

cv Marandu. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados com 6 tratamentos e 3 repetições, com duração de 70 dias. Em 2020, em cada respectivo canteiro experimental foi aplicado um determinado manejo de fertilidade do solo, sendo: calcário na dose de 847 kg.ha<sup>-1</sup>; gesso na dose de 1,26 t.ha<sup>-1</sup>; NPK (04-14-08) na dose de 571 kg.ha<sup>-1</sup>, ureia na dose de 104 kg.ha<sup>-1</sup> e por fim o canteiro testemunha, sem aplicação de nenhum fertilizante ou corretivo. Assim, antes do início do período experimental, foi feita a roçagem simulando o pastejo dos animais e foram instalados os seguintes tratamentos: CONT 2- sem aplicação de fertilizantes, CONT 1- aplicação de ureia (50 kg de N ha<sup>-1</sup>) em área sem manejo de fertilidade do solo no ano anterior; CALC- aplicação de ureia (50 kg de N ha<sup>-1</sup>) em área realizada a calagem no ano anterior; GESSO – aplicação de ureia (50 kg de N ha<sup>-1</sup>) em área realizada gessagem no ano anterior; NPK – aplicação de ureia (50 kg de N ha<sup>-1</sup>) em área realizada adubação NPK no ano anterior e UREIA – aplicação de ureia (50 kg de N ha<sup>-1</sup>) em área realizada adubação com ureia no ano anterior. De acordo com os resultados, observou-se que as plantas do tratamento GESSO obtiveram maior altura ao final do período experimental. No entanto, ao comparar o crescimento das plantas no período (altura final – altura inicial), verificou-se que os maiores valores ocorreram nos tratamentos GESSO, CALC, UREIA e CONT1. A taxa de rebrota também mensurada, apresentou melhores resultados nos tratamentos GESSO, CALC e NPK. Dessa forma, pode-se concluir que a aplicação de ureia em diferentes manejos de

fertilidade do solo, mesmo em locais sem prévia correção ou adubação, propicia incremento no crescimento das *Brachiaria brizantha* cv Marandu.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adubação, Nitrogênio, Pastagem.

**ABSTRACT:** The increasing increase in the world population has as a concern the production of sustainable food. Thus, the production of animal protein is having to adapt more and more with new technologies in order to reduce the production cycle. In Brazil beef is among the main sources of protein in meals. Most of the Brazilian herd has as its main source of food the pastures, which are composed of more than 85% of the genus *Brachiaria*. However, studies indicate that 80% of forage areas in Brazil are in some degree of degradation, and failures in grazing pressure and inadequate nutrition of plants, by not making nutrients available correctly, are the main factors for this situation. Thus, the present work aimed to evaluate the effectiveness of nitrogen fertilization in different managements of soil fertility in pastures of *Brachiaria brizantha* cv Marandu. The experiment was conducted in a randomized block experimental design with 6 treatments and 3 repetitions, lasting 70 days. In 2020, in each respective experimental bed a certain management of soil fertility was applied, being: limestone at a dose of 847 kg.ha<sup>-1</sup>; gypsum at a dose of 1.26 t.ha<sup>-1</sup>; NPK (04-14-08) at a dose of 571 kg.ha<sup>-1</sup>, urea at a dose of 104 kg.ha<sup>-1</sup> and finally the control bed, without application of any fertilizer or corrective. Thus, before the beginning of the experimental period, weeding was done simulating the grazing of animals and the following treatments were installed: CONT 2- no fertilizer application, CONT 1- urea application (50 kg of N ha<sup>-1</sup>) in area without soil fertility management in the previous year; CALC- urea application (50 kg of N ha<sup>-1</sup>) in area performed liming in the previous year; GESSO - application of urea (50 kg of N ha<sup>-1</sup>) in an area where plastering was performed the year before; NPK - application of urea (50 kg of N ha<sup>-1</sup>) in an area where NPK fertilization was performed the year before; and UREIA - application of urea (50 kg of N ha<sup>-1</sup>) in an area where urea fertilization was performed the year before. According to the results, it was observed that the plants in the GESSO treatment obtained greater height at the end of the experimental period. However, when comparing the growth of the plants in the period (final height - initial height), it was found that the highest values occurred in the GESSO, CALC, UREIA, and CONT1 treatments. The regrowth rate also measured, showed better results in the treatments GESSO, CALC and NPK. Thus, it can be concluded that the application of urea in different managements of soil fertility, even in places without previous correction or fertilization, provides an increase in the growth of *Brachiaria brizantha* cv Marandu.

**KEYWORDS:** Fertilization, Nitrogen, Pasture.

“ Enquanto houver 1% de chance terei 99% de fé. ”

Tião Carreiro.

## 1 | INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial é uma das maiores preocupações, pois se tem a preocupação de que se precisa produzir alimentos para alimentar o mundo. No Brasil a

carne bovina está presente na maioria das refeições do brasileiro. Tendo em vista essa alta demanda de carne por conta do consumo, há a preocupação de que devida a alta exportação se gera outra preocupação que é acelerar o ciclo da pecuária, que pode ser considerado longo, desde o nascimento do bezerro até a chegada do boi no frigorífico. A base da alimentação bovina no Brasil é à base de gramíneas (pastagem), em que na sua maior parte as pastagens se encontram em degradação, parte do seu cultivo e correção obsoleto, o que faz com que a pecuária seja um ciclo ainda lento no Brasil (FREITAS *et al.*, 2019).

Com a pastagem sendo a principal fonte alimento no país e alta demanda de carne bovina no mundo optou-se por se aderir a novos tipos de manejo de pastagem, já que não se podem abrir mais áreas para o cultivo de pastagens por conta do desmatamento. Assim, atualmente, há vários trabalhos e estudos sobre as forragens brasileiras, focados no manejo de pastagem visando a melhoria e otimização da produção de carne (EUCLIDES *et al.*, 2014).

Segundo Euclides *et al.* (2014), esse tipo de evolução visando a diminuição do ciclo da pecuária, começa desde o conhecimento do tipo de solo, na qual será implantado a gramínea, até a altura de saída dos animais do pastejo, desse modo só haverá sucesso nesse tipo de atividade quando o produtor entender que a pastagem é uma cultura, assim como soja, milho dentre outras atentando-se a correção do solo, adubação, taxa de lotação, altura de entrada e saída, assim maximizando lucros sem ter que reformar a pastagem, e tendo sua pastagem com qualidade por muito mais tempo.

As pastagens geralmente perdem seu potencial produtivo e vigor de rebrota nos primeiros anos, isso está normalmente associado a falta de adubação nitrogenada (DELBEM *et al.*, 2011). Segundo Santini *et al.*, (2015), a utilização de calcário e NPK em uma única aplicação, não apresenta diferença significativa em recuperação de pastagens com alto grau de degradação, sendo assim, deve-se realizar continuamente a correção e adubação em épocas adequadas, principalmente no período mais chuvoso, para que se tenha maior produtividade da pastagem.

Desta forma, esse trabalho teve como objetivo a avaliação da eficácia da adubação nitrogenada em diferentes manejos de fertilidade do solo, no desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Pastagens no Brasil

O Brasil possui como principal fonte de alimento para os bovinos as plantas forrageiras. No entanto, grande parte das pastagens brasileiras estão com algum grau de degradação, seja pela falta de manejo ou pela não de nutrientes (ROSADO; GONTIJO, 2017).



De acordo com Carvalho *et al.* (2017), no Brasil Central a cerca de 50 a 60 milhões de hectares ocupados com pastagens cultivadas, sendo que desse montante 80% está degradada. Essa degradação está ligada a vários fatores, desde a escolha do cultivar, técnicas rudimentares, que acabam afetando na produção de nutrientes da pastagem, como proteína, altura de dossel, dentre outras. Por esses motivos acabam afetando também características químicas, físicas e biológicas do solo.

O alto índice de pastagens degradadas acaba sendo um fator preocupante e ao mesmo tempo seja um bom sinal, pois isso quer dizer que há um imenso potencial produtivo no país (DIAS-FILHO, 2014).

Sendo as pastagens como principal fonte de alimentação animal, isto se traduz em um menor custo na produção de carne bovina, diferentemente de países como EUA, Austrália, UE (União Europeia), que tem como principal fonte na atividade o confinamento, que acaba acarretando em maior custo na produção de carne, visto que esses países possuem esse tipo de fonte alimentícia como principal para bovinos, por questões climáticas, em que não se consegue produzir forragens o ano todo (DIAS-FILHO, 2014).

No Brasil há uma extensa área com pastagens cultivadas, cerca de 200 milhões de hectares (FONSECA *et al.*, 2006; REZENDE *et al.*, 2011), desse montante 85% são do gênero *Brachiaria*, sendo que apenas uma minoria recebe algum tipo de adubação (REZENDE *et al.*, 2011). A espécie mais difundida no Brasil é a *Brachiaria brizantha*, sendo as cultivares Piatã, Xaraés e Marandu as mais cultivadas. O motivo dessas cultivares serem tão bem aceitas no Brasil, se deve a sua boa adaptabilidade ao clima e ao solo, que varia muito de região para região, sua tolerância a solos ácidos, com deficiência de nutrientes e a pragas e doenças, resistência ao pisoteio dos animais, alto vigor e rapidez no rebrote, além de alta produção de matéria verde e seca e também sendo de alto valor nutritivo para os animais, são essas qualidades que fazem com que o gênero *Brachiaria* tenha maior aceitabilidade pelos produtores brasileiros (TSUZUKIBASHI *et al.*, 2016).

## 2.2 Nutrientes utilizados na adubação de pastagem

Os nutrientes utilizados na adubação das pastagens são de suma importância para correção de solo e recuperação de áreas em degradação, ou até mesmo suprir os nutrientes no plantio em caso de reforma da pastagem. Na correção do solo, deve-se atentar primeiramente ao solo, principalmente em seu pH, pois se deve aumentar o pH a uma condição ideal (entre 5,5 e 7), para que todos os nutrientes da adubação estejam disponíveis para planta, assim, diminuindo perdas por imobilização ou petrificação, dentre outros processos, ajudando também na retenção de água e respiração das plantas (AMORIM *et al.*, 2017).

Na adubação das pastagens alguns nutrientes são muito importantes, como o cálcio. O calcário é a principal fonte de fornecimento desse nutriente, além de neutralizar o alumínio tóxico, elevar o pH e saturação por bases (V%). A aplicação de calcário fornecendo, cálcio

e magnésio podem trazer aumento do número de perfilhos, maior crescimento radicular, maior produção de matéria seca de folhas e de raízes, aumentando assim o rendimento da pastagem (GUELFÍ *et al.*, 2013).

O enxofre, também é um dos nutrientes importantes no desenvolvimento das plantas forrageiras, sendo que as principais fontes são o sulfato de amônia (fertilizante químico) e o gesso agrícola ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), que é considerado um condicionador de solo. Normalmente, o gesso agrícola é usado consorciado com o calcário, que reduz uso do corretivo a uma única operação, por poder se misturar (calcário + gesso), reduzindo o custo de aplicação (GUELFÍ *et al.*, 2013).

Segundo Guelfi *et al.* (2013), a correção de acidez com calcário é superficial, sendo assim não atinge a camadas mais profundas do solo, acarretando em baixa saturação por bases nessas camadas do solo e alta saturação por alumínio, o que limita bastante o crescimento das raízes. O íon sulfato de gesso, com sua solubilização no solo faz com que se formem pares iônicos móveis com as bases do solo, que desce pelo perfil elevando a saturação por base e neutralizando a saturação por alumínio em camadas profundas, assim estimulando o crescimento das raízes na pastagem.

Segundo Oliveira *et al.*, (2014), o sulfato de amônia quando misturado com uréia, por ser mais ácido ele promove maior concentração de íons  $\text{H}^+$  próximo aos grânulos do fertilizante, diminuindo os efeitos das perdas de amônia por volatilização, por conta do sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) ser mais ácido traz essa vantagem.

O fósforo, depois do nitrogênio é o nutriente que mais limita a produção de forragem quando se encontra em escassez no solo (OLIVEIRA *et al.*, 2007; FOLONI *et al.*, 2008; REZENDE *et al.*, 2011). O fósforo tem grande importância no desenvolvimento inicial das pastagens, e também em processos que ocorrem dentro da planta (CANTARUTTI *et al.*, 2002; REZENDE *et al.*, 2011).

O fósforo desempenha funções cruciais no estágio inicial das plantas, que é uma das fases mais importantes das pastagens, pois é nesse estágio em que a planta vai se estabilizar e com consequência do manejo sua longevidade na área. Nesse estágio o P (fósforo) tem como função o desenvolvimento radicular, perfilhamento e emissão de estolões (CANTARUTTI *et al.*, 2002; REZENDE *et al.*, 2011).

O fósforo também tem desempenho importante em processos dentro da planta, aonde é de suma importância que tudo esteja em pleno estado de funcionamento para que haja maior potencial produtivo das pastagens. O P tem a função nos processos de metabolismo das plantas, transferência de energia da célula, respiração e fotossíntese, sendo componente estrutural dos genes e cromossomos, e do mesmo modo de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolípidos (REZENDE *et al.*, 2011).

Para correção e manutenção de pastagens utiliza-se adubos de cobertura, que costumeiramente tem como principais macronutrientes o N (nitrogênio) e o K (potássio), e também podem ter o P (fósforo) em porcentagem baixa. O potássio tem função importante

na adubação de pastagem, sendo usado no plantio, ou na cobertura (FIORI, 2016).

O potássio diferentemente do nitrogênio não faz parte de nenhum composto da planta, não apresentando nenhuma função estrutural, sendo que sua principal importância está ligada a ativação enzimática. A abertura e fechamento de estômatos, uma melhor resistência ao estresse hídrico resultando na melhor regulação dos processos fisiológicos como transpiração dentre outros fatores, que também são regulados pela concentração de íons de potássio (FIORI, 2016).

O K também possui uma relação com o nitrogênio que obedece a lei do mínimo, que na aplicação de N em quantidade suficiente para o aumento da produção, acaba sendo limitada pelo baixo teor de K aplicado ao solo (BÜLL, 1993; FIORI, 2016). Em solos deficientes em potássio ocorre acamamento das plantas. Com altos níveis de nitrogênio e baixos de potássio, ocorre o surgimento de palha e caules fracos. A deficiência de K nas plantas apresenta clorose nas folhas mais velhas, seguida por necrose nas margens das folhas mais velhas (FIORI, 2016).

O nitrogênio é o mais importante nutriente na adubação das forragens, levando em consideração que o solo deve estar corrigido adequadamente, para melhor aproveitamento desse nutriente. O N (nitrogênio) se torna muito importante por estar presente na composição das mais importantes biomoléculas dos vegetais, atuando como componente de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, hormônios, enzimas, coenzimas, fitocromos e clorofila (LAVRES JUNIOR; MONTEIRO, 2003; ROSADO; GONTIJO, 2017).

A adubação nitrogenada tem influência significativa na produção de biomassa de gramíneas forrageiras (ROSADO, 2013). O nitrogênio atua no controle de diferentes processos dentro da planta, como desenvolvimento e crescimento do vegetal, principalmente na fixação de carbono, sendo assim a baixa disponibilidade de N no tecido vegetal, afeta de modo direto na taxa fotossintética, onde poderá afetar a atividade da enzima *Rubisco*, que é responsável pela assimilação do CO<sub>2</sub> (NABINGER; PONTES, 2001; ROSADO; GONTIJO, 2017).

O N atua diretamente na fotossíntese tanto na fase fotoquímica, quanto na fase bioquímica, tendo como função aumento da eficiência da captação de luz, e também favorecendo maior biossíntese de proteínas e enzimas ligadas a fotossíntese, respectivamente (ROSADO; GONTIJO, 2017). As funções que o N representa nos vegetais, tem como maior influência nos componentes estruturais da forrageira, como na área foliar da pastagem, comprimento final de folhas, número de folhas vivas por perfilho, relação folha: colmo, densidades de folhas verdes e altura de dossel, sendo essas qualidades que interferem diretamente na produção e consumo de forragem fornecidas para pastejo dos animais (ALVES *et al.*, 2008; POMPEU *et al.*, 2010; ROSADO; GONTIJO, 2017).

### 2.3 Estratégia de adubação em pastagens

No Brasil há uma extensa área de pastagens degradadas, desse modo existem

várias práticas que contribuem para a renovação dessas pastagens. Nesse caso podem ser utilizadas técnicas que irão trabalhar a parte física e química do solo, aonde se deve trabalhar vários aspectos da pastagem para se chegar à conclusão de qual técnica terá resultados mais satisfatórios. Deve-se notar o grau de degradação, a viabilidade econômica, clima, tempo, análise química do solo e a eficiência da técnica para o tipo de solo da área que se planeja recuperar (RIBEIRO *et al.*, 2007; NARANJO *et al.*, 2012; AGUIRRE *et al.*, 2014; CARVALHO *et al.*, 2017).

As técnicas diretas vão de acordo com o grau de degradação da área, podendo ser através da aplicação de corretivos e de fertilizantes com macro e micronutrientes sem revolvimento do solo. Pode-se utilizar técnicas físico-mecânicas em que se utiliza gradagem, aração, cultivador, podendo também usar o fogo como tratamento, sendo que essa técnica irá trazer resultados significativos somente em conjunto com a adubação e correção do solo (ARRUDA, 1988; CARVALHO *et al.* 2017).

Técnicas indiretas para adubação em pastagens consistem na rotação de cultura ou também com ILP (integração lavoura-pecuária). Essa técnica tem como uma das principais vantagens à viabilidade econômica, trazendo menor custo e renovando os nutrientes do solo. Normalmente, se utiliza a rotação com leguminosas fixadoras de nitrogênio no solo, e também a palhada que serve como matéria orgânica, trazendo não só o nitrogênio mais também outros nutrientes, e ajuda a restituir a física do solo. Também se utiliza do cultivo de cultura anuais que tem resultados parecidos com a implantação de leguminosas, trazendo também renda extra para o produtor (MACEDO, 2009; CARVALHO *et al.*, 2017).

O sistema silvipastoril (SSP), também pode ser uma das técnicas implantadas como estratégia para recuperação de pastagens degradadas. Nesse caso o sistema em questão, deve ser ajustado o plantio das árvores com espaçamento maiores para implantação da pastagem e não haver competição. Sendo assim, esse sistema cria um microclima que favorece o desenvolvimento das plantas, e suas folhas diminui o impacto da chuva reduzindo erosão e seu sistema radicular profundo e denso impede o arraste de nutrientes e translocam os nutrientes das camadas mais profundas para a mais superficial do solo ajudando na absorção de nutrientes pelas plantas, além de auxiliar na melhora das características físicas e químicas do solo (CASTRO *et al.*, 2008; CARVALHO *et al.*, 2017).

### 3 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi realizado no Sítio Experimental da Fundação Educacional de Penápolis (FUNEPE - Campus 3), situado no município de Penápolis- SP, no bairro Urutagua, com altitude próxima de 417 metros. O município possui temperatura média de 22°C, e pluviosidade média de 1220 mm/ano. O solo dessa região é classificado como Latossolo amarelo distrófico.

A planta forrageira utilizada foi a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, que já estava

implantada na área. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e três repetições, tendo duração de 75 dias. Foram utilizados seis canteiros como parcelas experimentais, com dimensões de 2,00 m x 4,00m. Um ano antes, em cada respectivo canteiro, foi aplicado um determinado manejo de fertilidade do solo. Assim, no canteiro testemunha não foi aplicado nenhum corretivo ou fertilizante, nos demais canteiros foram aplicados, respectivamente: calcário na dose de 847 kg ha<sup>-1</sup>; gesso na dose de 1,26 t ha<sup>-1</sup>; NPK (04-14-08) na dose de 571 kg ha<sup>-1</sup> e por último ureia na dose de 104 kg ha<sup>-1</sup>.

Antes do início do período experimental, foi realizada a roçagem, simulando o pastejo de animais, e logo após foi realizada a análise química do solo por canteiro, para verificar o efeito dos corretivos e fertilizantes aplicados no experimento anterior.



Figura 1: Local de instalação do experimento com os canteiros devidamente distribuídos.

Fonte: do autor.

Desta forma, os tratamentos que foram avaliados foram: CONT1 – aplicação de ureia (50 kg de N ha<sup>-1</sup>) em área sem manejo de fertilidade do solo no ano anterior; CONT2 – controle - sem aplicação de fertilizantes e/ou corretivos; CALC - aplicação de ureia (50 kg de N ha<sup>-1</sup>) em área que foi realizada a calagem no ano anterior; GESSO - aplicação de ureia (50 kg de N ha<sup>-1</sup>) em área que foi realizada a gessagem no ano anterior; NPK - aplicação de ureia (50 kg de N ha<sup>-1</sup>) em área que foi realizada a adubação com NPK no ano anterior e UREIA - aplicação de ureia (50 kg de N ha<sup>-1</sup>) em área que foi realizada a adubação com ureia no ano anterior. De acordo com a dosagem de N, a quantidade de ureia aplicada em cada canteiro foi de 88 g.



Figura 2: Adubação dos canteiros.

Fonte: do autor.

Foram realizadas as seguintes avaliações com intuito de verificar o efeito dos tratamentos: Altura de planta (AP), taxa de crescimento (TC), teor de proteína bruta e fibra em detergente neutro das folhas (TP).

A altura das plantas foi medida em cada canteiro, em três pontos distintos e pré-determinados, a cada sete dias, utilizando trena graduada em milímetros e uma folha de papel colocada sobre a planta para proporcionar uma altura média das plantas nos pontos pré-determinados.



Figura 3: Medição da altura de plantas.

Fonte: do autor.

Posteriormente, foi realizado novamente a roçagem, quando as plantas alcançaram 35 – 40 cm, simulando o pastejo dos animais, e assim foi realizada a medição da mesma forma com trena e a folha de papel para mensurar a taxa de crescimento (rebrotação). Ao término do período experimental, amostras das folhas de *Brachiaria brizantha* de cada canteiro foram colhidas e encaminhadas para um laboratório de bromatologia, com intuito de mensurar o teor de proteína bruta e fibra em detergente neutro (COSTA; QUEIROZ, 2017).

Os dados foram analisados utilizando o PROC MIXED do programa estatístico SAS (2010). As médias apresentadas foram obtidas pelo comando LSMEANS. Foi realizado o teste de Tukey para a comparação dos tratamentos, sendo considerado como significativo quando  $P < 0,05$ . Quando cabível foi utilizado o procedimento para medidas repetidas.

Dia	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	
1				3	
2				24	
3				12	
4				8	
5		1,5		47	
6				2	0,5
7				3	
8					
9					
10				13	
11			15		
12			10		
13					
14			20		
15					
16			4	88	
17				17	
18					
19				26	
20					
21					
22					
23					
24					
25			4		
26			7		
27			32	9	
28			11		
29					
30					
31					
Total mês	0	104,5	147	105,5	
Total geral			357		

Figura 4: Índice pluviométrico do período do experimento, dados expressos em mm.

Fonte: ETEC João Jorge Geraissate (2021).



## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da altura inicial das plantas, e aos 45 e 70 dias, estão apresentados na Tabela 1. Nesse experimento foi avaliada a resposta que a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu teria ao ser aplicado 50 kg de N ha<sup>-1</sup>, a partir do residual dos corretivos e fertilizantes que foram aplicados no ano anterior (2020) (Tabela 2). Assim, observou-se que os tratamentos em que foram aplicados Calcário (dose 847 kg ha<sup>-1</sup>), Gesso (dose 1,26 t ha<sup>-1</sup>) e NPK (dose 571 kg ha<sup>-1</sup>), no ano de 2020, apresentaram maior (P<0,01) resposta à adubação nitrogenada, no quesito altura média de plantas, no 1º e 2º corte. Os tratamentos com Ureia (dose 104 kg ha<sup>-1</sup>) e CONT 1 (nenhum tratamento aplicado no ano de 2020) apresentaram resultados intermediários segundo a análise de estatística (P<0,01).

Assim, sugere-se que estes resultados tenham ocorrido devido ao fato dos corretivos calcário e gesso demandarem certo tempo para fazerem efeitos no solo. Segundo Lopes (2020), a utilização de calcário após 16 meses eleva Ca, S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, pH, V% e reduz H+Al na camada superficial do solo, já o gesso eleva o teor S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, K, e reduz o Mg após 8 meses, e 16 meses após a aplicação eleva somente o teor de S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. No presente experimento, segundo a análise de solo (Tabela 2), o calcário elevou o pH do solo, V% e zerou a quantidade de alumínio e também a saturação por alumínio, entendendo-se que o calcário fez com que o solo disponibilizasse maior quantidade de N para a planta, diminuindo a perda por ligações com alumínio. O gesso trouxe incremento na quantidade de S, o que sugere que o gesso apresentou melhor resultado pôr o enxofre promover maior crescimento de raízes, conseqüentemente a planta apresenta maior resistência ao déficit hídrico, representando maior quantidade de água e melhor aproveitamento do N.

Os resultados de experimentos realizados no Brasil apontam que a produção de forragem está fortemente ligada ao manejo de fertilidade do solo, sendo que a adubação nitrogenada é a principal ferramenta para melhores resultados e elevação da produtividade (ROSADO; GONTIJO, 2017). Esses resultados corroboram com o experimento de Marques (2020), pois em aplicações em que foram feitos manejos de NPK (04-14-08) e Ureia, apresentaram melhor resultado na produção de forragem, na mesma área do presente experimento que foi realizado em 2021. No presente experimento, foram obtidos resultados praticamente semelhantes, visto que a área em que foi aplicado NPK teve boa resposta à aplicação de ureia, mas os tratamentos corretivos Gesso e Calcário, aplicados no ano de 2020, foram o que apresentaram maiores resultados no quesito altura de plantas, indicando que esses corretivos utilizados nas dosagens adequadas trazem melhor eficácia à aplicação de N.

A adubação nitrogenada (50 kg de N ha<sup>-1</sup>) realizada no presente experimento apresentou resultados significativos no crescimento das plantas (Tabela 1) para todos os tratamentos em que foram utilizados fertilizantes ou corretivos. Dados apresentados por Silva *et al.* (2013), demonstraram que em pastagens degradadas com alta carga de lotação

animal, o capim-marandu apresentou maior altura de plantas, densidade de perfilhos e massa seca de lâminas foliares na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> ano, visto que foi utilizado N no formato de sulfato de amônio, obtendo melhor resultado que a ureia, pois segundo seu experimento, a ureia ocasiona mais perdas por volatilidade. Sabendo-se que o N nas plantas promove alongamento celular, é proporcionada maior área de captação de luz, com consequente maior produção de fotoassimilados e clorofila.

A adubação nitrogenada demonstrou eficiência na taxa de crescimento da pastagem, após o segundo corte (Tabela 1 e Figura 5), demonstrando que o efeito dessa adubação trouxe vantagens se comparado com o CONT2, onde não foi utilizado nenhum tipo de manejo. Por outro lado, pode-se ver que no CONT1, onde não foi utilizado nenhum tipo de manejo no ano anterior, e realizado adubação nitrogenada no presente experimento, obteve-se resultados satisfatórios somente com a adubação realizada. Esses resultados corroboram com Moreira *et al.* (2011), que realizaram experimentos com *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com manejo de animais em lotação contínua, no qual se constatou que a adubação nitrogenada promoveu aumento na massa da forragem, na taxa de lotação e produção animal.

	Calcário	Gesso	NPK	Ureia	Cont1	Cont2	EPM	Trat	Tempo	Tempo*trat
Altura das plantas inicial (cm)	26,0	28,7	25,7	22,5	23,0	16,3	0,9	-	-	-
Altura das plantas aos 45 dias (cm)	56,3	61,0	50,7	55,0	53,0	36,0	1,3	<0,01	<0,01	<0,01
	b	a	c	b	bc	d				
Diferença crescimento (1° Corte - 2° Corte) (cm)	30,3	32,3	25,0	32,5	30,0	19,7	0,8	<0,01	<0,01	<0,01
	a	a	b	a	a	c				
Taxa de crescimento (1° Corte - 2° Corte) (cm/dia)	0,72	0,77	0,60	0,77	0,71	0,47	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	a	a	b	a	a	c				
Altura das plantas aos 70 dias, pós 2° Corte (cm)	57,3	55,7	55,0	51,7	47,7	36,3	1,0	<0,01	<0,01	<0,01
	a	a	a	b	c	d				
Diferença crescimento (2° Corte - Final) (cm)	32,3	30,7	30,0	26,7	22,7	11,3	0,4	<0,01	<0,01	<0,01
	a	a	a	b	c	d				

Taxa de crescimento (2° Corte - Final) (cm/dia)	1,15	1,10	1,07	0,95	0,81	0,40	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	a	a	a	b	c	d				

Tratamentos: Calcário- aplicação de calcário em 2020; Gesso- aplicação de gesso em 2020; NPK- aplicação do fertilizante 04-14-08 no ano de 2020; Ureia- aplicação de ureia no ano de 2020; Cont 1- nenhum tratamento realizado em 2020, Cont 2- nenhum tratamento realizado no presente experimento.

EPM: erro padrão da média. Valor de P para efeitos de adubação, tempo e interação adubação (tratamento) e tempo. Médias na mesma linha, seguidas por letras distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 1: Altura das plantas (cm) e taxa de crescimento (cm/dia) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob efeito de N, em residual de corretivos e fertilizantes do ano de 2020.

	Controle 2020	Controle 2021	Calcário	Gesso	NPK	Ureia
pH	4,6	4,7	5,2	4,7	5,0	4,8
MO	9,5	8,0	8,0	9,0	9,0	9,0
SB	10,8	7,5	11,8	8,6	9,1	7,9
CTC	32,8	32,5	29,8	33,6	37,1	35,9
V (%)	32,5	23,0	40,0	26,0	25,0	22,0
P (mg/dm <sup>3</sup> )	2,0	3,0	9,0	5,0	17,0	4,0
K (mmolc/dm <sup>3</sup> )	0,8	1,5	3,8	1,6	1,1	0,9
Ca	8,0	4,0	5,0	5,0	6,0	5,0
Mg	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0
S	6,0	3,0	3,0	11,0	3,0	2,0
Al	2,0	2,0	0,0	2,0	1,0	1,0
m	16,0	21,0	0,0	19,0	10,0	11,0

Tratamentos: Calcário- aplicação de calcário em 2020; Gesso- aplicação de gesso em 2020; NPK- aplicação do fertilizante 04-14-08 no ano de 2020; Ureia- aplicação de ureia no ano de 2020; Cont 1- nenhum tratamento realizado em 2020.

Tabela 2: Efeito da aplicação de diferentes manejos nutricionais do solo sobre a análise química.

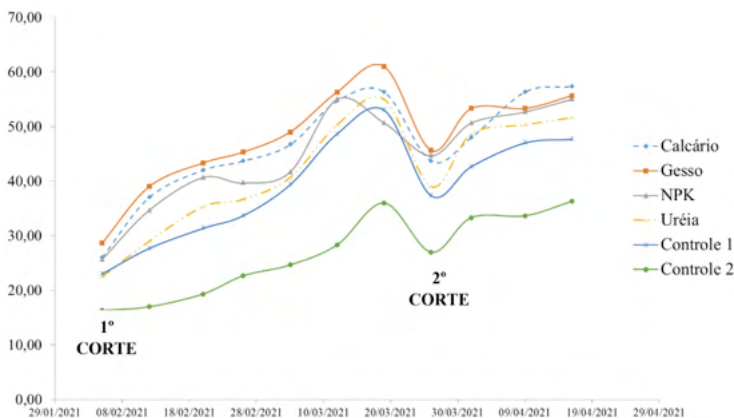


Figura 5: Crescimento da *Brachiaria brizantha* cv Marandu, sob efeito de N, em residual de corretivos e fertilizantes do ano de 2020. Efeitos: Tratamentos –  $P < 0,01$ ; Tempo -  $P < 0,01$ ; Adubação x Tempo -  $P < 0,01$ .

Fonte: do autor

A Figura 5 ilustra o crescimento da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, e a rebrotação indicada na área descrita na figura como 1º e 2º corte. Verificou-se que os manejos descritos acima, trazem diferenças na curva e na taxa de crescimento (Tabela 1). Constatou-se que após o primeiro corte os tratamentos CALC, GESSO, UREIA E CONT1 tiveram as maiores taxas de crescimento. No entanto, o tratamento sem utilização de ureia (CONT2) apresentou as menores taxas de crescimento, o que se justifica pela ausência de reposição de nutrientes que impossibilitam o maior desenvolvimento das plantas.

Esses dados diferem de Euclides *et al.* (2014), que verificaram que a altura de dossel das forrageiras *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e *Panicum maximum* Jacq, não dependeram somente do manejo de corretivos e adubação, mas também do manejo dos animais em pastejo, que pode ser lotação contínua ou rotacionada. De acordo com os autores, a época do manejo corretivo e de adubação deve ser feita de outubro a abril e o manejo de lotação deve ter maior atenção na época de maio a setembro, por conta do menor índice de chuvas.

Tratamento	Controle	Calcário	Gesso	NPK	Ureia
MS (%)	29,5	34,8	29,7	32,0	30,4
PB (% da MS)	6,5	8,4	8,2	7,7	6,8
FDN (% da MS)	69,4	65,5	63,4	66,6	67,8

Tratamentos: Calcário- aplicação de calcário em 2020; Gesso- aplicação de gesso em 2020; NPK- aplicação do fertilizante 04-14-08 no ano de 2020; Ureia- aplicação de ureia no ano de 2020; Cont 1- nenhum tratamento realizado em 2020.

Tabela 3: Efeito da aplicação de diferentes manejos nutricionais do solo sobre a composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv Marandu. MS (matéria seca), PB (proteína bruta), FDN (fibra em detergente neutro).

Adicionalmente ao trabalho, realizou-se a mensuração dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN). No entanto, a quantidade de amostras enviadas e analisadas não permitiu que fosse realizada a análise estatística dos dados, que foram apresentados (Tabela 3) e discutidos com intuito de demonstrar possíveis efeitos na qualidade da forragem conforme os diferentes manejos de fertilidade do solo.

Foi observado que os maiores valores de PB e FDN ocorreram nos tratamentos CALC, GESSO e NPK, isso se deve ao fato de que, como a adubação nitrogenada foi em dose constante em todos os canteiros, os citados acima apresentaram maiores teores de PB, pois conseguiram ter melhor aproveitamento do nitrogênio. Desta forma, sugere-se que devido à menor quantidade de alumínio, pode ter ocorrido melhor aproveitamento dos demais nutrientes, além do fato de que com aplicação do gesso houve incremento na disponibilidade de enxofre para as plantas. De acordo com Reis *et al.* (2013), o período e a dose de nitrogênio influenciam na quantidade de PB e FDN, pois a adubação nitrogenada realizada no fim do período chuvoso, traz maiores resultados em relação a análise acima, onde se mostram também que a adubação nessa época e a quantidade, interferem, pois, doses elevadas de N, aliadas com o fim do período chuvoso levaram o capim *Brachiaria decumbens* ao tombamento.

Segundo Santana *et al.* (2010), as doses de calcário não causam influência no teor de FDN, não corroborando com o presente experimento, pois a dose de calcário, apresentou resultado satisfatório, porém a porcentagem de FDN, apresentada no presente experimento encontram-se acima do ideal para o consumo dos animais, o qual flutua com valores de 55 a 60%.

Os resultados obtidos nesse experimento demonstram que os tratamentos utilizados calcário, gesso, NPK e ureia, no ano de 2020, apresentaram resultados satisfatórios juntamente com a adubação nitrogenada no ano de 2021. Com esses resultados podemos observar que se o produtor conseguir planejar a estratégia de adubação alinhando esses tratamentos em sua cultura pode obter resultados satisfatórios de produção em sua pastagem.

## 5 I CONCLUSÃO

As utilizações de calcário, gesso, NPK e ureia, realizados no ano de 2020, juntamente com aplicação de ureia no ano de 2021, promoveram incremento no crescimento e na velocidade da rebrota da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais, que foram minha base para chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre ter me dado fé e sabedoria desde o começo deste curso, aos meus pais por terem passados seus ensinamentos e me dado respaldo e força a cada dia de minha vida. Quero agradecer ao meu orientador professor Renato pelos ensinamentos, seu tempo tirado para realização do experimento, também quero agradecer a professora de TCC, Juliana, que me auxiliou na escrita deste trabalho, e pelas palavras de apoio para realização deste trabalho, e também agradecer a todo corpo docente da FUNEPE, e a todos os meus amigos que estiveram juntos comigo nesses 5 anos de curso.

## REFERÊNCIAS

AGUIRRE P. F. *et al.* Produtividade de pastagens de Coastcross-1 em consórcio com diferentes leguminosas de ciclo hibernal. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 44, n. 12, p. 2265-2272, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v44n12/0103-8478-cr-44-12-02265.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.

ALVES J. S. *et al.* Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* Stapf. submetida a diferentes doses de nitrogênio e volumes de água. **Acta Veterinaria Brasilica**. Mossoró, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/599/296>. Acesso em: 11 maio 2021.

CARVALHO W. T. V. *et al.* Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. **Pubvet**. Maringá, v. 11, n. 10, p. 1036-1045, 2017. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/artigo/4110/pastagens-degradadas-e-teacutecnicas-de-recuperaccedilatildeo-revisatildeo>. Acesso em: 12 maio 2021.

CASTRO A. C. *et al.* Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2395-2402, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v38n8/a50v38n8.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.

COSTA, J. A. A.; QUEIROZ, H. P. **Régua de manejo de pastagens – edição revisada**. Comunicado técnico – EMBRAPA GADO DE CORTE, v. 135, 7 p., 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1077406>. Acesso em: 04 out. 2021.

DELBEM F. C. *et al.* Fontes e doses de adubação nitrogenada na atividade microbiana e fertilidade do solo cultivado com *Brachiaria brizantha*. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 33, n. 2, p. 361-367, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/asagr/v33n2/24.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.

DIAS FILHO M. B. Diagnóstico das Pastagens no Brasil. **Embrapa Amazônia Oriental**. Belém, e. 1, p. 9-36, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/986147/1/DOC402.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.

EUCLIDES V. P. B. *et al.* Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 61, p. 808-818, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rceres/v61s0/06.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.

FIORI A. M. R. **Altura de corte e adubação potássica em capim-Convert HD 364**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

FOLONI J. S. S. *et al.* Aplicação de fosfato natural e reciclagem de fósforo por milheto, braquiária, milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1147-1155, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n3/a23v32n3.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

FREITAS P. V. D. X. *et al.* Efeitos do pastejo no desenvolvimento e crescimento de plantas forrageiras. **Revista Científica Rural**. Bagé, v. 21 n. 2, p. 388-405, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Silva-Neto/publication/334908235\\_EFEITOS\\_DO\\_PASTEJO\\_NO\\_DESENVOLVIMENTO\\_E\\_CRESCIMENTO\\_DE\\_PLANTAS\\_FORRAGEIRAS/links/5d7fcec92851c22d5dd2270/EFEITOS-DO-PASTEJO-NO-DESENVOLVIMENTO-E-CRESCIMENTO-DE-PLANTAS-FORRAGEIRAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Silva-Neto/publication/334908235_EFEITOS_DO_PASTEJO_NO_DESENVOLVIMENTO_E_CRESCIMENTO_DE_PLANTAS_FORRAGEIRAS/links/5d7fcec92851c22d5dd2270/EFEITOS-DO-PASTEJO-NO-DESENVOLVIMENTO-E-CRESCIMENTO-DE-PLANTAS-FORRAGEIRAS.pdf). Acesso em: 12 maio 2021.

LAVRES JUNIOR J.; MONTEIRO F. A. Perfilamento, Área Foliar e Sistema Radicular do Capim-Mombaça Submetido a Combinações de Doses de Nitrênio e Potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Piracicaba, v. 32, n. 5, p. 1068-1075, 2003. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Jose-Lavres-Junior/publication/262593360\\_Tillering\\_leaf\\_area\\_and\\_Mombacagrass\\_root\\_system\\_in\\_response\\_to\\_nitrogen\\_and\\_potassium\\_combinations/links/02e7e53cd76ff1dbfc000000/Tillering-leaf-area-and-Mombacagrass-root-system-in-response-to-nitrogen-and-potassium-combinations.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Lavres-Junior/publication/262593360_Tillering_leaf_area_and_Mombacagrass_root_system_in_response_to_nitrogen_and_potassium_combinations/links/02e7e53cd76ff1dbfc000000/Tillering-leaf-area-and-Mombacagrass-root-system-in-response-to-nitrogen-and-potassium-combinations.pdf). Acesso em: 11 maio 2021.

LOPES E. E. S. **Aplicação de calcário e gesso em solos arenosos: atributos químicos do solo e qualidade da pastagem *Urochloa brizantha* cv. Piatã**. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, 2020.

MACEDO M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Campo Grande, v. 38, p. 133-146, 2009. Disponível em: <https://akademisch.com.br/wp-content/uploads/2020/11/JY2Bt2t9fJ.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.

MARQUES A. M. C. **Desenvolvimento e Produção da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes manejos de fertilidade do solo**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Agrônômica) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Penápolis – FAFIPE/ FUNEPE, Penápolis, 2020.

MOREIRA L. M. *et al.* Produção animal em pastagem de capim-braquiária adubada com nitrogênio. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, Belo Horizonte, v. 63, n. 4, p. 914-921, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/ssBCFJWnvF3zrkcsbpBgMRS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 out. 2021.

OLIVEIRA P. P. A.; OLIVEIRA W. S.; CORSI M. Efeito residual de fertilizantes fosfatados solúveis na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1715-1728, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v36n6/a03v36n6.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

POMPEU R. C. F. F. *et al.* Características morfofisiológicas do capim-aruaana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v. 11, n. 4, p. 1187-1210, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/40328/22451>. Acesso em: 11 maio 2021.

REIS, G. L. *et al.* Produção e composição bromatológica do capim-marandu, sob diferentes percentuais de sombreamento e doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, 13 nov. 2013. Supplement. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17394>. Acesso em: 11 out. 2021.

REZENDE A. V. *et al.* Características morfofisiológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em resposta à adubação fosfatada. **Revista Agrarian**. Dourados, v. 4, n. 14, p. 335-343, 2011. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/download/1145/926>. Acesso em: 12 maio 2021.

RIBEIRO R. C. *et al.* Introdução de desmódio em pastagem estabelecida de *Brachiaria humidicola*: densidade e frequência da leguminosa no consórcio. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**. Seropédica, v. 27, n. 2, p. 41-49, 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Rossello/publication/267380897\\_INTRODUCAO\\_DE\\_DESMODIO\\_EM\\_PASTAGEM\\_ESTABELECIDADE\\_Brachiaria\\_humidicola\\_DENSIDADE\\_E\\_FREQUENCIA\\_DA\\_LEGUMINOSA\\_NO\\_CONSORCIO/links/546e78730cf29806ec2eb525/INTRODUCAO-DE-DESMODIO-EM-PASTAGEM-ESTABELECIDADE-Brachiaria-humidicola-DENSIDADE-E-FREQUENCIA-DA-LEGUMINOSA-NO-CONSORCIO.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Rossello/publication/267380897_INTRODUCAO_DE_DESMODIO_EM_PASTAGEM_ESTABELECIDADE_Brachiaria_humidicola_DENSIDADE_E_FREQUENCIA_DA_LEGUMINOSA_NO_CONSORCIO/links/546e78730cf29806ec2eb525/INTRODUCAO-DE-DESMODIO-EM-PASTAGEM-ESTABELECIDADE-Brachiaria-humidicola-DENSIDADE-E-FREQUENCIA-DA-LEGUMINOSA-NO-CONSORCIO.pdf). Acesso em: 11 maio 2021.

ROSADO T. L.; GONTIJO I. Adubação nitrogenada em pastagens: os resultados promissores obtidos na pesquisa e a realidade enfrentada pelos produtores. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 19, n. 1, p. 163-174, 2017. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62163939/Artigo\\_1120200221-80371-1st6ihf-with-cover-page.pdf?Expires=1620788380&Signature=g7YV0OnGfd-Ak0L~HMvDUUtAOPw45AlVfPbxBDz9te2LJ~JuQlFvCfDQ9SnZErnvBasHZwApO2~0k9p8wjItdiOa8PGqtBRVrxLPf9m-rX4q3jH7Z6Q9DGwG9wmMfwBYqVoMrx--dL1P~ZBk6o4MbPWQrE2lpOYJfF3MJgK6JaxuzTXykvtNMNxdofSzp1EGEl-gcNiqfoT~xMeqa42oCplm3zeK0swZQ97tCFdqfkb4EzqpPfls-PI8KJvLzTkGlXZZ9-IAI9oRYB8NkfCqa6bnmauq4kSCmHy4Y-iYoF3T130FGCjWmS68B511IRV3ZGGfo7xfhF9FU~axwljcfw\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62163939/Artigo_1120200221-80371-1st6ihf-with-cover-page.pdf?Expires=1620788380&Signature=g7YV0OnGfd-Ak0L~HMvDUUtAOPw45AlVfPbxBDz9te2LJ~JuQlFvCfDQ9SnZErnvBasHZwApO2~0k9p8wjItdiOa8PGqtBRVrxLPf9m-rX4q3jH7Z6Q9DGwG9wmMfwBYqVoMrx--dL1P~ZBk6o4MbPWQrE2lpOYJfF3MJgK6JaxuzTXykvtNMNxdofSzp1EGEl-gcNiqfoT~xMeqa42oCplm3zeK0swZQ97tCFdqfkb4EzqpPfls-PI8KJvLzTkGlXZZ9-IAI9oRYB8NkfCqa6bnmauq4kSCmHy4Y-iYoF3T130FGCjWmS68B511IRV3ZGGfo7xfhF9FU~axwljcfw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA). Acesso em: 12 maio 2021.

SANTANA G. S. *et al.* Produção e composição bromatológica da forragem do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.), submetidos a diferentes fontes e doses de corretivo de acidez. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 241-246, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/10327>. Acesso em: 12 out. 2021.

SANTINI J. M. K. *et al.* Técnicas de manejo para recuperação de pastagens degradadas de capim-Braquiaria (*Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk)1. **Boletim de Indústria Animal**. Nova Odessa, v. 72, n. 4, p. 331-340, 2015. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/481/471>. Acesso em: 12 maio 2021.

SILVA D. R. G. *et al.* Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 184-191, 2013. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/057c87f66905b6cf13469ac11f6c6420/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2028909>. Acesso em: 11 out. 2021.



# CAPÍTULO 8

## A INFLUÊNCIA DO ALHO PORÓ (*Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum*) NO CONTROLE DE PRATINHO NO REPOLHO (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

Data de aceite: 01/04/2022

**Wallace de Oliveira Paes**

Universidade de Sorocaba  
Programa Institucional de Iniciação Científica  
PIBIC/PROBIC/PROVIC  
Sorocaba/SP

**Manuela Nobrega Dourado**

Sorocaba/SP

Relatório científico FINAL apresentado à presidência dos programas institucionais de bolsas de iniciação científica como parte dos requisitos das atividades bolsista.

**RESUMO:** O repolho tem grande relevância comercial dentre as demais espécies de olerícolas cultivadas no Brasil. Um problema que causa danos a cultura é a presença da doença conhecida popularmente como “repolho macho”, “doença do anel” e “pratinho”, ou enfezamento como preferem os acadêmicos. Essa doença é transmitida pela cigarrinha e vem causando sérios danos econômicos aos produtores e dizimando plantações inteiras. A forma de combater essa doença é através de tratamento preventivo com agroquímicos e realizar o plantio distante de matas e plantações velhas de repolho, que são habitat natural da cigarrinha. Uma das ferramentas para prevenção do pratinho, é repelir a cigarrinha (seu vetor) para que não ocorra a transmissão da doença. Dessa forma, o presente trabalho visou avaliar a eficiência do alho poró

em repelir a cigarrinha. Foram transplantados mudas de alho poró nos canteiros de repolho utilizando o sistema consorciado. Após a análise dos resultados obtidos, o tratamento com alho poró mostrou-se eficiente, para a prevenção da doença. Podendo contribuir para o desenvolvimento de novas tecnologias para o combate e prevenção de pratinho no repolho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pratinho no repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Fitoplasma. Cigarrinha. Alho poró (*Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum*).

**ABSTRACT:** Cabbage has great commercial relevance among the other vegetable species cultivated in Brazil. A problem that damages the culture is the presence of the disease popularly known as “male cabbage”, “ring disease” and “little dish”, or stunting as academics prefer. This disease is transmitted by the leafhopper and has been causing serious economic damage to producers and decimating entire plantations. The way to combat this disease is through preventive treatment with agrochemicals and planting away from forests and old cabbage plantations, which are the leafhopper's natural habitat. One of the tools to prevent the small plate is to repel the leafhopper (its vector) so that the transmission of the disease does not occur. Thus, the present work aimed to evaluate the efficiency of the leek in repelling the leafhopper. Leek seedlings were transplanted in cabbage beds using the intercropped system. After analyzing the results obtained, the treatment with leek proved to be efficient for the prevention of the disease. It can contribute to the development of new technologies

to combat and prevent small plates in cabbage.

**KEYWORDS:** Small dish in cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Phytoplasma. Cigarette. Leek (*Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum*).

## 1 | INTRODUÇÃO

O repolho (*Brassica oleracea*) é uma variedade de couve, e um dos vegetais mais utilizados na cozinha brasileira. Tem grande importância econômica, obtendo cerca de R\$ 30.000,00/ha. A produção nacional de repolho em 2012/2013 foi de 1,32 milhão t/ano. São Paulo contribuiu 18% de repolho da produção nacional, dados do (IEA, instituto econômico agrícola de SP). Se trata de uma cultura que exige grande mão de obra humana e por isso é muito presente na agricultura familiar.

A doença “pratinho”, vem causando grandes perdas na cultura do repolho principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil, essa doença vem assombrando os produtores há alguns anos em Piedade região de Sorocaba SP. A doença aparece geralmente em épocas do ano em que ocorre menor volume de chuvas, no inverno e quando ocorre veranico. Fatores estes que favorecem a proliferação das cigarrinhas insetos sugadores que são responsáveis pela transmissão da doença. Várias espécies de cigarrinhas são vetores da doença (MELLO, 2007). Cigarrinhas pertencentes a família Cicadellidae e Delphacidae foram encontradas na plantação de repolho.

“Os sintomas típicos dessa doença são avermelhamento foliar e má formação da cabeça ou total acefalia no repolho. O produtor associa esse sintoma a uma planta em formato de prato, que dá à doença o seu nome popular. Outro sintoma característico é o escurecimento vascular. Ao se cortar a base da planta, no sentido transversal, visualiza-se um anel enegrecido. Estudos recentes associam essa doença a um fitoplasma [...]” (BRUNELI. K. R. et al., 2011, p. 158 apud MELLO, 2007).

Fitoplasma são procariotos desprovidos de parede celular, de dimensões variáveis entre 200 a 800 nm, membros da classe Mollicutes, habitantes dos vasos dos floema e naturalmente transmitidos por cigarrinhas (DAVIS, 1995). “Ainda não foram classificados formalmente como gênero *Phytoplasma*, motivo pelo qual sua denominação atual apresenta como *Candidatus*. Sua taxonomia é complexa, pois apesar de inúmeras tentativas, seu isolamento em meio de cultura ainda não foi possível [...]” (MELLO. A. P. O. A. 2007, p. 14 apud DAVIS, 1995; GOODWIN et al., 1999).

O alho poró (*Allium porrum*) é da mesma família da cebola e alho (*Amaryllidaceae*), é uma planta que vem se difundindo e caindo no gosto do brasileiro em vários pratos. Tem grande importância econômica. Assim como o repolho utiliza bastante mão de obra humana e está presente na agricultura familiar.

O alho poró tem como característica ser um repelente natural muito utilizado em inseticidas botânico (PONTES, 2005). “Os inseticidas botânicos tem sido alvos de

várias pesquisas por apresentarem resultados satisfatórios, serem de fácil utilização e obtenção, baixo custo e minimizarem os problemas apresentados pelos produtos químicos, constituindo-se numa importante forma de controle a ser adotado pelos pequenos agricultores [...]” (PONTES, 2005, apud WEINZIERL e HENN, 2005). O alho poró repele pulgão preto do feijoeiro (*Aphis craccivora* Koch) (PONTES, 2005).

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os inseticidas à base de plantas foram utilizados até meados do século XIX, e a partir de então foram sendo substituídos por substância sintéticas (Thacker, 2002).

O efeito dos inseticidas botânicos sobre os insetos é variável podendo ser tóxico, repelente, causar esterilidade, modificar o comportamento, o desenvolvimento ou reduzir a alimentação (Arnason et al., 1990).

Segundo Cloyd (2004) há várias vantagens e desvantagens advindas da utilização dos inseticidas botânicos. Vantagens: degradação rápida, ação rápida, baixa toxicidade, seletividade, baixo fitotoxicidade. Desvantagens: rápida degradação, toxicidade de organismos não alvos, disponibilidade e custo, falta dados de pesquisa, os compostos bioativos podem variar conforme a espécie e variedade da planta.

Segundo Oliveira (2014), o consórcio, é um recurso aplicado principalmente na agricultura orgânica ou por pequenos agricultores. Ultimamente estudos apresentaram resultados satisfatório sobre esse tema, envolvendo: biodiversidades, controle de pragas, entre outros aspectos.

O controle e manuseio da agricultura por meio da utilização de plantas, têm como seus objetivos elevar a quantidade de inimigos naturais para que haja o controle de insetos pragas (GOMES, 2015). Os inimigos naturais são classificados em três grupos: parasitoides ou parasitos, patógenos e predadores. Os patógenos, diferentemente dos parasitos e predadores são microrganismos sendo os parasitos e predadores, agentes entomófagos (que se alimentam de insetos). Os parasitoides para concluírem seu ciclo precisam de um único hospedeiro. Já os predadores, que podem possuir hábitos alimentares especialistas ou generalistas necessitam de inúmeros indivíduos para que possam se desenvolver completamente (CAVALCANTE; TOGNI; LANGER, 2008).

As plantas inseticidas são utilizadas em consórcio na agricultura, com a função de diminuir e repelir a incidência de insetos herbívoros que gerarão danos na cultura, principal, podendo ter função direta ou indireta sobre a praga, e servirem de abrigo a inimigos naturais que conseqüentemente encontram seu alimento, favorecendo o controle biológico e, também, como planta armadilha, ou seja, ao invés do inseto fitófago alimentar-se da cultura principal, ele recorre a planta armadilha, minimizando prejuízos ao produtor.

Para Peres (2007), entre as diversas maneiras de se realizar a agricultura orgânica é através do aumento da diversidade de espécies que é possível reparar danos causados

pela monocultura. Há duas maneiras de se obter resultados remediadores referente a essa problemática, sendo elas pelo uso de plantas com potencial atrativo, podendo ser feito por meio de faixas ou bordadura ou pelo cultivo e reparo de plantas espontâneas.

### 3 | OBJETIVOS

O objetivo geral deste projeto foi avaliar a **INFLUÊNCIA DO ALHO PORÓ (*Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum*) NO CONTROLE DE PRATINHO NO REPOLHO (*Brassica oleracea* var. *capitata*)**

Para alcançar os objetivos gerais, o projeto desenvolveu os objetivos específicos

- a) Comparação da produção de repolho nos seguintes tratamentos: 1. Controle (sem uso de inseticida); 2. Tratamento convencional (inseticida); 3. Consórcio com alho poró.
- b) Foi avaliado a incidência da doença e da cigarrinha.

### 4 | DELINEAMENTO DO ESTUDO

Experimental com plantas ou experimentos in vivo.

### 5 | MÉTODOS

#### a. Material vegetal

Foram utilizados mudas de repolho proveniente de viveiro de mudas Miak e mudas de alho poró provenientes do produtor agrícola Wallace de Oliveira Paes.

#### b. Delineamento experimental

Foi realizado um experimento para avaliar a **influência do alho poró (*Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum*) no controle de pratinho no repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*)**.

Foram utilizado os seguintes tratamentos: 1. Controle: sem nenhum tratamento; 2. Tratamento convencional com inseticida Tiametoxam (DURIVO); 3. Consórcio com alho poró.

Os canteiros foram preparados, retirando restos vegetais das culturas anteriores.

No dia 12 de Setembro de 2019, as mudas de repolho foram transplantadas em três fileiras no canteiro com espaçamento de 35 cm entre plantas e 40 cm entre linha, foram utilizadas 50 mudas por tratamento.

No tratamento com alho poró, o alho poró foi transplantado nas bordas do canteiro no espaçamento de 25cm entre plantas.

No tratamento convencional, utilizou inseticida Thiametoxam (Durivo Singenta), que foi aplicado quinzenalmente por duas vezes iniciando no plantio. A dosagem utilizada

foi de 150 ml/100 litros de água.

Em todos os tratamentos foi utilizado o sistema de irrigação de gotejamento presente no NEAS. Foi realizado uma adubação de base com fertilizante NPK (04-14-08) no dia 11 de Setembro de 2019, e três adubações de cobertura iniciando 15 dias após o plantio: aos 15 dias com fertilizante NPK (30-00-00), aos 30 dias com fertilizante NPK (12-06-12), aos 45 dias com fertilizante NPK (20-05-20).

Foi utilizado os fungicidas Mancozebe (Manzate 800 WG) dosagem 200g/100L de água e Oxicloreto de Cobre (Recop) dosagem 100g/100L de água, como preventivo pra fungos em todos os tratamentos, foi realizada uma aplicação no dia 29 de Outubro de 2019.

### **c. Quantificação da biomassa**

Foram colhidas 10 plantas da fileira do meio, foram pesadas antes e depois da secagem, avaliando massa fresca e massa seca.

Foi medida o diâmetro da cabeça com folhas e só da cabeça da planta utilizando fita métrica.

A secagem das plantas foi efetuada a 55°C por 20 dias até as mesmas atingirem uma massa constante e em seguida foi obtida a massa de matéria seca.

### **d. Quantificação de cigarrinhas**

Foram instalados armadilhas, color trap painel amarelo, na área do experimento por três dias, no momento da instalação do experimento, para comprovar se havia presença de cigarrinhas no local.



Figura 1. Foto da armadilha que foi instalada na área Para monitoramento das cigarrinhas. Autoria própria.

## e. Avaliação dos sintomas da doença

Foram observadas diariamente, e ao final do experimento as plantas que apresentaram sintomas de enfezamento, as cabeças de repolho foram cortada na horizontal para observar e comprovar a doença pela presença do anel preto na base.

## 6 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Presença de cigarrinhas na área

Foram capturadas 12 cigarrinhas das espécies *Atanus nitidus*, *Agallia albidula*, *Agalliana sticticollis* e *Deois flavopicta*, ao redor da área do experimento durante 3 dias, indicando a presença do vetor da doença.

### 6.2 Medidas fenométricas

Foi realizada a colheita de dez plantas por repetição da fileira central de cada tratamento (totalizando 40 plantas por tratamento) desprezando as bordaduras.

As tabelas 1, 2 e 3 estão apresentadas as médias de cada repetição, mostrando que não há muita discrepância entre as médias das repetições, podendo ser observada pelos valores dos desvios. Os gráfico 1 e 2 mostram as médias e os desvios dos dados apresentados.

Tratamento: Alho poró	Massa parte aérea (Kg)	Massa da Raiz (Kg)	Diâmetro Total (mm)	Diâmetro da Cabeça(mm)
Parcela 1	2,686	0,089	71,3	55,8
Parcela 2	2,274	0,081	70,5	55,5
Parcela 3	1,954	0,048	59,5	52,6
Parcela 4	3,037	0,053	70,9	60,7
<b>Média</b>	<b>2,488</b>	<b>0,068</b>	<b>68,05</b>	<b>56,15</b>
<b>Desvio</b>	<b>0,473</b>	<b>0,020</b>	<b>5,709</b>	<b>3,359</b>

Tabela.1 Comparação das médias das repetições do tratamento: Alho poró como repelente do inseto vetor

Tratamento: Convencional	Massa parte aérea (Kg)	Massa da Raiz (Kg)	Diâmetro Total (mm)	Diâmetro da Cabeça(mm)
Parcela 1	2,299	0,087	68,3	52,6
Parcela 2	2,628	0,077	68,4	56,1
Parcela 3	2,502	0,052	65,7	57,4
Parcela 4	1,845	0,044	60,2	50,9
<b>Média</b>	<b>2,3185</b>	<b>0,065</b>	<b>65,65</b>	<b>54,25</b>
<b>Desvio</b>	<b>0,344</b>	<b>0,020</b>	<b>3,842</b>	<b>3,016</b>

Tabela.2 Comparação das médias das repetições do tratamento: Convencional: 1. com inseticida Tiameotaxam (DURIVO).

Tratamento: Controle	Massa parte aérea (Kg)	Massa da Raiz (Kg)	Diâmetro Total (mm)	Diâmetro da Cabeça(mm)
Parcela 1	2,158	0,073	65,70	54,50
Parcela 2	2,309	0,087	67,50	49,30
Parcela 3	2,549	0,088	66,50	50,40
Parcela 4	2,503	0,057	62,90	57,40
<b>Média</b>	<b>2,380</b>	<b>0,0761</b>	<b>65,65</b>	<b>52,9</b>
<b>Desvio</b>	<b>0,181</b>	<b>0,0143</b>	<b>1,98</b>	<b>3,74</b>

Tabela.3 Comparação das médias das repetições do tratamento: Controle, sem nenhum tratamento

Os dados foram submetidos ao teste de comparação de média Duncan, os resultados das tabelas 4 e 5 demonstra que o tratamento alho poró apresentou melhores resultados em todos os parâmetros analisados, exceto massa fresca de raiz. No teste de comparação de médias ANOVA foi observado diferenças entre as média e no teste de Duncan, teste estatístico muito utilizado para sistemas biológicos, são geradas letras **A** e **B**, letras iguais tem médias estatisticamente iguais apesar dos números serem diferentes, letras diferentes são estatisticamente diferente.

Tratamentos	Massa fresca parte aérea (Kg)	Desvio	Duncan	Massa fresca Raiz (Kg)	Desvio	Duncan
Alho poró	<b>2,488</b>	<b>0,473</b>	<b>A</b>	0,068	0,02	AB
Convencional (inseticida)	2,318	0,344	B	0,065	0,02	B
Controle (sem tratamento)	2,38	0,181	AB	0,076	0,014	A

Tabela 4. Média da massa fresca da parte aérea e raiz de repolho nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Diâmetro Total do repolho (mm)	Desvio	Duncan	Diâmetro da Cabeça (mm)	Desvio	Duncan
Alho poró	<b>68,05</b>	<b>5,709</b>	<b>A</b>	<b>56,15</b>	3,359	A
Convencional (inseticida)	65,65	3,842	B	54,25	3,016	AB
Controle (sem tratamento)	65,65	1,976	AB	52,9	3,743	B

Tabela 5. Média do diâmetro total e da cabeça do repolho nos diferentes tratamentos

A análise dos dados indica que o tratamento com alho poró é apresenta uma massa seca e diâmetro total estatisticamente maior que o tratamento convencional (com

inseticida), e estatisticamente maior que o diâmetro da cabeça (tabelas 4 e 5).

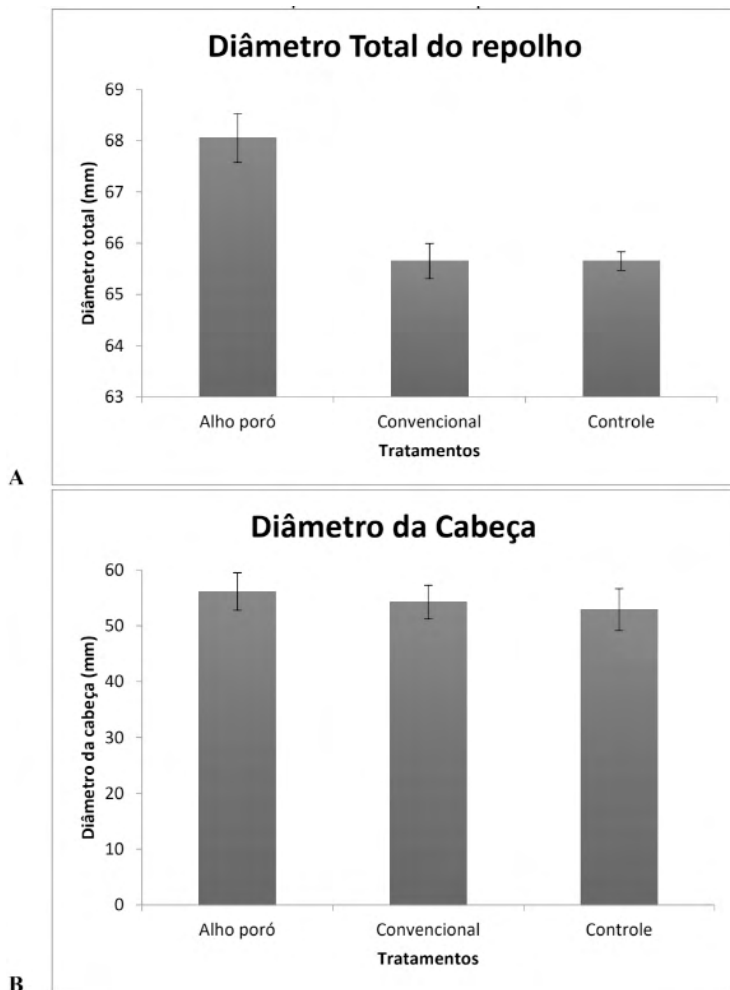
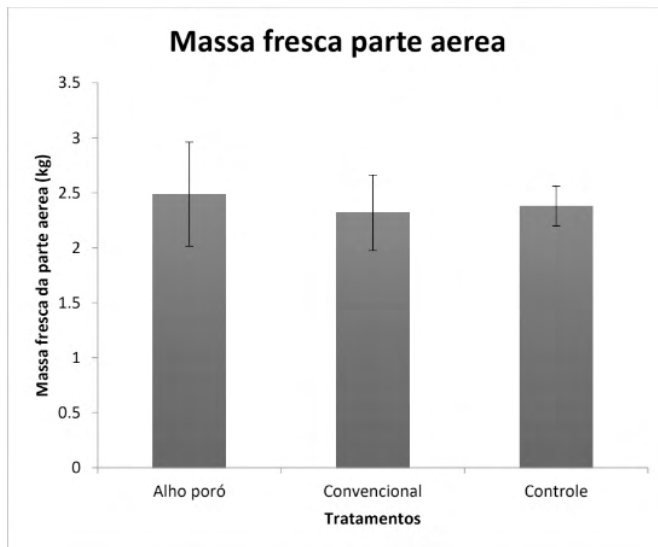
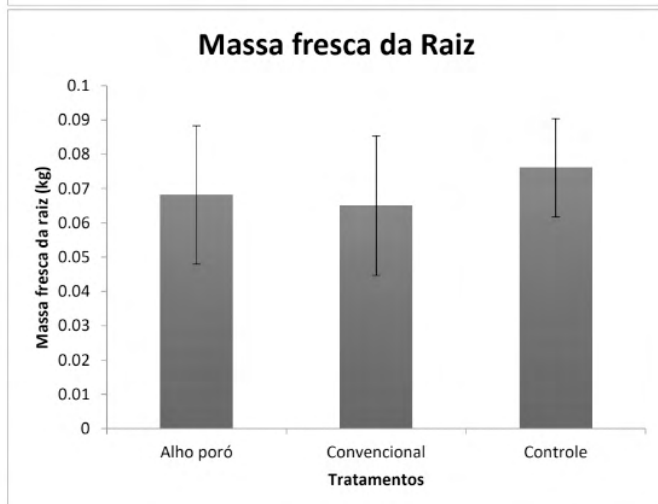


Grafico.1 **A)** Comparação entre tratamentos do diâmetro total do repolho. Dados coletados dos tratamentos realizados. Onde o tratamento alho poró se destacou-se. **B)** Comparação entre tratamentos do diâmetro da cabeça. Tratamento alho poró se destacou-se.





**A**



**B**

Gráfico.2 **A)** Comparação entre tratamentos realizados. Massa fresca parte aérea. O alho poró se destacou-se **B)** Massa fresca da raiz. A massa radicular do tratamento controle destacou-se.

Tratamento Alho Poró



A

Tratamento controle



B

Tratamento convencional



C

Figura 2. Foto as 80 dias após o transplante das mudas demonstrando os canteiros utilizados e a diferença entre os tratamentos a) Tratamento Alho Poró; b) Tratamento controle (sem tratamento), c) Tratamento convencional (com uso de inseticida). Autoria própria.

Segundo Zawadneak 2015, para o controle de cigarrinhas em brássicas o método é o controle preventivo, tendo como principais medidas: eliminação de restos culturais, eliminação de plantas daninhas hospedeiras, plantio em faixas com milho, rotação de cultura e mudas saudáveis provenientes de um viveiro bem protegidos com telas e filmes.

O presente experimento apresentou o aumento da produção de repolho na presença do alho poró usando canteiros com os mesmos tratamentos culturais. Sendo que este é o primeiro trabalho que estuda a ação repelente de alho poró à cigarrinhas vetores de fitoplasma que causa a doença conhecida como “pratinho”.

Esse consórcio com alho poró que pode ser usado pelos agricultores pois além de ser mais eficiente que o controle químico (inseticida) testado, pode apresentar um menor custo e torna a produção mais sustentável já que não deixa resíduos com o inseticida utilizado que apresenta uma alta toxicidade e risco toxicológico.

Esse aumento de tamanho do diâmetro (total e da cabeça) e massa fresca total no tratamento com Alho Poró possivelmente se deve não apenas devido a inibição da cigarrinha (vetor de pratinho), mas também devido a ação repelente do alho poró a outras pragas e patógenos não analisados.

Segundo PONTES 2005, o estrato de Alho Poró teve uma eficiência de 32% de controle de *Aphis craccivora*, conhecido por pulgão preto do feijoeiro, que é uma das mais importantes pragas do feijão-de-corda no Nordeste. O Alho Poró pode atuar contra pulgões que atacam a cultura do repolho, no entanto, esses dados não foram avaliados.

Os estratos e óleos essenciais são concentrados obtidos a partir de plantas ou partes delas. Segundo Moraes 2009, óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, com baixo peso molecular, geralmente odoríferas e líquidas, constituídas, na maioria das vezes, por moléculas de natureza terpênic.

O potencial inseticida dos óleos essenciais vem sendo amplamente estudado. Lima et al 2009, realizou experimento utilizando óleo essencial de pimenta-preta, com a finalidade de analisar sua atividade inseticida.

Com isso podemos pensar em um próximo experimento, utilizando extrato e óleos essenciais, visando eliminar o uso de agroquímicos nas lavouras de repolho.

### 6.3 Avaliação dos sintomas da doença

Apenas no tratamento controle (apenas nas repetições 2 e 3) foram encontrados 2 repolhos com enfezamento, pois apresentaram os seguintes sintomas: anel negro na haste, super brotamento, avermelhamento das folhas e má formação da cabeça. As plantas foram cortadas na horizontal para observarmos o anel negro na haste, conforme a figura 3. Apesar de serem encontradas poucas plantas com a doença foi observado a presença do sintoma, indicando a presença do patógeno na área do experimento.

Não foi encontrado sintomas doença nos outros tratamentos (alho poró e convencional), provavelmente devido ao eficiente controle tanto do tratamento químico (inseticida) como do tratamento biológico (com a planta repelente de alho poró).

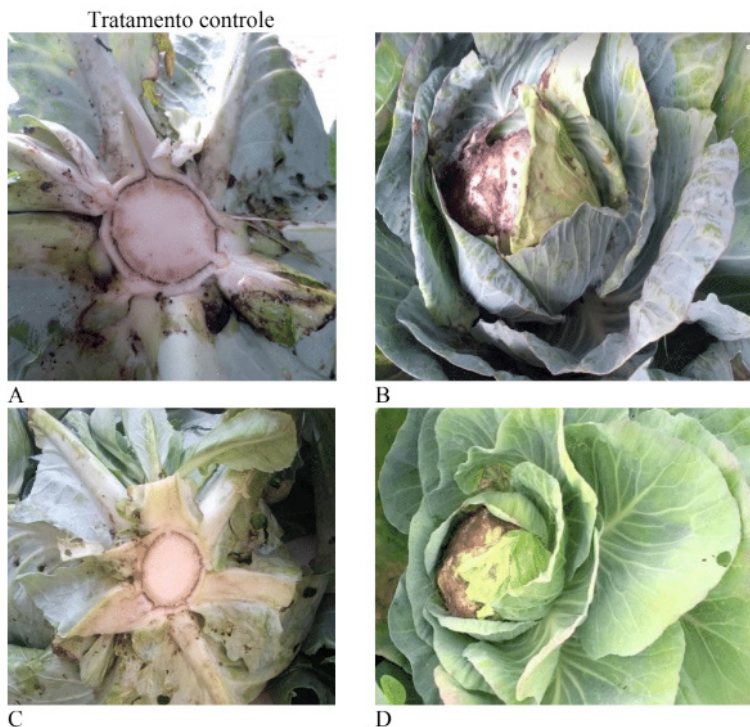


Figura 3 – Sintomas do enfezamento apresentados no tratamento controle, por plantas de repolho afetadas pelo pratinho: anel negro na haste, super brotamento, avermelhamento das folhas e má formação da cabeça. Onde A e B) Planta 1 do tratamento controle com sintoma da doença, e C e D) Planta 2 do tratamento controle com sintoma da doença. Material de autoria própria.

## 71 CONCLUSÃO

Os resultados do presente trabalho mostram que o tratamento do repolho em consórcio com o Alho Poró apresentou uma maior produção de massa fresca e tamanho (diâmetro total e da cabeça), indicando que o alho porró é um repelente natural muito eficiente, mais eficiente que o tratamento químico (com inseticida) sendo capaz de repelir as cigarrinhas que transmitem o fitoplasma que causam a doença pratinho no repolho, além de ser uma prática mais sustentável tanto no aspecto econômico (pois apresenta um menor custo) como no aspecto ambiental (pois não deixa resíduos no solo como o tratamento com inseticida).

## REFERÊNCIAS

ARNASON, J.T.; PHILOGÈNE, B.J.R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. Washington, DC, American Chemical Society. v. 387. 1990. 214p.

BRUNELI, K. R. et al; Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças da Brassica no Brasil. **Impactos das Mudanças Climáticas Sobre Doenças de Importantes Culturas no Brasil**, Jaguariúna, 2011 pg. 158 cap. 8

CAVALCANTE, Kelly Ramalho; TOGNI Pedro Henrique; LANGER Leonardo F. **Abundância dos inimigos naturais em tomate monocultura e consorciado com coentro em sistema orgânico de produção**. Ed. Brasília, DF, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008.

CLOYD, R. Natural indeed: Are natural insecticide safer and better then conventional insecticide? **Illinois Pesticide Review**, 17: 1-3, 2004.

DAVIS, R. E. Fitoplasma: Fitopatógenos procarióticos sem parede celular, habitantes de floema e transmitidos por artrópodos. **Revisão anual de Patologia de Planta**, Passo Fundo, v.3, p.1-27, 1995.

GOMES, Camila Costa. **Potencial atrativo para inimigos naturais de cobertura verde e batata-doce cultivada em sucessão, sob sistema orgânico**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 30 de Junho de 2015.

LIMA, Rafaela Karin et al. Atividade Inseticida de Óleo Essencial de Pimenta Longa (*Piper hispidinervum* C. DC.). Sobre lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smithi, 1997) (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Amazonica**, Manaus, v.39, n. 2, p.377-382, 2009.

MELLO, A. P. O. A. 2007: Identificação molecular de fitopatologia associados ao enfezamento do repolho e análise epidemiológica da doença. **Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Agronomia**. Na área de concentração: fitopatologia.

MORAIS, Lília Aparecida Salgado. Óleos Essenciais no Controle Fitossanitário. In: BETTIOL, Wagner; MORANDI, Marcelo Augusto Boechat. **Biocontrole de doenças de Plantas: uso e perspectivas**. 1ª Ed. Jaguariúna: Embrapa meio Ambiente, 2009. 341 p.

OLIVEIRA, Flavia Queiróz de et al. Insecticidal activity of bioproducts on *Ceratitís capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). **African Journal of Biotechnology**, Africa, 19 de March, 2014. Vol. 13 (12), pp. 1430 – 1438.

PERES, Fernanda Salles Cunha. **Cravo-de-defunto (*Tagetes patula* L.) como planta atrativa para tripés (*Thysanoptera*) e Himenópteros parasitoide (*Hymenoptera*) em cultivo protegido.** Jaboticabal, SP, 2007. Xiii, 50 f. dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2007.

PONTES, F.; SADI, SANTOS. **Atividade inseticida de extrato e óleos vegetais sobre ninfas de pulgão-preto-do-feijoeiro (*Aphis craccivora* Koch)**

THACKER, J.R.M. **An Introduction to arthropod pest control.** Cambridge, Cambridge University. 2002, 360p.

WEINZIERL, R.; HENT, T. **Alternatives in insect management: Biological and Biorational Approaches.** Illinois: Extension Publication off University of Illinois USA.

ZAWADNEAK, Maria Aparecida Cassilha et al. **Olericultura: pragas e inimigos naturais.** – Curitiba: SENAR – PR, 2015.

## CAPTURA EM MASSA DE *Bactrocera oleae* NO SUL DE PORTUGAL

Data de aceite: 01/04/2022

**Maria Albertina Gonçalves**

Universidade do Algarve/FCT, Campus de Gambelas  
MedtiBio, Centre for Mediterranean Bioresources and Food, Campus de Gambelas

**José Gonçalves**

Universidade do Algarve/ISE, Campus da Penha

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo determinar a eficácia da captura em massa da mosca-da-azeitona, com o auxílio de armadilhas tipo “Olipe”. Os nossos estudos foram conduzidos num olival tradicional de sequeiro, com cerca de 3 ha, da variedade “Maçanilha Algarvia”, situado no concelho de Alcoutim (Algarve). O olival foi dividido em duas parcelas de 1,5 ha cada. Uma das parcelas funcionou como testemunha. Na parcela tratada, instalou-se uma armadilha tipo “Olipe” em cada árvore, para a captura em massa. Para avaliação da eficácia do método, marcaram-se 6 armadilhas tipo “Olipe” colocadas na zona central da parcela tratada. Em cada parcela, foram instaladas 5 armadilhas cromotrópicas adesivas de cor amarela com feromona sexual, e 5 copos mosqueiros “Tephri traps” com proteína hidrolisada, para monitorização da população adulta da mosca. As armadilhas tipo “Olipe” foram iscadas com 1 L de solução de fosfato diamónio a 5% (50 g L<sup>-1</sup>). Todas as armadilhas foram colocadas na zona sul da copa das árvores, aproximadamente a 1,5 m acima da superfície

do solo. As observações foram realizadas semanalmente, no período compreendido entre 1 de julho e 30 de novembro, nos anos de 2015, 2016 e 2017. Desde as primeiras capturas da mosca nas armadilhas até à colheita, em cada parcela, recolheram-se 100 frutos de 10 árvores escolhidas aleatoriamente. Sempre que necessário, fez-se o acrescento da solução de fosfato diamónio e da proteína hidrolisada, bem como a substituição das armadilhas cromotrópicas. Os resultados obtidos indicam que o número de frutos atacados foi sempre menor na parcela sujeita à captura em massa, e que a densidade da população adulta da mosca foi sempre superior na parcela testemunha. Este trabalho demonstra que a técnica da captura em massa, com recurso às armadilhas tipo “Olipe”, poderá ser um bom método de proteção contra a praga, em olivais no Algarve.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Olea europaea*, mosca-da-azeitona, armadilhas, proteção, Algarve.

### MASS TRAPPING OF *Bactrocera oleae* IN SOUTHERN PORTUGAL

**ABSTRACT:** This study aimed to determine the effectiveness of the mass trapping technique against the olive fruit fly with the aid of “Olipe” traps. Our studies were conducted in a traditional olive grove of the “Maçanilha Algarvia” cultivar, located in the municipality of Alcoutim (Algarve). The olive grove was about 3 ha and was divided into two plots of 1.5 ha each. In the treated plot an “Olipe” trap per tree was installed and in the control plot no “Olipe” traps were installed. To assess of the effectiveness of the mass trapping technique, 6 “Olipe” traps of the treated plot were

marked. To monitoring the adult olive fruit fly population, 5 yellow sticky traps with sexual pheromone and 5 Tephri traps with hydrolyzed protein were installed in each plot. The “Olipe” traps were baited with 1 L of diammonium phosphate solution at 5% (50 g L<sup>-1</sup>). All traps were placed in the southern part of the tree canopy, approximately 1.5 m above the soil surface. Our observations were carried out weekly between July 1 and November 30 in the years 2015, 2016 and 2017. Since the first fruit fly catches in traps to harvest, in each plot, 100 fruits of 10 randomly chosen trees were collected. The addition of the of diammonium phosphate solution and hydrolyzed protein as well as the replacement of the yellow sticky traps were done when necessary. The results indicate that the number of damaged fruits was always lower in the treated plot and the adult olive fruit fly density was always higher in the control plot. This work demonstrates that the mass trapping technique using “Olipe” traps might be a good control method against the olive fruit fly in Algarve.

**KEYWORDS:** *Olea europaea*, olive fruit fly, traps, control, Algarve.

## INTRODUÇÃO

A oliveira, *Olea europaea* L. (Família: Oleaceae), é uma árvore robusta e bem adaptada às condições edafoclimáticas da região da bacia mediterrânea. Sendo uma das plantas cultivadas mais antigas na região, faz parte da sua paisagem natural (Gonçalves, 2016). Os seus frutos são muito apreciados pelo homem e também por outros animais que os utilizam na sua alimentação. Trata-se de uma espécie botânica originária da Ásia menor e que foi difundida pela região mediterrânea através das invasões e trocas comerciais que se deram nesta região. Os Gregos aperfeiçoaram a suas técnicas de cultivo, pois acreditavam que a oliveira lhes dava força e vida. Atualmente encontra-se amplamente difundida, sendo cultivada nas Américas, África do Sul, Austrália e Japão. Os principais países produtores de azeitonas são Espanha, Itália, Grécia, Turquia, Tunísia, Marrocos, Síria, Argentina e Portugal. O interesse nesta cultura reside na importância dos seus frutos (as azeitonas), utilizados para produção de azeite ou para conserva (azeitona de mesa e pickles). O interesse crescente nesta cultura para os mais diversos fins (alimentação, medicina, cosmética, entre outros), tem contribuído para a intensificação da produção do olival. Atualmente, podemos encontrar vários sistemas de condução do olival: tradicional, intensivo e superintensivo. No Algarve, encontramos a oliveira em cultura extreme ou, na maioria dos casos, coexistindo com outras culturas típicas da região, como sejam a alfarrobeira, a figueira e a amendoeira. Apesar de ser uma cultura milenar, bastante robusta e amplamente difundida, como qualquer outra cultura pode ser alvo de vários problemas sanitários, dos quais se destacam as pragas. Relativamente às pragas, os insetos assumem particular importância e são várias as espécies que atacam o olival (Gonçalves & Afonso, 2008; Gonçalves, 2014; Gonçalves, 2016). Na zona da bacia mediterrânea, a mosca-da-azeitona, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) é a principal praga da cultura, afetando negativamente a produção de azeitonas, através da diminuição da



quantidade e da qualidade do azeite e da azeitona de mesa (Gonçalves & Andrade, 2012). As picadas de postura que a fêmea faz sobre os frutos, são suficientes para lhes retirarem valor comercial, caso estes se destinem à produção de azeitona de mesa. No caso da produção de azeite, os prejuízos quantitativos devem-se ao consumo de parte da polpa pelas larvas da mosca, e da provável queda prematura dos frutos atacados, enquanto os prejuízos qualitativos são resultado da perda de qualidade do azeite obtido dos frutos atacados pela mosca. Relativamente à proteção fitossanitária contra a mosca-da-zeitona, a legislação comunitária e a nacional têm vindo a restringir o uso ou a proibir a utilização dos inseticidas mais eficazes contra a praga (Coutinho et al., 2009). Assim, a procura de métodos de proteção contra a praga, alternativos à luta química, assume grande relevância. É uma prática corrente e tem tido resultados muito promissores, a técnica da captura em massa com atrativos sexuais ou alimentares, contra pragas de importância económica (Gonçalves, 2017a; Gonçalves, 2017b). No caso concreto da mosca-da-zeitona, a luta biotécnica contra esta praga tem dado bons resultados em diferentes situações, quer através da captura em massa, utilizando dispositivos como as chamadas armadilhas tipo “Olipe”, quer através da aplicação de luta atraticida (Pereira et al., 2015). Este trabalho foi realizado num olival tradicional de sequeiro, e teve como objetivo determinar a eficácia da captura em massa da mosca-da-zeitona com o auxílio de armadilhas tipo “Olipe”, iscadas com fosfato diamónio a 5%, no Algarve.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo decorreu no período compreendido entre 1 de julho e 30 de novembro, nos anos de 2015, 2016 e 2017. Os trabalhos foram conduzidos num olival tradicional de sequeiro, com cerca de 3 ha, da variedade “Maçanilha Algarvia”, com mais de 40 anos, situado no concelho de Alcoutim (Algarve). O compasso de plantação é de 10 m ´ 10 m, ou seja 100 árvores por hectare. O sistema de gestão do solo era o enrelvamento permanente, constituído por um prado natural com predomínio de leguminosas e gramíneas. O olival foi dividido em duas parcelas com cerca de 1,5 ha cada. Numa das parcelas instalaram-se as armadilhas tipo “Olipe” (parcela tratada) e a outra parcela funcionou como testemunha (fig. 1). Várias técnicas de amostragem foram utilizadas para determinação da eficácia da captura em massa da mosca-da-zeitona com recurso a armadilhas tipo “Olipe”.

### Armadilhas tipo “Olipe”:

Na parcela tratada, instalou-se uma armadilha tipo “Olipe”, em cada árvore, num total de 150 armadilhas, para a captura em massa da mosca. As armadilhas tipo “Olipe” eram constituídas por garrafas de polietileno transparente de 1,5 L. Para avaliação da eficácia do método, marcaram-se 6 armadilhas tipo “Olipe” colocadas na zona central da parcela tratada em forma hexagonal (fig. 1). As armadilhas tipo “Olipe” foram iscadas com 1 L de solução de fosfato diamónio a 5% (50 g L<sup>-1</sup>). Todas as armadilhas foram colocadas



na zona sul da copa das árvores, aproximadamente a 1,5 m acima da superfície do solo. A reposição da solução de fosfato diamónio foi feita, sempre que se julgou necessário, de modo a manter sempre cerca de 1 L de solução atrativa. Semanalmente contabilizaram-se os insetos nas armadilhas marcadas.

### **Armadilhas cromotrópicas adesivas de cor amarela com feromona sexual (=armadilhas sexuais)**

Em cada uma das parcelas do ensaio, foram instaladas 5 armadilhas sexuais dispostas aproximadamente em X, distanciadas, entre si, 50 m na horizontal e 80 m na longitudinal, com exceção da armadilha próxima do centro da forma em X, que distava, na diagonal, 45 m das armadilhas situadas à esquerda e 50 m das armadilhas situadas à direita (fig. 1). As armadilhas foram colocadas a uma altura de 1,5 m acima da superfície do solo, na zona sul da copa das árvores. As observações realizaram-se semanalmente. As armadilhas foram substituídas a cada 6 semanas.

### **Copos mosqueiros “Tephri traps”**

Em cada uma das parcelas, foram instalados 5 copos mosqueiros “Tephri traps” iscados com proteína hidrolisada, para monitorização da população adulta da mosca. As armadilhas foram colocadas no centro da parcela, dispostas aproximadamente em X, distanciadas, entre si, de 70 m na horizontal e de 80 m na longitudinal, com exceção da armadilha próxima do centro da forma em X. Esta distava, na diagonal, 57 m das armadilhas situadas à esquerda e 50 m das armadilhas situadas à direita (fig. 1). Os copos mosqueiros foram suspensos na zona sul da copa das árvores, a 1,5 m acima da superfície do solo, e colocados nas árvores imediatamente ao lado daquelas onde estavam as armadilhas sexuais (fig. 1). Semanalmente foram contabilizadas as capturas de mosca e feita reposição da proteína hidrolisada.

### **Material vegetal (frutos)**

Desde as primeiras capturas da mosca nas armadilhas até à colheita, em cada parcela, recolheram-se 100 frutos de 10 árvores escolhidas ao acaso. Os frutos eram colocados em sacos de plástico fechados e levados para o laboratório, em mala térmica, para avaliação do ataque de mosca. No laboratório era registado o número de frutos com orifícios de saída das larvas, o número de frutos com larvas vivas e o número de frutos com larvas mortas. Os registos serviram de base para a determinação da percentagem de frutos atacados pela mosca em cada parcela do olival (parcela testemunha e parcela tratada).

Os resultados foram sujeitos a uma comparação de médias pela aplicação do teste de Student a 5% de probabilidade. Sempre que se justificou, adicionaram-se linhas de tendência linear, com indicação dos respetivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo relativo à eficácia da captura em massa da mosca-da-azeitona, com recurso a armadilhas tipo “Olipe”, encontram-se representados graficamente nas figuras 2 a 5.

Na figura 2 está indicado o número total de exemplares de mosca-da-azeitona capturado nas 6 armadilhas tipo “Olipe”, na parcela do olival sujeita à captura em massa (parcela tratada), nos três anos em que decorreu o ensaio. Por observação da figura 2, verifica-se que a densidade populacional dos adultos de mosca-da-azeitona foi muito mais elevada no primeiro ano do ensaio do que nos anos seguintes. Verifica-se ainda uma clara tendência para a diminuição da população do inseto na parcela tratada (parcela sujeita à captura em massa), traduzida por uma reta de inclinação negativa com um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) aproximadamente igual a 1. Este facto poderá estar diretamente relacionado com a eficácia da técnica da captura em massa através de armadilhas tipo “Olipe” iscadas com fosfato diamónio a 5%.

No conjunto dos três anos verifica-se que, quer nas armadilhas sexuais quer nas armadilhas Tephri, existe uma clara diminuição da população de mosca-da-azeitona, na parcela tratada. Em ambos os tipos de armadilhas, as tendências para a diminuição da praga, na parcela do olival tratada, são traduzidas por retas de inclinação negativa cujos coeficientes de determinação são próximos de 1 (figs. 3 e 4). Ao longo dos três anos, na parcela testemunha, os valores das densidades populacionais da mosca-da-azeitona mantiveram-se sem alterações notórias, para ambos os tipos de armadilhas. No entanto, o número de exemplares do inseto capturado foi significativamente mais elevado na parcela testemunha do que na parcela sujeita à captura em massa [ $p = 0,0237$  (armadilhas sexuais);  $p = 0,0164$  (armadilhas Tephri)]. Nas armadilhas Tephri capturaram-se sempre mais exemplares da praga do que nas armadilhas sexuais, o que já era esperado, pois o atrativo alimentar atrai exemplares de ambos os sexos (figs. 3 e 4).

Os valores das percentagens de frutos atacados pela mosca-da-azeitona foram sempre superiores na parcela testemunha face aos valores obtidos na parcela tratada ( $p = 0,0098$ ). Nesta parcela é visível a tendência para a diminuição da percentagem de frutos atacados ao longo dos três anos do ensaio (fig. 5).

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste ensaio permitem-nos concluir que a técnica da captura em massa com recurso a armadilhas tipo “Olipe”, iscadas com fosfato diamónio a 5%, é uma técnica promissora para proteção contra a mosca-da-azeitona, no Algarve, em olivais da variedade “Maçanilha Algarvia”. Nas condições estudadas, verificou-se uma diminuição notável, quer na densidade populacional de adultos do inseto quer na percentagem de frutos atacados, na parcela sujeita à captura em massa, ao longo dos três anos de observação.

## REFERÊNCIAS

Coutinho, J., Amaro-Silva, M.C., Outão, F., Gouveia, C., Vitorino, C., Henriques, L., Luz, J.P. & Peres, F. 2009. Eficácia de armadilhas Olipe na captura em massa da mosca-da-azeitona (*Bactrocera oleae*) em olivais em agricultura biológica na Beira Interior Sul. Actas Portuguesas de Horticultura 14: 101-107.

Gonçalves, M.A. 2017a. Mass trapping for the control of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) on fig trees in Southern Portugal (Algarve). Acta Horticulturae 1173: 269-272.

Gonçalves, M.A. 2017b. Mass trapping of the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on pomegranate in Southern Portugal (Algarve). IV International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits, Elche, Spain 18-22 September. 1p.

Gonçalves, M.A. 2016. Diversidade de himenópteros associados à cultura da oliveira (*Olea europaea*), no sul de Portugal. Actas Portuguesas de Horticultura 25: 138-142.

Gonçalves, M.A. 2014. Diversidade de artrópodes associados à oliveira (*Olea europaea* L.), no Algarve. Ecologi@ 7: 70-76.

Gonçalves, M.A. & Andrade, L. 2012. Entomofauna associated with the olive tree in southern Portugal. Bull IOBC/WPRS 79: 91-99.

Gonçalves, M.A. & Afonso, P.B. 2008. Pragas e doenças do olival - Resultados do projecto AGRO 802 "Coberturas do solo no olival em produção biológica e convencional. Estabelecimento de campos de demonstração", Edição FERN/UAIG, Faro. 38 p.

Pereira, J.A., Santos, S., Baptista, P. & Bento, A. 2015. Mosca da azeitona: conhecer a praga para melhor lidar com ela. Vida Rural. [www.vidarural.pt/insights/mosca-da-azeitona](http://www.vidarural.pt/insights/mosca-da-azeitona)

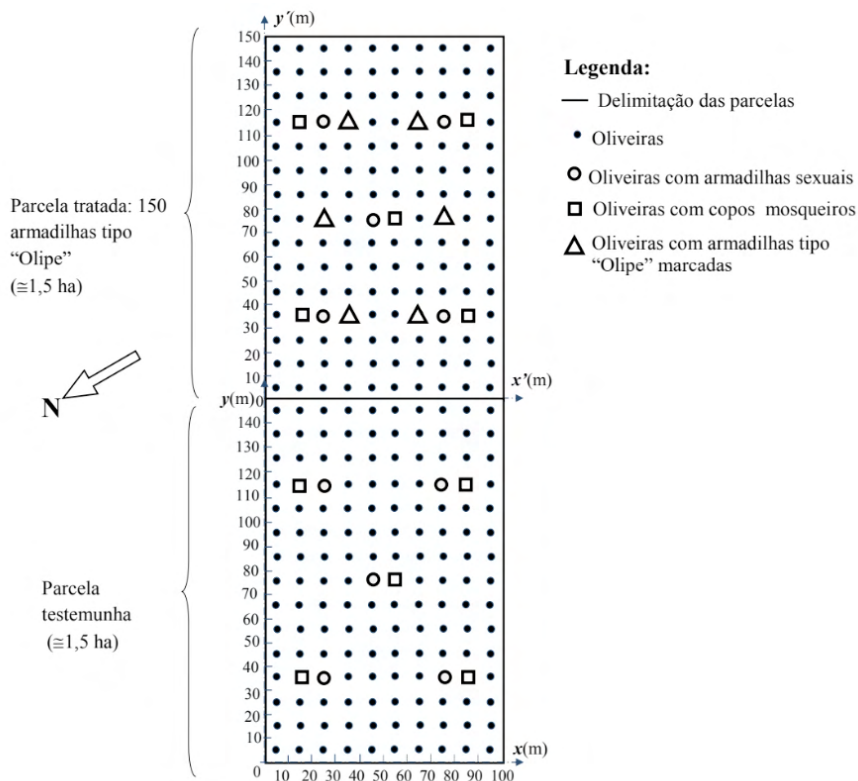


Figura 1- Esquema do ensaio no olival (Alcoutim).

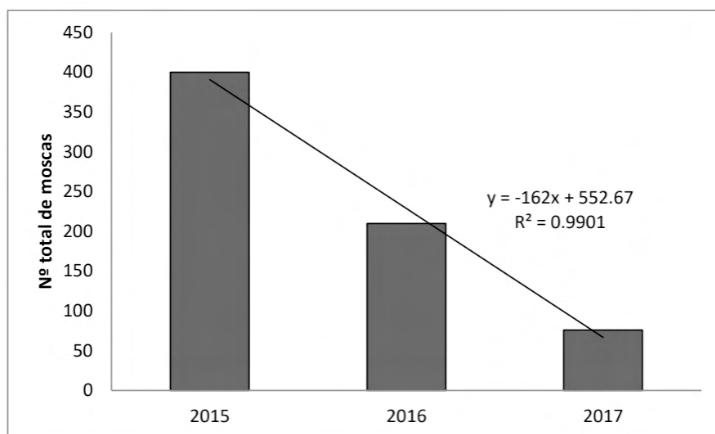


Figura 2- Número total de exemplares de mosca-da-azeitona capturado nas seis armadilhas tipo “Olipe”, na parcela do olival sujeita à captura em massa (parcela tratada), nos três anos de observação. Linha de tendência e respetivo valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

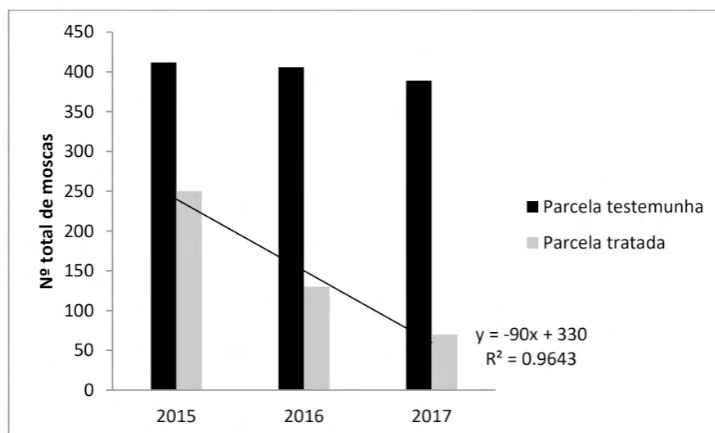


Figura 3- Número total de exemplares de mosca-da-azeitona capturado nas cinco armadilhas sexuais (armadilhas cromotrópicas adesivas de cor amarela com feromona sexual), em cada parcela do olival, nos três anos de observação. Cinco armadilhas sexuais em cada parcela. Linha de tendência e respectivo valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), na parcela sujeita à captura em massa (parcela tratada).

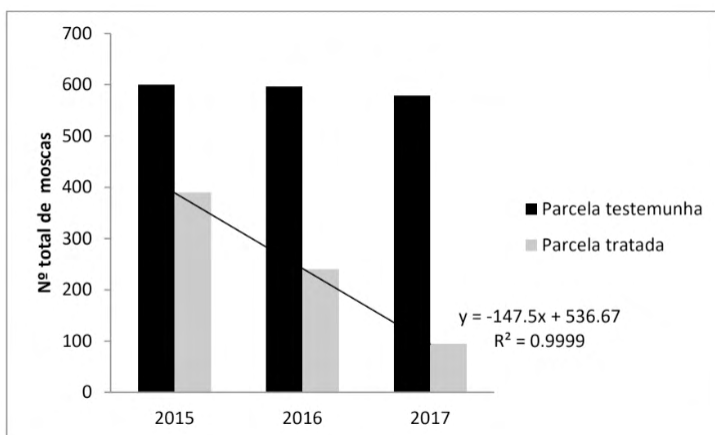


Figura 4- Número total de exemplares de mosca-da-azeitona capturado nos copos mosqueiros (armadilhas Tepri), em cada parcela do olival, nos três anos de observação. Cinco copos mosqueiros em cada parcela. Linha de tendência e respectivo valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), na parcela sujeita à captura em massa (parcela tratada).

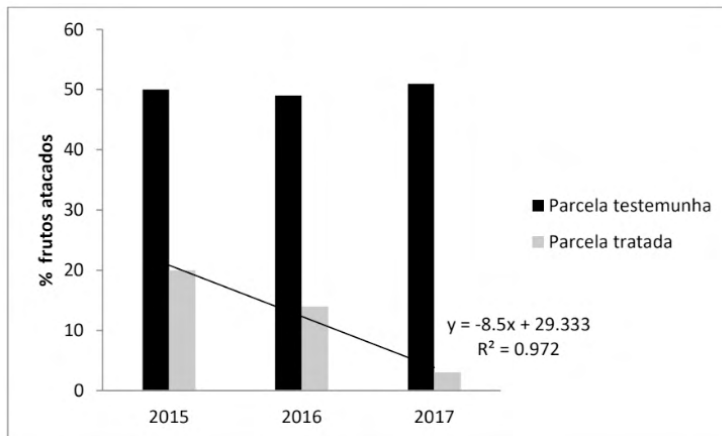


Figura 5- Percentagem de frutos atacados pela mosca da azeitona, em cada parcela do olival, nos três anos de observação. Linha de tendência e respectivo valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), na parcela sujeita à captura em massa (parcela tratada).

# CAPÍTULO 10

## ANÁLISE ENERGÉTICA DE UM CULTIVADOR-ADUBADOR PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MANDIOCA

Data de aceite: 01/04/2022

### Leonardo Estevão da Silva

Graduando em Eng. Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)  
Dourados-MS  
<http://lattes.cnpq.br/5422237926193322>

### Otávio Estevão da Silva

Graduando em Eng. Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)  
Dourados-MS  
<http://lattes.cnpq.br/4567444410481758>

### Cristiano Márcio Alves de Souza

Eng. Agrícola, Professor Associado, FCA/  
UFGD  
Dourados-MS  
<http://lattes.cnpq.br/4203780407747090>

### Leidy Zulys Leyva Rafull

Eng. Agrícola, Professora Associada, FCA/  
UFGD  
Dourados-MS  
<http://lattes.cnpq.br/3817776042404290>

### Sálvio Napoleão Soares Arcoverde

Engenheiro Agrícola e Ambiental, PNP/DA/Engenharia Agrícola, FCA/UFGD  
Dourados-MS  
<http://lattes.cnpq.br/5716842708059701>

**RESUMO:** É de grande importância para o bom desenvolvimento da cultura da mandioca que as operações mecânicas de adubação do solo e do controle das plantas daninhas sejam realizadas de maneira eficaz, e eficiente no uso do combustível do trator. O objetivo foi avaliar o desempenho energético de um cultivador-adubador de mandioca para ser usado no controle de plantas daninhas. O cultivador-adubador teve seu projetado adaptado com 4 caixas de adubo acionadas por engrenagens acopladas às suas rodas motoras, e conjunto de 13 enxadas de corte. Para avaliar o cultivador em campo foram usadas diferentes velocidades e duas profundidades de corte do solo (1 e 2 cm), segundo o delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial, com 4 repetições. Para se determinar o consumo de combustível e o rendimento de campo, o cultivador foi colocado a trabalhar na área total, quando foram medidos o gasto de combustível, o tempo de motor ligado, o tempo de manobra e o de abastecimento. O conjunto trator-cultivador-adubador apresentou melhor desempenho energético nas maiores velocidades de operação de cultivo da mandioca, estando em torno de 9,3 km h<sup>-1</sup> a velocidade ótima.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Manihot esculenta*, rendimento operacional, capina mecânica.

### POWER ANALYSIS OF A CULTIVATOR-FERTILIZER FOR WEED CONTROL IN CASSAVA CROP

**ABSTRACT:** It is crucial for the excellent

Apresentado no L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021 08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

development of cassava crop that the mechanical operation of soil fertilization and weed control are carried out effectively and efficiently in tractor fuel use. The objective was to evaluate the energetic performance of a cassava cultivator- fertilizer to be used in weed control. The cultivator-fertilizer was adapted with four fertilizer distributor boxes driven by gears coupled to its drive wheels and a set of 13 hoe-rods for cutting the soil. Different speeds of the tractor-cultivator and fertilizer-distributor set, and two depths of soil cut (1 and 2 cm) were evaluated according to a completely randomized design, with treatments arranged in the factorial scheme, with four repetitions. The cultivator-fertilizer was put to work in an area when the fuel consumption, the engine running time, the maneuvering time, and the refueling time were measured. The tractor-cultivator-fertilizer set showed better operational and energy performance at the highest operating speeds for cassava cultivation, with the better speed being around 9.3 km h<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** *Manihot esculenta*, field yield, mechanical weeding.

## INTRODUÇÃO

Apesar de ter grande potencial produtivo e importância econômica, as lavouras de mandioca geralmente são cultivadas em regiões com solos de baixa fertilidade e com baixos investimentos em fertilizantes e insumos agrícolas (GUIMARÃES et al., 2019). No entanto, as cultivares de mandioca respondem positivamente à fertilização mineral e aplicação de nitrogênio (MUNYAHALI et al., 2017; KANG et al., 2020). Cultivada em solos de baixa fertilidade, baixo índice de crescimento inicial e tendo o solo descoberto, faz com que ocorra o surgimento de plantas daninhas (BIFFE et al., 2010; SILVA et al., 2012), que podem diminuir a produtividade da mandioca (JOHANNNS e CONTIERO, 2006). O número de princípios ativos de herbicidas registrados para essa cultura é pequeno, dificultando o estabelecimento de sistemas eficientes de manejo de plantas daninhas, dada a distribuição geográfica do cultivo da mandioca e a diversidade de plantas daninhas no Brasil (SILVA et al., 2009). Então para usar a capina mecânica é apropriado determinar o desempenho das máquinas em operação, observando alguns parâmetros como consumo de combustível, velocidade da operação e características da máquina. O objetivo foi avaliar o desempenho energético de um cultivador- adubador de mandioca que foi adaptado para ser usado no controle de plantas daninhas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os testes de campo foram realizados na Fazenda Bela Vista, localizada município de Deodápolis-MS, em área de 27,7 ha onde se tinha a cultura de mandioca, variedade IAC-90. A análise dos dados foi realizado no Lapromaq/FCA/UGD, Dourados-MS. O cultivador-adubador adaptado foi tracionado por um trator 4x2, modelo MF275, com massa de 3.047,91 kg, potência nominal de 56,5 kW no motor e de 47,1 kW na TDP, equipado com rodados de pneus dianteiros de 7.5-16” e traseiros de 12.4-38”, distância entre eixos de 2,29



m e altura da barra de 0,4 m. Os mecanismos dosadores de adubo do implemento foram regulados para aplicar 192,1 kg de adubo por hectare. Para avaliar o cultivador em campo foram usadas duas profundidades de corte do solo ( $1\pm 0,1$  e  $2\pm 0,2$  cm) e três velocidades médias (3,74; 5,82 e 8,51 km h<sup>-1</sup>), segundo o delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial, com 4 repetições. A velocidade variou entre 3,60 e 9,62 km h<sup>-1</sup>. A força requerida pelo cultivador-adubador adaptado foi determinada pela soma dos esforços para o corte do solo e para vencer a resistência ao rolamento para transportar e acionar os dosadores de adubo. A força requerida pelas enxadas do cultivador foi obtida usando a norma D497.5 (ASABE, 2006) e modelo descrito em Ortiz- Cañavate e Hernánz (1989), com os quais foi possível determinar uma curva média ( $R^2=0,95$ ) envolvendo profundidade e velocidade (Equação 1). A resistência ao rolamento foi calculada usando as Equações 2 e 3. A potência na barra ( $P_b$ ) foi determinada usando a Equação 4. A potência no motor foi obtida usando  $P_b$  pela eficiência tratorária ( $E_t$ ) e mecânica do trator. A  $E_t$  foi de  $55,9\pm 4,5\%$ , determinada do quociente da  $P_b$  pela potência no eixo, considerando a patinação das rodas traseiras medida em campo. A área foi dividida em 6 talhões, onde em cada foram determinados os tempos de preparo, de produção e de interrupção, a velocidade de trabalho, a capacidade de campo e o gasto de combustível. O gasto de combustível foi determinado por reabastecimento do tanque, com auxílio de uma proveta.

$$R_s = 86,25p_{f,2} + 77,5V - 20 \quad (1)$$

$$RR_a = W_a \left( \frac{1}{E_n} + 0,04 \right) \quad (2)$$

$$C_n = \left( \frac{I_c b d}{W_a / 2} \right) \quad (3)$$

$$P_b = (3,4R_s + RR_a)V / 3600 \quad (4)$$

em que,

$P_b$  - potência na barra, kW;  $R_s$  - esforço para o corte do solo pelas enxadas, N m<sup>-1</sup>;  $p_f$  - profundidade de corte, cm;  $V$  - velocidade, km h<sup>-1</sup>;  $RR_a$  - resistência ao rolamento, N;  $W_a$  - peso total do cultivador-adubador, N;  $C_n$  - coeficiente de mobilidade, adm.;  $I_c$  - índice de cone, Pa;  $b$  - largura da banda de rodagem do pneu, m;  $d$  - diâmetro do pneu, m.

Foram analisados os consumos horário, específico e operacional de combustível, e a energia requerida. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e à análise de regressão, com os modelos sendo selecionados com base no  $R^2$  e significância do teste t dos coeficientes ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito da velocidade e da profundidade de corte sobre os consumos horário e operacional, e a energia requerida, enquanto o consumo específico de combustível não foi influenciado pela profundidade (Tabela 1). O consumo horário e a energia demandada na operação de cultivo da mandioca tiveram tendência de aumentar linearmente com a

velocidade (Figura 1), enquanto o consumo específico e operacional de combustível reduziram seus valores com a velocidade (Figura 2). Para o modelo de consumo específico a profundidade não foi significativa, sendo assim desconsiderada na equação, e que a velocidade de trabalho e a consumo específico são grandezas inversamente proporcionais e conforme aumentou-se a velocidade, conseqüentemente diminui-se o consumo específico, com mínimo obtido a 9,3 km h<sup>-1</sup> (Figura 2A). O consumo operacional diminuiu com o aumento da velocidade e aumentou com a profundidade de corte do solo (Figura 2B).

Fator de variação	GL	Quadrados médios			
		C <sub>h</sub>	C <sub>e</sub>	C <sub>o</sub>	E <sub>n</sub>
Velocidade (V)	2	12,605*	0,1708*	0,0004*	52,719*
Profundidade (P)	1	0,3748*	0,0005 <sup>ns</sup>	0,0550*	10,157*
V x P	2	0,6399*	0,0015*	0,0003*	1,8637*
Resíduo	18	0,0272	0,0001	0,6×10 <sup>-6</sup>	0,0862
CV (%)		7,0	4,4	0,06	1,6
Profundidades (cm)		Médias			
1		2,23 b	0,277 a	1,354 b	17,13 b
2		2,48 a	0,268 a	1,450 a	18,43 a
Velocidade média do trator (km h <sup>-1</sup> )					
3,74		1,21 c	0,431 a	1,411 a	15,34 c
5,82		2,16 b	0,243 b	1,403 b	17,55 b
8,51		3,70 a	0,144 c	1,395 c	20,46 a

GL – graus de liberdade. \* p<0,05. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, pelo teste t a 5% de probabilidade. CV – coeficiente de variação.

TABELA 1. Resumo da análise de variância e médias dos dados dos consumos horário (Ch, L h<sup>-1</sup>), específico (Ce, L kWh<sup>-1</sup>) e operacional de combustível (Co, L ha<sup>-1</sup>), e a energia requerida (En, MJ ha<sup>-1</sup>) nas profundidades de corte do solo e velocidades.

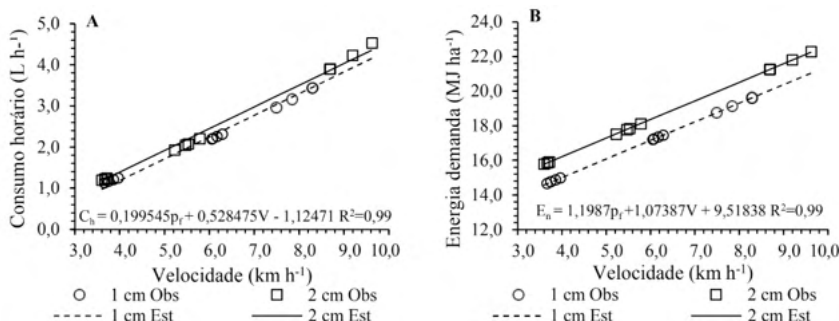


FIGURA 1. Consumo horário do trator (A) e energia demanda pelo cultivador-adubador (B) em função da velocidade e profundidade de corte.

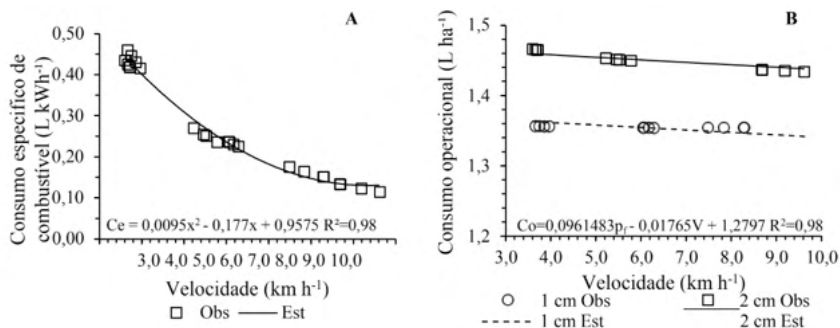


FIGURA 2. Consumo específico (A) e consumo operacional (B) do trator durante arraste do cultivador-adubador em função da velocidade e profundidades de corte.

## CONCLUSÕES

O trator apresentou menor consumo de combustível e energético na operação com o cultivador-adubador adaptado de mandioca nas velocidades de trabalho entre 8,6 e 9,3 km h<sup>-1</sup>, independentemente da profundidade de corte.

## REFERÊNCIAS:

ASABE - American Society of Agricultural and Biological Engineers. Agricultural machinery management data. **ASAE D497.5 Standard**. St. Joseph: ASABE, p.391-398, 2006.

BIFFE, D.F.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR., R.S.; FRANCHINI, L.H.M.; RIOS, F.A.; BLAINSKI, E.; ARANTES, J.G.Z.; ALONSO, D.G.; CAVALIERI, S.D. Período de

interferência de plantas daninhas em mandioca (*Manihot esculenta*) no noroeste do Paraná. **Planta Daninha**, v.28, p.471-478, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000300003> GUIMARÃES, D.G.; AMARAL, C.L.F.; VIANA, A.E.S.; PÚBLIO JÚNIOR, E.; SANTOS,

V. da S.; LOPES, S.C.; FOGAÇA, J.J.N.L. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de mandioca cultivados em solos de baixa fertilidade natural. **Cultura Agrônômica**, v.28, p.280-298, 2019. <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2019v28n3p280-298>

JOHANNIS, O.; CONTIERO, R.L. Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas com a cultura da mandioca. **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, p.326-331, 2006.

KANG, L.; LIANG, Q.Y.; JIANG, Q.; YAO, Y.H.; DONG, M.M.; HE, B.; GU, M.H. Seleção

de diversos genótipos de mandioca com base na eficiência e produtividade de absorção de nitrogênio. **Journal of Integrative Agriculture**, v.19, p.965-974, 2020. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62746-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62746-2)

MUNYHALI, W.; PYPERS, P.; SWENNEN, R.; WALANGULULU, J.; VANLAUWE, B.;

MERCKX, R. Responses of cassava growth and yield to leaf harvesting frequency and NPK fertilizer in South Kivu, Democratic Republic of Congo. **Field Crops Research**, v.214, p.194- 201, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.09.018>

ORTIZ-CAÑAVATE, J.; HERNÁNZ, J.L. **Técnica de la mecanización agraria**. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 654p.

SILVA, D.V.; SANTOS, J.B.; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.A.; FRANÇA, A.C.;

SEDIYAMA, T. Manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca. **Planta Daninha**, v.30, p.901-910, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582012000400025>

SILVA, F.M.L.; ABREU, M.L.; BRACHTVOGEL, E. L.; CURCELLI, F.; GIMENES, M. J.;

LARA, A. C. C. Moléculas de herbicidas seletivos à cultura da mandioca. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.3, n.2, p.61-72, 2009.

## ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E AVALIAÇÃO ENZIMÁTICA DE DUAS CULTIVARES DE SOJA SOB DÉFICIT HÍDRICO

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 07/02/2022

### Wellington Silva Gomes

Departamento de Ciências Agrárias e  
Biológicas – UEMG  
Frutal/MG, Brazil  
<http://lattes.cnpq.br/9155410235400780>

### Samy Pimenta

Departamento de Ciências Agrárias -  
UNIMONTES  
Janaúba/MG, Brazil  
<http://lattes.cnpq.br/8309922560278535>

### Larissa Souza Amaral

Departamento de Ciências Agrárias e  
Biológicas – UEMG  
Frutal/MG, Brazil  
<http://lattes.cnpq.br/2125269475429446>

### Adriano Pinheiro de Souza Leal

Departamento de Ciências Exatas – UEMG  
Frutal/MG  
<http://lattes.cnpq.br/7234138305217718>

### Allynson Takehiro Fujita

Departamento de Ciências Exatas – UEMG  
Frutal/MG  
<http://lattes.cnpq.br/1717622385569691>

**RESUMO:** A seca é o principal fator abiótico limitante da produtividade agrícola, capaz de gerar grande impacto no rendimento das culturas, assim, o melhor entendimento dos mecanismos fisiológicos e bioquímicos que diferenciam

resistência de suscetibilidade ao déficit hídrico entre linhagens de soja, pode ser utilizado na geração de cultivares mais tolerantes. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterizar, fisiologicamente, duas cultivares de soja, com diferentes padrões de tolerância à seca em campo, por meio da determinação das taxas fotossintéticas, dos níveis de peroxidação lipídica e da atividade de enzimas antioxidantes, sob três níveis de potencial hídrico. Ao atingirem o estágio de desenvolvimento V4, a irrigação das plantas foi suspensa e três coletas foram realizadas: 1) plena irrigação (controle), 2) déficit hídrico moderado ( $-1,5 \pm 0,2$  MPa) e déficit severo ( $-3,0$  MPa  $\pm 0,2$  MPa). As variações da taxa de transpiração, condutância estomática, bem como a diminuição da taxa fotossintética foram estatisticamente significativas entre as duas cultivares, sendo que, os potenciais hídricos na cultivar BR-16 anteciparam, em média, dois dias para atingir os mesmos potenciais hídricos na cultivar Embrapa 48, apresentando assim, melhor eficiência no uso da água. Além disso, o aumento das atividades das enzimas antioxidativas e peroxidação lipídica foram mais significativos na cultivar BR-16, demonstrando que esta cultivar é menos tolerante à seca em relação a cultivar Embrapa 48, corroborando com dados agrônômicos previamente encontrados em campo.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max*; estresse hídrico; ajustes fisiológicos, condutância estomatal, seca, estresse oxidativo.

## PHYSIOLOGICAL CHANGES AND OXIDATIVE STRESS EVALUATION IN TWO SOYBEAN CULTIVARS SUBJECTED TO DROUGHT

**ABSTRACT:** Drought tolerance in plants is a complex trait, resulted of a set of mechanisms that work to avoid or tolerate periods of drought. This stress is one of the most important environmental factors that induce physiological changes in the plant, such as decreased water potential in the cell, stomata closure and the formation of reactive oxygen species (ROS), affecting the growth and development of plants. The aim of this study is to to characterize, physiologically, two soybean cultivars with different patterns of drought tolerance in the field, through the determination of photosynthetic rates, levels of lipid peroxidation, and activity of antioxidant enzymes, under three levels of water deficit. Trifoliolate leaves were evaluated of the third knot soybean in the V5 growth stage of the tolerant cultivar (Embrapa 48), the drought susceptible variety (BR 16), and under three levels of water deficit: no stress or irrigated (-0.1 to 0.1 Mpa), moderate (-1.5 MPa) and severe (-3,0 MPa). Variations in transpiration rate, stomatal conductance and decreased photosynthetic rate were statistically significant between the two cultivars, and the water potentials in the genotype BR-16 anticipated, on average, two days to reach the same water potentials analyzed in comparision to the Embrapa 48. Moreover, the increased activities of antioxidant enzymes and lipid peroxidation were more significant in the cultivar BR-16, which proves to be less drought tolerant in relation to genotype Embrapa 48, confirming agronomic data previously found in the field.

**KEYWORDS:** Glycine max, hydric stress, physiological adjustments, stomatal conductance, drought, oxidative stress.

### INTRODUÇÃO

As plantas de soja são afetadas por vários estresses abióticos como alta salinidade, temperaturas baixas, toxicidade de elementos minerais e seca, dentre outros. A seca, ou a deficiência contínua de água é um dos fatores mais importantes que afetam o crescimento, o desenvolvimento, a sobrevivência e a produtividade da cultura (Gorantla et al. 2007).

Respostas fisiológicas das plantas à seca são de ordem fisiológica, bioquímica, morfológica e molecular, e incluem fechamento de estômatos, diminuição da atividade fotossintética, alteração da elasticidade da parede celular, fluidez de membranas e a geração de metabólitos tóxicos, causando a morte da planta (Ramirez et al. 2009).

Muitos dos processos deletérios sofridos pelas plantas submetidas às condições de estresse hídrico são mediados por espécies reativas de oxigênio (ROS). A produção de ROS pode desencadear o processo de peroxidação lipídica nas membranas celulares, formando hidroperóxidos de lipídeos que levam a diminuição da fluidez, modificações de permeabilidade iônica e de outras funções associadas às membranas, sendo, portanto, um dos eventos mais significativos do estresse oxidativo (Anjum et al., 2015).

Para reduzir os danos gerados pelas ROS, eficientes sistemas de defesa antioxidativos enzimáticos e não enzimáticos atuam de maneira coordenada sob condições de estresse, no sentido de manter a homeostase intracelular. As enzimas APX, GPX, CAT,

GR e POX, subsequentemente, detoxificam  $H_2O_2$  liberando  $H_2O$ , por diferentes processos de oxidação (You e Chan, 2015).

Compreender como as plantas respondem ao déficit hídrico e entender os mecanismos de tolerância é fundamental para prever os impactos na produção da cultura e constitui-se atualmente em um dos maiores tópicos de pesquisa para o desenvolvimento de cultivares mais tolerantes e produtivas. Logo, a caracterização fisiológica pode ser um procedimento importante e veloz para selecionar diferentes cultivares que, em mesma condição experimental, podem apresentar variáveis níveis de tolerância ao estresse (Atkin & Macherel 2008).

Dentro desse contexto, o presente trabalho objetivou caracterizar, fisiologicamente, duas cultivares convencionais de soja, contrastantes para tolerância à seca, de forma a melhor entender os mecanismos de resposta a essa tolerância.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Material vegetal, condições de cultivo e delineamento experimental**

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Laboratório de Fisiologia Molecular da Universidade Federal de Viçosa, sob condições parcialmente controladas de umidade e temperatura. As cultivares de soja Embrapa 48 e BR-16 foram escolhidas, pois apresentam respostas contrastantes em campo quando submetidos a períodos de déficit hídrico, sendo considerada a Embrapa 48 mais tolerante a seca (Teixeira et al. 2008, Farias et al. 1994). O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2 X 3 (2 cultivares x 3 tratamentos hídricos), com cinco repetições. A unidade experimental consistiu de um vaso contendo 6,5 kg de substrato/vaso com a composição de 50% vermiculita e 50% de areia grossa lavada, e duas plantas de cada cultivar, totalizando 30 vasos para todo o experimento.

Após a emergência do quarto trifólio completamente desenvolvido, a irrigação foi suspensa e as cultivares foram submetidas a dois níveis de déficit hídrico, com medições diárias (sempre entre as 05:00h e as 06:00h): estresse hídrico moderado, com potencial hídrico de  $\Psi_w$  de -1,5 MPa; e estresse hídrico severo,  $\Psi_w$  de -3,0 MPa. O potencial hídrico de cada planta foi medido em câmara de pressão do tipo Scholander. Para essas avaliações foi utilizada uma folha do terceiro nó. Para tanto, foram adotadas duas repetições de cada regime hídrico. As coletas das folhas do quarto nó foram realizadas até 12 dias após a aplicação da condição de déficit hídrico para posterior análise fisiológica.

### **Avaliação das características fisiológicas**

As determinações das trocas gasosas foram realizadas com um medidor portátil de fotossíntese, IRGA; modelo portátil LI-6400xt, LI-COR Biosciences Inc., Lincoln, Nebraska, USA. As medidas foram feitas sempre na região mediana das folhas completamente expandidas, totalmente expostas à radiação solar, no período das 08:30h às 10:00h.

As seguintes características foram medidas: taxa fotossintética ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); taxa de transpiração nas folhas (E) ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); condutância estomática nas folhas (Gs) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e concentração de  $\text{CO}_2$  nos espaços intercelulares (A) ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

O nível de peroxidação lipídica de membrana nos tecidos foliares foi medido em termos do conteúdo de malondialdeído formado (MDA, um produto de lipoperoxidação), determinado pela reação do ácido tiobarbitúrico (TBA), segundo método descrito por Gomes Junior et al. (2006).

A atividade da ascorbatoperoxidase (APXs) (EC 1.11.1.11) foi determinada pelo método de Nakano & Asada (1981), pelo monitoramento da taxa de oxidação do ascorbato a 290nm, a 28° C. A atividade das catalases (CATs) (EC 1.11.1.6.) foi determinada de acordo com Peixoto et al., (1999) pelo acompanhamento do decréscimo na absorbância a 240 nm, a 28° C. A atividade da glutationaredutase (GR) (EC 1.6.4.2) foi determinada de acordo com Queiroz et al., (1998). A oxidação do NADPH foi medida monitorando-se o decréscimo na absorbância a 340 nm, a 28° C. A atividade das peroxidases (POX) (EC 1.11.1.7) foi determinada pelo método de Kar & Mishra (1976) pelo acréscimo na absorbância a 420nm, à 28°C e a atividade das superóxidos dismutases (SODs) (EC 1.15.1.1) foi determinada segundo Del Longo et al. (1993) pelo aumento da absorbância das amostras a 560nm.

### **Análise estatística dos dados**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, para a comparação das médias obtidas foi aplicado o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). A relação entre os tratamentos foi avaliada por meio de análise multivariada, sendo que os componentes principais (ACP) foram obtidos a partir dos dados de MDA e das enzimas antioxidativas. O agrupamento dos tratamentos foi feito pela metodologia de Tocher (Rao 1952). Todas as análises foram efetuadas com o auxílio do Programa R (R core team 2011).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Após a restrição hídrica, foi possível observar que as cultivares atingiram os potenciais hídricos moderados e severo em tempos diferentes, sendo que o cultivar tolerante prolongou o tempo para atingir os referidos potenciais hídricos. A cultivar Embrapa 48 demorou dois dias a mais que a cultivar BR 16, indicando que essa cultivar é mais tolerante à seca (Figura 1).



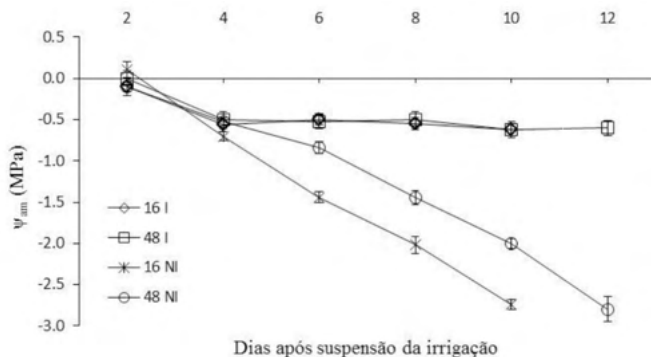


Figura 1. Níveis de potencial hídrico em função dos tempos de desidratação para duas cultivares de soja, BR-16 e Embrapa 48. BR-16 I (irrigado), Embrapa 48 I (irrigado), BR-16 NI (não irrigado) e Embrapa 48 NI (não irrigado).

Diversos efeitos devido ao déficit hídrico têm sido relatados em plantas, tais como o aumento da resistência estomática, o que reduz a transpiração nas folhas com alteração das características osmóticas, acarretando menor disponibilidade de  $\text{CO}_2$  para a fotossíntese (Zhou et al. 2007). No presente estudo, as taxas fotossintéticas (A) e transpiratória (E), bem como a condutância estomática (Gs) diminuíram significativamente em relação ao tratamento irrigado, bem como, entre as cultivares. (Figura 2).

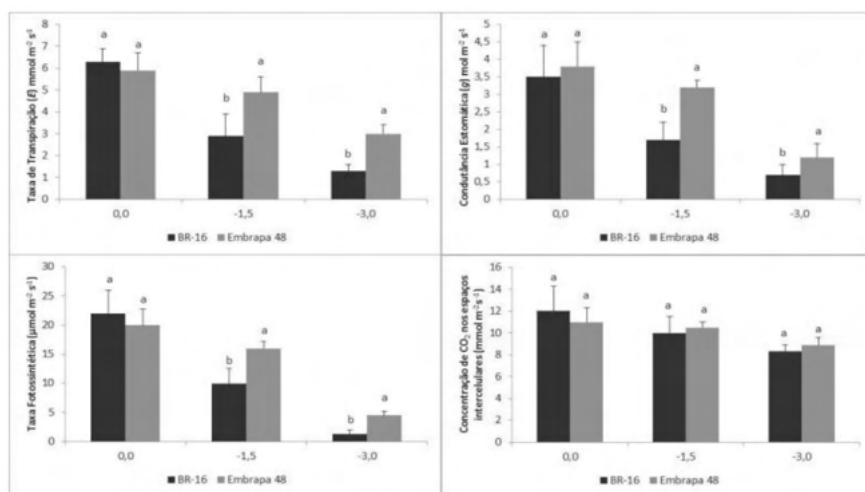


Figura 2. Valores médios dos parâmetros fisiológicos: A. Taxa de transpiração. B. Condutância estomática. C. Taxa fotossintética. D. Concentração intercelular de  $\text{CO}_2$ , em dois cultivares de soja, submetidos a três níveis de potencial hídrico. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre as cultivares, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey, em cada um dos níveis de potencial hídrico. Barras de erros correspondem ao desvio padrão da média.

Apesar da curva de desidratação mostrar que o cultivar Embrapa 48 retardou a

desidratação nos diferentes níveis de déficit hídrico, na ausência do estresse não houve diferenças significativas entre as cultivares, evidenciando que, em condições irrigadas as plantas apresentam perfiz fisiológicos semelhantes. Além disso, a cultivar tolerante apresentou um menor potencial hídrico foliar na antemanhã durante o experimento, o pode ser explicado pela maior condutância estomática e taxa de transpiração, sugerindo que o genótipo tolerante possuiria maior condutividade hidráulica.

Com exceção da concentração de concentração intercelular de  $\text{CO}_2$ , as diferenças encontradas foram devidas ao nível de restrição hídrica imposto, bem como pelo genótipo. A taxa de transpiração, condutância estomática e taxa de fotossíntese foram fortemente afetadas por todos os níveis de restrição hídrica e o aumento do potencial hídrico causou um decréscimo no valor real das variáveis mensuradas. Vale ressaltar, que as maiores variações foram encontradas no genótipo BR-16, enquanto que a variedade Embrapa 48, resistiu mais ao decréscimo dos parâmetros citados.

A não significância dos valores para a razão entre concentrações interna e externa de  $\text{CO}_2$  ( $C_i/C_a$ ) indica que o decréscimo da taxa de fotossíntese foi devido não só ao aumento da resistência estomática, mas também, ao efeito do estresse hídrico para a fotossíntese. O gradual decréscimo da fotossíntese foi menor no cultivar tolerante sob déficit moderado, o que pode indicar inibição da fase bioquímica ou fotoquímica mais acentuada no genótipo sensível.

A taxa fotossintética apresentou diminuição de 55% e 95%, nos potenciais hídricos moderado e severo, para a cultivar BR 16, enquanto que na cultivar Embrapa 48, para os mesmos potenciais hídricos as taxas foram de 15% e 78%. Os parâmetros taxa de transpiração e condutância estomática também tiveram padrões semelhantes, haja vista que esses parâmetros interferem diretamente na taxa fotossintética. Nesse sentido, supõe-se que a cultivar Embrapa 48 consegue tolerar mais a imposição do estresse hídrico em relação a cultivar BR-16, mantendo níveis de fotossíntese superiores, sob os mesmos potenciais hídricos.

O gradual decréscimo da fotossíntese foi menor no cultivar tolerante sob os dois níveis de déficit hídrico, com diferenças na condutância estomática, o que pode indicar inibição da fase bioquímica ou fotoquímica mais acentuada no genótipo sensível. A redução drástica da condutância estomática (gs) encontrada na cultivar BR-16, possivelmente pode ter provocado a diminuição do consumo de elétrons liberados da água, causando o excesso de energia que reage com o oxigênio, causando um estresse oxidativo e iniciando o processo de peroxidação lipídica nas membranas celulares e a detoxicação pelas enzimas antioxidativas (Apel & Hirt 2004, Chaves et al. 2003).

A maior tolerância à seca do genótipo Embrapa 48 também pode ser verificado nas taxas de peroxidação de lipídeos (MDA). Embora haja, em ambos os genótipos, aumento do dano oxidativo com a imposição do estresse hídrico, ele sempre foi maior em folhas do tolerante em todos os tratamentos. De maneira geral, o aumento dos níveis de MDA

foi proporcional ao nível de imposição ao estresse (Figura 3A). Para o nível de potencial hídrico  $\psi_m = -1,5\text{Mpa}$ , o aumento foi mais significativo na cultivar BR-16 (106%), enquanto que, na cultivar Embrapa 48, o incremento foi de apenas 56%. Vários trabalhos ilustram o aumento da peroxidação lipídica sob diversos tipos de estresse: seca em milho (LOPES et al. 2005); altas doses de chumbo em arroz (Verma & Dubey 2003); estresse por alumínio em sorgo (Peixoto et al. 1999) e frio em café (Queiroz et al. 1998).

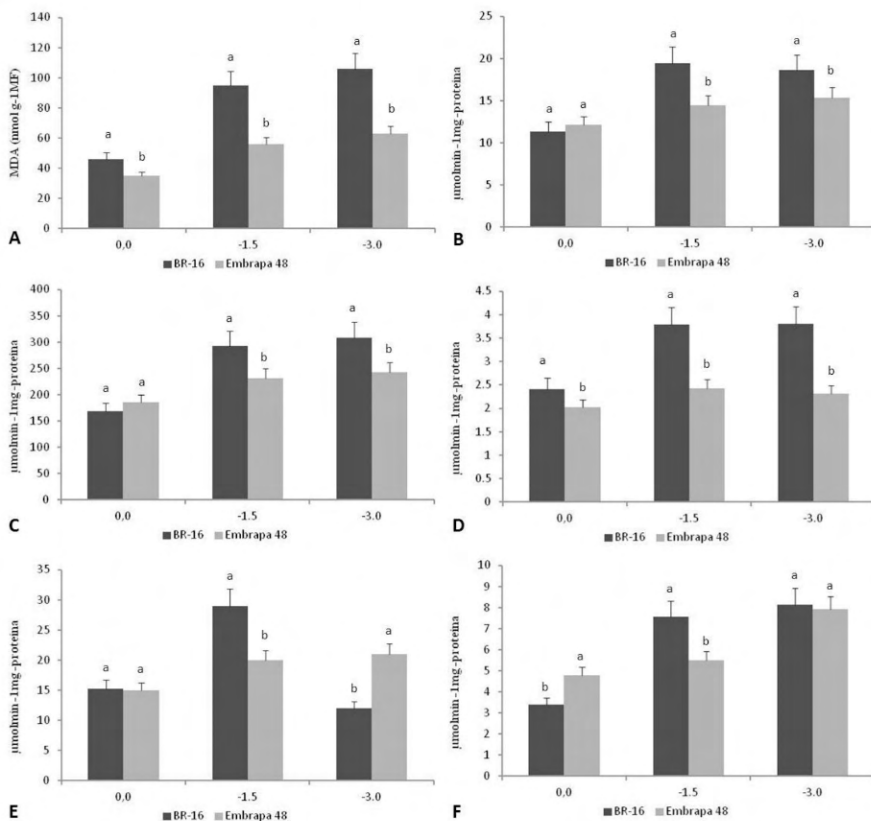


Figura 3. Efeito da imposição do déficit hídrico na peroxidação de lipídeos (A) e na atividade de enzimas antioxidativas GR (B), SOD (C), CAT (D), APX (E) e POX (F), em dois cultivares de soja, submetidos a três níveis de potencial hídrico. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre as cultivares, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey, em cada um dos níveis de potencial hídrico. Barras de erros correspondem ao desvio padrão da média.

O aumento da atividade das enzimas antioxidativas foi mais pronunciado para o potencial hídrico  $\Psi = -1,5\text{MPa}$ , em relação ao irrigado. Percebe-se também que, na cultivar BR-16 o incremento da atividade das enzimas foi superior a variação encontrada na Embrapa 48. Na primeira cultivar, as taxas de aumento foram de 71% para a enzima GR, 73% para a SOD, 57% para a CAT, 90% para a APX e 123% para a POX. Na cultivar

Embrapa 48 o incremento foi de 19% para a 24% GR, 20% para a SOD, 33% para a CAT, 14% para a APX e 64% para a POX, em relação às taxas encontradas nos tratamentos irrigados (Figura 3).

O estresse oxidativo estimula a biossíntese de componentes antioxidantes e aumenta a atividade de enzimas antioxidantes. Contudo, algumas espécies ou cultivares podem possuir maior resistência a esse estresse contribuindo com aumento menos pronunciado que em outras plantas. Suas concentrações e atividades relacionam-se a muitos processos fisiológicos envolvidos em mecanismos de sinalização celular na defesa vegetal ou no estresse oxidativo (Soares & Machado 2007).

Assim, a maior atividade antioxidativa na cultivar BR-16 pode ser explicada pelo fato deste apresentar menor capacidade de drenar o excesso do poder redutor proveniente do estresse oxidativo, como a fotorespiração, a peroxidação de membrana, o transporte cíclico de elétrons nos tilacóides, entre outro, sendo assim, necessário o aumento significativamente maior para combater os efeitos do estresse oxidativo provocado pela seca (Heber, 2008, Scheibe et al. 2005).

Visando estudar o padrão de similaridade entre os tratamentos, foi utilizada a análise multivariada, por meio da metodologia de componentes principais. Observou-se que os dois primeiros componentes principais explicaram aproximadamente 97,34% de toda a variação observada entre os tratamentos, o que possibilitou de maneira bastante fidedigna a dispersão dos tratamentos no plano cartesiano. A partir da análise da figura 4, obtido pela metodologia de Tocher, constatou-se que os tratamentos mais similares foram agrupados de acordo com a imposição do estresse hídrico.

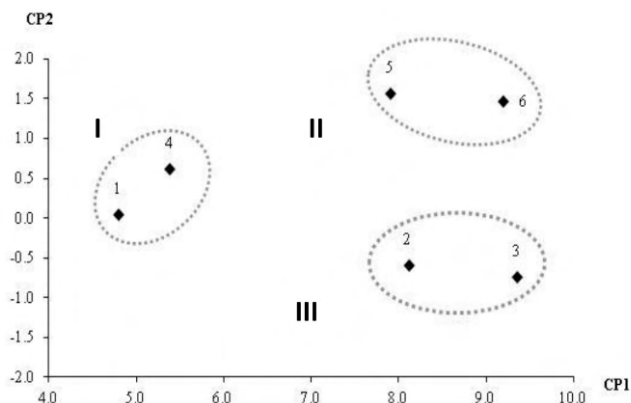


Figura 4. Dispersão dos componentes principais a partir das variáveis MDA e das cinco enzimas antioxidativas analisadas. Tratamentos: 1: BR-16 e  $\psi_{ma}= 0,0$  Mpa. 2: BR-16 e  $\psi_{ma}= -1,5$ Mpa. 3: BR-16 e  $\psi_{ma}= -3,0$ Mpa. 4: Embrapa 48 e  $\psi_{ma}= 0,0$  Mpa. 5: Embrapa 48 e  $\psi_{ma}= -1,5$ Mpa. 6: Embrapa 48 e  $\psi_{ma}= -3,0$ Mpa. As marcações pontilhadas representam aos agrupamentos mais similares.

Por meio da análise multivariada, os seis tratamentos foram associados em três grupos. O Grupo I foi formado pelos tratamentos irrigados. O grupo II pela Embrapa 48 nos dois níveis de imposição do estresse, e o Grupo III formados pelos dois tratamentos na BR – 16. Conclui-se que, independente da cultivar, na ausência da imposição do estresse hídrico, as duas cultivares respondem de maneira semelhante. Por outro lado, para os outros dois níveis de imposição do estresse, ( $\psi_{ma}$ ) = - 1,5Mpa e ( $\psi_{ma}$ ) = - 3,0Mpa, o agrupamento foi dependente da cultivar, assim, a imposição do estresse variou dentro de cada cultivar analisado, não sendo similar para o mesmo nível de estresse hídrico nas distintas cultivares.

## CONCLUSÃO

As duas cultivares responderam de maneiras diferentes frente à imposição do estresse hídrico nos parâmetros fisiológicos analisados, e a cultivar Embrapa 48 demonstrou ser mais tolerante a esse estresse, em relação a cultivar BR-16.

## REFERÊNCIAS

APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology*, v. 55, p. 373-399, 2004.

ATKIN, O. K.; MACHEREL, D. The crucial role of plant mitochondria in orchestrating drought tolerance. *Annals of Botany*, p. 1-19, 2008.

BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. Biochemistry & Molecular Biology of Plants. *American Society of Plant Physiologists*. v. 1, p. 723-139, 2000.

CATUCHI, T. A. et al. Respostas fisiológicas de cultivares de soja à adubação potássica sob diferentes regimes hídricos. *Pesquisa agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 4, 2012.

DEL LONGO, T. O. et al. Antioxidant defenses under hyperoxygenic and hyperosmotic conditions in leaves of two lines of maize with differential sensitivity to drought. *Plant Cell Physiology*, v. 34, p. 1023-1028, 1993.

FARIAS, J. R. B., NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Efeitos da disponibilidade hídrica no solo sobre a cultura da soja. In EMBRAPA-CNPSo, ed, Ata - Documentos 72. *Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil*, p. 42-43, 1994.

GOMES JUNIOR, R. A. et al. Antioxidante metabolism coffee cells suspension cultures in response to cadmium. *Chemosphere*, v. 65, p. 1330-1337, 2006.

GORANTLA, M. et al. Identification of stress-responsive genes in an indicarice (*Oryza sativa* L.) using ESTs generate from drowtht-stressed seedlings. *Journal of Experimental Botany*, v. 58, p. 253-265, 2007.

HEBER, U. Photoprotection of green plants: a mechanism of ultra-fast thermal energy dissipation in desiccated lichens. *Planta*, v. 228, p. 641-650, 2008.

KAR, M.; MISHRA, D. *Catalase, Peroxidase and Polyphenoloxidase. Activities during Rice Leaf Senescence. Plant Physiology*, v. 57, p. 315-319, 1976.

LEIDE, E. O. et al. Searching for tolerance to water stress in cotton genotypes: Photosynthesis, stomatal conductance and transpiration. *Photosynthetica*, n. 28, p. 380-390. 1993.

LOPES, M. J. C. et al. Oxidação protéica e peroxidação lipídica em plantas de de seleção do milho 'saracura', sob encharcamento contínuo. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, n. 3, p. 362-373, 2005.

MEDRANO, H.; et al. Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. *Annals of Botany*, v. 89, n. 895–905, 2002.

MEHDY, M. C. et al. The role of activated oxygen species in plant diseases resistance. *Physiology Plant*, v. 98, p. 365-374, 1996.

NAKANO, Y.; ASSADA, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplast. *Plant and Cell Physiology*, v. 22, p. 867-880, 1981.

PEIXOTO, P. H. P. et al. A. Aluminum effects of lipid peroxidation and on the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 11, n. 3, p. 137 – 143, 1999.

QUEIROZ, C.G.S. et al. Chilling induced changes in membrane fluidity and antioxidant enzyme activities in *Coffea Arabica* L. roots. *Biology Plantarum*, v. 41, n. 3, p. 403-413, 1998.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2009.

RAMIREZ, D.A.; QUEREJETA, J. I.; BELLOT, J. *Bulk leaf d18O and d13C reflect the intensity of intraspecific competition for water in a semi-arid tussock grassland*. *Plant, Cell and Environment*, n. 32, p.1346–1356, 2009.

RAO, C. R. *Advanced Statistical Methods in Biometric Research*. John Wiley Sons, 1952, 390p.

SCHEIBE, R. et al. Strategies to maintain redox homeostasis during photosynthesis under changing conditions. *Journal of Experimental Botany*, v. 56, p. 1481–1489, 2005.

SOARES, A. M. DOS; MACHADO, O. L. T. Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. *Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 1, n. 1, p. 9-19, 2007.

TEIXEIRA, L. R. et al. Avaliação de cultivares de soja quanto à tolerância ao estresse hídrico em substrato contendo polietileno glicol. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 30, n. 2, p. 217-223, 2008.

VERMA, S.; DUBEY, R.S. Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants. *Plant Science*, v. 164, n. 4, p. 645-655, 2003.

WANG, Z.; HUANG, B. Physiological recovery of Kentucky bluegrass from simultaneous drought and heat stress. *Crop Science*, v. 44, p. 1729-1736, 2004.

ZGALLAÍ, H.; STEPPE, K.; LEMEUR, R. Effects of Different Levels of Water Stress on Leaf Water Potential, Stomatal Resistance, Protein and Chlorophyll Content and Certain Anti-oxidative Enzymes in Tomato Plants. *Journal of Integrative Plant Biology*, v. 48, p. 679-685, 2006.

ZHOU, Y.; LAM, H. M.; ZHANG, J. Inhibition of photosynthesis and energy dissipation induced by water and high light stresses in rice. *Journal Experimental Botany*, v. 58, p. 1207–1217, 2007.

## ASPECTOS AGRONÔMICOS EM HÍBRIDOS DE MILHO SUBMETIDOS AO TRATAMENTO DE SEMENTES COM NANOPARTÍCULAS DE COBRE

Data de aceite: 01/04/2022

Nédio Luiz Verdi

Cristiano Reschke Lajus

Caroline Olias

Aline Vanessa Sauer

Gean Lopes da Luz

Franciele Dalcaton

Luciano Luiz Silva

**RESUMO:** O estudo foi conduzido em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC), em esquema de parcela subdividida (PSD) (5 x 6), sendo que, na parcela principal foram alocados os híbridos de milho (H1: 22S18 TOP2<sup>®</sup>; H2: 20A30 VIPTERA<sup>®</sup>; H3: 20A80 TOP2<sup>®</sup>; H4: 22S18 TOP3<sup>®</sup> e H5: 20A20 TOP2<sup>®</sup>) e na subparcela foram alocadas as doses de nanopartículas de Cu via TS (D1: testemunha (testemunha negativa: TN); D2: 100,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente; D3: 300,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente; D4: 900,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente; D5: 2700,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente e D6 (testemunha positiva: TP): 4,00 g de Cu/kg de semente), com 3 repetições. As variáveis respostas analisadas foram: índice de vegetação da diferença normalizada, temperatura do dossel, identificação e incidência de doenças em milho, rendimento e peso hectolítrico. Os

dados coletados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ) e as diferenças entre as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Os híbridos 20A30 VIPTERA3<sup>®</sup> (HB 02) e 20A20 TOP2<sup>®</sup> (HB 05) na dose de 900 mg de nanopartículas/kg de semente apresentam os melhores resultados em relação aos aspectos agronômicos analisados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nanotecnologia; nutrição vegetal; doenças; rendimento.

### AGRONOMIC ASPECTS OF MAIZE HYBRIDS SUBMITTED TO SEED TREATMENT WITH COPPER NANOPARTICLES

**ABSTRACT:** The study was conducted in a randomized block design (DBC), in a split plot scheme (PSD) (5 x 6), and in the main plot were allocated corn hybrids (H1: 22S18 TOP2<sup>®</sup>; H2: 20A30 VIPTERA<sup>®</sup>; H3: 20A80 TOP2<sup>®</sup>; H4: 22S18 TOP3<sup>®</sup> and H5: 20A20 TOP2<sup>®</sup>) and subplot were allocated Cu nanoparticle doses via TS (D1: control (negative control: TN); D2: 100.00mg of Cu / kg seed nanoparticles; D3: 300.00mg Cu / kg seed nanoparticles; D4: 900.00mg Cu / kg seed nanoparticles; D5: 2700.00mg Cu / kg seed nanoparticles; D6 (positive control: TP): 4.00 g Cu / kg seed), with 3 repetitions. The response variables analyzed were: normalized difference vegetation index, canopy temperature, identification and incidence of diseases in corn, yield and hectolitic weight. The data collected were subjected to analysis of variance (ANOVA) by the F test ( $P \leq 0.05$ ) and the differences between the means were compared by the Tukey test ( $P \leq 0.05$ ). Hybrids 20A30 VIPTERA3<sup>®</sup> (HB



02) and 20A20 TOP2® (HB 05) at a dose of 900 mg nanoparticles / kg seed presented the best results in relation to the agronomic aspects analyzed.

**KEYWORDS:** Nanotechnology; plant nutrition; diseases; yield.

## INTRODUÇÃO

O Brasil encontra-se consolidado como 3º maior produtor de milho no mundo e 2º maior exportador, com um consumo doméstico do cereal elevado, uma vez que é um dos principais produtores mundiais de proteína animal (Conab, 2018).

Para o mesmo autor, nos últimos anos, a dinâmica da cadeia produtiva do milho mudou significativamente no país, visto que o grão deixou de ser apenas um produto destinado à alimentação animal, mas também uma commodity exportável, configurando-se no cenário do agronegócio brasileiro como um dos cereais mais importantes.

O milho é caracterizado por ser uma cultura com baixa população de plantas, logo a produção pode ser comprometida de forma significativa ao ser atacada por pragas e doenças durante o período de germinação das sementes e emergência das plântulas. Por isso, é extremamente importante que todas as sementes semeadas germinem e assegurem, o número desejado de plantas no momento da colheita e o bom rendimento da lavoura (Peske, 2013).

Para Jandrey (2014), as sementes de milho híbrido carregam um dos mais modernos pacotes tecnológicos da agricultura moderna. Isso tem provocado investimentos cada vez maiores em qualidade e proteção, pois com a introdução de eventos que incorporam características como resistência a doenças, insetos e herbicidas, ocorreu um aumento do custo inicial de implantação da lavoura, aumentando o valor agregado da semente. Além das tecnologias, o melhoramento genético tem propiciado materiais adaptados aos mais diferentes ambientes.

Na busca pela elevação dos níveis atuais de rendimento e redução nos custos de produção do milho no Brasil, novas tecnologias vêm sendo incorporadas aos sistemas de produção. Dentre essas, destaca-se a utilização de nanopartículas de nutrientes aplicadas via tratamento de sementes (TS), a qual é considerada uma estratégia agrônoma promissora, pois garante o sucesso no estabelecimento da respectiva cultura, possibilitando às plantas maior capacidade em resistir aos estresses bióticos (ocasionados por pragas e doenças) ou abióticos (em função das condições ambientais e nutrição) durante as fases de definição dos componentes de rendimento.

Para que todo esse potencial seja expressado é necessário haver na planta um equilíbrio nutricional. O cobre (Cu) é essencial para a planta completar seu ciclo, ou seja, formar sementes viáveis. O mesmo desempenha importante papel em diversos processos fisiológicos, tais como: fotossíntese, respiração, distribuição de carboidratos, redução e fixação do nitrogênio, e metabolismo de proteínas e das paredes celulares. Controla as

relações de água na planta e a sua produção de DNA e RNA, sendo que a sua deficiência reduz a produção de sementes pelo aumento da esterilidade do pólen; está envolvido, também, nos mecanismos de resistência a doenças (Taiz et al., 2017).

Ao longo dos últimos anos, tem sido observado um avanço de doenças, nessa cultura, como consequência do estreitamento das relações patógeno-hospedeiro-ambiente. Os principais fungos que atacam as sementes de milho são *Fusarium moniliforme* (Sheld.), *Cephalosporium* sp., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., e ocorrem em duas etapas específicas do sistema de produção: na pré-colheita (podridões fúngicas de espigas, com a formação de grãos ardidos) e na pós-colheita, durante o beneficiamento, armazenamento e transporte (grãos mofados ou embolorados) (Stefanello et al., 2012).

Em face do que foi visto, a nanotecnologia apresenta um largo espectro de oportunidades e possibilidades, embora seja amplamente empregada em diversas áreas do conhecimento, ainda é pouca utilizada em estudos agrônômicos. Desta forma, se justifica a presente pesquisa, com o objetivo de avaliar os aspectos agrônômicos em híbridos de milho submetidos ao TS com nanopartículas de Cu.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental e laboratório de Tecnologia e Produção de Sementes do Curso de Agronomia na Universidade do Oeste de Santa Catarina no município de São José do Cedro/SC, localizados a uma latitude de 26°28'43,88" S e longitude 53°30'44.68" Oeste, com altitude de 684 metros do nível do mar.

As condições climáticas (temperatura máxima, média e mínima e precipitação acumulada) do período experimental (Figura 1) foram obtidas no Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo, 2019).

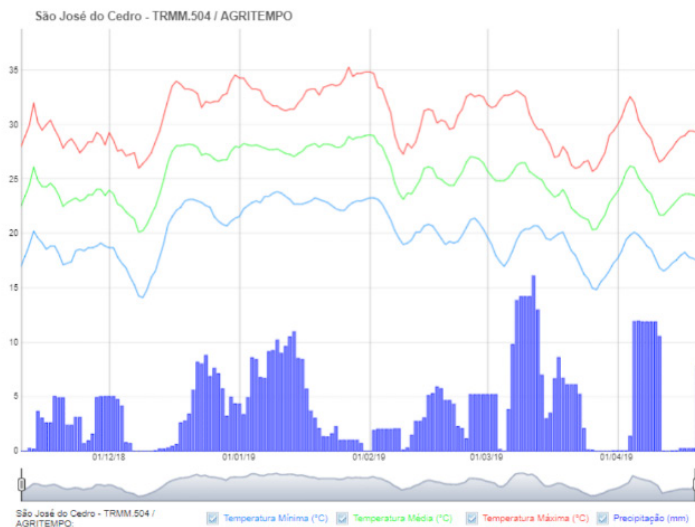


Figura 1. Condições climáticas registradas durante o período experimental

Fonte: Agritempo, 2019

O solo da área é classificado como CAMBISSOLO Háplico (Embrapa, 2018).

O estudo foi conduzido em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC), em esquema de parcela subdividida (PSD) (5 x 6), sendo que, na parcela principal foram alocados os híbridos de milho (H1: 22S18 TOP2®; H2: 20A30 VIPTERA®, H3: 20A80 TOP2®, H4: 22S18 TOP3® e H5: 20A20 TOP2®) e na subparcela foram alocadas as doses de nanopartículas de Cu via TS (D1: testemunha (testemunha negativa: TN); D2: 100,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente; D3: 300,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente; D4: 900,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente; D5: 2700,00mg de nanopartículas de Cu/kg de semente e D6 (testemunha positiva: TP): 4,00 g de Cu/kg de semente), com 3 repetições.

A implantação da cultura do milho ocorreu sobre a palhada de aveia preta (*Avena strigosa* Scherb), dessecada no dia 18 de outubro de 2018 com o herbicida Glyphosate (Glifosato Nortox WG®), na dose de 2,50kg/ha, com antecedência de 21 dias antes da semeadura. A semeadura foi realizada no dia 10 de novembro de 2018, de forma manual com auxílio de semeadora conhecida como “matraca” com a finalidade de controlar a densidade e distribuição das sementes na profundidade de 2 a 3 cm.

Em agosto de 2018 foi realizada a amostragem de solo com trado tipo calador em três pontos aleatórios/repetição. Em cada ponto foram coletadas cinco amostras na profundidade de 00-10 cm, totalizando 15 amostras, conforme instruções do Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, 2016). A análise de solo foi realizada no Laboratório de Solos do Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar – CEPAF, localizado no município de Chapecó/SC.

Após a interpretação dos resultados da análise de solo, foram aplicadas as

recomendações conforme Manual de Calagem e Adubação para os estados do RS/SC da Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, referentes aos nutrientes. A fórmula utilizada foi 500kg/ha do adubo 09-33-12, com um adicional 90kg de KCl a lanço na semeadura. Em relação a adubação nitrogenada, foram aplicados: 255kg de N/ha, sendo 45Kg/ha na base (10 de novembro de 2018) e 210Kg em cobertura nos estádios fenológicos V4 (18 de dezembro de 2018) e V8 (29 de dezembro de 2018). A fonte utilizada foi a uréia (45% de N). Para fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ), foram aplicados 165Kg/ha e 150Kg/ha, respectivamente, para uma expectativa de rendimento de 12 toneladas por hectare. Quanto aos teores de micronutrientes, não houve a necessidade de realizar aplicação dos mesmos, pois estavam acima das exigências da cultura do milho (CQFS, 2016). Em relação à calagem não foi necessária à correção na respectiva área experimental.

Foram utilizados 2,00ml de água destilada (pH de 6,2)/kg de semente, para a realização do tratamento de sementes (TS) (homogeneização/mistura das sementes).

O desbaste foi realizado na emergência das plântulas. Quando a cultura se encontrava no estágio fenológico V3 (22 de novembro de 2018), foi efetuada a dessecação em pós emergência com o herbicida Glyphosate (Glifosato®) na dose de 4,00L/ha.

Os tratamentos fitossanitários realizados foram: TS com o produto Tiametoxam (Cruiser 350 FS®) na dose de 100ml/60.000sementes. Em fase de emergência visando o controle de lagartas e percevejos foi aplicado o inseticida Tiametoxam e Lambda-cialotrina (Engeo pleno®) na dose de 200ml/ha.

A colheita do milho foi realizada quando às plantas entraram em maturação de campo (20 de abril de 2019), segundo a metodologia proposta pelo Mapa (2009).

As análises de NDVI e temperatura do dossel foram realizadas no florescimento. Para tal, foi utilizado o leitor de reflectância *GreenSeeker*®, em cinco plantas por parcela, posicionando o equipamento a 60cm da planta, conforme metodologia proposta por Garcia (2015). A medida de temperatura do dossel foi realizada com a utilização do sensor termal infravermelho *InfraPro*® fabricado pela *Oaktorn*® na folha abaixo da espiga “folha bandeira”, em cinco plantas por parcela (Crusiol et al., 2012).

As doenças na cultura do milho foram identificadas de acordo com Sabato e Fernandes (2014). Para a avaliação da incidência das doenças em raízes, colmos, folhas e grãos do milho, foi utilizada a nomenclatura adaptada de Sempre Sementes (2019).

Após a identificação dos fungos, foi realizada a avaliação de incidência das doenças em raízes de duas plantas de milho por parcela, no estágio V8, classificando-as da seguinte forma: (S) quando mais de 50% do sistema radicular estava afetado pela doença; (MS) quando de 25 a 50% do sistema radicular estava afetado pela doença; (MR) quando menos de 25% do sistema radicular estava afetado pela doença; (T) quando o sistema radicular não estava afetado pela doença.

Identificados os fungos, foram realizadas as avaliações de incidência das doenças em colmos de duas plantas de milho por parcela, da seguinte forma: abertos os colmos

longitudinalmente ao meio e observados o terceiro entre nó da planta de baixo para cima, nos estádios V8, VT, R2, R4 e R6, classificando-os em: (S) quando mais de 50% do terceiro entre nó do colmo estava afetada pela doença; (MS) quando de 25 a 50% do terceiro entre nó do colmo estava afetada pela doença; (MR) quando menos de 25% do terceiro entre nó do colmo estava afetada pela doença; (T) quando o terceiro entre nó do colmo não estava afetado pela doença.

Realizada a identificação dos fungos, a avaliação de incidência das doenças em folhas de duas plantas de milho por parcela, ocorreu na última folha completamente expandida no estádio V8. A partir da bainha da folha, mediu-se 20cm ( $\pm 2$ cm), coincidindo com a parte intermediária da folha. Nos estádios VT, R2, R4 e R6 a folha analisada foi a folha logo abaixo da espiga (folha bandeira), classificando-as em: (S) quando mais de 50% da folha estava afetada pela doença; (MS) quando de 25 a 50% da folha estava afetada pela doença; (MR) quando menos de 25% da folha estava afetada pela doença; (T) quando da folha não estava afetado pela doença.

As espigas da área útil foram colhidas manualmente, trilhadas em debulhador manual e separadas as impurezas, logo após os grãos foram submetidos à determinação da umidade, corrigidos a 13% de base úmida, efetuando-se os cálculos para estimar o rendimento em kg/ha. O rendimento e peso hectolítrico foram determinados conforme metodologia proposta pelo Mapa (2009).

Os dados coletados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). As diferenças entre médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas ocorridas (Figura 1) indicaram um modelo climático com grande potencial para “El Niño”, na safra de milho 2018/19. Para o Brasil, o fenômeno trouxe aumento de temperatura e ocorrência de chuvas acima da média, especialmente na região Sul, refletindo diretamente na definição dos componentes de rendimento da respectiva cultura (Floss, 2011).

Conforme a Figura 1 foi possível constatar que as condições climáticas (temperatura e precipitação) ocorridas no respectivo experimento influenciaram nos diferentes estádios de desenvolvimento: VE (germinação x estande de plantas); V6 a V9 (definição do número de fileiras de grãos por espiga); V12 a V15 (determinação do número de grãos por fileira na espiga); VT (polinização); R1 a R5 (enchimento de grãos); R6 (maturação fisiológica) determinando diferentes comportamentos em relação às variáveis respostas qualitativas (NDVI; temperatura do dossel; identificação e incidência de doenças) e quantitativas (rendimento e peso hectolítrico), conforme os fatores híbridos de milho e doses de nanopartículas de Cu/kg de semente.

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator híbridos em

relação às variáveis respostas NDVI e temperatura do dossel (Tabela 1).

Híbridos de milho	NDVI	Temperatura do dossel
	----- (Índice) -----	----- (°C) -----
HB 03: 20A80 TOP2®	0,796 b	28,55 c
HB 01: 22S18 TOP2®	0,814 ab	27,93 bc
HB 04: 22S18 TOP3®	0,816 ab	27,66 b
HB 02: 20A30 VIPTERA3®	0,816 ab	27,26 ab
HB 05: 20A20 TOP2®	0,821 a	26,71 a

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

Tabela 1. NDVI do experimento em relação ao fator híbridos (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator doses de nanopartículas de Cu em relação às variáveis respostas NDVI e temperatura do dossel (Tabela 2).

Doses de nanopartículas de Cu/kg de semente	NDVI	Temperatura do dossel
	----- (Índice) -----	----- (°C) -----
0 (TN)	0,80 b	28,05 ab
100	0,81 ab	27,93 ab
300	0,81 ab	27,45 ab
900	0,82 a	27,38 a
2700	0,80 b	27,88 ab
4g de Cu (TP)	0,79 b	28,64 b

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

Tabela 2. NDVI e temperatura do dossel com testemunha positiva (4,00 g de Cu/kg de semente) experimento em relação ao fator doses de nanopartículas de Cu (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Para a avaliação de incidência das doenças em raízes do milho, de acordo com Sabato e Fernandes (2014) foi observada a podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*), conforme a nomenclatura adaptada de Sempre Sementes (2019) os híbridos de milho foram classificados como moderadamente resistente (MR).

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator híbridos em

relação às variáveis respostas podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*) (Tabela 3).

Híbridos de milho	Podridão de raiz		Podridões de colmo	
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>
	------(%)-----			
HB 05: 20A20 TOP2®	0,56 a	2,22 a	0,00 a	3,89 c
HB 03: 20A80 TOP2®	1,11 ab	2,78 a	0,00 a	3,33 b
HB 02: 20A30 VIPTERA3®	2,22 ab	4,44 a	0,00 a	3,33 b
HB 04: 22S18 TOP3®	2,78 b	3,88 a	0,56 a	2,22 a
HB 01: 22S18 TOP2®	5,00 c	6,67 b	3,33 b	4,44 c

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

Tabela 3. Podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*) do experimento em relação ao fator híbridos (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator estádios de desenvolvimento em relação às variáveis respostas podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*) (Tabela 4).

Os híbridos diferiram significativamente em relação a podridão da raiz e colmo causada pela infecção por *Fusarium* spp., com destaque para o híbrido HB 05: 20A20 TOP2® que foi o menos acometido tanto pela podridão da raiz (0,56%), quanto pela podridão do colmo (2,22%) (Tabela 3).

A infecção por *Fusarium* spp. pode acometer além da raiz e colmo outras partes da planta, como a espiga, sendo uma das principais responsáveis pela incidência de grãos ardidos (Ramos et al., 2010). Uma vez que a espiga é infectada, o fungo tende a deteriorar parte do amido dos grãos, e assim causar redução na densidade e na qualidade dos mesmos (Bento et al., 2012). Este fato é uma provável explicação para o maior rendimento e peso do hectolitro observado para o híbrido mais resistente a podridão da raiz e do colmo causada por *Fusarium* spp., o HB 05: 20A20 TOP2® (Tabela 8).

As diferenças entre híbridos em relação a incidência de infecções por *Fusarium* spp. podem ser explicadas pela maior resistência decorrente do próprio genoma de algumas plantas, que atua limitando o crescimento fúngico e até mesmo interferindo na biossíntese de micotoxinas através da produção de metabólitos específicos (Gao et al., 2009).

Estádios de desenvolvimento	Podridão de raiz		Podridões de colmo	
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>
	------(%)-----			
V8	11,67 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a
VT	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,55 a
R2	0,00 a	1,67 a	0,00 a	3,89 ab
R4	0,00 a	8,89 b	1,67 b	3,89 ab
R6	0,00 a	9,44 b	2,22 b	8,89 b

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

Tabela 4. Podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*) do experimento em relação ao fator estádios de desenvolvimento (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator doses de nanopartículas de Cu em relação às variáveis respostas podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*) (Tabela 5).

Doses de nanopartículas de Cu/kg de semente	Podridão de raiz		Podridões de colmo	
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>
	------(%)-----			
0 (TN)	4,67 c	5,67 e	2,00 b	3,33 cd
100	3,33 bc	4,00 d	1,33 ab	2,67 c
300	2,98 b	3,33 c	0,67 a	1,33 b
900	0,00 a	1,33 a	0,00 a	0,00 a
2700	1,27 a	2,00 b	0,00 a	1,33 b
4g de Cu (TP)	1,88 ab	4,67 de	0,67 a	4,00 d

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

Tabela 5. Podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*) com testemunha positiva (4,00 g de Cu/kg de semente) do experimento em relação ao fator doses de nanopartículas de Cu (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Em relação às doses de nanopartículas avaliadas, a dose de 900 g/kg de sementes foi que resultou nos menores níveis de ocorrência de podridão de raiz (0,00%) e colmo (1,33%) por *Fusarium* spp., com tendência similar para a podridão de colmo causada por



*Pylhium aphanidermatum* (0,00%) e *Macrophomina phaseolina* (0,00%) (Tabela 5).

A atividade antifúngica de nanopartículas metálicas já foi comprovada em outras culturas, como no controle in vitro do fitopatógeno *Alternaria brassicicola*. Neste caso as nanopartículas de prata foram capazes de inibir de forma consistente o desenvolvimento do fungo fitopatogênico e também dos esporos (Cavalcante, 2014). Kim (2012) também observou a inibição in vitro de várias espécies de fitopatógenos, incluindo *Fusarium* spp., a partir de nanopartículas de prata.

Diversas são as formas de atuação das nanopartículas frente aos microrganismos. As nanopartículas metálicas podem interferir nos sistemas de transporte e ocasionar o acúmulo dos íons metálicos no interior das células, impedindo o metabolismo celular (Shrivastava et al., 2007), incluindo a inativação da função ribossomal e da produção de ATP, danos a estrutura do DNA e desnaturação de proteínas (Suryawanshi et al., 2018). Outra forma de ação dos íons metálicos é através da reação com o oxigênio produzindo espécies reativas de oxigênio capazes de danificar o material genético e a estrutura das células (Suryawanshi et al., 2018).

O aumento da resistência a fungicidas específicos, além do interesse na redução da utilização de agroquímicos de alta toxicidade, impele a busca por novos agentes capazes de controlar efetivamente estes microrganismos. Os resultados obtidos colaboram com a possibilidade de utilização de nanopartículas metálicas como uma alternativa no controle de fungos patogênicos com potencial para produção de micotoxinas, como o *Fusarium* spp.

Na indústria existem várias formas de minimizar a contaminação por micotoxinas, envolvendo métodos químicos, físicos e biológicos, porém ainda em desenvolvimento ou de baixa viabilidade econômica, fato que nos faz evidenciar a relevância tanto dos híbridos que se apresentaram mais resistentes, quanto ao tratamento de sementes utilizando nanopartículas de cobre, para minimizar a incidência de fungos do gênero *Fusarium* spp. Ao minimizar a ocorrência destes fungos podemos obter grãos de melhor qualidade, além de reduzir a predisposição da cultura do milho à contaminação por fumonisinas, como estratégia para evitar danos à saúde dos seres humanos e dos animais.

Para a avaliação de incidência das doenças de folhas do milho, conforme Sabato e Fernandes (2014) foram observadas: ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), classificada como: suscetível (S); moderadamente suscetível (MS); tolerante (T) e moderadamente resistente (MR) e Helminthosporiose (*Exserohilum turcicum*) e Mancha-branca (*Pantoea ananatis*), as quais foram classificadas como moderadamente resistente (MR).

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator híbridos em relação às variáveis respostas ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), Helminthosporiose (*Exserohilum turcicum*) e Mancha-branca (*Pantoea ananatis*) (Tabela 6).

Híbridos de milho	<i>Puccinia sorghi</i>	<i>Exserohilum turcicum</i>	<i>Pantoea ananatis</i>
	-----(%)------	-----(%)------	-----(%)------
HB 05: 20A20 TOP2®	47,78 a	9,44 ab	5,55 a
HB 03: 20A80 TOP2®	53,33 b	6,67 a	10,00 bc
HB 02: 20A30 VIPTERA3®	61,67 b	7,22 ab	10,56 a
HB 04: 22S18 TOP3®	53,88 ab	8,33 ab	9,44 b
HB 01: 22S18 TOP2®	51,67 b	11,67 c	8,89 b

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

Tabela 6. Ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e Mancha-branca (*Pantoea ananatis*) do experimento em relação ao fator híbridos (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator estádios de desenvolvimento em relação às variáveis respostas ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e Mancha-branca (*Pantoea ananatis*) (Tabela 7).

Estádios de desenvolvimento	<i>Puccinia sorghi</i>	<i>Exserohilum turcicum</i>	<i>Pantoea ananatis</i>
	-----(%)------	-----(%)------	-----(%)------
V8	68,89 b	0,00 a	0,00 a
VT	93,33 c	3,33 a	11,11 b
R2	100,00 d	13,33 b	10,00 b
R4	2,22 a	11,11 b	10,00 b
R6	0,00 a	15,56 b	13,33 b

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

Tabela 7. Ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e Mancha-branca (*Pantoea ananatis*) do experimento em relação ao fator estádios de desenvolvimento (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator híbridos em relação às variáveis respostas rendimento e peso hectolítrico (Tabela 8).

Híbridos de milho	Rendimento	Peso hectolítrico
	----- (sc/ha) -----	----- (kg/hl) -----
HB 03: 20A80 TOP2®	144,93 d	78,63 b
HB 01: 22S18 TOP2®	149,22 c	80,70 a
HB 04: 22S18 TOP3®	157,33 b	81,02 a
HB 02: 20A30 VIPTERA®	159,76 a	81,29 a
HB 05: 20A20 TOP2®	160,59 a	82,25 a

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

Tabela 8. Rendimento e peso hectolítrico do experimento em relação ao fator híbridos (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator doses de nanopartículas de Cu em relação às variáveis respostas rendimento e peso hectolítrico (Tabela 9).

Doses de nanopartículas de Cu/kg de semente	Rendimento	Peso hectolítrico
	----- (sc/ha) -----	----- (kg/hl) -----
0 (TN)	151,88 b	80,43 b
100	153,33 b	80,72 b
300	155,38 ab	81,00 ab
900	159,52 a	81,34 a
2700	155,34 b	81,00 ab
4g de Cu (TP)	151,62 b	80,50 b

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

Tabela 9. Rendimento e peso hectolítrico com testemunha positiva (4,00 g de Cu/kg de semente) experimento em relação ao fator doses de nanopartículas de Cu (São José do Cedro, SC – safra 2018/2019)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

O ano agrícola de 2018/19 apresentou uma distribuição pluviométrica elevada em São José do Cedro na região Extremo Oeste Catarinense, principalmente durante o período reprodutivo da cultura (Figura 1). Nesse sentido, foi registrada nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril uma precipitação total de 543,24 mm. As precipitações elevadas no verão favoreceram o desenvolvimento de fungos fitopatogênicos.

A incidência de doenças de raízes, colmos e folhas foram significativamente alteradas pelos efeitos simples dos híbridos (Tabelas 3 e 6), estádios de desenvolvimento (Tabelas 4 e 7) e doses de nanopartículas de Cu/kg de semente (Tabelas 5 e 8), influenciando diretamente no NDVI e temperatura do dossel (Tabelas 1 e 2) e rendimento e peso

hectolítrico, com destaque para os híbridos 20A30 VIPTERA3® (HB 02) e 20A20 TOP2® (HB 05) (Tabela 8) na dose de 900 mg de nanopartículas/kg de semente (Tabela 9).

Após a floração, o fluxo de fotoassimilados dentro da planta de milho é direcionado prioritariamente ao enchimento de grãos. Quando a planta não produz fotoassimilados em quantidade suficiente para a manutenção dos tecidos, a maior demanda exercida pelos grãos por esses produtos leva os tecidos da raiz e base do colmo a senescerem precocemente, fragilizando essas regiões e tornando-as mais suscetíveis a doenças de colmo (Floss, 2011). Um fator importante que afeta este balanço nutricional entre os diferentes órgãos da planta de milho é o híbrido. Em um determinado ambiente, a manifestação fenotípica é o resultado da ação do genótipo sob influência do meio. Essa interação quantifica o comportamento diferenciado dos genótipos (híbridos de milho) diante das variações ambientais (GxA). Assim, a adaptabilidade genotípica se refere à capacidade dos genótipos (híbridos de milho) em aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente, neste caso, o respectivo estímulo está relacionado com a aplicação de nanopartículas de Cu via TS.

Nas Tabelas 5 e 8, doses inferiores a 900 mg de nanopartículas de Cu/kg de semente, provavelmente, proporcionam maiores estresses fisiológicos, como pode ser verificado na variável temperatura do dossel (indicativo de estresse) (Tabela 2), aumentando desta forma a competição por água, luz e nutrientes, reduzindo a disponibilidade de fotoassimilados para atender a demanda para enchimento do grão e manutenção das demais estruturas da planta (Floss, 2013), o que ocasiona alteração no transporte de elétrons da fotossíntese e fotoinibição (Cambrollé et al., 2015).

Doses maiores que 900 mg de nanopartículas de Cu/kg de semente, possivelmente, indicam efeito tóxico o qual está associado a danos gerados nas células vegetais devido a excesso de Cu. Isso favorece o desenvolvimento de doenças de raízes, colmo e folhas conforme observado na presente pesquisa, visto que, nestas condições há evidências científicas que o ocorre o aumento na síntese de proteínas e enzimas envolvidas na defesa aos danos oxidativos (Cambrollé et al., 2015). Tais resultados são confirmados por Bochicchio et al. (2015), os quais citam que o estresse por Cu pode danificar a estrutura das raízes, o que pode reduzir a absorção de água e nutrientes minerais do solo e, assim, diminuir o crescimento das plantas. Na presente pesquisa, percebe-se que a dose recomenda (4 g de Cu/kg de semente), também proporciona efeito tóxico, divergindo dos resultados encontrados por Luchese et al., (2004).

A capacidade fotossintética de cada híbrido pode influenciar de forma marcante no fracionamento dos produtos oriundos da fotossíntese durante o período de enchimento de grãos (Floss, 2013). Nesse sentido, os híbridos testados no presente trabalho, demonstram ser mais eficientes em termos fotossintéticos, o que também podem explicar suas menores suscetibilidades às doenças de raízes, colmo e folhas (Tabelas 3 e 6) ao longo dos diferentes estádios de desenvolvimento (Tabelas 4 e 7).

## CONCLUSÃO

Nas condições em que a presente pesquisa foi conduzida, os resultados obtidos permitem concluir que:

Em relação às doenças em raízes do milho são observadas a podridão de raiz (*Fusarium* spp.) e podridões de colmo (*Fusarium* spp., *Pythium aphanidermatum* e *Macrophomina phaseolina*), sendo os híbridos (H1: 22S18 TOP2®; H2: 20A30 VIPTERA®; H3: 20A80 TOP2®; H4: 22S18 TOP3® e H5: 20A20 TOP2®) classificados como moderadamente resistentes.

Para às doenças de folhas nos híbridos de milho (H1: 22S18 TOP2®; H2: 20A30 VIPTERA®; H3: 20A80 TOP2®; H4: 22S18 TOP3® e H5: 20A20 TOP2®) são observadas: ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), classificados como: suscetível; moderadamente suscetível; tolerante e moderadamente resistente e Helminthosporiose (*Exserohilum turcicum*) e Mancha-branca (*Pantoea ananatis*), classificados como moderadamente resistente.

A incidência de doenças de raízes, colmos e folhas é significativamente alterada pelos efeitos simples dos híbridos, estádios de desenvolvimento e doses de nanopartículas de Cu/kg de semente, influenciando diretamente no NDVI, temperatura do dossel, rendimento e peso hectolítrico, com destaque para os híbridos 20A30 VIPTERA3® (HB 02) e 20A20 TOP2® (HB 05) na dose de 900 mg de nanopartículas/kg de semente.

## REFERÊNCIAS

Agritempo - **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**, 2019.

Bento, F. L.; Cannepele, M. A. B.; Albuquerque, M. C. F.; Kobayashi, L.; Caneppele, C. Ocorrência de fungos e aflatoxinas em grãos de milho. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 1, p. 44-49, 2012.

Bohicchio R.; Sofo, U.; Terzano, R.; Gattullo, C. E.; Amato, H.; Scopa, U. Root architecture and morphometric analysis of *Arabidopsis thaliana* grown in Cd/Cu/Zn-gradient agar dishes: A new screening technique for studying plant response to metals. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 91, p. 20-27, jun. 2015.

Cambrollé, J.; García, J. L.; Figueroa, M. E.; Cantos, M. Evaluating wild grapevine tolerance to copper toxicity. **Chemosphere**, v. 120, p. 171-178, feb. 2015.

Cavalcante, N. B. **Atividade antibacteriana e antifúngica de nanopartículas de prata produzidas por *Curvularia inaequalis* (Shear) Boedijn**. 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de (mestrado) em Recursos Naturais do Semiárido, Universidade Federal do Vale do São Francisco – Univasf, Petrolina, 2014.

Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária/Companhia Nacional de Abastecimento**, v.1 - Brasília: Conab, 2018.

Cqfs - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de calagem e adubação para os Estados de Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Viçosa, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2016.

Crusiol, L. G. T.; Carvalho, J. de F. C.; Sibaldelli, R. N. R.; Farias, J. R. B. F. Comportamento espectral de diferentes genótipos de soja (GM para tolerância a seca e convencionais), em condição irrigada e sob estresse hídrico. In: **VI Congresso brasileiro de soja**. Cuiabá, 2012. Resumos... Brasília: Embrapa, 2012.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

Floss, E. L. Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê. Passo Fundo: **Editora Universitária**, 2011.

Gao, X.; Brodhagen, M.; Isakeit, T.; Brown, S. H.; Göbel, C. Inactivation of the Lipoxygenase ZmLOX3 Increases Susceptibility of Maize to *Aspergillus* spp. **Molecular plant-microbe interactions**, v. 22, n. 2, p. 222-231, 2009.

Garcia, M. R. **Caracterização espectro-temporal de cultivares de trigo por meio do índice de vegetação por diferença normalizada-NDVI de sensores terrestres**. 2015.

Jandrey, D. B. Manejo de milho para altos rendimentos. **Informativo PIONEER**, 38. ed., p. 14, 2014.

Kim, S. W.; Jung, J. H.; Lamsal, K.; Kim, Y. S.; Min, J. S.; Lee, Y. S. Antifungal Effects of Silver Nanoparticles (AgNPs) against Various Plant Pathogenic Fungi. **Mycobiology**, v. 40, n. 1, p. 53-58, 2012.

Luchese, A. V.; Gonçalves Junior, A. C.; Luchese, E. B.; Braccini, M. do C. L. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1949-1952, 2004.

Mapa - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**, p. 31, 2009.

Peske, S. T.; Baudet, L. Beneficiamento de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E.; Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 3. ed., Pelotas: **Ed. Universitária/UFPel**, p. 457, 2012.

Ramos, A. T. M.; Moraes, M. H. D. de; Carvalho, R. V. de; Camargo, L. E. A. Levantamento da microflora presente em grãos ardidos e sementes de milho. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 3, p. 257-259, 2010.

Sabato, E. O.; Fernandes, F. T. **Doenças do Milho**, 2014.

Sempre Sementes. **Híbridos de milho**, 2019.

Shrivastava, S.; Bera, T.; Roy, A.; Singh, G.; Ramachandrarao, P.; Dash, D. **Characterization of enhanced antibacterial effects of novel silver nanoparticles**. *Nanotechnology*, v. 18, p. 1-9, 2007.

Stefanello, J.; Bachi, L. M. A.; Gavassoni, W. L.; Hirata, L. M.; Pontim, B. C. Á. Incidência de fungos em grãos de milho em função de diferentes épocas de aplicação foliar de fungicida. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 42, p. 476-481, 2012.

Suryawanshi, A. D.; Sanap, V. B.; Padampalle, A. S. Suryawanshi, D. D. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials – a review. *International Research Journal of Science and Engineering*, p. 202-206, 2018.

Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I.; Murphy, A. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. **Artmed**, 6. ed. Porto Alegre - RS, 2017.

## AVALIAÇÃO DE COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE SOJA SUBMETIDA A INOCULAÇÃO MISTA VIA APLICAÇÃO DE INOCULANTE CONTENDO *Bradyrhizobium* E *Azospirillum*

Data de aceite: 01/04/2022

### **Ivana Marino Bárbaro-Torneli**

APTA Polo Regional Alta Mogiana  
Colina/SP  
ORCID ID - 0000-0002-2954-2693

### **Elaine Cristine Piffer Gonçalves**

APTA Polo Regional Alta Mogiana  
Colina/SP  
ORCID ID – 0000-0001-5797-6264

### **José Antonio Alberto da Silva**

APTA Polo Regional Alta Mogiana  
Colina/SP  
<http://Lattes.Cnpq.Br/1398758607886303>

### **Anita Schmidek**

APTA Polo Regional Alta Mogiana  
Colina/SP  
<http://Lattes.Cnpq.Br/3709782731891847>

### **Fernando Bergantini Miguel**

APTA Polo Regional Alta Mogiana  
Colina/SP  
ORCID ID – 0000-0002-4778-8961

### **Marcelo Henrique de Faria**

APTA Polo Regional Alta Mogiana  
Colina/SP  
<http://Lattes.Cnpq.Br/4131019883040512>

### **Regina Kitagawa Grizotto**

APTA Polo Regional Alta Mogiana  
Colina/SP  
<http://Lattes.Cnpq.Br/2809175495850519>

**RESUMO:** Dentre as prioridades para adoção da coinoculação em soja, destaca-se o desenvolvimento de inoculantes de melhor qualidade, nas doses mais eficientes e associadas as técnicas viáveis e corretas da aplicação. Objetivou-se avaliar a eficiência agrônômica de inoculante composto contendo em sua formulação *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em diferentes doses e dois modos de aplicação (tratamento de semente e/ou sulco de semeadura). O experimento foi conduzido em condições de campo, safra 2015/16, na APTA - Pólo Regional da Alta Mogiana, Colina-SP. Os tratamentos testados foram: T1 e T2 = coinoculação no tratamento de sementes nas doses, respectivamente, de 100 e 200 mL de inoculante composto para 50 kg de sementes; T3 e T4 = co-inoculação no sulco de semeadura, nas doses de 200 e 300 mL ha<sup>-1</sup>; T5 = testemunha; T6 = 200 kg de nitrogênio (parcelado) e T7 = inoculação tradicional nas sementes com Masterfix® L (100 mL/ 50 kg de sementes). O delineamento experimental foi o DBC, com cinco repetições, sendo a parcela constituída por seis linhas de 5 metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,5 m. Foram avaliados caracteres agrônômicos e componentes da produção por ocasião da maturação dos grãos. Verificou-se que os tratamentos que envolveram a coinoculação geralmente foram equivalentes entre si e se destacaram em relação aos outros tratamentos testados com valores estatisticamente superiores para a maioria das variáveis analisadas. Pode-se concluir que o inoculante composto proporcionou expressivo aumento no rendimento de grãos,



quando comparado a testemunha, sendo a melhor dose no tratamento de sementes foi a de 200 mL por saca de 50 kg de sementes e no sulco de semeadura foi a de 300 mL ha<sup>-1</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max L.*, coinoculação, bactérias, tratamento de sementes, sulco de semeadura.

## EVALUATION OF COMPONENTS OF SOYBEAN PRODUCTION SUBMITTED TO MIXED INOCULATION VIA INOCULANT APPLICATION CONTAINING *Bradyrhizobium* AND *Azospirillum*

**ABSTRACT:** Among the priorities for the adoption of soybean in coinoculation technology, it highlights the development of inoculants with better quality, the most efficient doses and associated viable and correct techniques of application. Thus, we aimed to evaluate the agronomic efficiency of coinoculation in soybean test formulation containing *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* in different doses and application forms (or seed treatment and seed furrows). The experiment was conducted under field conditions in the agricultural year 2015/2016, the APTA – Pólo Regional Mogiana, Colina-SP. The treatments were: T1 and T2 coinoculation of seed treatment in doses, respectively, of 100 and 200 mL of test formulation 50 kg of seeds; T3 and T4 = coinoculation in the planting furrow at doses of 200 and 300 mL ha<sup>-1</sup>; T5 = control; T6 = 200 kg of nitrogen (installments) and T7 = traditional inoculated seeds with Masterfix® L (100 mL / 50 kg of seeds). The experimental design was randomized blocks, with five replications, and the portion consists of six lines of 5 meters in length and spacing between lines of 0.5 m. We evaluated agronomic traits and yield components during the grain maturation. The results obtained showed that treatments involving the coinoculation were generally equivalent to each other and stood in relation to other treatments tested with statistically greater values for most variables. It can be concluded under the conditions of this study, the coinoculation provided significant increase in grain yield when compared to control, being the best dose formulation for coinoculation in seed treatment was 200 mL per bag of 50 kg of seed and planting furrow was 300 mL ha<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** *Glycine max L.*, coinoculation, bacteria, seed treatment, planting furrow.

## 1 | INTRODUÇÃO

A inoculação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que promovem a fixação biológica de nitrogênio (FBN), foi um dos principais fatores responsáveis para o cultivo da soja em larga escala no Brasil (ZUFFO et al., 2015). Além dessas bactérias supracitadas, sabe-se que o solo é um ecossistema que apresenta uma grande variedade de micro-organismos promotores de crescimento da planta, que podem ser de vida livre ou associados.

Para Silveira e Freitas (2007) bactérias promotoras de crescimento constituem todas as bactérias que têm efeitos benéficos sobre o crescimento de uma ou mais espécies vegetais, exceto para o *Rhizobium* que, apesar da relação benéfica para o crescimento vegetal, é proveniente do resultado de uma relação simbiótica. Na literatura, as bactérias diazotróficas mais estudadas como promotoras de crescimento e com características associativas, pertencem ao gênero *Azospirillum*. Estas tem sido utilizadas como inoculantes

comercializados no Brasil com recomendação para as gramíneas. O *Azospirillum* possui as seguintes vantagens: as bactérias são endófitas, isto é, penetram as raízes das plantas; apresentam antagonismos aos agentes patogênicos; produz hormônios vegetais; não sendo muito sensíveis a variações de temperatura; e ocorre em todos os tipos de solo e clima (ARAÚJO, 2008). Entre os hormônios vegetais, tem-se demonstrado a capacidade de *Azospirillum brasilense* em produzir auxina, giberelina e citocianinas sob condições “in vitro” (MASCIARELLI et al., 2013).

A coinoculação está em sintonia com a abordagem atual da agricultura, que respeita as demandas de altos rendimentos, todavia com sustentabilidade agrícola, econômica, social e ambiental. Consiste em adicionar mais de um micro-organismo reconhecidamente benéfico as plantas, visando maximizar a contribuição dos mesmos. Assim, combina uma prática já bem conhecida pelos produtores que consiste na inoculação das sementes de soja com bactérias fixadoras de nitrogênio (N), conhecidas como rizóbios, com o uso do *Azospirillum*, uma bactéria até então conhecida por sua ação promotora de crescimento em gramíneas (FERLINI, 2006; BÁRBARO et al., 2008; BÁRBARO et al., 2009; BÁRBARO et al., 2011; HUNGRIA et al. 2013b; EMBRAPA, 2014b).

Diante deste contexto, o desenvolvimento de novos inoculantes com melhor qualidade, nas doses mais eficientes, bem como associadas a técnicas viáveis e corretas da aplicação da tecnologia de coinoculação podem sanar estes problemas.

Isto posto, o presente trabalho objetivou analisar a eficiência agrônômica da coinoculação por meio da aplicação de inoculante composto, em diferentes doses e modos de aplicação em vários caracteres de interesse agrônômico em soja cultivada na safra 2015/16, em Colina-SP.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Experimento em condições de campo

Em condições de campo, o experimento foi instalado em 03 de dezembro de 2015 em área experimental pertencente ao Pólo Regional da Alta Mogina, da APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, estabelecido na Avenida Rui Barbosa, s/n, no município de Colina-SP, à 20°43’ de latitude sul, 48° 34’ de longitude oeste e altitude de 568 m. O histórico da área constou da cultura da soja em 2010/2011, amendoim em 2011/2012, e pousio nos anos agrícolas 2013/14 e 2014/15.

#### 2.1.1 *Tratamentos e delineamento experimental*

Os tratamentos testados neste experimento, bem como, os códigos das parcelas experimentais referentes ao mesmo estão descritas na Tabela 1.

Nº	Tratamentos	Código das parcelas experimentais dispostas no campo
T1	Formulação <sup>2</sup> (1 dose) – <b>SEMENTE*</b>	4, 13, 20, 23, 31
T2	Formulação (2 doses) – <b>SEMENTE</b>	5, 14, 17, 27, 29
T3	Formulação (2 doses) – <b>SULCO**</b>	6, 8, 18, 24, 33
T4	Formulação (3 doses) – <b>SULCO</b>	7, 9, 19, 22, 35
T5	Testemunha	1, 11, 15, 25, 32
T6	200 kg N/ha (parcelados na base e em cobertura)	2, 10, 21, 26, 34
T7	Inoculante líquido comercial <sup>1</sup> (1 dose) – <b>SEMENTE*</b>	3, 12, 16, 28, 30

<sup>1</sup> - Inoculante Masterfix® L da Empresa Stoller do Brasil Ltda; <sup>2</sup> –Inoculante composto a base de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, \* 1 dose no tratamento de semente = 100 mL por 50 kg de sementes, \*\* 1 dose no sulco = 100 mL/ha

Tabela 1. Tratamentos e código das parcelas experimentais do experimento de aplicação de inoculante composto (*Bradyrhizobium* e *Azospirillum*) em soja. Safra 2015/16. Pólo Regional da Alta Mogiana, APTA. Colina-SP.

Cada parcela experimental foi composta por 6 linhas de 5 m de comprimento. O espaçamento entrelinhas foi de 0,5 m. Desta forma, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso composto pelos sete tratamentos (T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7) supracitados com 5 repetições, num total de 35 parcelas experimentais.

### 2.1.2 Condução do experimento

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental para posterior análise química e física, além da contagem de *bactérias Bradyrhizobium* e *bactérias diazotróficas associativas do solo antes da semeadura*.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados do número mais provável de bactérias presentes no solo da área experimental, antes da implantação do ensaio de campo.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distrófico. De acordo com o laudo de análise química e física do solo, obtiveram-se os seguintes resultados: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,21; M.O. = 22,50 g dm<sup>-3</sup>; CO = 13 g dm<sup>-3</sup> P = 18,54 mg dm<sup>-3</sup>; K = 3,04 mmolc dm<sup>-3</sup>; Ca = 18,67 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg = 12,86 mmolc dm<sup>-3</sup>; H + Al = 27,46 mmolc dm<sup>-3</sup>; SB = 34,58 mmolc dm<sup>-3</sup>; CTC= 62,04 mmolc dm<sup>-3</sup> e V = 55,73%, S = 3,57 mg dm<sup>-3</sup>, Zn = 0,70 mgdm<sup>-3</sup>, B= 0,18 mg dm<sup>-3</sup>, Mn = 12,70 mg dm<sup>-3</sup>, Cu = 0,45 mg dm<sup>-3</sup> e Fe = 30,81 mg dm<sup>-3</sup>; Areia Total = 804 g kg de solo; Argila = 150 g kg de solo e Silte = 45 g kg de solo. Em porcentagem: Areia Total = 80,40 % (Areia grossa = 55,50 % + Areia fina = 24,90%); Argila = 15,00%; Silte = 4,50.

O solo foi preparado de maneira convencional e antes da última gradagem, foi efetuada a aplicação de trifluralin (produto comercial Trifluralina Goldâ), na dose recomendada pelo fabricante, visando o controle de plantas daninhas de folhas estreitas infestantes da área. Posteriormente, a área foi sulcada com cultivador e adubada manualmente.

A adubação foi realizada com formulação comercial de adubo 4-20-20, na dosagem de (200 kg. ha<sup>-1</sup>), sendo utilizado aproximadamente 50 g de formulação por linha de 5 metros lineares. Apenas no Tratamento 6 (Testemunha com 200 kg/ha de Nitrogênio) foram aplicados metade da dose na base e em cobertura com o uso do sulfato de amônio.

Utilizou-se a cultivar de soja 5D634RR da Empresa Dow AgroSciences, categoria S2, peneira 7,0, germinação mínima de 80%. Foram semeadas aproximadamente 30 sementes por metro, com a finalidade de se obter 16 plantas por metro linear, resultando numa população média final de 320.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A semeadura foi realizada manualmente, ficando as sementes a uma profundidade de 5 cm. Não foi realizado o desbaste visando simular as reais condições de campo.

As doses dos inoculantes: inoculante comercial Masterfix® L e formulação testada no experimento ficaram na dependência dos diferentes tratamentos: sendo que 1 dose foi equivalente a 100 mL/50 kg de sementes ou ha, respectivamente, para semente e sulco de semeadura. Assim, no laboratório, antes da semeadura foram realizados os procedimentos de inoculação para o tratamento T7 correspondente a aplicação de 1 dose de inoculante comercial Masterfix® L e para a formulação nos tratamentos T1 e T2 descritos na Tabela 1 que envolveram 100 e 200 mL por 50 kg de sementes, respectivamente. Já, nos tratamentos T3 e T4 cuja co-inoculação foi realizada via sulco de semeadura nas doses de 200 e 300 mL/ha, adotaram-se os seguintes procedimentos: inicialmente foi realizada a distribuição das sementes nos sulcos e em seguida aplicaram-se a formulação no sulco sobre as sementes através pulverizador com costal 20 L, sendo o bico dirigido para o sulco, e com posterior fechamento manual dos sulcos. O volume de calda utilizado para a aplicação em sulco de semeadura foi de 100 L/ ha.

Todas as sementes foram previamente tratadas alguns dias da semeadura com inseticida/fungicida, Standak Top na dose de 2 mL/kg de sementes, sendo os inoculantes aplicados por último, no dia da semeadura. Além disso, 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.

Foram aplicados 150 mL/ha do produto comercial CoMo® Platinum que contém os micronutrientes cobalto e molibdênio, via pulverização foliar no estágio fenológico V<sub>5</sub>, em todos os tratamentos incluindo a testemunha. Também foi aplicado no mesmo dia o inseticida Brilhante<sup>BR</sup> na dose de 0,5 L/ha para controle de lagartas, volume de calda de 300 L/ha e no dia 06/01/2016 utilizou-se o fungicida Opera na dose de 0,6 L/ha. Posteriormente foram realizadas outras aplicações envolvendo o fungicida Orkestra na dose recomendada pelo fabricante e foi efetuado também o controle de percevejos através de três aplicação

de inseticidas, quando as pragas atingiram o nível de dano econômico.

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 (2014a).

## 2.2 Avaliações no estágio fenológico R8

Por ocasião da maturação (R8) antes da colheita das parcelas úteis, foram coletadas dez plantas por parcela experimental onde avaliaram-se os seguintes caracteres de interesse agrônomo:

- altura de planta na maturação (APM) = dada pela distância do colo da planta até a extremidade da haste principal, em cm;
- altura de inserção da primeira vagem (AIV) = dada pela distância do colo da planta até a extremidade inferior do primeiro legume em cm;
- número de nós por planta (NN) = contagem de nós obtidos na ramificação principal por planta;
- número de ramos por planta (NR) = contagem do número de ramificações obtidos por planta;
- número de vagens por planta (NV) = contagem do número de vagens por planta;
- número de sementes por vagem (NSV) = contagem do número de sementes obtidos por vagem, sendo a mesma esfetuada para 1 grão, 2 grãos e 3 grãos/vagem.
- número de sementes por planta (NS) = contagem do número de sementes por planta;
- peso de sementes por planta (PP) = peso obtido através do número de sementes por planta;
- índice de acamamento (Ac) = de acordo com escala de notas proposta por Bernard et al. (1965), em que atribuiu-se nota 1 com todas as plantas eretas e 5 com todas as plantas acamadas,
- notas de valor agrônomo (VA) = notas atribuídas ao aspecto global da planta sendo nota 1 = planta ruim e nota 5 planta excelente;
- estande final (EF) = contagem do número de plantas colhidas somente das duas linhas centrais que foram utilizadas para estimar a produtividade das parcelas, sendo medidas em número de plantas por metro;

A massa de mil grãos (PMG) foi determinada por meio da pesagem de cinco subamostras de 100 grãos, por repetição, multiplicando-se os resultados por 10 (BRASIL, 2009). A partir dos valores médios referentes à produção das parcelas de cada tratamento, foram calculadas a produtividade (PG), sendo expressa em  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (valores corrigidos para 13% de umidade).

### 2.2.1 Análise estatística dos resultados

Os dados referentes as avaliações foram submetidas a análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5 %. Utilizou-se o programa estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO, 2015)

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Experimento em campo

Na Tabela 2 estão descritos os resultados de contagem de bactérias presentes no solo da área experimental antes de sua instalação do experimento.

Identificação da amostra	Umidade do solo	Bactérias Totais	Bactérias <i>Bradyrhizobium</i>	Bactérias Diazotróficas
	%		UFC g <sup>-1</sup> solo seco	
APTA	11,63	8,23 x 10 <sup>6</sup>	2,14 x 10 <sup>7</sup>	1,1 x 10 <sup>6</sup>

UFC – Unidade formadora de colônias

Tabela 2. Resultados da contagem de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e bactérias diazotróficas de solo de área experimental da APTA. Colina-SP. Safra2015/16.

O solo experimental apresentava elevado número de bactérias nodulantes de soja, estimado em 2,14 x 10<sup>7</sup> unidades formadoras de colônias por grama de solo. Com esta condição, as plantas do tratamento controle (T5) sem inoculação formaram nódulos (Tabela 2). Chueiri et al. (2005) relatam, que em áreas novas, ou de elevada acidez, é recomendado a aplicação do dobro da dose de inoculantes, pois a sobrevivência da bactéria é afetada pela acidez do solo e pela competição entre estirpes nativas e introduzidas. Com o aumento da dose, espera-se que a prática possa recompensar a perda de células viáveis em solos de baixo pH (SILVA et al., 2011). Krasova-Wade et al. (2006) observaram que ao elevar a densidade rizobiana na inoculação, houve aumento da competitividade das estirpes inoculadas contra a população rizobiana nativa. Entretanto, Campos (1999) não encontrou benefícios de doses de inoculantes em áreas de plantio direto estabelecido. Há relatos de resposta à reinoculação anual tradicional, resultando em incrementos no rendimento de grãos de soja, com ganhos médios de 4,5% (EMBRAPA, 2004) mesmo em solos com número elevado de células de *Bradyrhizobium* spp., em experimentos realizados nos Cerrados (VARGAS; HUNGRIA, 1997) e no Estado do Paraná (HUNGRIA et al., 1997).

Nas Tabelas 3 e 4, constam os resultados obtidos na avaliação de alguns caracteres de interesse agrônomo, bem como, dos componentes da produção de grãos.

Na análise de variância, pode-se observar diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) para

NN, NR e VA; ( $p < 0,05$ ) para APM, com exceção de AIV e Ac que não apresentaram significâncias estatísticas (Tabela 3). Também foram observados efeitos significativos ( $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ ) de tratamentos para todos os componentes de produção, indicando existir diferenças entre os tratamentos testados para as características estudadas (Tabela 4).

Tratamentos	Caracteres agrônômicos					
	<sup>1</sup> APM	<sup>1</sup> AIV	<sup>1</sup> NN	<sup>1</sup> NR	<sup>2</sup> Ac	<sup>2</sup> VA
	cm	Cm	unid planta <sup>-1</sup>	unid planta <sup>-1</sup>	Notas	Notas
<b>T1</b>	75,88 bc	17,24 a	15,24 abc	2,52 c	2,60 b	3,20 ab
<b>T2</b>	81,06 ab	15,74 a	15,92 a	4,20 a	2,20 b	3,80 a
<b>T3</b>	78,38 abc	16,42 a	15,60 ab	4,06 a	2,60 b	3,40 ab
<b>T4</b>	86,36 a	16,90 a	16,28 a	3,48 b	3,40 a	3,40 ab
<b>T5</b>	73,88 bc	16,88 a	14,14 c	2,68 c	2,80 ab	3,00 b
<b>T6</b>	70,04 c	15,32 a	14,48 bc	2,92 c	2,40 b	2,20 c
<b>T7</b>	72,96 bc	16,98 a	14,44 bc	2,52 c	2,40 b	3,40 ab
<b>F</b>	2,83*	0,56 NS	4,78**	19,88**	2,37 NS	5,22**
<b>CV (%)</b>	9,50	12,89	5,55	11,26	21,57	15,40
<b>Média</b>	76,94	16,50	15,16	3,20	2,63	3,20

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5 %; T1 = 100 mL/ 50 kg de sementes de inoculante composto no tratamento de sementes; T2 = 200 mL/ 50 kg de sementes de inoculante composto no tratamento de sementes; T3 = 200 mL /ha no sulco de semeadura; T4 = 300 mL/ha no sulco de semeadura; T5 = Testemunha sem inoculação e sem adubação nitrogenada; T6 = Adubação nitrogenada com 200 kg nitrogênio/ha (parcelado); T7 = 100 mL /50 kg de sementes de Masterfix® L Soja no tratamento de sementes; APM = altura da planta na maturação; AIV = altura de inserção da primeira vagem; NN= número de nós; NR = número de ramos; Ac = índice de acamamento; VA = valor agrônômico; <sup>1</sup>Média de 10 plantas por parcela experimental; <sup>2</sup> Notas de 1 a 5

Tabela 3. Caracteres de interesse agrônômico avaliados por ocasião da maturação, em resposta aos diferentes tratamentos testados envolvendo doses e modos de aplicação de inoculante composto em soja. Experimento em campo. APTA. Colina-SP. Safra 2015/16.

Tratamentos	Caracteres agrônômicos							
	NS <sup>1</sup>	NVT <sup>1</sup>	NV1 <sup>1</sup>	NV2 <sup>1</sup>	NV3 <sup>1</sup>	PMG <sup>2</sup>	PP <sup>1</sup>	PG <sup>2</sup>
	unid planta <sup>-1</sup>	unid planta <sup>-1</sup>	unid planta <sup>-1</sup>	unid planta <sup>-1</sup>	unid planta <sup>-1</sup>	g planta <sup>-1</sup>	g planta <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>
<b>T1</b>	69,50 b	31,08 b	4,32 b	12,88 cd	14,56 b	160,42 bc	10,12 b	4205,28 ab
<b>T2</b>	128,20 a	59,44 a	6,92 a	22,10 a	30,48 a	170,20 a	19,89a	4492,40 a
<b>T3</b>	115,94 a	55,72 a	7,16 a	20,88 ab	27,90 a	160,59 bc	18,11a	3980,32 bc
<b>T4</b>	111,26 a	51,86 a	7,10 a	18,74 abc	25,78 a	160,83 ab	17,47a	4237,52 ab
<b>T5</b>	61,98 b	29,22 b	4,74 ab	11,28 d	13,04 b	160,61 bc	9,28 b	3658,76 c
<b>T6</b>	75,76 b	35,24 b	5,06 ab	14,66 bcd	15,46 b	160,55 bc	11,31 b	3924,28 bc
<b>T7</b>	63,58 b	30,06 b	5,06 ab	11,22 d	13,98 b	160,16 c	9,38 b	3938,48 bc
<b>F</b>	5,69**	5,83**	2,56*	3,96**	5,25**	4,75**	5,50**	4,41**
<b>CV (%)</b>	29,30	29,45	29,98	32,16	36,43	1,98	32,34	7,10

Média	89,46	41,80	5,77	15,97	20,17	160,63	13,65	4062,43
-------	-------	-------	------	-------	-------	--------	-------	---------

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5 %; T1 = 100 mL/ 50 kg de sementes de inoculante composto no tratamento de sementes; T2 = 200 mL/ 50 kg de sementes de inoculante composto no tratamento de sementes; T3 = 200 mL /ha no sulco de semeadura; T4 = 300 mL /ha no sulco de semeadura; T7 = 100 mL /50 kg de sementes de Masterfix® L Soja no tratamento de sementes; T6 = Adubação nitrogenada com 200 kg nitrogênio/ha (parcelado); T5 = Testemunha sem inoculação e sem adubação nitrogenada; NVT= número de vagens total; NS = numero de sementes; NV1,2 e 3= número com 1, 2 e 3 grãos; PMG = peso de mil grãos; PP = peso de grãos por unidade de planta e PG = produtividade de grãos. <sup>1</sup>Média de 10 plantas por repetição; <sup>2</sup> = média de 5 repetições, valores corrigidos para 13% de umidade.

Tabela 4. Componentes do rendimento de grãos avaliados em resposta aos diferentes tratamentos testados envolvendo doses e modos de aplicação de inoculante composto em soja. Experimento em campo. APTA. Colina-SP. Safra 2015/16.

Na Tabela 3, considerando o caráter APM, nota-se que o tratamento T4 (coinoculação com uso do inoculante composto na dose de 300 mL ha<sup>-1</sup> no sulco de semeadura) destacou-se, proporcionando maior valor médio de altura de planta (86,36 cm), não diferindo estatisticamente dos tratamentos T2 e T3. Menores estaturas corresponderam ao tratamento com o uso de adubação nitrogenada (T6) com valor médio de 70,04 cm. Os valores de altura de planta, encontrados no presente ensaio para os tratamentos estudados, ficou dentro da faixa recomendada por Sedyama et al. (2005), os quais citam que a altura mínima desejável para a colheita mecanizada em solos de topografia plana está em torno de 50 a 60 cm. Por outro lado, os mesmos autores relatam que plantas muito acima de 100 cm tendem ao acamamento, dificultam a eficiência das colhedoras e tendem a produzir menos.

A média de altura de inserção da primeira vagem (AIV) encontrada neste trabalho foi de 16,50 cm (Tabela 3) e não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos testados. Tal resultado encontra-se dentro do recomendado por Sedyama et al. (2005), para terrenos planos, que segundo os autores varia de 10 a 11 cm acima da superfície do solo.

Para o NN, os tratamentos T4 e T2 proporcionaram os maiores valores médios de respectivamente, 16,28 e 15,92 nós unidade planta<sup>-1</sup>, não diferindo estatisticamente dos outros tratamentos que envolveram a utilização do inoculante composto (T1 e T3). Com resultados intermediários ficaram os tratamentos com adubação nitrogenada (T6) e inoculação tradicional com *Bradyrhizobium* (T7), e o com menor número de nós a testemunha (T5). Quanto ao NR, os tratamentos T2 e T3 foram equivalentes e superiores em relação aos demais tratamentos estudados (Tabela 3).

A característica acamamento (Ac) é importante para evitar as perdas na colheita, e é muito influenciada pela densidade populacional, fertilidade do solo e época de plantio (ESPINDOLA et al. 2011). Para esta característica, não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos testados, sendo obtidos valores médios de notas variando de 2,20 a 2,80, estando dentro dos limites de recomendação (SEDIYAMA et al., 2005).



Ainda na Tabela 3, em relação as notas visuais de VA, verificou-se que o tratamento com aplicação de inoculante composto nas sementes (T2) destacou-se e foi equivalente aos demais tratamentos que fizeram uso do mesmo inoculante (T1, T3 e T4) e inoculação tradicional com *Bradyrhizobium* T7, sendo os piores resultados obtidos pelo uso da adubação nitrogenada (T6) e testemunha (T5).

Bárbaro et al. (2009), Hungria et al (2013 ) e Hungria et al ( 2015) mostraram em suas pesquisas influências positivas da coinoculação sobre as características agrônômicas de soja, mas os resultados verificados por Gitti et al. (2012 ); Zuffo et al ( 2015) e Zuffo et al. 2016 , não suportam os autores mencionados anteriormente.

Constata-se de modo geral, que acréscimos expressivos foram obtidos nos componentes de rendimento NS, NVT, NV2, NV3, PP, PMG, bem como, no rendimento de grãos propriamente dito (PG) quando se fez uso do inoculante composto no tratamento de sementes na dose de 200 mL por saca de 50 kg (T2). Este tratamento foi superior estatisticamente em relação aos tratamentos T1, T5, T6 e T7 e equivalente aos tratamentos T3 e T4 para NS, NVT; NV2, NV3 e PP; superior aos tratamentos T1, T3, T5, T6 e T7 e equivalente ao T4 para PMG e superior aos tratamentos T3, T5, T6 e T7 e equivalente aos tratamentos T1 e T4 para PG (Tabela 4).

Os resultados obtidos mostraram que a aplicação do inoculante composto (*Bradyrhizobium* e *Azospirillum*) efetuada no tratamento de sementes na dose de 200 mL ha<sup>-1</sup> (T2) produziu praticamente o dobro de sementes por planta, bem como, em peso (128,20 sementes e 19,89 g) quando comparado a testemunha (T5) com 61,98 sementes e peso de 9,28 g. Seguindo a mesma tendência nota-se que o NV mostrou média de 59,44 vagens, sendo 30,48; 22,10 e 6,92 vagens, respectivamente, contendo 3, 2 e 1 grãos. Já a testemunha (T5) apresentou o menor valor médio de número de vagens (29,22) sendo 13,04, 11,28 e 4,74 com 3, 2 e 1 grão, respectivamente. Segundo Câmara (1998) uma planta de soja pode produzir mais de 400 vagens, porém em média as cultivares desenvolvem de 30 a 80 vagens por planta. Peluzio et al. (2010) encontraram correlação positiva entre número de vagens por planta e produtividade, enfatizando que este é um caráter importante para o rendimento final de grãos, por fazer parte do grupo dos componentes da produção.

A característica mais importante é sem dúvida nenhuma a produtividade de grãos (PG), e ao analisar este caráter (Tabela 4), verificou-se média geral dos tratamentos de 4062,43 kg.ha<sup>-1</sup> demonstrando bom desempenho da cultura da soja, na Safra 2015/16 em Colina-SP; valor este superior à média do Estado de São Paulo que foi estimada em 3.294 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2016). O tratamento T2 foi responsável pela produtividade de 4492,40 kg ha<sup>-1</sup>, diferindo estatisticamente da testemunha (T5) com 3658,76 kg. ha<sup>-1</sup> e dos tratamentos T3, T6 e T7. Nota-se que a inoculação tradicional com *Bradyrhizobium*, que por apresentar resultados de produtividade da ordem de 3938,48 kg. ha<sup>-1</sup>, houve um acréscimo de 553, 92 kg. ha<sup>-1</sup> quando se fez o uso da coinoculação com aplicação do inoculante composto a base de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* nas sementes em sua maior dose (T2), corroborando

com os trabalhos de Hungria et al., 2013b e Embrapa, 2014b, que confirmaram a eficiência agrônômica a campo da co-inoculação da soja com *Bradyrhizobium* nas sementes e *A. brasilense* no sulco de semeadura. Considerando a média de quatro experimentos obtiveram um ganho adicional de 205 kg ha<sup>-1</sup> (3,4 sacas), ou 7,1%, pela co-inoculação em comparação com o tratamento somente inoculado com *Bradyrhizobium* na semente, diferença essa estatisticamente significativa nos quatro locais e na análise conjunta dos locais.

Braccini et al. (2016) verificaram que a inoculação via tratamento de sementes e a utilização da associação do *Bradyrhizobium japonicum* com *Azospirillum brasilense*, via sulco de semeadura, proporcionou incrementos nos caracteres fisiológicos, bem como promoveu acréscimos no rendimento de grãos da soja, quando comparado com a testemunha.

Barbaro et al. (2009) verificaram que embora, aparentemente as médias dos tratamentos de inoculação tradicional, co-inoculação e testemunha apresentarem diferenças numéricas nos valores de produtividade, a mesma não foi significativa entre eles, não se descartando, porém a possibilidade de uma significância econômica para o tratamento envolvendo co-inoculação.

Os resultados obtidos no presente trabalho, permitem a recomendação de inoculante composto para coinoculação em soja no tratamento de sementes na dose de 200 mL por 50 kg de sementes e ou no sulco de semeadura na dose de 300 mL ha<sup>-1</sup>.

## 4 | CONCLUSÕES

A coinoculação em soja proporcionou expressivo aumento no rendimento de grãos, bem como, na maioria dos componentes de produção e caracteres agrônômicos; quando comparado a testemunha,

A melhor dose do inoculante composto para tratamento de sementes foi a de 200 mL por saca de 50 kg;

A melhor dose do inoculante composto no sulco de semeadura foi a de 300 mL ha<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S.C.; Realidade e perspectivas para o uso de *Azospirillum* na cultura do milho. Piracicaba: IPNI – International Plant Nutrition Institute Brazil. 32p. (IPNI. Informações Agrônômicas, 122). 2008.

BÁRBARO, I.M.; BARBARO JUNIOR, L.S.; TICELLI, M.; MACHADO, P.C.; M.; MIGUEL, F.B. Resultados preliminares da co-inoculação de *Azospirillum* juntamente com *Bradyrhizobium* em soja. **Pesquisa & Tecnologia**. v.8, n. 2, jul-dez de 2011. ISSN: 2316-5146.

BÁRBARO, I.M.; MACHADO, P.C.; BARBARO JUNIOR, L.S.; TICELLI, M.; MIGUEL, F.B.; SILVA, J.A.A. Produtividade da soja em resposta á inoculação padrão e co-inoculação. **Colloquium Agrariae**, v. 5, n.1, Jan-Jun. 2009 b, p. 01-07. DOI: 10.5747/ca.2009.v05.n1.a0040.

BÁRBARO, I.M.; BRANCALIÃO, S.R.; TICELLI, M.; MIGUEL, F.B.; SILVA, J.A.A. da (2008) **Técnica alternativa: co-inoculação de soja com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento de produtividade**. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_4/coinoculacao/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/coinoculacao/index.htm)>. Acesso em: 1/4/2015.

BARBOSA, J.C., MALDONADO JUNIOR, W. 2015. **AgroEstat** – Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos. Jaboticabal: UNESP.

BERNARD, R. L.; CHAMBERLAIN, D. W.; LAWRENCE, R. D. (Eds.). **Result of the cooperative uniform soybeans tests**. Washington: USDA, 1965. 134 p.

BRACCINI, A.L.; MARIUCCI, G.E.G.; SUZUKAWA, A.K.; LIMA, L.H.S.; PICCININ, G.G. Co-inoculação e modos de aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja. Scientia Agraria Paranaensis – Sci. Agrar. Parana. ISSN: 1983-1471 – Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n1p27-35>

BRASIL. Ministerio da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

CAMPOS, B. H. C. Dose de inoculante turfoso para soja em plantio direto. **Ciência Rural**, v. 29, p.423-426, 1999.

CHUEIRI, W. A.; PAJARA, F.; BOZZA, D. Importância da inoculação e nodulação na cultura da soja. Manah: Divulgação técnica, nº 169. 2005. Disponível em: [http://www.manah.com.br/downloadpdf.aspx?pdf=/media/4691/dt\\_manah\\_169.pdf](http://www.manah.com.br/downloadpdf.aspx?pdf=/media/4691/dt_manah_169.pdf). Acesso em: 14 ago. 2010.

CONAB (2016) Sétimo Levantamento da Safra de Grãos 2015/2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_05\\_13\\_08\\_46\\_55\\_boletim\\_graos\\_mai\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_13_08_46_55_boletim_graos_mai_2015.pdf)> Acesso em: 12/04/2016.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja: Paraná – 2005**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 224 p. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja, n.5).

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil** 2014a. – Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p. ; 21cm. – (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176-2902; n.16).

EMBRAPA. Tecnologia de co-inoculação combina alto rendimento com sustentabilidade na produção de soja e do feijoeiro. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1580416/tecnologia-de-coinoculacao-combina-alto-rendimento-com-sustentabilidade-na-producao-de-soja-e-do-feijoeiro> >. Acesso em 12 de outubro de 2014b.

ESPINDOLA, S.M.C.G.; FINOLDT, R.S.; FERREIRA, J.A.; KITANO. B.T.; DI MAURO.; A.O.; **Avaliação da performance produtiva e agrônômica de genótipos de soja para região de Jaboticabal, SP** – Agronomia/Agronomy FAZU em Revista: Uberaba. n.8; p.20-24, 2011.

FERLINI, H.A. Co-inoculación en soja (*Glycyne max*) con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense*. Santa Fé, **Engormix**, 2006. 6p.

GITTI, D.C.; ARF, O.; KANEKO, F.H.; RODRIGUES, R.A.F.; BUZETTI, S.; PORTUGAL, J.R.; CORSINI, D.C.D.C. Inoculação de *Azospirillum brasilense* em cultivares de feijões cultivados no inverno. **Revista Agrarian**, Dourados. v.5, n.15, p.36-46, 2012.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability.2013 (online). **Biology and Fertility of Soils**, v. 49 p. 791–801, 2013b.

KRASOVAWADE, T.; DIOUF, O.; NDOYE, I.; SALL, C.E.; BRACONNIER, S.; NEYRA, M. Watercondition effects on rhizobia competition for cowpea nodule occupancy. **African Journal of Biotechnology**, v.5, p.14571463, 2006.

MASCIARELLI, O.; URBANI, L.; REINOSO, H.; LUNA, V. (2013). Alternative Mechanism for the Evaluation of Indole-3-Acetic Acid (IAA) Production by *Azospirillum brasilense* Strains and Its Effects on the Germination and Growth of Maize Seedlings. *J Microb.* 51(5):590-597. <http://dx.doi.org/10.1007/s12275-013-3136-3>.

PELUZIO, J.M.; AFFÉRRI, F.; MONTEIRO, F. J. F.; MELO, A. V.; PIMENTA, R. S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, 41:427-434, 2010.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora UFV, 2005. p. 553-603.

SILVA, A. D.; CARVALHO, M. D.; SCHONINGER, E.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; SANTOS, P. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, v.27, p.404-412, 2011.

SILVEIRA, A. P. D. da; FREITAS, S. S. (Ed.). **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. cap. 5, p. 79-96.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. Fixação biológica do N<sub>2</sub> na cultura da soja. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos do Cerrado**. Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. p.297-360.

ZUFFO, A.M.; REZENDE, P.M.; BRUZI, A.T.; OLIVEIRA, N.T.; SOARES, I.O.; NETO, G.F.G.; CARDILLO, B.E.S.; SILVA, L.O. Co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasilense* in the soybean crop. **Rev. Ciênc. Agrar.** Lisboa, v.38, n.1, p.87-93. 2015.

ZUFFO, A. M., BRUZI, A. T., DE REZENDE, P. M., BIANCHI, M. C., ZAMBIAZZI, E. V., SOARES, I. O., RIBEIRO, A. B. M., & VILELA, G. L. D. Morphoagronomic and productive traits of RR<sup>®</sup> soybean due to inoculation via *Azospirillum brasilense* groove. **African Journal of Microbiology Research**, 10(13), 438-444. 2016.

## COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS NA FEIRA MUNICIPAL DAS VERDURAS, TABATINGA- AMAZONAS- BRASIL

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 08/03/2022

### Itaciara Viviane Bitencourt Ramos

Bolsista do Projeto Redes de Abastecimento: feira e mercados na faixa de fronteira-Brasil, Peru e Colômbia. Edital 003/2020 – PAINTER/FAPEAM  
Benjamin Constant, Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/9900582690523433>

### Antonia Ivanilce Castro da Silva

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Natureza e Cultura, Curso de Ciências Agrárias e do Ambiente  
Benjamin Constant, Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/5235127078538262>

### Diones Lima de Souza

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Natureza e Cultura, Curso de Ciências Agrárias e do Ambiente  
Benjamin Constant, Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/0708361242513785>

**RESUMO:** O trabalho analisou o processo de comercialização de produtos agrícolas na Feira Municipal das Verduras no município de Tabatinga- Amazonas- Brasil. Foi realizada observação e aplicado formulário de entrevista direcionado para os produtos agrícolas. Na feira circulam cerca de 93 diferentes produtos distribuídos em 34 famílias botânicas nas quais foram encontradas diversidade de espécies e de variedades, os produtos mais comercializados

são a banana (*Musa sp*), macaxeira (*Manihot sculenta*), pimentão (*Capsicum anuum*), limão (*Citrus sp*) e pepino (*Cucumis sativus*). A produção agrícola procede de localidades peruanas e brasileiras, as localidades peruanas fornecem maior quantidade de produtos. A comercialização ocorre por meio de seis etapas. Conclui-se que há uma oferta de produtos agrícolas constante e diversificada e os resultados podem contribuir para o planejamento de políticas públicas para a produção agrícola.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura familiar, Sistema de produção, Abastecimento agrícola.

### COMMERCIALIZATION OF AGRICULTURAL PRODUCTS AT THE MUNICIPAL FAIR OF VERDURAS, TABATINGA- AMAZONAS- BRAZIL

**ABSTRACT:** The work analyzed the process of commercialization of agricultural products in the municipal Fair of Verduras in the city of Tabatinga- Amazonas- Brazil. Observation was carried out and an interview form directed to agricultural products was applied. About 93 different products circulate in the fair, distributed in 34 botanical families in which diversity of species and varieties were found, the most commercialized products are banana (*Musa sp*), cassava (*Manihot sculenta*), pepper (*Capsicum anuum*), lemon (*Citrus sp*) and cucumber (*Cucumis sativus*). Agricultural production comes from Peruvian and Brazilian localities, the Peruvian localities supply a greater amount of products. Marketing takes place through six stages. It is concluded that there is a constant and diversified supply of agricultural products and the results can contribute to the

planning of public policies for agricultural production.

**KEYWORDS:** Family farming, Production system, Agricultural supply.

## 1 | INTRODUÇÃO

O presente trabalho aborda o Processo de Comercialização de Produtos Agrícolas na Feira Municipal das Verduras no município de Tabatinga, Amazonas, Brasil. A comercialização dos produtos agrícolas ocorre geralmente nas feiras das sedes dos municípios, é uma prática de comércio antigo, surgiu na Idade Média e obteve um importante papel no desenvolvimento de cidades no âmbito comercial por meio de trocas e relações econômicas (BERNARDINO, 2013).

Nos municípios do Alto Solimões a comercialização de produtos agrícolas em feiras é uma realidade, pois nesses espaços os agricultores familiares comercializam parte da produção. Para Noda (2013), a produção da agricultura familiar destina-se primordialmente para a manutenção da família, seja para autoconsumo e/ou para comercialização de produtos para obtenção de renda monetária, destinada a aquisição de bens não produzidos nas unidades familiares.

Neste sentido, a comercialização ocorre quando os produtos chegam às sedes municipais. Na região do Alto Solimões o processo de comercialização se inicia a partir do momento que a produção entra em contato com os centros urbanos, e os locais onde ocorre esse contato são as feiras, mercados municipais e beira de rios (NODA, 2007).

Tendo em vista que a comercialização dos produtos ocorre de acordo com a produção local. O trabalho focalizou em entender o processo de comercialização realizado na Feira Municipal das Verduras e teve como objetivo analisar o processo de comercialização de produtos agrícolas na Feira Municipal das Verduras no município de Tabatinga, Amazonas.

## 2 | ABORDAGEM METODOLÓGICA

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado município de Tabatinga, Amazonas, Brasil, localizado à margem esquerda do Rio Solimões, fronteira com a Colômbia e Peru (Figura 1), na Microrregião do Alto Solimões. (IBGE, 2018).



Figura 1 - Localização da área de estudo, município de Tabatinga, AM, 2017.

Fonte: Google Earth- Elaborado por Souza, 2017.

A economia do município baseia-se nos setores primário, secundário e terciário. O setor primário compreende atividades voltadas à agricultura, extrativismo e pecuária, compreendendo a principal atividade do município (IBGE, 2012).

A Feira Municipal das Verduras (Figura 2 A) está localizada na Rua Marechal Rondon, Bairro Dom Pedro I no município de Tabatinga. No ano de 2015 a feira funcionava em um prédio alugado pela Prefeitura Municipal, com área útil de prédio era de 395m<sup>2</sup>, em alvenaria e cobertura de telhas de alumínio.

A parte interna da feira possuía três tipos de estruturas físicas que serviam de suporte no processo de comercialização: bancas<sup>1</sup>, mesas e boxes<sup>2</sup>. As bancas (ocupadas por feirantes), as mesas (ocupadas por agricultores) e os boxes (ocupados por pessoas que realizam a venda de refeições). Todas distribuídas de forma organizada na estrutura física da feira (Figura 2 B).

Os dados foram coletados durante 06 meses durante o ano de 2016 e durante 5 meses do ano 2017, totalizando onze meses.

1 Banca: estruturas construídas em madeira possui formato quadrado lembrando uma mesa, nas suas extremidades são fixadas ripas na vertical e horizontal formando uma espécie de travessão, no qual são colocados pregos. Esse suporte de madeira e pregos é utilizado para exposição dos produtos.

2 Boxes: estruturas em alvenaria, contendo pia e bancada fixa. São destinados para o preparo e venda de refeições.



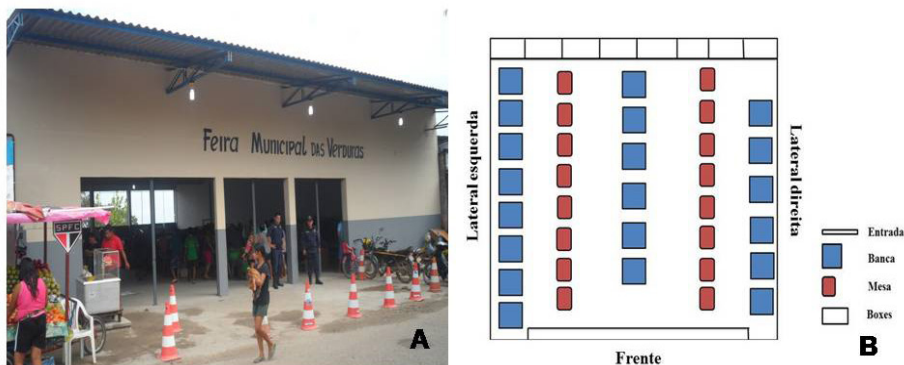


Figura 2 –A) Área externa e B) Croqui da área interna da Feira Municipal das Verduras, município de Tabatinga, AM, 2017.

Fonte: Própria autora, 2017.

## 2.2 Procedimentos de campo

A abordagem utilizada na pesquisa foi a **quali-quantitativa**. Conforme Minayo (1994), por meio dessa abordagem obtém-se um conjunto de dados que se complementam, pois a realidade abrangida por eles interage dinamicamente excluindo qualquer dicotomia. O delineamento usado na pesquisa foi o **Estudo de Caso**, segundo Yin (2015) é aquele investiga um acontecimento contemporâneo em meio à vida real. Os dados foram coletados e registrados em caderno de campo.

## 2.3 Os sujeitos sociais da pesquisa

Os sujeitos sociais foram feirantes, agricultores e agricultoras que se dispuseram a participar da pesquisa. Os critérios de inclusão foram à disponibilização voluntária e a realização da comercialização no local de estudo.

## 2.4 As técnicas de pesquisas

A pesquisa foi respondida por meio das técnicas: a) Levantamento bibliográfico: Utilizando bibliografia publicada em relação ao tema de estudo; b) Pesquisa de campo: Fundamentou-se na observação dos fatos e fenômenos, na coleta de dados e no registro de variáveis relevantes para análise, seguido de registros fotográficos e em caderno de campo e c) Observação direta: realizada por meio de duas técnicas: observação e entrevista (MARCONI e LAKATOS (2009). Formulário de entrevista estruturado: seguindo um roteiro de perguntas pré-determinado, constituído por perguntas sobre: as espécies comercializadas, unidade de venda, local de compra e procedência.

## 2.5 Procedimentos de análise

Foi realizada estatística descritiva após organização e tabulação em planilha Excel



utilizando os registros dos formulários de entrevistas, pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo e observações. Os dados foram categorizados em acordo com os objetivos específicos do trabalho. Posteriormente a sistematização, foram elaborados gráficos e tabelas. (MARCONI e LAKATOS,2009)

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Produtos agrícolas comercializados na Feira Municipal das Verduras de Tabatinga

No presente trabalho foram contabilizados 93 produtos diferentes comercializados na Feira Municipal das Verduras, os quais foram agrupados em 10 categorias em acordo com a forma de comercialização. (Gráfico 1).

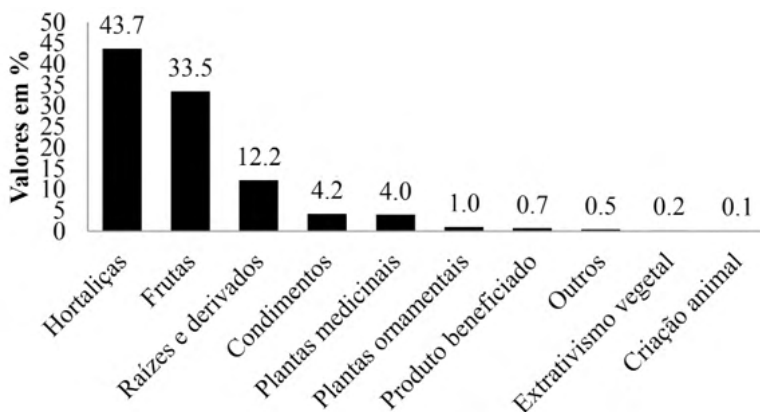


Gráfico 1 - Categorias de produtos agrícolas comercializados na Feira Municipal das Verduras, município de Tabatinga, AM.

Fonte: Dados de campo.

Os resultados apresentaram que as categorias mais comercializadas foram, hortaliças, frutas, raízes e derivados, condimentos e plantas medicinais.

Noda (2013) descreveu os componentes do sistema de produção da agricultura familiar no Alto Solimões: 1) Roça ou cultivos de roça, 2) Sítio, terreiro ou quintal-, 3) Capoeira ou pousio, 4) Extrativismo e 5) Criação animal. Nesses componentes cultivam-se produtos tanto para autoconsumo quanto para comercialização. Na roça, são cultivadas espécies anuais, principalmente a macaxeira, devido à importância para a reprodução biológica e social das famílias, espécies de ciclo curto como hortaliças, frutíferas e medicinais (*op.cit*). O sítio, situado próximos às moradias dos agricultores, são cultivados frutíferas hortaliças, plantas medicinais e essências florestais.

Martins (2016) também identificou nesses dois componentes as mesmas espécies

agrícolas. Essa diversificação deve-se ao destino da produção, que é primordialmente para o consumo dentro da unidade de produção. Por meio da diversificação das espécies e pelas práticas de manejo dos recursos ambientais, os agricultores abastecem os mercados dos municípios locais. Para Noda *et al.* (2013), a produção diversificada destina-se a suprir as necessidades alimentares da família e, também a demanda do mercado local. Desta forma, a agricultura familiar articula a produção, conservação ambiental e a economia.

Nesse contexto, as categorias identificadas na Feira Municipal das Verduras são oriundas dos componentes roça e sítio conforme a produção dos agricultores familiares no Alto Solimões. Dentro das categorias com mais representatividade para comercialização foram identificados seus respectivos produtos. (Tabela 1).

<b>Categoria</b>	<b>Produto</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Frequência absoluta</b>
<b>Hortaliças</b>	Pimentão	<i>Capsicum annum</i>	47
	Pepino	<i>Cucumis sativus</i>	38
	Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	36
	Cheiro verde (cebolinha, chicória e coentro)	<i>Allium foetidum, Eryngium foetidum, Coriandrum sativum</i>	35
	Milho	<i>Zea mays</i>	29
<b>Frutas</b>	Banana	<i>Musa sp.</i>	86
	Limão	<i>Citrus sp</i>	39
	Mamão	<i>Carica papaya</i>	37
	Cubiu	<i>Solanum sessiliflorum</i>	22
	Abacaxi	<i>Ananas comosus</i>	16
<b>Raízes e derivados</b>	Macaxeira	<i>Manihot esculenta</i>	66
	Farinha		28
	Goma		9
	Tucupi		4
	Cará		1
<b>Condimentos</b>	Pimenta	<i>Capsicum sp.</i>	29
	Manjeriçã <sup>3</sup>	<i>Ocimum basilicum</i>	4
	Açafrão	<i>Curcuma longa</i>	3
<b>Plantas medicinais</b>	Mastruz	<i>Chenopodium ambrasioides</i>	15
	Capim santo	<i>Cymbopogon citratus</i>	6
	Babosa	<i>Aloe vera</i>	4
	Hortelã	<i>Mentha sp</i>	4
	Manjeriçã	<i>Ocimum basilicum</i>	4
<b>Total parcial</b>			<b>562</b>

Tabela 1 - Frequência absoluta dos produtos mais comercializados em cada categoria, na Feira Municipal das Verduras, município de Tabatinga, AM.

Fonte: Dados de campo.

<sup>3</sup> O manjeriçã é representado duas vezes por ter dupla finalidade na comercialização.

Os dados deste estudo corroboram com os de Silva (2009) que identificou os produtos de ciclo curto, frutas, raízes e derivados, cereais e plantas medicinais destinados ao circuito de mercado no Alto Solimões e destacou essas categorias as mais comercializadas. As hortaliças e frutas são produzidas e encontradas durante o ano todo (SILVA, 2009).

Ao realizar análise individual dos produtos, os resultados demonstraram que a banana, macaxeira, pimentão, limão e pepino correspondem a 49,10% dos produtos mais comercializados (Gráfico 2). No entanto, vale ressaltar os derivados da mandioca (as farinhas seca, d'água e de tapioca) e o cheiro verde (composição de coentro, cebolinha e chicória) também apresentaram frequência relativamente alta na comercialização, as farinhas apresentando frequência 37% e o cheiro verde 35%.

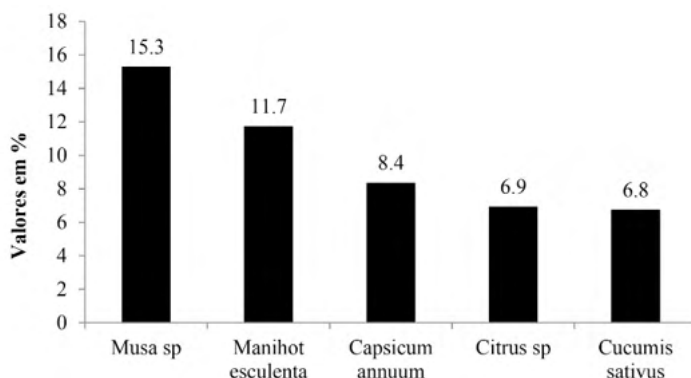


Gráfico 2 - Análise individual dos produtos agrícolas mais comercializados na Feira Municipal das Verduras, município de Tabatinga, AM.

Fonte: Dados de campo.

Fraxe et al. (2007), Silva (2009) e Martins (2016) descreveram esses produtos destinados ao autoconsumo e ao circuito de mercado. Para Silva (2009), a mandioca e a banana são a base da alimentação dos agricultores familiares. Outros fatores considerados ao analisar a comercialização de produtos agrícolas, foram o hábito alimentar cultural da região e o costume local de ir à feira diariamente para realizar compras em quantidades necessárias para o preparo das refeições do dia. Os consumidores não compram em quantidades maiores para armazenamento doméstico, faz parte da cultura, sobretudo dos mais velhos “fazer a feira” todos os dias

### 3.2 Diversidade e procedência dos produtos agrícolas

Os indicativos da presença de diversidade agrícola foram avaliados a partir das famílias botânicas, espécies e variedades comercializadas na Feira Municipal das Verduras. No que se refere às famílias botânicas foram identificadas 34, sendo apresentadas neste subcapítulo as mais frequentes totalizando 66,7%. (Tabela 2). As demais famílias botânicas

apresentaram uma e duas espécies apenas.

Nº	Família botânica	Espécie Vegetal	Frequência absoluta	%
1	Solanaceae	Pimentas, camapu e cubiu	9	11,1
2	Musaceae	Bananas	6	7,4
3	Cucurbitaceae	Melancia, melão, pepino, maxixe, jerimum caboclo e jerimum de leite	6	7,4
4	Rutaceae	Limões, laranja e tangerina	5	6,2
5	Fabaceae	Feijões e ingá	5	6,2
6	Amaryllidaceae	Cebolinha, cebola e alho	4	4,9
7	Arecaceae	Tucumã, pupunha, buriti e côco	4	4,9
8	Apiaceae	Chicória, cominho e coentro	3	3,7
9	Poaceae	Cana, milho e capim santo	3	3,7
10	Cactaceae	Cactos	3	3,7
11	Malvaceae	Cupuaçu, quiabo e malvarisco	3	3,7
12	Lamiaceae	Manjerição e hortelã	3	3,7
<b>Total parcial</b>			<b>54</b>	<b>66,7</b>

Tabela 2 - Principais famílias botânicas e respectivas espécies encontradas na Feira Municipal das Verduras, município de Tabatinga, AM.

Fonte: Dados de campo.

Sobre a diversidade de espécies vegetais o estudo identificou 60 espécies agrícolas comercializadas na Feira Municipal das Verduras, as que apresentaram diversidade de variedade são descritas na (Tabela 3).

Nº	Espécie	Variedade	Total
1	Pimenta	Pimentão, cheirosa, amarela, malagueta, murupi e olho de peixe	6
2	Banana	Chifrão, maçã, pacovã, peruana, prata e seda	6
3	Feijão	Cordeira, praia, manteiguinha e vermelho	4
4	Limão	Galego, regional e tangerina	3
5	Cacto	Pequeno, oval e comprido	3

Tabela 3 - Espécies e as variedades agrícolas comercializadas na Feira Municipal das Verduras, município de Tabatinga, AM.

Fonte: Dados de campo.

Por meio destes resultados, afirmar-se a heterogeneidade de produtos tanto em espécie quanto em variedades, essa diversidade é um fator importante, pois garante a conservação e obtenção de variedades adaptadas as condições locais e consequentemente contribuem para a alimentação diversificada da população. A presença de diversidade interespecífica<sup>4</sup> e intraespecífica<sup>5</sup> nos agroecossistemas dos agricultores no Alto Solimões, confirm da diversidade de produtos nas feiras e mercados locais (MARTINS, 2016).

Ao verificar a diversidade de produtos, convém identificar a origem da produção. Partindo dessa premissa, a região de tríplice fronteira, Brasil, Colômbia e Peru, apresenta dinamicidade nas relações sociais, econômicas e culturais (SILVA, 2008). Nesse contexto, os resultados demonstraram que as espécies comercializadas procedem dos países que compõem a região de tríplice fronteira (Brasil, Colômbia e Peru), demonstrando que a fronteira exerce influência sobre a procedência dos produtos comercializados na feira. (Gráfico 3).

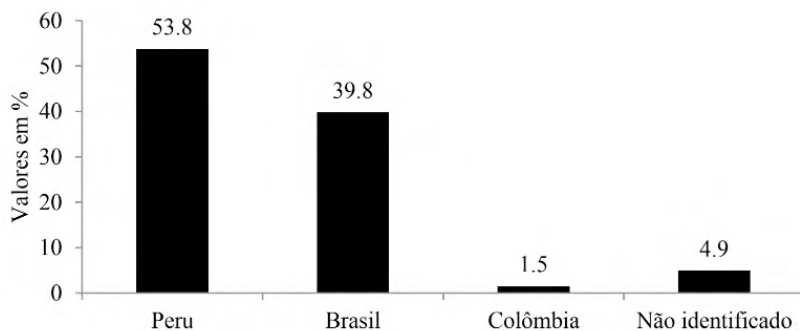


Gráfico 3 - Contribuição dos países da tríplice fronteira com a oferta de produtos agrícolas comercializados na Feira Municipal das Verduras, município de Tabatinga, AM.

Fonte: Dados de campo.

O Peru é o maior fornecedor de produtos agrícolas, seguido pelo Brasil. A Colômbia por sua vez aparece nos resultados, contudo, a contribuição é menor frente aos demais países. Destaca-se a importância do Peru como fornecedor de produtos agrícolas, considerando uma possível descontinuação do abastecimento de produtos peruanos poderia diminuir ou faltar produtos agrícolas comercializados em Tabatinga.

Esses resultados estão de acordo com os apresentados por Souza (2014), em que a produção agrícola peruana contribuiu com parte do abastecimento de Feiras Municipais em municípios do Alto Solimões.

Os produtos de origem peruana são de 18 localidades, sendo 15 denominadas de comunidades, um município: Santa Rosa, uma capital: Iquitos, 26 localidades não foram

4 Diversidade entre espécies.

5 Diversidade dentro das espécies.

informadas pelos sujeitos da pesquisa, contudo, os produtos foram identificados como Peru. Os locais que mais contribuem no volume de produtos estão descritas no (Gráfico 4).

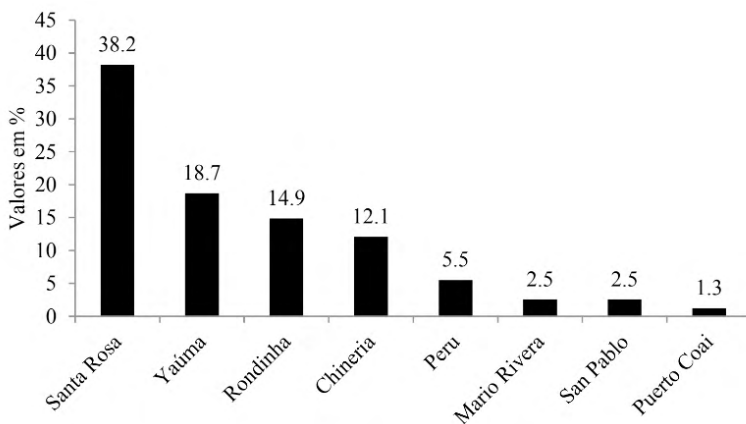


Gráfico 4 - Localidades peruanas com maior participação no abastecimento da Feira Municipal das Verduras, município de Tabatinga, AM.

Fonte: Dados de campo.

No que se refere ao Brasil foram identificados 23 locais de origem dos produtos. Especificamente são 3 municípios: Tabatinga, Benjamin Constant e São Paulo de Olivença, 17 comunidades (10 pertencem a Benjamin Constant) e (7 pertencem a Tabatinga), 2 assentamentos e o Rio Javari. Os locais que fornecem maiores quantidades de produtos agrícolas, representando 93, 1% da produção oriunda de locais brasileiros estão presentes no (Gráfico 5).

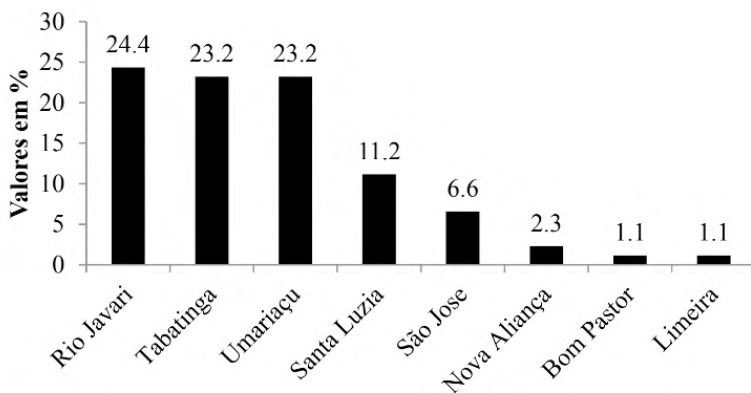


Gráfico 5 - Localidades brasileiras com maior participação no abastecimento da Feira Municipal das Verduras, município de Tabatinga, AM.

Fonte: Dados de campo.

As localidades identificadas, tanto no Peru quanto no Brasil, localizam-se nas proximidades de Tabatinga. A proximidade geográfica favorece o abastecimento do município e, as localidades das quais procedem às espécies agrícolas possuem um papel importante para os agricultores e principalmente para a população do município, dependem da produção para o comércio para a alimentação.

### 3.3 Sujeitos sociais envolvidos no processo de comercialização

Foram identificados 7 sujeitos sociais envolvidos na comercialização no âmbito da Feira Municipal das Verduras conforme descrição a seguir: **1) Agricultores (as):** São responsáveis pela produção agrícola, por meio de práticas tradicionais, na qual tem na família a principal força de trabalho, esses agricultores deslocam-se de suas comunidades município de Tabatinga com a finalidade de comercializar a produção. **2) Feirantes (as):** Ocupam a parte interna da feira mediante cadastro e autorização da prefeitura municipal. Esses (as) sujeitos compram a produção dos (as) agricultores (as) e revendem aos consumidores.

**3) Agente financeiro:** Empréstam valor monetário para os (as) feirantes no qual são acrescentados juros sobre o valor do empréstimo. O empréstimo destina-se a compra de produtos agrícolas para revenda. **4) Carregadores:** Sujeitos sociais do sexo masculino que vendem sua força de trabalho para transporte manual qualquer objeto ou mercadoria, daí a denominação “carregadores”. Insere-se neste processo por meio de agricultores (as) e feirantes para deslocar os produtos agrícolas da beira do rio até a área interna da feira. (Figura 3)



Figura 3 - Carregador, realizando transporte de produtos.

Fonte: Própria autora, 2017.

**5) Fiscais de feira:** São servidores públicos municipais com a função de garantir o bom funcionamento do ambiente, como: organização do espaço destinado a feirantes e agricultores (as) e indicar locais de estacionamento e motocicletas na calçada da feira.

**6) Proprietárias dos boxes:** Comercializam refeições *in loco* (café da manhã e almoço),. Participam do processo como compradores e vendedores de alimentação para os outros sujeitos sociais de comercialização.

**7) Consumidores:** Compram os produtos agrícolas diariamente na feira para consumo doméstico ou para o ramo de comércio alimentício, nestes donos de restaurantes e lanchonetes.

Considera-se a feira como espaço, caracterizado pelo dinamismo os sujeitos apresentam no exercício das suas funções. Felin et al. (2006) descreverem as feiras a partir das práticas humanas, na qual configura de modo peculiar a comercialização de produtos, elas são livres de padrões de comportamentos e mantêm as características do localidade a qual pertence, tanto na sua produção quando na demanda.

### 3.4 Etapas do processo de comercialização na Feira Municipal das Verduras

Para os (as) feirantes o processo de comercialização ocorre em seis etapas, conforme a (Figura 4). No caso da comercialização realizada por agricultores (as) não existe a etapa 1- compra do produto.

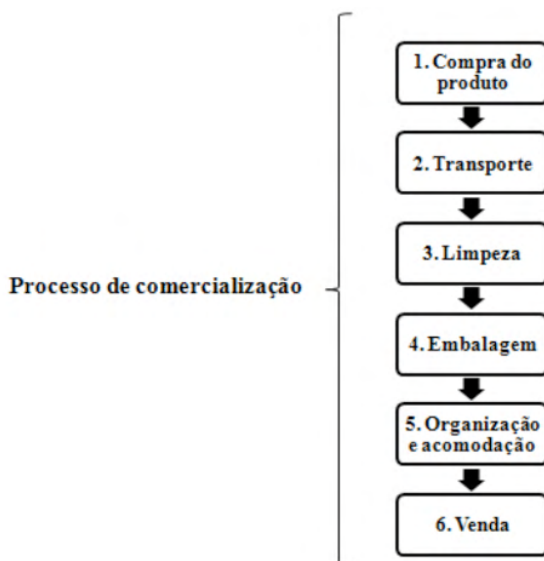


Figura 4 - Etapas que compõem o processo de comercialização na Feira Municipal das Verduras, município de Tabatinga, AM.

Fonte: Própria autora, 2017.



A **compra do produto** é realizada na feira ou na beira do rio, denominado porto do município, neste último caso faz-se necessário o deslocamento do produto até a parte interna da feira. O **transporte** é realizado por carregadores, quando a compra é realizada na beira do rio. Posteriormente, ocorre a **limpeza** (a preparação do produto para a comercialização, utilizando facas e tecidos de algodão ou panos).

A **embalagem dos produtos**, são confeccionadas com características próprias da região e denominadas de “amarrados”<sup>6</sup> e bolsinha<sup>7</sup>. Outra forma de comercialização utilizada é a unidade, os produtos de tamanho maior como abacaxi, cupuaçu, jerimum dentre outras espécies são postos a venda individualmente, ficam expostos nas bancas e no ato da compra são alocados em sacolas plásticas com capacidade maior de armazenamento.

Em seguida ocorre a **organização** e **acomodação** dos produtos mediante a exposição na “vitrine” superior e inferior da banca (Figura 5). A **venda** é a última etapa do processo, indicando a comercialização propriamente dita nas dependências da Feira Municipal das Verduras.



Figura 5 - Banca de produtos agrícolas comercializados na Feira Municipal das Verduras, município de Tabatinga, AM.

Fonte: Própria autora, 2017.

## 4 | CONCLUSÃO

A comercialização de produtos agrícolas na Feira Municipal das Verduras ocorre por meio de três fatores: a produção agrícola, os sujeitos sociais as etapas necessárias para a realização do processo de comercialização.

<sup>6</sup> Pedacos alongados de sacolas plásticas que servem para amarrar uma quantidade das folhas de hortaliças  
<sup>7</sup> Sacola plástica de cor amarela aparentando uma rede de pesca

Os produtos agrícolas são abundantes e diversos, o que favorece uma alimentação diversificada para população de tríplice fronteira (Brasil, Peru e Colômbia), haja vista a feira é frequentada pela população dos três países. A região de fronteira demonstrou influencia na oferta de produtos, pois o maior abastecimento provém de localidades peruanas.

Nesse processo dinâmico, vários sujeitos sociais estão envolvidos e podem ser encontrados na feira, no entanto, os agricultores e feirantes são os que realizam as etapas que compõem o processo de comercialização. Portanto, esta pesquisa pode contribuir para o planejamento de políticas públicas voltadas para a produção agrícola diversificada dos sistemas familiares, o reconhecimento do Peru como principal fornecedor de produtos, visto que, sem a produção peruana poderia ocasionar em menor oferta de produtos agrícolas ao longo do ano, políticas públicas para pessoas que trabalham comercializando produtos focando em melhorias as condições de trabalho.

## REFERÊNCIAS

BERNARDINO, V. M. P. **Perfil dos feirantes e aspectos geohistóricos de comercialização da feira livre de Leiria- Portugal**. Segundo Simpósio de Estudos Urbanos. 2013.

FELIN, R. V.; MIORIN, V. M. F. **Ações para o fortalecimento das atividades da feira-livre em Santa Maria– RS**. Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2006.

FRAXE, T. J. P; PEREIRA, H S; WITKOSKI, A.C. **Comunidades ribeirinhas amazônicas: modos de vida e uso dos recursos naturais**. Universidade Federal do Amazonas. Projeto Piatam. EDUA. Manaus, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados do Estado do Amazonas: Dados Demográficos do Censo 2016**. IBGE, 2016. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em março de 2022.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica** - 6. Ed.-7: Atlas. São Paulo, 2009.

MARTINS, A. L. U. **Conservação da agrobiodiversidade: saberes e estratégias da agricultura familiar na Amazônia**. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2016.

MINAYO, M. C. S; DESLANDES, S. F. D; NETO, O. C; GOMES, R. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**: Vozes- Petrópolis, RJ, 1994.

NODA, H.; NODA, S.N.; LAQUES, A.E; LÉNA, P. **Dinâmicas socioambientais na agricultura familiar na Amazônia**. Editora Wega. Manaus, 2013.

NODA, H; NODA S. N; MARTINS, A. L. U. **Segurança alimentar em comunidades tradicionais do Alto Solimões**. XIII Congresso Brasileiro de Sociologia. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2007.

NODA, S.N. **Agricultura familiar na Amazônia das águas**. Editora: EDUA. Manaus, 2007.

SILVA, A. I. C. **Governança Ambiental e segurança alimentar: a agricultura familiar no alto Solimões- AM**. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2009.

SILVA, S. A. **Nacionalidade e etnicidade na tríplice fronteira Norte**. Cadernos CERU. Série 2, V. 19. nº 1. Manaus, 2008.

SOUZA, A. S. N. **Cidade na fronteira: expansão do comércio peruano em Benjamin Constant no Amazonas- Brasil**. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2014.

YIN, R.K, **Estudo de caso**. Trad. Daniel Grassi. 2ª. ed. Brookmam. Porto Alegre, 2015.

# CAPÍTULO 15

## CRESCIMENTO DA PIMENTEIRA DE CHEIRO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES ORGÂNICAS E MINERAIS EM CAPITÃO POÇO-PA

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 16/03/2022

### Jairo Neves de Oliveira

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Capitão Poço-PA  
<https://orcid.org/0000-0002-6415-8101>

### Thiago Caio Moura Oliveira

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Capitão Poço-PA  
<https://orcid.org/0000-0002-3756-3267>

### José Darlon Nascimento Alves

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Capitão Poço-PA  
<https://orcid.org/0000-0003-1290-5598>

### Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Capitão Poço-PA  
<https://orcid.org/0000-0002-5193-0916>

### Michel Sauma Filho

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Capitão Poço-PA  
<https://orcid.org/0000-0002-6603-8445>

### João Vitor Silva e Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Capitão Poço-PA  
<https://orcid.org/0000-0002-4673-8014>

### Priscila Martins da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Capitão Poço-PA  
<https://orcid.org/0000-0002-5129-282X>

### Ana Paula da Silva Vieira

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Capitão Poço-PA  
<https://orcid.org/0000-0002-2207-4225>

### Rebeca Monteiro Galvão

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Capitão Poço-PA  
<https://orcid.org/0000-0001-5014-6911>

### Magda do Nascimento Farias

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa-MG  
<https://orcid.org/0000-0002-1031-2572>

**RESUMO:** O cultivo da pimenteira de cheiro (*Capsicum chinense* Jacquin) é uma importante alternativa de renda para a agricultura familiar. Apesar disso, ainda são poucos os estudos específicos voltados para a nutrição mineral dessa cultura. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo da pimenteira de cheiro sob doses de fertilizantes orgânicos e minerais nas condições edafoclimáticas de Capitão Poço – PA. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Capitão Poço. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 6 x 7, sendo 6 adubações e 7 épocas de avaliação com 3 blocos. As adubações consistiram em: T1: 30 t ha<sup>-1</sup> de esterco de bovino (EC), T2: 10 t ha<sup>-1</sup> de cama aviária (CA), T3: 20 t ha<sup>-1</sup> de EC + NPK (150, 193 e 90 kg ha<sup>-1</sup>), T4: 5 t ha<sup>-1</sup> de CA + NPK (150, 193 e 90 kg ha<sup>-1</sup>), T5: NPK (150, 193 e 90 kg ha<sup>-1</sup>) e T6: sem adubos e sete datas de avaliação (45,

60, 75, 90, 105, 120 e 135 dias após o transplante). Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), diâmetro da copa (DCOP) e altura da primeira bifurcação (ATL 1° BIF). O uso conjunto das adubações orgânicas e minerais favoreceu o crescimento vegetativo da pimenteira de cheiro. A aplicação de 5 t ha<sup>-1</sup> de CA + NPK e 20 t ha<sup>-1</sup> de EC + NPK favoreceram a AP, o DC e DCOP. O manejo de adubação interferiu de forma positiva no crescimento vegetativo das plantas de pimenta de cheiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Capsicum chinense* Jacquin, olericultura, manejo da adubação.

## GROWTH OF SMELL PEPPER IN FUNCTION OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZATION IN CAPITÃO POÇO-PA

**ABSTRACT:** The cultivation of smell pepper (*Capsicum chinense* Jacquin) is an important income alternative for family farming. Despite this, there are still few specific studies focused on the mineral nutrition of this crop. In this sense, the objective of this work was to evaluate the vegetative growth of the pepper plants under doses of organic and mineral fertilizers in the edaphoclimatic conditions of Capitão Poço - PA. The experiment was conducted in the experimental area of the Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Capitão Poço. The experimental design was randomized blocks, in a 6 x 7 factorial scheme, with 6 fertilizations and 7 evaluation periods with 3 blocks. Fertilizations consisted of: T1: 30 t ha<sup>-1</sup> of bovine manure (EC), T2: 10 t ha<sup>-1</sup> of poultry litter (CA), T3: 20 t ha<sup>-1</sup> of EC + NPK (150, 193 and 90 kg ha<sup>-1</sup>), T4: 5 t ha<sup>-1</sup> of CA + NPK (150, 193 and 90 kg ha<sup>-1</sup>), T5: NPK (150, 193 and 90 kg ha<sup>-1</sup>) and T6: without fertilizers and seven evaluation dates (45, 60, 75, 90, 105, 120 and 135 days after transplanting). The following variables were evaluated: plant height (AP), stem diameter (DC), canopy diameter (DCOP) and height of the first bifurcation (ATL 1° BIF). The joint use of organic and mineral fertilizers favored the vegetative growth of the pepper tree. The application of 5 t ha<sup>-1</sup> of CA + NPK and 20 t ha<sup>-1</sup> of EC + NPK favored AP, DC and DCOP. Fertilization management positively interfered in the vegetative growth of pepper plants.

**KEYWORDS:** *Capsicum chinense* Jacquin, horticulture, fertilization management.

## INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum* apresenta cerca de vinte espécies e pertence à família Solanaceae. As espécies de pimenteira podem se encaixar em três categorias de acordo com o nível de exploração pelo homem: domesticadas, semi-domesticadas e silvestres. As espécies *Capsicum chinense* Jacquin são caracterizadas como domesticadas, e tem como centro de origem as Américas sendo explorada pelo homem desde o novo mundo (CARVALHO *et al.*, 2006; CABRAL *et al.*, 2018).

A produção da pimenta de cheiro está em expansão, devido à grande aplicação, principalmente na produção de condimento na culinária e produtos alimentícios industrializados, proporcionando grande lucratividade, inclusive para indústria de pequeno porte na produção de alimentos enlatados (DOMENICO *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2018). Além disso, a pimenta apresenta substâncias de caráter medicinal, que lhe permite atuar principalmente como antioxidante (ROSÁRIO *et al.*, 2021).

O cultivo de pimenteira de cheiro é uma importante alternativa de renda para a agricultura familiar. Segundo Pozzobon *et al.* (2011), o cultivo de pimentas em geral é uma boa possibilidade para a agricultura familiar e de inserção dos pequenos produtores no agronegócio. Apesar disso, ainda são poucos os estudos específicos voltados para a nutrição mineral dessa cultura. A busca de novas alternativas para suprir a demanda nutricional das plantas pode gerar maior lucratividade ao agricultor, em especial com a introdução de doses de adubos orgânicos como o esterco bovino e a cama de frango, juntamente com NPK (SANTOS *et al.*, 2021).

Os adubos minerais são insumos importantes para a agricultura, visto que apresentam a vantagem da rápida disponibilidade de nutrientes às plantas, em virtude da grande solubilidade no solo. Dessa forma, se torna bastante frequente o seu uso por pequenos e grandes produtores, porém, se torna mais dispendioso ao pequeno produtor. O uso desses fertilizantes associados a adubos orgânicos apresenta um maior aproveitamento pelas plantas, devido ao aumento da disponibilidade dos nutrientes contidos na formulação (MAIA *et al.*, 2008).

Por outro lado, os fertilizantes orgânicos são bons fornecedores de nutrientes para as plantas e para o solo, uma vez que melhoram as suas condições físicas, químicas e biológicas mantendo a fertilidade e melhorando a produtividade da cultura (FINATTO *et al.*, 2013). Nesse sentido, afetam positivamente a atividade dos microrganismos do solo, aumentam a capacidade de troca de cátions, o aporte de matéria orgânica e o teor de carbono do solo (SHAHEIN; HASSAN; ABOU-EL-HASSAN, 2015). Apesar disso, a aplicação desses compostos deve ser complementada com adubação mineral, de forma a favorecer o sincronismo de liberação dos nutrientes ao longo do crescimento das plantas (BISSANI *et al.*, 2008). No entanto, a falta ou o excesso de nutrientes nesses fertilizantes, podem comprometer o desenvolvimento das plantas no campo. (MAATHUIS & DIATLOFF, 2013; COSTA FILHO *et al.*, 2017).

Nesse sentido, estudos que forneçam as doses adequadas desses fertilizantes para as plantas e que proporcionam maior produtividade são importantes para tornar a lavoura mais sustentável economicamente. Dessa forma, o objetivo deste trabalho, foi avaliar o crescimento vegetativo da pimenteira de cheiro sob doses de fertilizantes orgânicos e minerais nas condições edafoclimáticas de Capitão Poço - PA.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo na área experimental da UFRA - *Campus* Capitão Poço, no município de Capitão Poço – PA (01° 44'47" S e 47° 03' 34" O). O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen e o Ami, com pequena estação seca e precipitação média anual em torno de 2400 mm (PACHECO; BASTOS, 2001). A principal classe de solo é o Latossolo Amarelo distrófico, de textura franco-arenosa, com

boa aeração, drenagem e profundidade (VELOSO *et al.*, 2001). As características químicas do solo, coletada na profundidade de 0 a 20 cm, estão descritas na Tabela 1.

pH (CaCl <sub>2</sub> )	M.O (%)	P	Cu	Fe Total	Mn	Zn	K	Ca	Mg	H +Al
		mg/dm <sup>3</sup>						cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>		
4,13	3,05	3,52	0,42	172,4	7,8	0,5	0,08	0,2	0,64	3,95

Tabela 1. Caracterização química do solo antes da instalação do experimento

Fonte: Laboratório Pró-solos- Capitão Poço-Pa

O preparo da área foi feito por meio de arado de disco até a profundidade de 20 cm, seguindo-se da aplicação e incorporação do calcário tipo dolomítico (PRNT = 92%), para elevar a saturação por bases a 70%, de acordo com a recomendação da análise de solo do estado do Pará para pimenteiras da família Solanaceae (BRASIL; CRAVO; VIÉGAS, 2020). A área experimental apresentou as dimensões de 24 m x 13 m, em bloco de 24 m de comprimento com 3,0 m de largura, e as parcelas, cada uma com dimensões de 3,0 m x 3,0 m, separadas por 1,2 m, no sentido do comprimento do bloco. Os blocos foram separados um do outro por ruas de 2,0 m de largura. O espaçamento de plantio adotado foi de 1,0 m x 1,0 m entre plantas. O plantio foi realizado em covas (20,0 cm x 20,0 cm x 20,0 cm).

As mudas foram obtidas via sementes, oriundas de frutos comprados em feira livre do município de Capitão Poço, em que foram separados visualmente os frutos grandes, médios e pequenos. Em seguida procederam-se o beneficiamento das sementes: corte dos frutos, retirada das sementes, maceração – lavagem e liberação de sementes de restos de tecidos; secagem e seleção de sementes visualmente viáveis. Após o beneficiamento e seleção e, em condições de estufa, quatro sementes de cada lote foram semeadas em recipientes de polietileno reciclável com capacidade para 150 mL de substrato (terra preta para floricultura). As plântulas foram irrigadas duas vezes ao dia (início da manhã e fim da tarde), com 10 mL de água em cada período em cada período, aumentando-se para 15 mL após a primeira semana, a fim de manter a umidade do solo próxima a capacidade de campo.

O transplantio ocorreu quando as plantas atingiram cerca de 10 cm de altura e dois pares de folhas definitivas (POLTRONIERI, 2006). As plântulas foram protegidas durante sete dias com ramos de árvores presentes no local, para evitar o efeito direto da radiação solar. O controle de plantas daninhas foi feito sempre que necessário.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial, sendo 6 adubações e 7 épocas de avaliações com 3 blocos. Os tratamentos adotados foram T1: 30 t ha<sup>-1</sup> de esterco de bovino (EC), T2: 10 t ha<sup>-1</sup> de cama aviária (CA), T3: 20 t ha<sup>-1</sup> de EC + NPK (150, 193 e 90 kg ha<sup>-1</sup>), T4: 5 t ha<sup>-1</sup> de CA + NPK (150, 193 e 90 kg ha<sup>-1</sup>),

T5: NPK (150, 193 e 90 kg ha<sup>-1</sup>) e T6: sem adubos, com épocas de avaliações de 45, 60, 75, 90, 105, 120 e 135 dias após o transplântio.

O manejo de adubação foi feito de acordo com o manual de adubação do estado do Pará para pimenteiras, onde os fertilizantes foram parcelados em quatro períodos, 20% no plantio, 20% na segunda quinzena, 30% na quarta quinzena e 30% na sexta quinzena (BRASIL; CRAVO; VIÉGAS, 2020). As doses utilizadas dos fertilizantes minerais ureia (46% N), superfosfato simples (18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (58% K<sub>2</sub>O) levaram em consideração os teores dos nutrientes já existentes no solo. A adubação de fundação para o plantio foi de acordo com os tratamentos usados, feita em um período de 15 dias antes do transplântio das mudas.

A avaliação do crescimento vegetativo das mudas ocorreu pelas seguintes variáveis: altura da planta (AP, em cm): obtida por meio de régua estadimétrica, posicionada desde o nível do solo até a parte mais alta da planta. Altura da primeira bifurcação da copa (ALT 1BIF, em cm): obtida por meio de régua estadimétrica, posicionada desde o nível do solo até a parte basal da emissão do primeiro ramo da copa da planta. Diâmetro do caule a 5 cm do solo (DC, em cm): obtido por meio de paquímetro digital posicionado a 5 cm de altura do solo e diâmetro da copa (DCOP, em cm): foi obtido por meio de duas medições tomadas nos sentidos Norte - Sul e Leste - Oeste, em seguida, determinou-se a média aritmética dos valores coletados das variáveis a cada quinze dias (45 DAT a 135 DAT).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade para verificar se houve interação entre os tratamentos e a época de avaliação. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % (p <0,05) de probabilidade. As análises foram realizadas com o programa estatístico Agrostat versão 1.1.0712.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se pela análise de variância (Tabela 2), que não houve interação entre os fatores adubação e datas de avaliação para nenhuma das variáveis a 5% de probabilidade. Observa-se ainda que todas as variáveis foram significativas em relação aos adubos e épocas de avaliação.



Causas de Variação	GL	Valores de F e Significância <sup>1</sup>			
		AP	DC	ALT 1BIF	DCOP
Blocos	2	3,79 *	3,25 *	13,47 **	1,07 ns
Adubos (A)	5	48,73 **	52,56 **	3,05 *	40,46 **
Épocas de Avaliação (EA)	6	45,22 **	65,32 **	4,38 **	20,68 **
Interação A x EA	30	0,58 ns	0,77 ns	0,69 ns	0,70 ns
Resíduo	82	-	-	-	-
Total	125	-	-	-	-

\* e \*\* – Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente e ns – não significativo.

Tabela 2. Resumo das análises de variância para altura de planta (AP), diâmetro do caule à 5 cm do solo (DC), altura da primeira bifurcação (ALT 1BIF) e diâmetro da copa (DCOP) da pimenta de cheiro, em função de tratamentos de doses de adubos e épocas de avaliação. Capitão Poço, PA, 2021.

A associação das adubações mineral + orgânica e somente orgânica promoveu diferentes resultados em relação às variáveis analisadas (Tabela 3). A altura das plantas apresentou maiores valores para o tratamento com 20 toneladas de esterco bovino por hectare + NPK (150, 193 e 90 kg/ha). Além disso, para essa variável, não houve diferença estatística em relação ao tratamento com 5 toneladas de cama aviária por hectare + NPK (150, 193 e 90 kg/ha). O diâmetro do caule respondeu de forma similar à altura das plantas, onde maiores valores médios foram observados no tratamento com 20 toneladas de esterco bovino + NPK (150, 193 e 90 kg/ha) e 5 toneladas de cama aviária + NPK (150, 193 e 90 kg/ha), respectivamente.

Em relação ao diâmetro da copa, o tratamento 20 toneladas de esterco bovino por hectare + NPK (150, 193 e 90 kg/ha) apresentou maiores valores. Para a mesma variável, o tratamento 5 toneladas de cama aviária + NPK (150, 193 e 90 kg/ha) foi o segundo melhor numericamente, porém, apresentou igualdade estatística com os tratamentos 20 toneladas de esterco bovino + NPK (150, 193 e 90 kg/ha) e NPK (150, 193 e 90 kg/ha). A altura da primeira bifurcação, respondeu melhor ao tratamento com 10 toneladas por hectare de cama aviária, mantendo igualdade estatística com os tratamentos 20 t/ha de EC + NPK (150, 193 e 90 kg/ha); 5 t/ha de CA + NPK (150, 193 e 90 kg/ha) e o tratamento testemunha. Observa-se ainda na Tabela 2 que o tratamento sem aplicação de fertilizantes apresentou menores valores médios para AP, DC e DCOP.

Resultados semelhantes foram obtidos por Dantas *et al.* (2013) ao analisarem que a presença de esterco bovino promoveu os melhores resultados para as variáveis altura de planta e diâmetro do caule da pimenteira de cheiro. Sediyaama *et al.* (2009) ao estudarem a cultura do pimentão (*Capsicum annum*), observaram maior aproveitamento de nutrientes pelas plantas quando aplicaram adubos orgânicos associados com mineral. Assim, a maior expressão em altura e diâmetro da copa pelas plantas adubadas com

fertilizantes organominerais pode ser atribuída ao fato que os adubos orgânicos melhoram as propriedades físicas e químicas do solo, e dessa forma, desempenharam papel de condicionadores, propiciando maior aproveitamento de nutrientes aplicados por meio dos fertilizantes minerais. Segundo Batista *et al.*, (2018) e Almeida *et al.*, (2019), em condições favoráveis de fertilização, as plantas buscam priorizar o seu desenvolvimento vegetativo, no intuito de adquirir massa vegetativa suficiente para manter fotoassimilados durante a fase de produção.

Doses de adubos <sup>1</sup>	AP (cm)	DC (cm)	ALT 1BIF (cm)	DCOP (cm)
1 – 30 t/ha de esterco de curral (EB)	47,55 b <sup>*</sup>	1,28 b	20,34 b	46,16 c
2 – 10 t/ha de cama aviária (CA)	50,51 b	1,30 b	23,15 a	47,77 c
3 – 20 t/ha de EC + NPK (150, 193 e 90 kg/ha)	57,53 a	1,50 a	21,63 ab	63,75 a
4 – 5 t/ha de CA + NPK (150, 193 e 90 kg/ha)	56,36 a	1,49 a	21,39 ab	58,90 ab
5 – NPK (150, 193 e 90 kg/ha)	48,31 b	1,25 b	19,88 b	51,37 bc
6 – Testemunha (sem adubos)	34,92 c	0,86 c	21,71 ab	26,87 d
Média Geral	49,19	1,28	21,35	49,14
CV (%)	10,84	11,48	14,14	18,78
DMS	4,80	0,13	2,72	8,31

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3- Médias para altura de planta (AP), diâmetro do caule à 5 cm do solo (DC), altura da primeira bifurcação (ALT 1BIF) e diâmetro da copa (DCOP) da pimenta de cheiro, em função de doses de adubos. Capitão Poço, PA, 2021.

A maior resposta em diâmetro do caule pelas plantas adubadas com os organominerais pode estar relacionada com níveis ótimos de nutrientes no solo, fato que propicia a adequada manutenção e crescimento de seus órgãos. De acordo com Oliveira *et al.* (2009) plantas com diâmetros de caule maiores proporcionam maior sustentação da parte aérea. Silva Neto *et al.* (2013) estudaram a cultura do pimenteira ornamental (*Capsicum annum* L.) e observaram que os adubos orgânicos apresentaram influência significativa nas características do diâmetro do caule. Resultados obtidos por Almeida *et al.* (2017), ao estudarem a pimenta de cheiro (*Capsicum chinense* Jacquin) verificaram que o diâmetro do caule aumentou a maior disponibilidade de nitrogênio. Isso torna evidente que esse resultado possivelmente se deu por conta da soma das quantidades de nitrogênio presente nos adubos orgânicos mais os níveis presentes na ureia, proporcionaram níveis ótimos para a cultura.

A altura da primeira bifurcação, apesar de estatisticamente igual entre os tratamentos 2, 3, 4 e 6, foi numericamente superior ao tratamento 2 (10 t/ha de cama aviária/ha). Esse

resultado indica que essa dose de cama aviária não favoreceu a expressão da dicotomia dos ramos, mas sim o alongamento do caule, uma vez que apesar de obter números estatísticos superiores aos demais tratamentos, apresentou menores valores de altura das plantas quando se compara com os tratamentos com organominerais.

Observa-se na Tabela 3, que houve aumentos significativos para todas as variáveis em função dos dias após o transplântio (DAT). A altura das plantas (AP) apresentou maiores valores aos 135 dias após o transplântio, porém, não houve significância em relação aos 105, 120 dias após o transplântio. O diâmetro do caule (DC), também obteve maiores valores aos 135 dias após o transplântio, no entanto, não foram observadas diferenças estatísticas desde os 90 dias após o transplântio. Já a altura da primeira bifurcação (ALT 1BIF) apresentou seu maior valor aos 135 dias, mas diferente das outras variáveis, houve igualdade estatística dos 45 aos 105 dias após o transplântio, da mesma forma que não houve diferenças estatísticas dos 60 aos 135 dias após o transplântio. Por último, o diâmetro da copa (DC) manteve-se igual estatisticamente dos 60 aos 135 dias após o transplântio (Tabela 4).

A menor taxa de crescimento observada entre os 60 DAT e 120 (DAT), possivelmente está relacionada com o início da floração e frutificação. Oliveira Filho *et al.* (2018) afirmam que durante este estágio as plantas tendem a direcionar fotoassimilados para órgãos reprodutivos. Já a diferença de crescimento entre os 120 e 135 (DAT), possivelmente se deu por conta da queda da produção.

Os aumentos iniciais do diâmetro do caule dos 45 aos 75 DAT e da altura da planta dos 45 aos 60 DAT, ocorreram possivelmente por conta da alta atividade dos meristemas apicais primários e secundários na parte aérea (MURRAY *et al.*, 2012), além disso, a obtenção desses resultados, mostra que as plantas utilizaram inicialmente os nutrientes apenas para o seu desenvolvimento vegetativo.

Épocas de avaliação <sup>1</sup>	AP (cm)	DC (cm)	ALT 1BIF (cm)	DCOP (cm)
EA1 – 45 DAT	32,18 d	0,75 c	19,01 b	27,32 b
EA2 – 60 DAT	47,90 c	1,11 b	20,79 ab	48,40 a
EA3 – 75 DAT	47,98 c	1,23 b	20,79 ab	51,00 a
EA4 – 90 DAT	51,33 bc	1,41 a	20,98 ab	54,27 a
EA5 – 105 DAT	53,47 ab	1,46 a	21,46 ab	54,55 a
EA6 – 120 DAT	53,71 ab	1,49 a	22,93 a	53,89 a
EA7 – 135 DAT	58,67 a	1,53 a	23,48 a	54,52 a
Média Geral	49,19	1,28	21,35	49,14
CV (%)	10,84	11,48	14,14	18,78

DMS	5,27	0,15	3,04	9,30
-----	------	------	------	------

<sup>1</sup>DAT = dias após o transplanto. Médias seguidas de mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4- Médias para Altura de planta (AP), diâmetro do caule à 5 cm do solo (DC), altura da primeira bifurcação (ALT 1BIF) e diâmetro da copa (DCOP) da pimenta de cheiro, em função das épocas de avaliação.

## CONCLUSÃO

As adubações com NPK, orgânicas e a combinação de ambas promoveram efeitos positivos no crescimento vegetativo da pimenteira de cheiro.

Os tratamentos que corresponderam com 5 t/ha de CA + NPK e 20 t/ha de EC + NPK favoreceram de forma gradativa as variáveis AP, DC e DCOP.

Não houve interação entre adubações e épocas de avaliação.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. J.; SOUSA, C. M.; ROCHA, M. C.; BENITES, V. M.; POLIDORO, J. C. Reposição deficitária de água e adubação com organomineral no crescimento e produção de tomateiro industrial. **Irriga**, v. 24, n. 1, p. 69-85, 2019.

ALMEIDA, R. N.; FERRAZ, D. R.; SILVA, A. S.; CUNHA, E. G.; VIEIRA, J. C.; DA SILVA SOUZ, T.; SILVA BERILL, S. Utilização de lodo de curtume em complementação ao substrato comercial na produção de mudas de pimenta biquinho. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 1, p. 20-33, 2017. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99550456003>

BATISTA, M.A., INOUE, T.T., ESPER NETO, M., UNIZ, A.S. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., OTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: **Eduem**, p. 113-162, 2018. <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0006>.

BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J. Fertilidade dos solos e manejo da adubação das culturas. Porto Alegre, RS: **Metropole**, 2008. 344p.

BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIEGAS, I. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. Brasília- DF: EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. 2020. 419p. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1125022>

CABRAL, M. J. S.; SANTOS, A. S.; DA SILVA, L. M.; SANTOS, L. F.; PINHEIRO, R. A.; BARROS, R. P. Levantamento da entomofauna na cultura da pimenta de cheiro (*Capsicum chinense* L.) utilizando armadilha de pet colorida. **Revista ambiental**, v. 10, n. 3, p. 52-60, 2018. <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/58>

COSTA FILHO, F. O. H.; AMORIM, J. S. B.; PEREIRA, M. DE S.; BARBOSA, F. E. L.; BARBOSA, R. M.; PONTES FILHO, R. A.; GONDIM, F. A. Effects of different concentrations of organic waste on selected traits of individuals *Capsicum chinense* Jacq. **Journal of Plant Studies**, v. 6, n. 1, p. 76-88, 2017. <https://doi.org/10.5539/jps.v6n1p76>

- CARVALHO, S. I.; BIANCHETTI, L. B.; RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A. Pimentas do gênero *capsicum* no Brasil. 1 ed. Brasília-DF: EMBRAPA HORTALIÇAS, 2006. 27p. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/779776>
- DANTAS, G. F.; SILVA, W. L.; BARBOSA, M. A.; MESQUITA, E. F.; CAVALCANTE, L. F. Mudanças de pinheira em substrato com diferentes volumes tratado com esterco bovino e biofertilizante. **Agrarian**, v. 6, n. 20, p. 178-190, 2013. <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1916>
- DOMENICO, C. I., COUTINHO, J. P., GODOY, H. T., MELO, A. M. T. Agronomic traits and pungency of chilli pepper. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 466-472, 2012. <https://doi.org/10.1590/S010205362012000300018>
- FINATTO, J.; ALTMAYER, T.; MARTINI, M. C.; RODRIGUES, M.; BASSO, V.; HOEHNE, L. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 5, n. 4, p. 85-93, 2013.
- MAATHUIS, F. J.; DIATLOFF, E. Papéis e funções dos nutrientes minerais vegetais. **Nutrientes minerais vegetais**, p. 1-21, 2013.
- MAIA, S. S. S.; PINTO, J. E. B. P.; SILVA, F. N.; OLIVEIRA, C. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo do bamburral (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit.) (Lamiaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 4, p. 327-331, 2008. <https://www.redalyc.org/pdf/1190/119017357005.pdf>
- MURRAY, J. A. H.; JONES, A.; GODIN, C.; TRAAS, J. Análise de sistemas de crescimento e desenvolvimento do meristema apical da parte aérea: integrando sinalização hormonal e mecânica. **The Plant Cell**, v. 24, n. 10, p. 3907-3919, 2012.
- OLIVEIRA FILHO, P.; VALNIR JÚNIOR, M.; ALMEIDA, C. L.; LIMA, J. S.; COSTA, J. N.; ROCHA, J. P. A. Crescimento de cultivares de pimentão em função da adubação potássica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 4, p. 2814-2822, 2018. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v12n400992>
- OLIVEIRA, M. I.; CASTRO, E. M.; COSTA, L. C. B.; OLIVEIRA, C. Características biométricas, anatômicas e fisiológicas de *Artemisia vulgaris* L. cultivada sob telas coloridas. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v.11, n.1, p.56-62, 2009.
- PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X. **Caracterização climática do município de Capitão Poço-PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 17p.
- POLTRONIERI, M. C.; BOTELHO, S. M.; LEMOS, O. F.; ALBUQUERQUE, A. S.; JÚNIOR, A. C. S.; PALHARES, T. C. **Tratos culturais em pimenta de cheiro (*Capsicum chinense* Jacquin)**. 1. Ed. Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 3p.
- POZZOBON, M. T.; SOUZA, K. R.; CARVALHO, S. I.; REIFSCHNEIDER, F. J. Meiose e viabilidade polínica em linhagens avançadas de pimenta. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 212-216, 2011. <https://www.scielo.br/hb/a/Jj45LTtQfZfZQyCLR7Fm3gM/?format=pdf&lang=pt>
- ROSÁRIO, V. N. M.; CHAVES, R. P. F.; PIRES, I. V.; SANTOS FILHO, A. F.; TORO, M. J. U. *Capsicum annuum* e *Capsicum chinense*: características físicas, físico-químicas, bioativas e atividade antioxidante. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 50414-50432, 2021.

SANTOS, W. M.; ROCHA, A. F. M.; SILVA, F. B.; VALE, L. S. R.; FARIA, L. R.; MARQUES, M. L. S.; FÉLIX, M. J. D.; SANTOS, E. A. Desempenho agrônômico de pimenta dedo de moça sob adubação orgânica e mineral. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e10610413893-e10610413893, 2021.

SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; SANTOS, M. R. D.; SALGADO, L. T. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 294-299, 2009. <https://www.scielo.br/hb/a/PVxzNfFTytPD7mJqCkGLxTj/?format=pdf&lang=pt>

SHAHEIN, M. M.; HASSAN, H. A.; ABOU-EL-HASSAN, S. Response of sweet pepper plants to fertilize by different organic fertilizers under protected agriculture. **Journal of Plant Production**, v. 6, n. 5, p. 809-822, 2015. <https://dx.doi.org/10.21608/jpp.2015.49775>

SILVA NETO, J. J.; RÉGO, E. R.; BARROSO, P. A.; NASCIMENTO, N. F. F.; BATISTA, D. S.; SAPUCAY, M. J.; RÉGO, M. M. Influência de substratos alternativos para produção de pimenteira ornamental (*Capsicum annum* L.). **Agropecuária Técnica**, v. 34, n. 1, p. 21-29, 2013.

SILVA, S. P.; VIÉGAS, I. J. M.; OKUMURA, R. S.; SILVA, D. A. S.; GALVÃO, J. R.; JÚNIOR, M. L. S.; ARAÚJO, F. R. R.; MERA, W. Y. W. L.; SILVA, A. O. Growth and micronutrients contents of smell pepper (*Capsicum chinense* Jac.) submitted to Organic Fertilizer. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 11, p. 425-435, 2018. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n11p425>

VELOSO, C. A. C.; OEIRAS, A. H. L.; CARVALHO, E. J. M.; SOUZA, F. R. S. Resposta do abacaxizeiro à adição de nitrogênio, potássio e calcário em latossolo amarelo do Nordeste Paraense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 396 - 402, 2001. <https://www.scielo.br/j/rbf/a/CrLH3nqVyF4ybrSW94T5ZDt/?format=pdf&lang=pt>

## DIVERSIDADE DE COCCINELÍDEOS PREDADORES EM ROMÃZEIRA

Data de aceite: 01/04/2022

**Maria Albertina Gonçalves**

Universidade do Algarve/FCT, Campus de Gambelas

**RESUMO:** A romãzeira, *Punica granatum* L., planta originária da Persia antiga foi introduzida nos países mediterrânicos pelos fenícios e, posteriormente, levada para o continente americano pelos portugueses. Em Portugal, a maior parte da produção nacional de romã concentra-se no Algarve, sendo a maioria proveniente de árvores dispersas, pois o número de pomares extremos na região ainda é reduzido. Os afídeos (Homoptera: Aphididae) são um dos principais problemas fitossanitários da romãzeira, e são frequentemente encontrados a atacar folhas, flores e frutos em formação. Por sua vez, os afídeos são também alvo de ataques por várias espécies de insetos predadores, dos quais se destacam as joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae). Este trabalho teve por objetivo identificar as principais espécies de joaninhas, que contribuem para a limitação natural dos afídeos da romãzeira, na região algarvia. Para esse efeito realizaram-se diversas observações, entre março de 2015 e setembro de 2017, numa sebe de romãzeiras, situada no concelho de Faro. Os métodos de amostragem utilizados foram a técnica das pancadas e a colheita de material vegetal com pupas de joaninhas. Os espécimes capturados foram identificados e, posteriormente, libertados junto da mesma sebe.

As espécies de joaninhas identificadas foram as seguintes: *Adalia bipunctata* L.; *A. decempunctata* L.; *Coccinella setempunctata* L.; *Exochomus quadripustulatus* L.; *Harmonia axyridis* Pallas e *Scymnus mediterraneus* lablokoff-Khnzorian. A espécie predominante foi *C. setempunctata* L., com 566 indivíduos de um total de 1048.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Punica granatum*, limitação natural, afídeos, joaninhas, Algarve.

### DIVERSITY OF PREDACEOUS COCCINELLIDS ON POMEGRANATE TREE

**ABSTRACT:** The pomegranate tree, *Punica granatum* L., is a native to ancient Persia and was introduced in the mediterranean countries by phoenicians and later brought to the american continent by the portuguese people. In Portugal, the most of the national pomegranate production is concentrated in the Algarve, with the majority of the production coming from scattered trees because the number of extreme orchards in the region it's still small. Aphids (Homoptera: Aphididae) are one of the main phytosanitary problems of the pomegranate tree, and are often found feeding on leaves, flowers and fruits in formation. In turn, the aphids are also the target of attacks by several species of predaceous insects, among which are the lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae). This study aimed to identify the main species of lady beetles which can contribute to the natural limitation of aphids of the pomegranate, in the Algarve region. For this purpose several observations were made between March 2015 and September 2017, in a hedge of pomegranates, located in

the municipality of Faro. The sampling methods used were the beating technique and the collecting of plant material with lady beetle pupae. The captured specimens were identified and subsequently released near the same hedge. In this study the lady beetles species identified were as follows: *Adalia bipunctata* L.; *A. decempunctata* L.; *Coccinella setempunctata* L.; *Exochomus quadripustulatus* L.; *Harmonia axyridis* Pallas and *Scymnus mediterraneus* lablckoff-Khnzorian. The predominant species was *C. setempunctata* L., with 566 individuals out of a total of 1048.

**KEYWORDS:** *Punica granatum*, natural limitation, aphids, lady beetles, Algarve.

## INTRODUÇÃO

A romãzeira, *Punica granatum* L., é uma planta nativa da Persia antiga, e é cultivada desde a antiguidade (Morton, 1987; Holland et al., 2009). As romãzeiras são facilmente adaptáveis a diferentes climas e condições de solo, pelo que são cultivadas em diversas regiões geográficas, incluindo a bacia do Mediterrâneo, Ásia e Estados Unidos.

São vários os usos da romãzeira, e vão desde a alimentação humana e animal, uso medicinal, produção de madeira para alfaias agrícolas, produção de tintas, até à ornamentação de jardins e construção sebes. Os principais mercados de frutas de romã são a Europa, os Estados Unidos e o Canadá. Os maiores produtores de romã são Afeganistão, Irão, Israel, Brasil, Estados Unidos, Itália e Espanha. A Espanha é o maior exportador europeu. Em Portugal, a cultura da romã está localizada principalmente na região do Algarve, e a maior parte da romã consumida no nosso país vem da Espanha. A romã é uma boa fonte de antioxidantes, vitaminas e sais minerais que são benéficos para a saúde humana (Jurenka, 2008; Turk et al., 2008; Haidari et al., 2009).

Vários autores referem que as romãzeiras são suscetíveis a muitas pragas e doenças (Mir et al., 2012; Ksentini et al., 2011). De entre as pragas comuns da romãzeira destacam-se os afídeos (Homoptera: Aphididae) (Rouhani et al., 2013). Estes podem ser encontrados a infestar folhas, flores e frutos em formação, podendo causar estragos significativos nesses órgãos, que se poderão refletir negativamente, na qualidade e na quantidade, na produção de romã. Sendo um dos principais problemas fitossanitários da romãzeira, os afídeos são, por sua vez, também alvo de ataques por várias espécies de insetos predadores, dos quais se destacam as joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae). Estas são mundialmente conhecidas pela sua apetência por várias pragas de importância económica, nomeadamente, moscas brancas, cochonilhas e afídeos (Obrycki & Kring, 1998).

O consumo de romãs, quer a nível nacional quer a nível mundial, está em franco crescimento, assim como a procura por parte dos consumidores de produtos ou subprodutos, com resíduos mínimos ou até mesmo isentos de pesticidas. O conhecimento dos agentes de controlo biológico que ocorrem naturalmente, numa determinada cultura, é de extrema importância para uma gestão adequada dos seus problemas fitossanitários. Assim, constituiu objetivo deste trabalho, identificar as principais espécies de joaninhas que



contribuem para a limitação natural dos afídeos da romãzeira, na região algarvia.

## MATERIAL E MÉTODOS

As observações decorreram entre março e setembro, nos anos de 2015, 2016 e 2017, numa sebe de romãzeiras, com cerca de 1000 m de comprimento, situada no concelho de Faro, ao longo da estrada nacional nº 2. A sebe limita a zona poente de um pomar de citrinos. Nesta sebe nunca se realizaram tratamentos inseticidas.

Para capturar os espécimes de joaninhas que ocorrem naturalmente na romãzeira, utilizaram-se dois métodos de amostragem, a técnica das pancadas (3 pancadas rápidas e seguidas em 2 ramos de árvores localizadas nos pontos de amostragem) e a colheita de material vegetal com pupas de joaninhas. As amostragens foram realizadas em intervalos de 100 m lineares ao longo da sebe, sendo o ponto de partida situado a cerca de 50 m de qualquer das extremidades. A periodicidade das amostragens foi quinzenal. Os espécimes capturados, por ambas as técnicas de amostragem, foram acondicionados em frascos/caixas apropriados e levados para o laboratório para posterior identificação. A identificação das espécies de joaninhas foi efetuada com base na observação, ao microscópio estereoscópico, das características morfológicas e recurso a chaves de identificação disponíveis para o efeito (Gordon, 1985; Raimundo & Alves, 1986; Fattah-Almanan et al., 2016). Durante o período de acondicionamento em laboratório, o material biológico foi mantido à temperatura, humidade e fotoperíodo ambientes. As joaninhas foram alimentadas com afídeos trazidos em raminhos de romãzeira recolhidos na sebe, e com um suplemento de mel (tampinhas de garrafas de água com bolinhas de algodão embebidas em mel diluído; a relação volumétrica água/mel foi de 4:1). Todos os exemplares sobreviventes foram libertados junto da mesma sebe.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o presente trabalho identificaram-se seis espécies de joaninhas pertencentes a cinco géneros diferentes. As espécies identificadas foram as seguintes: *Adalia bipunctata* L.; *A. decempunctata* L.; *Coccinella setempunctata* L.; *Exochomus quadripustulatus* L.; *Harmonia axyridis* Pallas e *Scymnus mediterraneus* lablokoff-Khnzorian. Os géneros *Adalia*, *Coccinella*, *Exochomus* e *Scymnus*, foram também encontrados, em romãzeiras infestadas por afídeos, no Irão (Fattah-Almanan et al., 2016). Nas figuras 1 e 2 estão representados graficamente, os números totais de joaninhas de cada espécie, por ano de observação, capturados pela técnica das pancadas e emergidos em laboratório a partir de material vegetal, respectivamente. Por observação das referidas figuras verifica-se que, em ambos os métodos de amostragem, *C. setempunctata* foi a espécie de joaninha mais abundante na sebe. Verifica-se também que exemplares de *E. quadripustulatus* apenas foram detetados através da técnica das pancadas.

As figuras 3 (2015), 4 (2016) e 5 (2017) traduzem a variação sazonal da população adulta de joaninhas, determinada através da técnica das pancadas, na sebe de romãzeiras. Verifica-se que as joaninhas são mais ativas nos meses de maio e junho, com exceção de *C. setempunctata* que alarga o seu maior período de atividade até julho (figs. 3, 4 e 5). De um modo geral, as curvas de variação sazonal das espécies detetadas, mantêm o mesmo padrão de variação, nos três anos de estudo. O padrão de variação assemelha-se a uma curva de distribuição normal.

Relativamente à totalidade dos espécimes capturados durante este estudo, 566 indivíduos, num total de 1048, pertenciam à espécie *C. setempunctata* (quadro 1). Tendo em consideração o número total de indivíduos, de cada espécie de joaninha, capturado por ambas as técnicas de amostragem, determinou-se a quantidade relativa, em percentagem, entre as diferentes espécies. Os valores encontrados, por ordem crescente, foram os seguintes: 4,00% (*E. quadripustulatus*); 5,63% (*S. mediterraneus*); 6,50% (*H. axyridis*); 13,17% (*A. decempunctata*); 16,70% (*A. bipunctata*) e 54,00% (*C. setempunctata*) (quadro 1). Os resultados obtidos mostram que a técnica das pancadas é o método de amostragem mais eficaz para avaliar as populações de joaninhas, na romãzeira (teste t de Student;  $p=0,034$ ). Este resultado está de acordo com as recomendações da Proteção Integrada para avaliação da fauna auxiliar em fruteiras.

## CONCLUSÕES

A realização deste trabalho permitiu-nos verificar que são várias as espécies de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) que podemos encontrar no ecossistema romãzeira, na região do Algarve. Identificaram-se seis espécies pertencentes a cinco géneros, sendo que *C. setempunctata* e *E. quadripustulatus* foram as espécies mais e menos abundantes, respetivamente. Relativamente aos dois métodos de amostragem utilizados, a técnica das pancadas foi o método mais eficaz na avaliação das populações de joaninhas, na romãzeira. No entanto, a colheita de material vegetal com pupas foi bastante útil como método complementar de estudo. O presente trabalho é um contributo positivo para a gestão adequada da cultura da romã, pois contribui para o conhecimento das espécies de joaninhas associadas aos afídeos da romãzeira, no Algarve.

## REFERÊNCIAS

Gordon, R.D. 1985. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. Journal of New York Entomological Society 93:1-912.

Haidari, M., Ali M., Casscells, S.W. & Madjid, M. 2009. Pomegranate (*Punica granatum*) purified polyphenol extract inhibits influenza virus and has a synergistic effect with oseltamivir. Phytomedicine 16(12): 1127-1136.

- Holland, D., Hatip, K. & Bar-Ya'akov, I. 2009. Pomegranate: Botany, Horticulture and Breeding. p. 127-191. In: Janick, J. (ed.) Horticultural Reviews. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Jurenka, J.M.T. 2008. Therapeutic Applications of Pomegranate (*Punica granatum* L.): A Review. *Altern. Med. Rev.* 13(2): 128-144.
- Ksentini, I., Jardak, T. & Zegha, N. 2011. First report on *Virachola livia* Klug. (Lepidoptera: Lycaenidae) and its effects on different pomegranate varieties in Tunisia. *EPPO Bull.* 41(2): 178-182.
- Mir, M.M., Umar, I., Mir, S.A., Rehman, M.U., Rather, G.H. & Banday, S.A. 2012. Quality Evaluation of Pomegranate Crop – A review. *Int. J. Agric. Biol.* 14: 658-667.
- Morton, J. 1987. Pomegranate. p. 352-355. In: Fruits of warm climates. Miami, Florida.
- Obrycki J.J. & Kring T.J. 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. *Ann Rev Entomol.* 43(1): 295-321.
- Raimundo, A.A.C. & Alves, M.L.G. 1986. Revisão dos coccinélidos de Portugal, Universidade de Évora, 103p.
- Rouhani M., Samih, M.A., Izadi, H. & Mohammadi, E. 2013. Toxicity of new insecticides against pomegranate aphid, *Aphis punicae*. *Intl Res J Appl Basic Sci.* 4(3): 496-501.
- Turk, G., Sonmez, M., Aydin, M., Yuce, S., Yuksel, M., Aksu, E.H. & Aksoy, H. 2008. Effects of pomegranate juice consumption on sperm quality, spermatogenic cell density, antioxidant activity and testosterone level in male rats. *Clin. Nutr.* 27: 289-296.
- Fattah-Almanan, Z., Jalali-Zand, A. & Hatami, B. 2016. Study of predatory lady beetles fauna (Coleoptera, Coccinellidae) associated with pomegranate orchards on *Aphis punicae* Passerini in the Najafabad region (Isfahan province), Iran. *Journal of Biological Control* 30(1): 1-4.

Espécie	Técnica de amostragem		Total	% relativa
	Pancadas	Material vegetal		
<i>Adalia bipunctata</i>	160	15	175	16,70
<i>A. decempunctata</i>	133	5	138	13,17
<i>Coccinella setempunctata</i>	511	55	566	54,00
<i>Exochomus quadripustulatus</i>	42	0	42	4,00
<i>Harmonia axyridis</i>	65	3	68	6,50
<i>Scymnus mediterraneus</i>	58	1	59	5,63
Total	969	79	1048	100,00

Quadro 1- Número de indivíduos de cada espécie, por técnica de amostragem, e percentagem relativa de cada espécie. Valores acumulados em três anos de observação (2015, 2016 e 2017).

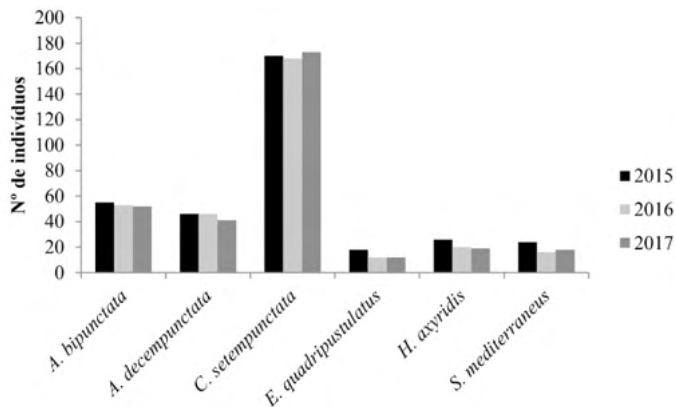


Figura 1- Número total de joaninhas de cada espécie, capturado pela técnica das pancadas, em cada ano de observação.

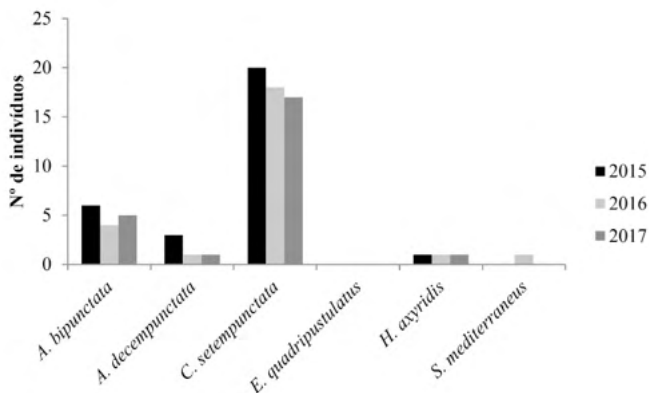


Figura 2- Número total de joaninhas de cada espécie, emergidos a partir do material vegetal recolhido, em cada ano de observação.

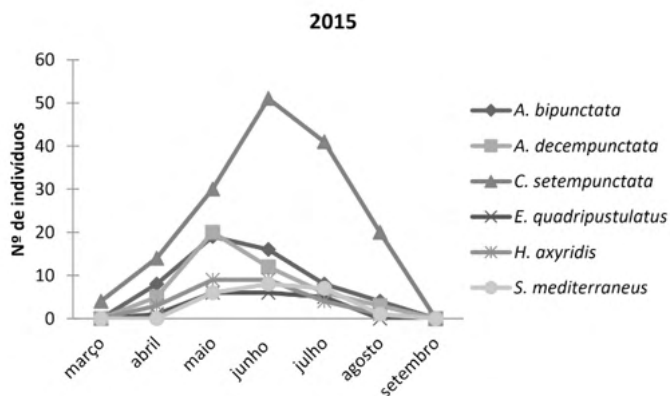


Figura 3- Variação sazonal da população adulta de joaninhas, no ano de 2015. (Técnica das pancadas)

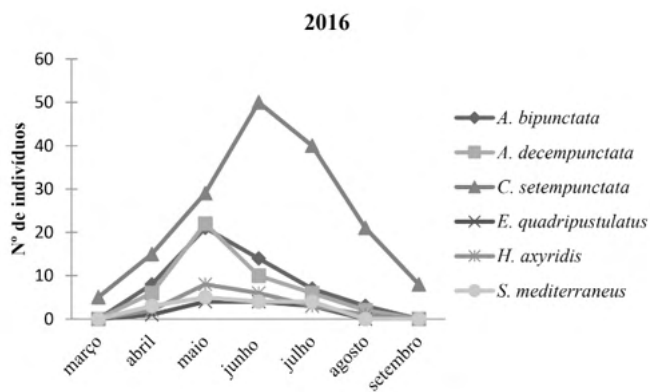


Figura 4- Variação sazonal da população adulta de joaninhas, no ano de 2016. (Técnica das pancadas)

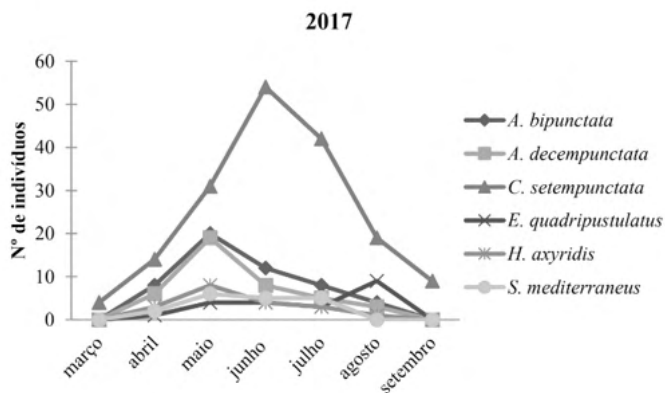


Figura 5- Variação sazonal da população adulta de joaninhas, no ano de 2017. (Técnica das pancadas)

## GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN CON ORGANIZACIONES RURALES DE GUATEMALA

*Data de aceite: 01/04/2022*

**Roberto Rendón-Medel**

Universidad Autónoma Chapingo, México  
ORCID:0000-0001-8703-8041

**Bey Jamelyd López-Torres**

Universidad Autónoma de Zacatecas, México  
ORCID: 0000-0002-8830-0467

**Jeimy Elizabeth Figueroa-Morales**

Asociación Comunitaria para el desarrollo  
SERJUS, Guatemala

**RESUMEN:** En los últimos años ha surgido un interés por el estudio de los sistemas de gestión de la innovación por su contribución para enfrentar los desafíos actuales en países en desarrollo. El presente estudio se realizó con organizaciones rurales del Altiplano de Guatemala, con las que se implementó una estrategia de gestión de la innovación difundiendo 22 innovaciones relacionadas con el sistema milpa y con el zomejoramiento participativo. El objetivo del estudio fue analizar los resultados obtenidos a partir de los trabajos de gestión de la innovación de SERJUS en colaboración con el Proyecto Buena Milpa Guatemala, de 2017 a 2018, en tres organizaciones de productores rurales que participaron en la estrategia de intervención. Por medio de Mapeos Detallados de actores en 2017 y 2018, se registraron los cambios de 138 productores sobre sus atributos, su nivel de innovación y la estructura de sus redes de innovación; para el análisis de la

información se utilizaron indicadores de Análisis de Redes Sociales; y comparación de medias de los indicadores. Este estudio permitirá dirigir mejoras en futuras intervenciones de gestión de la innovación en organizaciones rurales.

**PALABRAS CLAVE:** Redes de innovación, conocimiento, comercialización agrícola, sistema milpa.

**ABSTRACT:** In recent years, an interest in the study of innovation management systems has arisen due to their contribution to face current challenges in developing countries. The present study was carried out with rural organizations in the Guatemalan Highlands, with which an innovation management strategy was implemented, spreading 22 innovations related to the milpa system and to participatory zoo improvement. The objective of the study was to analyze the results obtained from SERJUS's innovation management work in collaboration with the Buena Milpa Guatemala Project, from 2017 to 2018, in three rural producer organizations that participated in the intervention strategy. Through Detailed Mappings of actors in 2017 and 2018, the changes of 138 producers on their attributes, their level of innovation and the structure of their innovation networks were recorded; For the analysis of the information, indicators of Social Network Analysis were used; and comparison of means of the indicators. This study will lead to improvements in future innovation management interventions in rural organizations.

**KEYWORDS:** Innovation networks, knowledge, agricultural marketing, milpa system.

## 1 | INTRODUCCIÓN

La implementación de sistemas de gestión han retomado gran importancia por sus contribuciones para enfrentar los desafíos de la internacionalización de la economía, los desarrollos tecnológicos, las exigencias de la población y las necesidades de seguridad alimentaria, es por esto que se ha generado interés en su diseño, medición y análisis de resultados (Fontalvo Herrera, Quejada, & Puello Payares, 2011), sobre todo para países en desarrollo. La gestión de la innovación se entiende como la administración del conocimiento para el desarrollo de cambios orientados a la generación de valor (Roldán-Suárez, Rendón-Medel, & Camacho-Villa, 2018). La gestión de la innovación en procesos productivos en el sector rural ha sido estudiada y se reconocen como elementos clave para la generación de resultados positivos en el proceso de trabajo en red y la participación de gestores sistémicos o dinamizadores de la innovación (Klerkx, Hall, & Leeuwis, 2009).

Se habla de una red de innovación al considerar que la innovación es todo cambio basado en conocimiento que genera valor (COTEC, 2005), y lo que se intercambia entre sus actores, es conocimiento para generar valor en cualquiera de sus formas. Es decir que la innovación agrícola es resultado de un proceso social complejo, dinámico e interactivo, en el que participan actores heterogeneos, con sus distintos roles y con sus recursos, formando redes de innovación. El mapeo de redes de innovación y su análisis a través de redes sociales da cuenta del flujo, interacción e integración del conocimiento para ser gestionado en beneficio de los actores (Rendón-Medel, Aguilar-Ávila, Altamirano-Cárdenas, & Muñoz-Rodríguez, 2007).

En los últimos años se han generado hallazgos respecto al uso del análisis de redes de innovación en el sector rural como herramienta de reconocimiento de la red, y de identificación de actores clave con quiénes intervenir en un entorno de relacionamiento y que respondan a la necesidad de focalización de los recursos (Garrido-Rubiano, Martínez-Medrano, Martínez-Bautista, Granados-Carvajal, & Rendón-Medel, 2017; Roldán-Suárez *et al.*, 2018; Roldán-Suárez, Islas-Moreno, Sánchez-Gómez, & Rendón-Medel, 2019; Sánchez-Sánchez, Santoyo-Cortés, De La Vega-Mena, Muñoz-Rodríguez, & Martínez-González, 2020). Estos resultados provienen de investigaciones empíricas que buscan evidenciar alternativas de interacción con productores rurales para generar competitividad a través de la mejora en los procesos de extensionismo e innovación rural. La presente investigación aporta elementos que dan soporte de la importancia de los gestores sistémicos en los procesos de innovación rural.

Winch & Courtney (2007) definen a un gestor sistémico de innovación como “una organización que actúa como miembro de una red de actores que no se enfoca ni en la organización ni en la implementación de innovaciones, sino en hacer posible que otras organizaciones innoven”; de acuerdo con Klerkx *et al.* (2009) los gestores sistémicos son un conjunto de actores considerados intermediarios porque realizan una variedad de tareas

a favor de la innovación, su importancia recae en la vinculación y reforzamiento de las redes, así como en favorecer el intercambio de conocimiento. Este fue el papel de SERJUS y del Proyecto Buena Milpa en la red de innovación de productores de milpa en el Altiplano de Guatemala.

Las organizaciones y asociaciones comunitarias tienen gran relevancia histórica en Guatemala, se tiene evidencia de los resultados favorables que han impactado en la integración social, la tenencia de la tierra, los medios de vida, la gobernanza, la regulación y el medio ambiente (Elías, Larson, & Mendoza, 2009; Detlefsen & Villanueva, 2016). La Asociación Comunitaria para el desarrollo SERJUS tiene sus antecedentes en 1988, su objetivo es fortalecer la organización, articulación y participación social comunitaria con otros actores y movimientos sociales, en los diferentes ámbitos de la organización territorial de Guatemala. Impulsa la plena participación de mujeres y hombres en procesos alternativos de desarrollo integral, sostenible, democrático y equitativo, la defensa del territorio, la soberanía alimentaria y la democracia en género, hacia la reconstitución económica, social y política de los pueblos y la refundación de un Estado democrático y equitativo (SERJUS, 2019).

El Proyecto Buena Milpa en Guatemala fue posible gracias al apoyo de la iniciativa *Feed the Future* (Alimentando el Futuro), de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés), y al trabajo colaborativo con organizaciones de gobierno y no gubernamentales, que trabajan en el occidente de Guatemala. El objetivo del Proyecto Buena Milpa fue reducir la pobreza, la inseguridad alimentaria y la malnutrición de las familias en el altiplano occidental de Guatemala, al aumentar la sostenibilidad y la capacidad de recuperación de los sistemas agrícolas basados en maíz, y también ha procurado disminuir la degradación ambiental y mejorar los medios de subsistencia de los pequeños productores (CIMMYT & USAID, 2019).

Con el Proyecto Buena Milpa, desde 2015 el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) propició un enfoque de mejoramiento participativo, la conservación del suelo, la diversificación agrícola y del maíz y la conservación de razas nativas de maíz y otras plantas importantes en la región, “con procesos inclusivos y de mayor interacción para el intercambio de conocimiento, y con una visión que permite integrar la ciencia y el conocimiento tradicional, favoreciendo la innovación agrícola” (CIMMYT & USAID, 2019, p.4).

Para cumplir con sus objetivos, el Proyecto Buena Milpa se sumó a los esfuerzos de asociaciones, instituciones y proyectos hermanos que ya intervenían en el territorio, de manera que el Proyecto buscaba desde el principio de su intervención actuar como gestor sistémico. La coincidencia de objetivos entre organizaciones, instituciones y proyectos les permitieron colaborar en sus labores de capacitación participativa para la difusión de innovaciones (Detlefsen & Villanueva, 2016).

El objetivo de la presente investigación fue analizar los resultados obtenidos a partir



de los trabajos de gestión de la innovación de SERJUS en colaboración con el Proyecto Buena Milpa Guatemala, de 2017 a 2018, en tres organizaciones de productores rurales que participaron en la estrategia de intervención; por medio de un análisis de los cambios en su nivel de innovación y en sus redes de innovación. Las organizaciones estudiadas fueron ACOMUTECH, Red de Mujeres y ASDECO, éstas fueron incluidas en el Proyecto Buena Milpa a través de su vínculo con SERJUS, en estas organizaciones resalta la participación de mujeres y fueron elegidas para ser objeto de este estudio por sus antecedentes como organizaciones líderes en su territorio, por lo que documentar su experiencia puede influir en el comportamiento de otras organizaciones del Altiplano de Guatemala.

## 2 | METODOLOGÍA

En el presente estudio se llevó a cabo un Mapeo Detallado de Actores (MDA) de acuerdo a la metodología de Rendón-Medel, Aguilar-Ávila, Altamirano-Cárdenas, & Muñoz-Rodríguez (2007). Esta metodología corresponde al ámbito táctico, tiene una orientación en la definición de roles y relaciones entre individuos, y es empleado por agentes de cambio para la gestión de innovaciones. De acuerdo con Semitiel García & Noguera Méndez (2004) la perspectiva de redes ofrece un enfoque metodológico coherente con el estudio de sistemas socio-económicos regionales. Se analizaron cuatro tipos de redes: red social, red técnica, red de compra y red de venta; de los productores integrantes de las tres organizaciones estudiadas.

El instrumento de colecta de información utilizada fue una entrevista semiestructurada titulada *“Boleta para el mapeo de Redes de Innovación en Buena Milpa Guatemala”*, la cual contenía tres secciones: i) identificación de las características generales de los productores y sus unidades de producción; ii) identificación de las innovaciones que practican los productores, así como de sus fuentes de aprendizaje; y iii) mapeo de las relaciones sociales, de compra y de venta de los productores. Después que se levantó la información, fue revisada para garantizar su calidad y validez para su posterior sistematización y análisis en el programa UCINET © Versión 6.0.

Las redes técnica, social, de compra y de venta, se construyeron a partir de diferentes preguntas generadoras de nombres que se hicieron a los productores que pertenecen a las organizaciones, de esta manera los actores referidos en cada pregunta formaron parte de la red. Estudiar las estructuras formadas por diferentes tipos de vínculos entre actores heterogéneos, permitirá comprender el funcionamiento de la red y diseñar estrategias para su crecimiento y desarrollo (Semitiel García & Noguera Méndez, 2004, p.3). La red técnica se construyó con la pregunta *¿De quién aprendió cada una de las innovaciones?*, en esta red los actores se vinculan con flujos de aprendizaje y conocimiento técnico con respecto a las innovaciones que el Programa promovió; la red social se construyó con la pregunta *¿A quién considera una persona de confianza en su organización?*; la red de compra se

construyó con la pregunta ¿A quién le compra sus insumos?; y finalmente la red de venta se construyó con la pregunta ¿A quién le vende sus productos (pollos, huevos, gallinas)?.

Es importante estudiar las estructuras formadas por todos los tipos de relaciones, no sólo por las redes técnicas o de conocimiento de los sistemas productivos, por la complejidad que éstos representan. Al respecto Semitiel García y Noguera Méndez (2004) conciben a un sistema productivo como una complejidad de relaciones técnicas, comerciales, sociales y políticas; estos autores además reconocen la importancia del estudio de todas las relaciones para comprender a los sistemas productivos. Cabe destacar, que esta investigación incluye un análisis de la red social y la red comercial de los productores (red de compra de insumos y red de venta de productos), a diferencia de la mayoría de los estudios de gestión de la innovación en el sector rural, mencionados anteriormente, que únicamente analizan la red técnica.

De acuerdo con Valente, Palinkas, Czaja, Chu, & Brown (2015) y Aguilar-Gallegos *et al.* (2017) el Análisis de Redes Sociales (ARS) es una herramienta útil y poderosa para generar mayor conocimiento de los actores que influyen en el intercambio de información para la innovación agrícola, y es factible de ser aplicada para mejorar y fortalecer sus impactos. Los indicadores de ARS utilizados fueron la densidad y centralización ya que estos reflejan la situación de la red en general. La densidad refiere al número de relaciones existentes entre los actores de una red, dividido entre las relaciones posibles de esa red (Wasserman & Faust, 1994). Una densidad baja (cercana a 0%) significa escasez de vínculos, reflejando situaciones aún en desarrollo que implican mayor intervención, mayores recursos y resultados más limitados a corto plazo, mientras que una densidad alta (cercana a 100%) significa que los actores están completamente relacionados entre sí.

La centralización expresa la concentración de las relaciones en algunos actores de la red (Wasserman & Faust, 1994). Este indicador responde a la pregunta: ¿Qué tanto está la red dominada por unos cuantos actores?. Una centralización baja (cercana a 0%) indica mayores flujos de información entre los actores, lo que favorece las estrategias de difusión de innovaciones. El conocimiento se encuentra difundido a un nivel que pueda accederse por diversos medios, mientras que una centralización alta (cercana a 100%) indica que la red está dominada por uno o muy pocos actores centrales, si alguno de estos es removido la red se fragmenta rápidamente, lo que la hace “débil”.

En las redes sociales del medio rural es posible identificar a diferentes tipos de actores de acuerdo a sus relaciones y si señalan o son señalados por otros como origen de información. Dos de estos tipos de actores son: actor fuente y actor colector. Los actores fuentes de información son referidos como origen de información y son propensos a dispersar la información que fluye en la red; mientras que los actores colectores de información buscan información en cantidad y diversidad, muestran disposición a aprender y a adoptar innovaciones. La cobertura de estos actores es definida por López, Rendón, Espinosa, Torres, & Santellano (2016) como el alcance a dos pasos que un agente de

cambio logra como resultado de acceder de manera directa a un determinado grupo de actores clave que forman parte de una red. Para calcular la cobertura de estos actores se utilizó el indicador de alcance definido por Borgatti (2006).

La Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI) muestran la dinámica de innovación de los productores, este indicador mide el nivel de adopción de una innovación por los productores de un territorio determinado (Sánchez- Sánchez et al., 2020). Toma valores entre 0% y 100% y su valor se obtiene (como una proporción de los productores que practican una innovación con respecto al número total de productores entrevistados. Este indicador ayuda a identificar las innovaciones más adoptadas, las menos adoptadas, y contribuye a la toma de decisiones para conocer qué innovaciones se pueden difundir.

$$TAI = \frac{\text{Número de adoptantes de X innovación}}{\text{Total de productores estudiados}} * 100$$

La TAI se calculó con base en las innovaciones que realizan los productores clasificadas en los tres ejes considerados por el proyecto Buena Milpa: i) conservación de suelo y agua, ii) mejoramiento y conservación de maíces nativos, y iii) diversificación de sistemas de producción y dietas (Cuadro 1). En este último eje SERJUS implementó la metodología de zoomejoramiento participativo de aves criollas que contempla mejorar la seguridad alimentaria y nutricional por medio de la implementación de granjas familiares destinadas a mejorar la disponibilidad de proteína de buena calidad para las familias.

Categoría	Innovación
Conservación de suelo y agua	Aboneras
	Acequias
	Barreras vivas
	Cobertura con rastrojo
	Cosecha de lluvia
	Curvas a nivel
	Incorporación de abonos orgánicos
	Movimiento mínimo de suelo
	Reciclaje de agua
	Rotación de cultivos
	Siembra y fertilización sincronizada
	Terrazas
	Diversificación de sistemas de producción y dietas
Cultivos en asocio	
Diversificación de cultivos	
Especies de traspatio	
Medicamentos naturales	
Mejora de Instalaciones	
Sistemas agroforestales	

Mejoramiento y conservación de maíces nativos	Arreglo topológico
	Participación en reserva comunitaria de semillas
	Selección de germoplasma

Cuadro 1. Categorías de las innovaciones promovidas en la gestión de la innovación de SERJUS y Proyecto Buena Milpa

Fuente: elaboración propia a partir de la Boleta de para el mapeo de Redes de innovación.

El Índice de Adopción de Innovaciones (*InAI*) es la capacidad innovadora del productor, se calcula como el número de innovaciones que el productor realiza respecto al número total de innovaciones establecidas en un catálogo (Muñoz, Aguilar, Rendón, & Altamirano, 2007).

$$InAI_i = \frac{\sum_{j=1}^n Innov_{jn}}{n}$$

Donde: *InAI<sub>i</sub>* es el Índice de Adopción de Innovaciones del i-ésimo productor; *Innov<sub>jn</sub>* es refiere a la j-ésima innovación de *n* innovaciones; y *n* es el número total de innovaciones. Las innovaciones establecidas para el cálculo del InAI de cada productor son las señaladas en catálogo del Cuadro 1.

Para determinar si existieron cambios significativos en el nivel de innovación de los productores y en la estructura social se realizó una comparación de medias utilizando la prueba estadística t para muestras relacionadas considerando dos momentos de estudio: 2017 y 2018.

### 3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, se presentan los antecedentes de las organizaciones; en segundo lugar, se presentan los atributos de los productores integrantes de las organizaciones; posteriormente se muestra la comparación del nivel de adopción de las innovaciones promovidas por la estrategia de intervención; y finalmente se analizaron los cambios en la estructura e indicadores de las redes de innovación de las organizaciones.

#### 3.1 Antecedentes de las organizaciones

##### *ACOMUTECH*

Esta organización tiene sus antecedentes en agosto de 2008, cuando se organizaron un grupo de mujeres en el municipio de Concepción Chiquirichapa, Departamento de Quetzaltenango, Guatemala, con la finalidad de trabajar proyectos productivos. Las lideresas de este grupo recibieron formación en temas como derechos de las mujeres, participación ciudadana y motivación para el trabajo productivo. Posteriormente se integraron como Comité de Mujeres Tejedoras Chiquirichapenses (COMUTECH). En coordinación

con SERJUS, Cedepem y Acodimam, éstas últimas dos son también organizaciones de productores en Quetzaltenango, se fortaleció el grupo en aspectos organizativos con el diseño de una estructura interna para su funcionamiento.

En la cultura Mam, las mujeres se dedican al tejido de prendas de vestir para la familia, en 2009 esta actividad se vio como potencial para desarrollar un proyecto enfocado en la generación de ingresos. Con el apoyo de Cuerpo de Paz de la Embajada de Estados Unidos en Guatemala se tuvo capacitación y apoyo en la comercialización, y se comenzó la producción de prendas para la comercialización a nivel regional y en el extranjero.

En 2017 en el seno de la Unodich se planteó la metodología de zoomejoramiento participativo en aves criollas y se decidió darle a COMUTECH la oportunidad de desarrollar el proyecto considerando su experiencia en proyectos productivos. De esta forma es como ésta organización se integra al Proyecto Buena Milpa.

En 2018 se obtuvo la figura legal de asociación comunitaria ACOMUTECH. Uno de los ejes centrales de la organización es trabajar por el desarrollo y los derechos de las mujeres, en este sentido como organización han participado desde sus inicios en la Coordinadora Municipal de Organizaciones (Unodich), espacio en el que tienen la oportunidad de desarrollar análisis de la situación del municipio y generar propuestas para el desarrollo comunitario.

### *Red de Mujeres*

En el municipio de San Juan Ostuncalco, en 2015 un grupo pequeño de mujeres participaban de manera individual dentro de la Comisión Municipal de la Mujer (CMM), planteaban ante el gobierno municipal propuestas para mejorar las condiciones de las mujeres en el municipio, y tenían incidencia en el Consejo Municipal de Desarrollo (Comude). Al mismo tiempo en las comunidades se identificaron grupos comunitarios de mujeres desarticulados que conocían las condiciones de desigualdad y de falta de oportunidades en las que vivían la mayoría de las mujeres. En 2016 se formuló una estrategia organizativa en la que se planteó la articulación de todos los grupos comunitarios de mujeres y mujeres que trabajaban de manera individual en una Red, que pudiera vincularse a la CMM como base comunitaria. La Red fue definida como una forma de organización comunitaria que integra programas o comisiones específicas de las organizaciones comunitarias, sociales y sus coordinaciones. Con esta estrategia se le dio a la CMM un respaldo comunitario y a los grupos una figura organizativa de Red además de representación en espacios municipales.

En ese mismo año se inició el proceso de articulación de la Red de Mujeres, identificando los intereses que las mujeres tenían en ese momento, con lo que se generaron espacios de formación en donde los temas principales han sido el empoderamiento de las mujeres, autoestima, fortalecimiento organizativo de los grupos y de la red, equidad y política municipal de género, elaboración y gestión de proyectos, negociación y asignación

de presupuesto municipal para mujeres, derechos humanos e indígenas de las mujeres, entre otros.

Tanto la CMM como la Red de Mujeres están articuladas a una organización municipal más amplia, denominada Coordinadora de Cocodes, espacio en el que en el año 2017 se decidió darle la oportunidad a la Red de Mujeres de desarrollar la metodología de zoomejoramiento participativo en aves criollas, incluyéndose en el Proyecto Buena Milpa.

### *ASDECO*

En 1996, con representación de 14 comunidades organizadas para la autogestión de su desarrollo y atención integral a necesidades económicas, sociales, políticas y culturales, se funda la base de la Asociación de Desarrollo Comunitario (ASDECO) estructurándose en tres niveles funcionales: político, ejecutivo y técnico-operativo, respondiendo al sistema orgánico existente históricamente como pueblo Maya K'iche'.

Los enfoques de trabajo que tiene ASDECO son: género y equidad con pertinencia cultural; desarrollo rural y economía solidaria; seguridad alimentaria y nutricional; identidad y derechos de los pueblos indígenas; poder local y participación ciudadana y política.

Dentro del enfoque de seguridad alimentaria y nutricional, ASDECO busca apoyar con su intervención a la reducción de la cultura de consumismo, mejora en el acceso a la canasta básica, auto empleos y salarios justos, reducción de los índices de pobreza, reducción de la desnutrición de mujeres, niños y jóvenes, mejorar esperanza de vida de las mujeres, aumentar el rendimiento escolar y laboral, disminuir la migración interna y hacia Estados Unidos, mejorar las condiciones de vivienda y ambiente comunal y municipal, por medio del impulso de proyectos, programas y políticas públicas con buena cobertura, calidad y pertinencia en el tema de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Es así como en 2017 esta organización se interesó por colaborar en el Proyecto Buena Milpa implementando la metodología de zoomejoramiento participativo en aves criollas.

### **3.2 Atributos de las organizaciones**

En el Cuadro 2 se muestra una comparación de los atributos de las organizaciones. Los integrantes de las organizaciones son adultos jóvenes, en su mayoría mujeres, con bajo nivel de escolaridad, y con poca superficie para sembrar, características típicas de los pobladores rurales del Altiplano de Guatemala de acuerdo con Elías *et al.* (2009).

Variable	ACOMUTECH		Red de Mujeres		ASDECO	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Número de entrevistados	17	17	28	28	37	37
Edad promedio	39	40	41	42	44	45
Escolaridad promedio	6.5	6.5	4	4	3.8	3.8
% de mujeres en la organización	100	100	100	100	76	76
% que sabe leer y escribir	70	70	78	78	65	65
Superficie (ha)	0.08	0.08	0.08	0.08	0.23	0.29

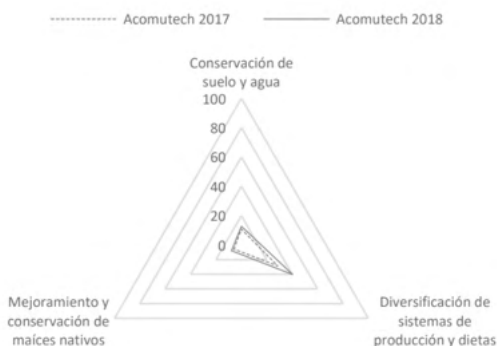
Cuadro 2. Comparación de atributos de los integrantes de las organizaciones ACOMUTECH, Red de Mujeres y ASDECO

Fuente: Elaboración propia con datos de campo 2017 y 2018.

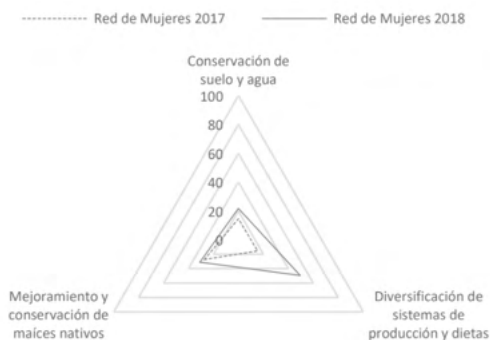
### 3.3 Nivel de adopción de las innovaciones promovidas en las organizaciones

En la Figura 1 se muestra la comparación de la tasa de adopción de innovaciones por categorías en 2017 y 2018 para las tres organizaciones, se observan los cambios como resultado de la intervención de SERJUS y el Proyecto Buena Milpa. En las tres organizaciones se observa el mayor incremento en la categoría de diversificación de sistemas de producción y dietas debido al trabajo con la metodología de zoomejoramiento participativo en aves criollas implementado por SERJUS.

#### ACOMUTECH



## Red de Mujeres



## ASDECO



Figura 1. Comparación de la tasa de adopción de innovaciones por categoría 2017 y 2018 en las organizaciones ACOMUTECH, Red de Mujeres y ASDECO.

Fuente: Elaboración propia.

El nivel de adopción de las innovaciones en promedio incrementó 7.5% en las tres organizaciones, ACOMUTECH pasó de 15.8% en 2017 a 20.9% en 2018, Red de mujeres de 16.6% a 31.8%, ASDECO de 25.6% a 27.9%.

### 3.4 Estructura de las redes de innovación de las organizaciones

De 2017 a 2018 el número de actores en las redes de aprendizaje incrementó en las organizaciones ACOMUTECH y Red de Mujeres, derivado de la inclusión de nuevos actores que fortalecieron la dinámica de innovación (Cuadro 3); en ASDECO disminuyó el número de actores derivado de procesos de selección de actores, es decir que actores externos a la red quedaron fuera porque éstos no contribuyeron a los procesos de innovación y comercialización, éste es un proceso normal en organizaciones que buscan mejorar la calidad de la información que fluye a través de sus vínculos. Respecto al número de relaciones, éste incrementó en dos de los tres casos generando redes más densas.



La densidad incrementó considerablemente en 2018 con respecto a 2017 en todos los casos, lo que demuestra que los actores que permanecieron en 2018 conformaron redes más saturadas y con mayor capital social de acuerdo con lo señalado por Gaete Fiscella & Vásquez (2008), éste resultado coincide con lo encontrado por otros autores en procesos de difusión de innovaciones en el sector rural en México, dónde después de un proceso de intervención reportan incrementos en densidades menores a 1% (Sánchez, Rendón, & Cervantes, 2013; Aguilar-Gallegos *et al.*, 2017; Roldán-Suárez *et al.*, 2018). La centralización incrementó en todos los casos en el periodo de estudio, lo que indica que los conocimientos fueron centralizados por un grupo de actores, en este caso, por quiénes impartieron las capacitaciones de las innovaciones promovidas, este resultado coincide con lo reportado por (Zambada-Martínez *et al.*, 2013) en un estudio con instituciones y organizaciones para gestionar innovaciones.

Variable	ACOMUTECH		Red de Mujeres		ASDECO	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
No. de actores	81	64	79	83	167	91
No. de relaciones	58	74	82	133	175	109
Densidad	0.90 %	1.84%	1.30 %	1.95 %	0.6 %	1.33 %
Centralización	1.62 %	7.81%	27.2 %	30.11 %	12.7 %	23.37 %

Cuadro 3. Comparación de los indicadores de la red de innovación de las organizaciones ACOMUTECH, Red de Mujeres y ASDECO

Fuente: elaboración propia con datos de campo 2017 y 2018.

En la Figura 2 se muestran los cambios en las redes técnicas de las organizaciones de 2017 a 2018. Se observan cambios de el número de actores, de relaciones y en la estructura de las redes.

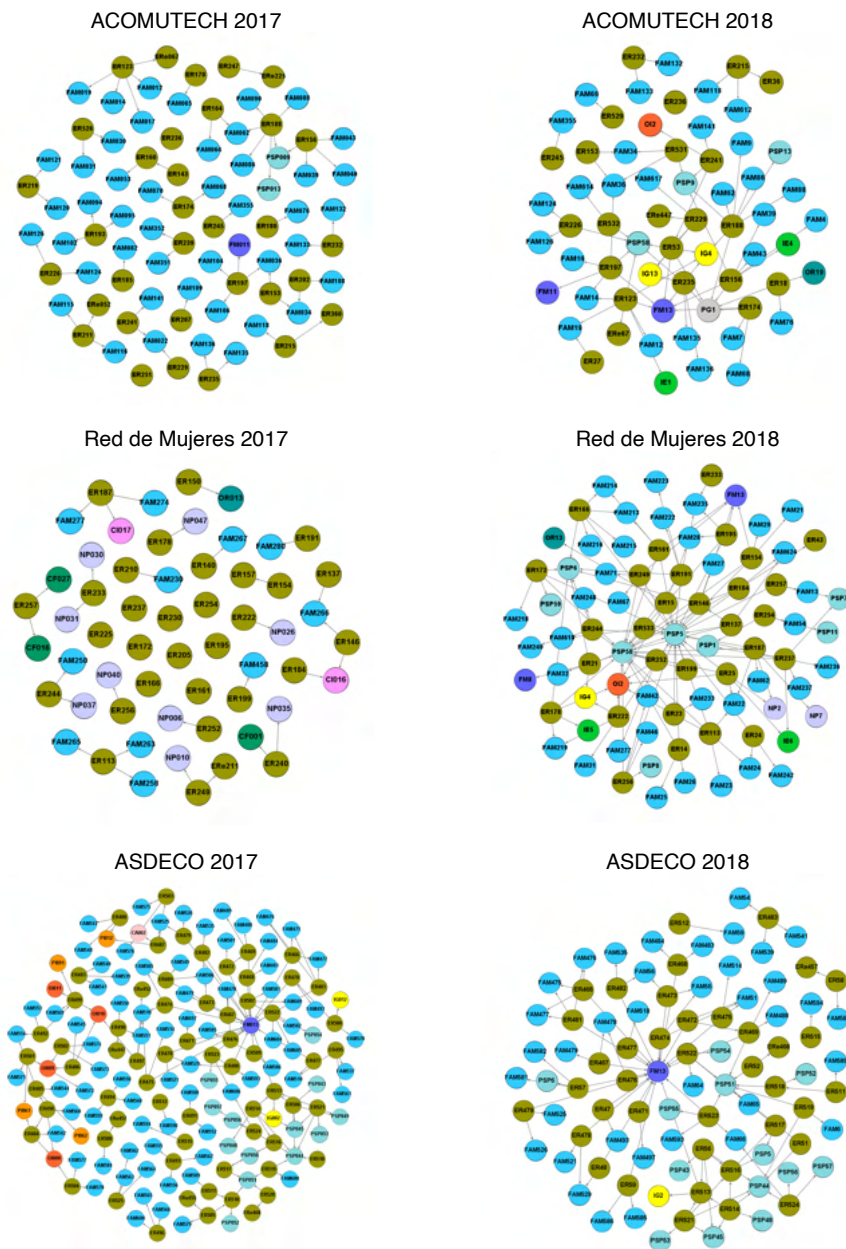


Figura 2. Redes técnicas de las organizaciones ACOMUTECH, Red de Mujeres y ASDECO en 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 3 se observan los cambios en los tipos de actores presentes en las redes de innovación de 2017 a 2018 de las tres organizaciones. Se observa que actores como productores (ER y ERe) y familiares disminuyeron como fuentes de información de

2017 a 2018, en su lugar surgió la participación de nuevos actores en la red como clientes intermediarios, funciones múltiples, instituciones gubernamentales, líderes de productores y proveedores de servicios profesionales que en 2017 no se encontraban en las redes. De 2017 a 2018 los actores en la red se diversificaron, lo que repercutió en la cantidad y calidad de la información que fluye en las redes de las organizaciones; y de acuerdo con Radjou, Cameron, Kinikin, & Herbert (2004) una mayor interacción con diversos agentes facilita el acceso al conocimiento y la adopción de innovaciones.

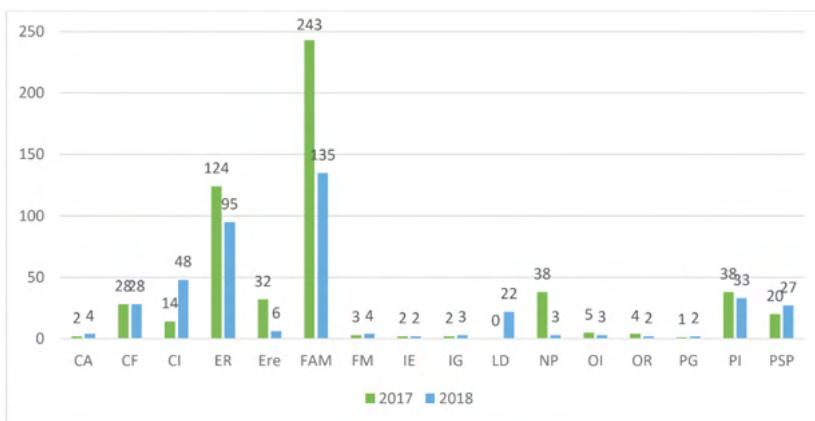


Figura 3. Actores identificados en las redes de innovación de las organizaciones ACOMUTECH, Red de Mujeres y ASDECO en 2017 y 2018

CA: Centro de acopio, comercial y/o agroindustria, CF: Consumidor final, CI: Cliente intermediario, ER: Empresa rural, Ere: Empresa rural referida, FAM: Familiar, FM: Funciones múltiples, IE: Institución de enseñanza e investigación, IG: Institución gubernamental, LD: Líder de productores, NP: No productor, OI: Organismo Internacional, OR: Organización de productores, PG: Proveedor de genética, PI: Proveedor de insumos, PSP: Proveedor de servicios profesionales.

Fuente: Elaboración propia.

La gestión de redes de innovación por agentes de cambio, en este caso SERJUS y el proyecto Buena Milpa, es más efectivo cuando se mejora en la cantidad de relaciones de intercambio de información que favorece el incremento en el nivel de innovación (Sánchez Gómez, Rendón Medel, Díaz José, & Sonder, 2016). El incremento en la diversidad de actores presentes en la red de innovación favoreció el incremento en la tasa de adopción de innovaciones.

### 3.5 Comparación de los indicadores de redes de innovación de las organizaciones

A continuación se muestran los resultados de la comparación de medias para las variables utilizadas: el indicador de innovación y los indicadores de alcance de los actores clave en las redes: social, técnica, de compra y de venta, para las tres organizaciones. En la mayoría de los casos se observa una diferencia significativa e incrementos al pasar de

2017 a 2018.

Indicador	ACOMUTECH		Red de Mujeres		ASDECO	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
InAI (%)	17.35 <sup>a</sup>	22.94 <sup>b</sup>	18.21 <sup>a</sup>	33.57 <sup>b</sup>	25.65 <sup>a</sup>	27.57 <sup>b</sup>
Fuente	0.07 <sup>a</sup>	0.09 <sup>a</sup>	0.09 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.15 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>
Colector	2.72 <sup>a</sup>	6.11 <sup>b</sup>	3.57 <sup>a</sup>	5.75 <sup>b</sup>	1.82 <sup>a</sup>	3.44 <sup>b</sup>

Cuadro 4. Comparación de medias del InAI y la red de innovación técnica en las organizaciones ACOMUTECH, Red de Mujeres y ASDECO de 2017 a 2018

\*Literales distintas denotan diferencias significativas al 5%.

InAI: Índice de adopción de innovaciones de los productores.

Fuente: Indicador de alcance de actores fuentes de conocimiento en la red de innovación.

Colector: Indicador de alcance de actores que preguntan a otros sobre aspectos técnicos en la red de innovación.

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del Cuadro 4 muestran que la estrategia de gestión de la innovación en la que Buena Milpa y SERJUS participaron como intermediarios de la innovación, generó resultados positivos en la adopción de las innovaciones promovidas en todas las organizaciones, con incrementos altamente significativos de 2017 a 2018 en el nivel de innovación de los productores. En promedio el nivel de innovación de los productores incrementó 7.62%.

En la red de aprendizaje, a pesar de que el indicador de cobertura como actores fuente muestra incrementos, éstos no fueron significativos; el indicador de cobertura como actores colectores muestra también incrementos y estos si fueron significativos. Lo que indica que los productores incrementaron la interacción entre ellos para preguntarse aspectos técnicos en las innovaciones. Aunque es importante señalar que como se observó en la Figura 3, la fuente primaria de información se encuentra en actores distintos a productores, este hallazgo coincide con los resultados de (López-Torres, Rendón-Medel, Espinosa-Solares, Díaz-Santana, & Santellano-Estrada, 2016) en los que se encontró que si se incluye a agentes de cambio distintos a productores en los procesos de difusión de innovaciones se pueden alcanzar mayores coberturas de la red. Los productores se convirtieron en actores colectores de información, de 2017 a 2018 preguntaban más y a una diversidad de fuentes de información, lo que les permitirá a largo plazo fortalecer sus redes de conocimiento e innovación.

Indicador	ACOMUTECH		Red de Mujeres		ASDECO	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Fuente-Red Social	2.16 <sup>a</sup>	5.66 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.86 <sup>b</sup>	.42 <sup>a</sup>	.65 <sup>a</sup>
Colector-Red Social	3.53 <sup>a</sup>	9.02 <sup>b</sup>	4.69 <sup>a</sup>	3.34 <sup>b</sup>	1.28 <sup>a</sup>	1.48 <sup>a</sup>
Fuente-Red Compra	0.24 <sup>a</sup>	0.42 <sup>a</sup>	0.23 <sup>a</sup>	0.21 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
Colector-Red Compra	2.24 <sup>a</sup>	4.29 <sup>b</sup>	2.70 <sup>a</sup>	4.34 <sup>b</sup>	1.14 <sup>a</sup>	1.71 <sup>b</sup>
Fuente-Red Venta	0.00 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.17 <sup>a</sup>	0.06 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
Colector-Red Venta	1.87 <sup>a</sup>	3.48 <sup>b</sup>	1.91 <sup>a</sup>	2.64 <sup>a</sup>	1.43 <sup>a</sup>	1.76 <sup>a</sup>

Cuadro 5. Comparación de medias de los indicadores de cobertura de la red social, red de compra y red de venta en las organizaciones ACOMUTECH, Red de Mujeres y ASDECO de 2017 a 2018

\*Literales distintas denotan diferencias significativas al 5%.

Fuente-Red Social: Indicador de alcance de actores fuentes de confianza en la red social.

Colector-Red Social: Indicador de alcance de actores que depositan su confianza en otros en la red social.

Fuente-Red Compra: Indicador de alcance de proveedores de insumos en la red de compra de insumos.

Colector-Red Compra: Indicador de alcance de productores que compran sus insumos en la red de compra de insumos.

Fuente-Red Venta: Indicador de alcance de los compradores (acopiadores, intermediarios o consumidores finales) en la red de venta.

Colector-Red Venta: Indicador de alcance de productores que venden a diferentes compradores sus productos en la red de venta.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del Cuadro 5 muestran que la estrategia de gestión de la innovación generó cambios positivos y significativos en las estructuras de las redes: vincularon y transformaron relaciones en diferentes niveles y con una diversidad de actores dentro del sistema, esto último coincide con la labor del gestor sistémico (Howells, 2006; Winch & Courtney, 2007; Klerkx *et al.*, 2009).

Los indicadores de cobertura de fuente y colector en las redes sociales incrementaron en la mayoría de los casos, lo que indica que las redes sociales de las organizaciones se dinamizaron. De manera particular se observa que el único cambio significativo en la cobertura como actor fuente se registró en la organización Red de Mujeres, lo que indica que surgieron liderazgos sociales de integrantes de esta organización. En la cobertura como actor colector los cambios significativos se registraron para las organizaciones ACOMUTECH y Red de Mujeres; indicando que se desarrollaron más las habilidades de socialización entre los productores.

La estrategia de trabajo respecto a la comercialización generó resultados positivos para los productores respecto a la adquisición de sus insumos y la venta de sus productos.

Los cambios significativos en el indicador de cobertura de colector en las redes de compra indican que los productores de ASDECO, Red de Mujeres y ACOMUTECH diversificaron el origen de compra de sus insumos de 2017 a 2018, con mayores oportunidades de obtener insumos de mayor calidad a un mejor precio. Mientras que, en la red de venta todas las organizaciones tuvieron incrementos positivos en la cobertura de colector, indicando la diversificación del destino de sus ventas de 2017 a 2018, lo que les permitió obtener mejores precios por sus productos. Aunque en este último indicador los cambios significativos sólo se observaron en ACOMUTECH.

Las redes que conformaron en 2018 les ayudaron a identificar y recolectar información para insertarse en mejores canales de comercialización, así como a planificar la venta a mayor volumen y mejor precio para sus miembros. En las organizaciones también se generó un mejor acceso a los servicios técnicos y de asesoramiento a los que normalmente no accedían fácilmente. Desde la perspectiva de los sistemas de innovación, es evidente la importancia de contar con organizaciones intermediarias, como el Proyecto Buena Milpa, que establezcan un puente y conecten a diversos actores (Winch & Courtney, 2007; Kristjanson *et al.*, 2009).

## 4 | CONCLUSIONES

La evidencia generada demuestra que la gestión de la innovación realizada por SERJUS en colaboración con el Proyecto Buena Milpa Guatemala generó resultados favorables de 2017 a 2018 en las tres organizaciones que participaron en el Proyecto. Se obtuvieron cambios positivos y significativos en el nivel de innovación; adoptando prácticas que mejoraron el sistema milpa con la diversificación de sistemas de producción y dietas, la conservación de suelo y agua y con el mejoramiento y conservación de sus maíces nativos.

Además, la dinámica de innovación fue acompañada con cambios en las redes de innovación, las cuáles evolucionaron favorablemente presentando estructuras más complejas y la presencia de actores diversos que favorecen la diversidad de información en cantidad y calidad, en 2018 se observó la presencia de instituciones diversas, proveedores y comercializadores como fuentes de conocimiento. De manera adicional el comportamiento en red de los productores favoreció su potencial para comercializar con distintos actores y en mejores condiciones.

Se recomienda utilizar el presente análisis para evidenciar que el trabajo de vinculación de los gestores de la innovación generó resultados positivos en las organizaciones de productores. Además de concientizar a la población de estudio sobre la importancia de la vinculación y la apertura a nuevos conocimientos.

Es necesario que este tipo de valoraciones tengan continuidad para registrar los cambios en los niveles de innovación y comercialización de los productores, y la eventual adaptación o incorporación de nuevas innovaciones de acuerdo con las necesidades de los

produtores y del sistema milpa. Además, un seguimiento a las organizaciones después del Proyecto Buena Milpa permitirá valorar el impacto del Proyecto a mediano y largo plazo en otros indicadores como rendimientos, nivel de ingresos, capital social y competitividad.

## AGRADECIMIENTOS

A los proyectos “Análisis de redes de innovación en proyecto Buena Milpa Guatemala, año tres” y “Análisis de redes de innovación en proyecto Buena Milpa Guatemala, año cuatro” desarrollados entre el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) en 2017 y 2018 respectivamente. A SERJUS por interés en el estudio, por su apoyo en el levantamiento de información en campo y aportes en el análisis de la información. A las tres organizaciones de productores quienes proporcionaron la información para realizar el estudio.

## REFERENCIAS

Aguilar-Gallegos, N., Olvera-Martínez, J. A., Martínez-González, E. G., Aguilar-Ávila, J., Muñoz-Rodríguez, M., & Santoyo-Cortés, H. (2017). La intervención en red para catalizar la innovación agrícola. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 28(1), 9–31. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.653>

CIMMYT, & USAID. (2019). *Presentación de resultados del Proyecto Buena Milpa (2015-2019), fomentando la innovación agrícola*. Guatemala.

COTEC. (2005). *Libro blanco de la innovación en el principado de Asturias*. Madrid.

Detlefsen, G., & Villanueva, C. (2016). *Manual de Escuelas de Campo (ECA) para facilitar el proceso de capacitación participativa de las familias rurales del Altiplano Occidental de Guatemala*. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11554/8414>

Elías, S., Larson, A., & Mendoza, J. (2009). *Tenencia de la tierra, bosques y medios de vida en el Altiplano Occidental de Guatemala*. Retrieved from [www.flcso.edu.gt](http://www.flcso.edu.gt)

Fontalvo Herrera, T. J., Quejada, R., & Puello Payares, J. G. (2011). La gestión del conocimiento y los procesos de mejoramiento. *Dimens. Empres.*, 9(1), 80–87.

Gaete Fiscella, J. M., & Vásquez, J. I. (2008). Conocimiento y estructura en la investigación académica: una aproximación desde el análisis de redes sociales. *Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 14(2008), 1–20.

Garrido-Rubiano, M. F., Martínez-Medrano, J. C., Martínez-Bautista, H., Granados-Carvajal, R. E., & Rendón-Medel, R. (2017). Small-scale maize farmers in the Colombian Caribbean region: a study of their attributes and agricultural practices. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(1), 7–23.

Howells, J. (2006). Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Research Policy*, 35(5), 715–728. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.03.005>

- Klerkx, L., Hall, A., & Leeuwis, C. (2009). *Fortalecimiento de la capacidad de innovación agrícola: ¿Son los gestores sistémicos de innovación la respuesta?* México: IICA-México.
- Kristjanson, P., Reid, R. S., Dickson, N., Clark, W. C., Romney, D., Puskur, R., Grace, D. (2009). Linking international agricultural research knowledge with action for sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(13), 5047–5052. <https://doi.org/10.1073/pnas.0807414106>
- López-Torres, B. J., Rendón-Medel, R., Espinosa-Solares, T., Díaz-Santana, P. T., & Santellano-Estrada, E. (2016). Medición de cobertura oculta en servicios de asistencia técnica y capacitación en el medio rural. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15, 3089–3102.
- Muñoz, M., Aguilar, J., Rendón, R., & Altamirano, R. (2007). *Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias* (Primera ed; U. A. Chapingo-CIESTAAM/PIIAI, Ed.). México.
- Radjou, N., Cameron, B., Kinikin, E., & Herbert, L. (2004). Innovation Networks. A new market structure will revitalize invention-to-innovation cycles. *Forrester Big Idea*, 1–21. Retrieved from [www.forrester.com/about](http://www.forrester.com/about)
- Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., Altamirano-Cárdenas, J. R., & Muñoz-Rodríguez, M. (2007). *Etapas del mapeo de redes territoriales de innovación*. México: SAGARPA-UTE Innovación-FAO-CIESTAAM-UACH.
- Roldán-Suárez, E., Islas-Moreno, A., Sánchez-Gómez, J., & Rendón-Medel, R. (2019). Innovation networks in milpa production systems. *Revista de Geografía Agrícola*, (63), 45–62. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2019.63.09>
- Roldán-Suárez, E., Rendón-Medel, R., & Camacho-Villa, T. C. (2018). Gestión de la interacción en procesos de innovación rural. *Economía y Desarrollo Rural*, 19(1), 1–17.
- Sánchez- Sánchez, A., Santoyo-Cortés, V.-H., De La Vega-Mena, M., Muñoz-Rodríguez, M., & Martínez-González, E.-G. (2020). Adopción de innovaciones y factores asociados en empresas familiares agropecuarias y agroindustriales de México. *Estudios Gerenciales*, 36, 43–55. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.154.3424>
- Sánchez Gómez, J., Rendón Medel, R., Díaz José, J., & Sonder, K. (2016). El soporte institucional en la adopción de innovaciones del productor de maíz: región centro, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15, 2925–2938.
- Sánchez, J., Rendón, R., & Cervantes, F. (2013). El agente de cambio en la adopción de innovaciones en agroempresas ovinas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(3), 305–318.
- Semitiel García, M., & Noguera Méndez, P. (2004). Los Sistemas Productivos Regionales desde la perspectiva del Análisis de Redes. *Redes. Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 6(2), 1–26. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.54>
- SERJUS. (2019). Proyecto Estratégico de SERJUS. Retrieved from <http://www.serjus.org.gt/2014/index.php/quienes-somos/proyecto-estrategico>
- Valente, T. W., Palinkas, L. A., Czaja, S., Chu, K.-H., & Brown, C. H. (2015). Social network analysis for program implementation. *PLoS ONE*, 10(6), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131712>



Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Networks Analysis: Methods and Applications*. New York, USA: Cambridge University Press.

Winch, G. M., & Courtney, R. (2007). The organization of innovation brokers: An international review. *Technology Analysis and Strategic Management*, 19(6), 747–763. <https://doi.org/10.1080/09537320701711223>

Zambada-Martínez, A., Cadena-Iñíguez, P., Ayala-Sánchez, A., Sedas-Larios, L. E. I., Pérez-Guel, R. O., Francisco-Nicolás, N., Rendón-Medel, R. (2013). Red de articulación institucional y organizacional para gestionar innovaciones en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10(4), 443–458.

# CAPÍTULO 18

## BASES INDEXADORAS E ÍNDICES BIBLIOMÉTRICOS EM PERIÓDICOS DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

*Data de aceite: 01/04/2022*

*Data de submissão: 28/02/2022*

### **Carlos Henrique Lima de Matos**

Doutorando do Programa de Pós-Graduação  
em Agronomia da Universidade Federal de  
Roraima  
Boa Vista-RR  
Professor EBTT do Instituto Federal de  
Roraima, Campus Novo Paraíso  
Caracaraí-RR  
<http://lattes.cnpq.br/1328398138080071>

### **Reila Ferreira dos Santos**

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação  
em Agronomia da Universidade Federal de  
Roraima  
Professora do Instituto Unicless Educacional  
Boa Vista-RR  
<http://lattes.cnpq.br/6177193355686883>

### **Greguy Looban Cavalcante de Lima**

Doutorando do Programa de Pós-Graduação  
em Agronomia da Universidade Federal de  
Roraima  
Assistente administrativo da Escola Agrotécnica  
da Universidade Federal de Roraima, Campus  
Murupu  
Boa Vista-RR  
<http://lattes.cnpq.br/0427732120788355>

### **Ana Karyne Pereira Melo**

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação  
em Agronomia da Universidade Federal de  
Roraima  
Boa Vista-RR  
<http://lattes.cnpq.br/0391559976578123>

**RESUMO:** Objetivou-se com o presente estudo apresentar as principais bases indexadoras de artigos científicos e correlacionar seus índices bibliométricos em diferentes periódicos científicos das Ciências Agrárias. Foram relacionados 15 periódicos científicos considerando o Qualis (2013-2016) distribuídos entre os conceitos B3 e A1. Para cada periódico, foram levantados os índices bibliométricos JIF (Web of Science), CiteScore e Percentil (Scopus), H5 (Google Scholar), SJR e Quartil (Scimago). Embora perceba-se uma correlação entre o Qualis e os outros índices para a maioria dos periódicos, constatou-se a defasagem da avaliação da CAPES frente aos principais indicadores, sobretudo devido aos longos intervalos de atualização do Qualis, ocorrida geralmente em quadriênios. Além disso, periódicos de Qualis B3 não possuem avaliação de índices das bases Web of Science e Scopus, o que dificulta o alcance dos artigos publicados aos cientistas de outras partes do mundo. Neste sentido, a CAPES tem trabalhado para estabelecer metodologias de correlação entre indicadores amplos, caso do H5, e outros mais específicos, como JIF e CiteScore, a fim de sugerir uma nova metodologia de classificação para o Qualis a partir do novo quadriênio, cuja avaliação considerará os três índices supracitados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Capes, Correlação, Indicadores, Qualis.

## INDEX BASES AND BIBLIOMETRIC INDEXES IN JOURNALS OF AGRICULTURAL SCIENCES

**ABSTRACT:** The objective of the present study was to present the main indexing bases of scientific articles and to correlate their bibliometric indexes in different scientific journals of Agrarian Sciences. Fifteen scientific journals were listed considering Qualis (2013-2016) distributed between the concepts B3 and A1. For each journal, the bibliometric indexes JIF (Web of Science), CiteScore and Percentile (Scopus), H5 (Google Scholar), SJR and Quartile (Scimago) were collected. Although there is a correlation between Qualis and the other indexes for most journals, there was a lag in the CAPES evaluation against the main indicators, mainly due to the long Qualis update intervals, which usually occur in four-year periods. In addition, Qualis B3 journals do not have Web of Science and Scopus index evaluations, which makes it difficult for scientists from other parts of the world to reach published articles. In this sense, CAPES has been working to establish correlation methodologies between broad indicators, such as the H5, and more specific ones, such as JIF and CiteScore, to suggest a new classification methodology for Qualis from the new four-year period, whose evaluation will consider the three indices mentioned above.

**KEYWORDS:** Capes, Correlation, Indicators, Qualis.

### 1 | INTRODUÇÃO

A origem do Periódicos Capes teve início nos anos 90, com a criação das bibliotecas de Instituições do Ensino Superior (IES) e o Programa de Apoio à Aquisição de Periódicos (PAAP). Em 2000, com a formação das bibliotecas virtuais, a Capes lançou a plataforma de pesquisa científica com 1419 periódicos e nove bases de referência nas mais diversas áreas de conhecimento (FIGUEIREDO et al., 2017). O acesso livre à plataforma é permitido para professores, pesquisadores, funcionários e estudantes vinculados às IES. A utilização pode ocorrer no interior das instituições ou via acesso remoto pela plataforma CAFe (Comunidade Acadêmica Federada).

Em 2019, dados mais recentes da Capes, a plataforma de pesquisa confirmou 426 instituições cadastradas. Além disso, possui 49.257 periódicos científicos, 331.565 documentos (livros, relatórios e outros materiais monográficos), 139 bases em texto completo, 135 bases de dados de referências e resumos, 43 obras de referência, 12 bases de patentes, 32 bases de livros, relatórios e, dentre outros materiais monográficos, 42 bases de estatísticas, 2 bases de normas técnicas e 15 de audiovisuais (CAPES, 2020).

Dentre as bases de dados mais utilizadas, podem-se destacar a Web of Science, Scopus, Google Scholar, Scielo, Scimago, dentre outras. Nelas, podem ser encontradas informações sobre os periódicos e suas publicações, índices bibliométricos com diferentes metodologias e ferramentas de busca avançada de conteúdos científicos através de palavras-chave (CANTÍN et al., 2015; MARTÍN-MARTÍNA et al., 2018). Essas informações ajudam os pesquisadores na seleção dos melhores trabalhos publicados no mundo, além de indicar os periódicos mais relevantes de uma determinada área.

Feitas essas considerações, objetiva-se, através deste trabalho, descrever: i) as principais bases de dados contidas no Periódicos Capes e seus respectivos índices bibliométricos, apresentando a metodologia para o cálculo de cada indicador; ii) os índices bibliométricos de 15 periódicos das Ciências Agrárias escolhidos pelos autores do trabalho, realizando comparações entre eles; iii) a nova metodologia sugerida pela Capes para a classificação do Qualis Periódicos a partir de 2021.

## 2 | BASES INDEXADORAS E ÍNDICES BIBLIOMÉTRICOS

A seguir, serão apresentadas as principais bases indexadoras e seus respectivos índices bibliométricos, destacando-se a metodologia para obtenção de cada um. Para ilustração, usar-se-á a Revista Brasileira de Ciência do Solo (RBCS) como exemplo no cálculo dos índices.

### 2.1 Web of science e o journal citation of reports

A Web of Science é uma ferramenta de pesquisa que permite encontrar periódicos científicos de alta relevância e artigos das principais revistas do país. Ela foi criada pelo Institute for Scientific Information (ISI) e é gerenciada atualmente pela Clarivate Analytics (LEYDESDORFF et al., 2013). As pesquisas nesta base são realizadas pelo uso de palavras-chave e levam em consideração o impacto do periódico, sua periodicidade de publicação, revisão por pares e comitê editorial.

Os dados mais atualizados da Web of Science (2019) apontam para abrangência de aproximadamente, 12 mil periódicos científicos e 50 mil livros acadêmicos. É importante frisar que apesar da base conter publicações de diferentes áreas, a Web of Science não indexa todos os periódicos disponíveis em sua busca.

Para classificar os periódicos indexados pela Web of Science, foi criado o Journal Citation Reports (JCR), incorporado à plataforma através da Clarivate Analytics (WEB OF SCIENCE, 2019). Dentre as informações disponíveis no JCR, destacam-se: i) o número de artigos publicados em um ano pelo periódico; ii) o número de vezes que o artigo foi citado em um ano. Essas informações são utilizadas para o cálculo do Journal Impact Factor (JIF) – Fator de Impacto da revista – que considera o número de citações de artigos publicados no periódico nos últimos dois anos e o número de artigos publicados pelo periódico no mesmo período. A equação para determinação do JIF do periódico pode ser descrita como no exemplo a seguir:

$$JIF(2020) = \frac{\text{Número de citações dos artigos publicados em 2018 e 2019}}{\text{Número de artigos publicados em 2018 e 2019}}$$

No caso da RBCS, em 2019, o JIF foi de 1,200 (174 citações em 145 artigos publicados no período de 2017-2018).

## 2.2 Scopus e citespace metrics

A Scopus é um banco de dados que contém artigos, livros e resumos acadêmicos e é propriedade da Elsevier, empresa fundada em 1880 e que fazem parte das seis que monopolizam as publicações científicas americanas (BURNHAM, 2006). As pesquisas são realizadas através de palavras-chave e inclui uma dezena de filtros para refinamento de busca (título, autores, resumo, afiliação, etc.).

A plataforma apresenta 24,6 mil periódicos e 194 mil livros acadêmicos, todos indexados. A Scopus ainda traz informações de 16 milhões de autores e 75 milhões de itens, incluindo publicações e patentes registradas (SCOPUS, 2020).

Na classificação dos periódicos registrados na base, a Scopus utiliza dois indicadores bibliométricos: o CiteScore e o Percentile Scopus. O primeiro estabelece uma relação entre o número de citações de um periódico nos últimos quatro anos e o número de publicações de artigos no mesmo período (em ambos os casos, inclui-se o ano do indicador referência). A equação que determina o CiteScore pode ser representada por:

$$\text{CiteScore}(2020) = \frac{\text{Número de citações dos artigos publicados entre 2017 e 2020}}{\text{Número de artigos publicados entre 2017 e 2020}}$$

O Percentile Scopus mede a posição da revista em relação a outras dentro de uma mesma categoria. Este indicador varia entre 0 e 99% e toma como referência o CiteScore de um ano específico. A partir daí, encontra-se a posição da revista em relação ao total seguindo a equação:

$$\text{Percentil (2020)} = 100 \times \left(1 - \frac{\text{Posição do periódico dentro de uma área}}{\text{Número de periódicos dentro de uma área}}\right)$$

OBS.: Em caso de valores decimais, aproxima-se a posição para o valor inteiro mais próximo.

Seguindo o exemplo, em 2019, a RBCS possuiu CiteScore de 2,3 (541 citações em 224 artigos publicados no período de 2016-2019) e, dentro da categoria “Soil Science”, Percentile Scopus de 55% (posição 57 de 126 periódicos).

## 2.3 Google scholar e o H5

A Google Scholar – ou Google Acadêmico – é um mecanismo de pesquisa de textos acadêmicos que busca livros e artigos científicos através de buscas avançadas. A base foi lançada em 2004 e se tornou o maior mecanismo de buscas de publicações em 2018 (SILVA; GRÁCIO, 2017). A maior parte dos resultados da busca trazem artigos de revistas pagas, sendo possível o acesso apenas do resumo do documento de forma gratuita. Os resultados das pesquisas são trazidos por ordem de relevância do autor.

Estima-se que o Google Scholar possua mais de 160 milhões de documentos disponíveis e contemple entre 80 e 90% das publicações em língua inglesa, mas estes números não são oficialmente divulgados pela empresa.

A Google Scholar possui índice bibliométrico próprio, o h-index. Ele foi proposto por Jorge E. Hirsch em 2005 e consiste em indicar o maior número de h artigos citados, ao menos, h vezes dentro da base. Este índice foi adaptado pela Google Scholar, que considera os últimos 5 anos na avaliação e, por isso, é chamado de H5 na plataforma (SILVA; GRÁCIO, 2017). O H5 ainda é bastante questionado por não refletir a importância de autores ou periódicos mais recentes.

A RBCS, por exemplo, possui H5 igual a 22. Isso significa que, nos últimos 5 anos, o periódico possui 22 artigos citados, pelo menos, 22 vezes.

## 2.4 Outras bases e índices

Há diversas bases indexadoras e índices bibliométricos disponíveis no Periódicos Capes. De importância relevante para as Ciências Agrárias podem-se destacar a Scielo e a Scimago.

A Scielo (Scientific Electronic Library Online) é uma biblioteca digital de livre acesso que conta com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Existem diversos países que contribuem com o projeto além do Brasil, a citar Portugal, Espanha, Chile, Uruguai, Argentina, África do Sul, dentre outros. Atualmente, a base conta com 381 periódicos e mais de 420 mil documentos (SCIELO, 2020). A Scielo não possui índice bibliométrico próprio, entretanto importa informações sobre o H5 (Google Scholar) e o SJR (Scimago), apresentando-os em seu site na busca por periódicos.

Outra base importante é a Scimago. Esta plataforma não oferece busca de textos científicos, mas apresenta índices bibliométricos próprios, caso do SJR (Scimago Journal and Country Rank) e o Quartiles (SCIMAGO, 2020).

O SJR é semelhante ao JIF e CiteScore, mas realiza uma média ponderada da citação em função da importância da revista em que ocorreu. Ou seja, as citações não têm mesmo peso e, a depender da revista em que o artigo foi citado, há influência sobre o resultado do SJR. Este valor é mensurado anualmente e está disponível em outras bases indexadoras, como a Scopus.

Os Quartiles Scimago (ou quartis) seguem a lógica do Percentile Scopus e foi precursor deste. Este indicador consiste em elencar os periódicos de determinada categoria pelo SJR e dividi-los em quatro partes por importância: Q1 (verde), Q2 (amarelo), Q3 (laranja) e Q4 (vermelho), com o quartil Q1 contendo as revistas de maior impacto e o Q4, as de menor.

A RBCS possui, atualmente, SJR igual a 0,501 e está no quartil Q2 nas categorias “Agronomy and Crop Science” e “Soil Science”.

## 3 | ÍNDICES BIBLIOMÉTRICOS DE PERIÓDICOS DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS: ESTUDO DE CASO

Nesta etapa, foram selecionados 15 periódicos científicos dentro das Ciências

Agrárias. Os títulos foram escolhidos de acordo com o Qualis mais recente disponível pela Capes (quadriênio 2013-2016), na categoria “Ciências Agrárias I”, sendo um A1, três A2, cinco B1, quatro B2 e dois B3. Os periódicos e os seus respectivos sites estão apresentados na tabela 1.

Os periódicos foram listados e classificados por diferentes índices bibliométricos de diversas bases indexadoras (JIF – Web of Science; CiteScore e Percentile – Scopus; H5 – Google Scholar; SJR e Quartile – Scimago). O resumo dessas informações está apresentado na tabela 2.

PERIÓDICOS	QUALIS	SITE
Plant and Soil	A1	<a href="https://www.springer.com/journal/11104">https://www.springer.com/journal/11104</a>
Revista Brasileira de Ciência do Solo	A2	<a href="https://www.rbcjournal.org/pt-br/">https://www.rbcjournal.org/pt-br/</a>
Journal of Soils and Sediments	A2	<a href="https://www.springer.com/journal/11368">https://www.springer.com/journal/11368</a>
Journal of Environmental Sciences	A2	<a href="https://www.journals.elsevier.com/journal-of-environmental-sciences">https://www.journals.elsevier.com/journal-of-environmental-sciences</a>
Semina: Ciências Agrárias	B1	<a href="http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias">http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias</a>
Revista Cerne	B1	<a href="http://www.cerne.ufla.br/site/index.php/CERNE">http://www.cerne.ufla.br/site/index.php/CERNE</a>
International Journal of Agric. and Bio. Engineering	B1	<a href="https://www.ijabe.org/index.php/ijabe">https://www.ijabe.org/index.php/ijabe</a>
Revista Irriga	B1	<a href="http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/index">http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/index</a>
Journal of Soil Science and Plant Nutrition	B1	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com/journal/15222624">https://onlinelibrary.wiley.com/journal/15222624</a>
Revista Ciencia del Suelo	B2	<a href="http://www.suelos.org.ar/sitio/revista-ciencia-del-suelo/">http://www.suelos.org.ar/sitio/revista-ciencia-del-suelo/</a>
Revista Energia na Agricultura	B2	<a href="http://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia">http://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia</a>
Journal of Plant Nutrition	B2	<a href="https://www.tandfonline.com/toc/lpla20/current">https://www.tandfonline.com/toc/lpla20/current</a>
Soil Science	B2	<a href="https://journals.lww.com/soilsci/pages/default.aspx">https://journals.lww.com/soilsci/pages/default.aspx</a>
Revista Acta Iguazu	B3	<a href="http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu">http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu</a>
Revista Magistra	B3	<a href="https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra">https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra</a>

Tabela 1 – Lista de periódicos e os sites de hospedagem.

Existe uma grande amplitude entre um mesmo indicador dentro de um Qualis específico. Isso pode ser observado nas revistas de Qualis A2 (JIF entre 1,200 e 4,302;

CiteScore entre 2,3 e 7,0; H5 entre 22 e 51; SJR entre 0,501 e 1,075) e B1 (JIF entre 0,412 e 2,156; CiteScore entre 0,8 e 3,2; H5 entre 12 e 26; SJR entre 0,259 e 0,677). Essa ocorrência se deve às peculiaridades de cada categoria em que o periódico está enquadrado. Quanto maior o número de revistas em uma categoria, maior deve ser seu impacto para alcançar um mesmo Qualis. Por isso, as comparações entre índices devem ser evitadas quando se tratar de periódicos em categorias diferentes.

Percebe-se uma relação direta entre o JIF (Web of Science) e o CiteScore (Scopus) das revistas analisadas que, apesar de valores distintos, possuem correlação entre os índices de um mesmo periódico. Isso converge com a semelhança no cálculo dos respectivos índices, considerando o número de citações versus o número de publicações em um determinado período (últimos dois anos para o JIF e últimos quatro anos para o CiteScore). Essa metodologia tem sido a mais aceita pelos pesquisadores e vem sendo priorizada na classificação de periódicos nos diferentes países do mundo.

Dentre as revistas selecionadas, quase todas com Qualis B2 ou superior possuem valores para os indicadores avaliados nesse trabalho. A exceção está para a Revista Energia na Agricultura, que possui apenas o H5. Este cenário tem sido discutido na mudança do formato da avaliação do Qualis a partir de 2021, como apresentado no próximo tópico, e que considera diferentes indexadores na avaliação da Capes.

PERIÓDICOS	CAPES	WOS	SCOPUS		GOOGLE SCHOLAR	SCIMAGO	
	QUALIS	JIF	CITESCORE	PERCENTIL	H5	SJR	QUARTIL
Plant and Soil	A1	3,299	5,9	91%	55	1,208	Q1
Revista Brasileira de Ciência do Solo	A2	1,200	2,3	64%	22	0,501	Q2
Journal of Soils and Sediments	A2	2,763	4,8	84%	40	0,844	Q1
Journal of Environmental Sciences	A2	4,302	7,0	88%	51	1,075	Q1
Semina: Ciências Agrárias	B1	0,412	1,1	52%	18	0,281	Q2
Revista Cerne	B1	0,774	1,3	47%	14	0,320	Q2
International Journal of Agric. and Bio. Engineering	B1	1,731	2,8	78%	25	0,497	Q1
Revista Irriga	B1	-	0,8	26%	12	0,259	Q3
Journal of Soil Science and Plant Nutrition	B1	2,156	3,2	73%	26	0,677	Q2



Revista Ciencia del Suelo	B2	-	0,6	20%	9	0,153	Q4
Revista Energia na Agricultura	B2	-	-	-	7	-	-
Journal of Plant Nutrition	B2	1,132	1,6	51%	19	0,381	Q2
Soil Science	B2	1,700	4,0	75%	14	0,644	Q2
Revista Acta Iguazu	B3	-	-	-	2	-	-
Revista Magistra	B3	-	-	-	5	-	-

Tabela 2 – Lista de periódicos dentro das Ciências Agrárias I e seus respectivos índices bibliométricos.

Revistas de Qualis B3 ou inferior estão indexadas apenas na Google Scholar, o que restringe a leitura dos artigos e alcance das pesquisas desenvolvidas. É comum ver periódicos nessas classificações recebendo artigos em língua portuguesa, o que contrapõe a tendência de revistas mais conceituadas e que têm recebido submissão apenas em inglês, caso das B1 ou superior.

Os periódicos selecionados que possuem Percentile Scopus e Quartile Scimago estão, na sua maioria, bem colocados dentro de suas respectivas categorias, sendo classificados como Q1 e Q2 e com Percentile acima de 47%. A Revista Irriga e Ciência del Suelo estão como Q3 e Q4 respectivamente, reflexo do Percentile inferior a 26%.

Por fim, o Qualis merece especial atenção por não refletir, por vezes, as tendências observadas pelos índices testados. Isso pode ser observado nas Revistas Semina: Ciências Agrárias e Irriga, ambas B1 e com índices bem inferiores à Soil Science, com Qualis B2. Essa discussão vem sendo realizada pela Capes, que sugeriu mudança na avaliação dos periódicos em 2019 e que valerá a partir de 2021.

#### 4 | CLASSIFICAÇÃO QUALIS PERIÓDICOS 2021: MUDANÇA NA METODOLOGIA

Buscando corrigir divergências entre o Qualis Periódicos e os índices bibliométricos mais utilizados na classificação de periódicos, foram formados Grupos de Trabalho (Portaria Nº 150, de 4 de julho de 2018) para desenvolver metodologia que agregue esses índices. A primeira mudança é a atribuição de um único Qualis para cada revista calculado através de três indicadores: JIF, CiteScore e H5.

Pela nova metodologia, será considerado o maior percentil entre o JIF e CiteScore para determinação da avaliação do periódico. Para os casos em que não haja esses dois índices, o percentil será estimado pelo H5 através de um modelo de regressão obtido a partir das revistas que possuem os três índices (CAPES, 2019). Estimado os percentis, a classificação ficará da seguinte forma:

- 87,5 define valor mínimo do 1º estrato (A1)
- 75 define valor mínimo do 2º estrato (A2)
- 62,5 define valor mínimo do 3º estrato (A3)
- 50 define valor mínimo do 4º estrato (A4)
- 37,5 define valor mínimo do 5º estrato (B1)
- 25 define valor mínimo do 6º estrato (B2)
- 12,5 define valor mínimo do 7º estrato (B3)
- Valor máximo do 8º estrato inferior a 12,5 (B4)

Estas modificações foram sugeridas pelo Relatório do Qualis Periódicos de 2019 e vêm sofrendo adequações. Há previsão de lançamento para a nova classificação pela Capes a partir de 2021, ainda sem data definida.

## 5 | CONCLUSÕES

Existem diversas bases indexadoras e índices bibliométricos no Periódicos Capes, mas as mais relevantes têm sido a Web of Science, Scopus e Google Scholar. Essas bases utilizam o JIF, CiteScore e H5, respectivamente, na avaliação das revistas. A Scimago, que já foi utilizada pela Scopus, possui o indicador SJR que leva em conta os pesos das revistas citadas.

Considerando os periódicos analisados neste trabalho, os indicadores supramencionados, apesar de possuírem metodologias distintas, correlacionam-se e entregam classificações proporcionais. Dentre eles, o JIF e CiteScore vêm sendo os mais utilizados no mundo da ciência, com o H5 recebendo destaque por periódicos não indexados na Web of Science e Scopus.

O Qualis Periódicos não reflete, necessariamente, as observações feitas pelos indicadores analisados. Isso vem sendo corrigido por Grupos de Trabalhos que sugeriram mudanças na metodologia de avaliação do Qualis. A previsão para a publicação da nova classificação é 2021.

## REFERÊNCIAS

BURNHAM, J. F. Scopus database: a review. **Biomedical Digital Libraries**, v. 3, 2006.

CANTÍN, M.; MUÑOZ, M.; ROA, I. Comparison between Impact Factor, Eigenfactor Score, and SCImago Journal Rank Indicator in Anatomy and Morphology Journals. **International Journal of Morphology**, v. 33, n. 3, p. 1183-1188, 2015.

CAPES. **Relatório do Qualis Periódicos**: Ciências Agrárias. 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/relatorio-qualis-agrarias-pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2020.

CAPES. **Periódicos Capes**: histórico. 2020. Disponível em: <[https://www-periodicos-capes-gov-br.ez5.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=66&Itemid=122](https://www-periodicos-capes-gov-br.ez5.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=66&Itemid=122)>. Acesso em: 28 nov. 2020.

FIGUEIREDO A. R.; WANDERLEY, B. G.; VILAS BOAS, T. S. SANTOS, M. C. Estudo da eficiência dos portais Science Direct, Scopus, Lilacs e Periódicos CAPES, evidenciando seus aspectos positivos e negativos. **Scientia Amazonia**, v. 6, n. 2, p. 1-10, 2017.

LEYDESDORFF, L.; CARLEY, S.; RAFOLS, I. Global maps of science based on the new Web-of-Science categories. **Scientometrics**, v. 94, p. 589-593, 2013.

MARTÍN-MARTÍNA, A.; ORDUNA-MALEAB, E. THELWALL, M.; LÓPEZ-CÓZARA, E. D. Google Scholar, Web of Science, and Scopus: A systematic comparison of citations in 252 subject categories. **Journal of Informetrics**, v. 12, p. 1160-1177, 2018.

SCIELO. **Sobre o Scielo**. 2020. Disponível em: <<https://scielo.org/pt/sobre-o-scielo>>. Acesso em: 9 dez. 2020.

SCIMAGO. **Scimago Journal and Country Rank**: About us. 2020. Disponível em: <<https://www.scimagojr.com/aboutus.php>>. Acesso em: 9 dez. 2020.

SCOPUS. **What is Scopus?** 2020. Disponível em: <[https://www-elsevier-com.ez5.periodicos.capes.gov.br/solutions/scopus?dgcid=RN\\_AGCM\\_Sourced\\_300005030](https://www-elsevier-com.ez5.periodicos.capes.gov.br/solutions/scopus?dgcid=RN_AGCM_Sourced_300005030)>. Acesso em: 2 dez. 2020.

SILVA, D. D.; GRÁCIO, M. C. C. Índice h de Hirsch: análise comparativa entre as bases de dados Scopus, Web of Science e Google Acadêmico. **Em Questão**, v. 23, p. 196-212, 2017.

WEB OF SCIENCE. **Web of Science**: home. 2019. Disponível em: <[http://apps-webofknowledge.ez5.periodicos.capes.gov.br/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=5CuSLgqD2Fn7X8yRVeq&preferencesSaved=>](http://apps-webofknowledge.ez5.periodicos.capes.gov.br/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=5CuSLgqD2Fn7X8yRVeq&preferencesSaved=>)>. Acesso em: 2 dez. 2020.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**LEONARDO TULLIO** - Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE e professor efetivo do Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abastecimento agrícola 168

Adubação 33, 48, 51, 58, 59, 60, 62, 65, 67, 68, 78, 80, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 104, 122, 136, 142, 143, 153, 159, 162, 163, 164, 166, 184, 185, 187, 191, 192, 193

Agricultura familiar 59, 101, 142, 168, 169, 172, 173, 181, 182, 183, 185

Armadilhas 104, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120

Ativador de microbiota 64

### B

Bactérias 37, 43, 44, 45, 78, 81, 156, 157, 158, 161

Bioestimulantes 64, 71, 73

Bioprodutos 64

### C

Cigarrinha 100, 103, 109

Citogenética 49, 50, 52, 53, 54, 56

Coinoculação 155, 156, 157, 163, 164, 165, 166

### D

Doenças 85, 111, 118, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 148, 150, 151, 152, 153, 160, 195

### E

Estresse hídrico 51, 87, 128, 129, 130, 133, 135, 136, 137, 153

### F

Fitoplasma 100, 101, 109, 111

Fósforo 44, 51, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 80, 86, 98, 143

### G

Glycine max L. 64, 156

### I

Indicadores 201, 205, 207, 212, 214, 216, 218, 221, 224, 227, 228, 229

Inovação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28

### M

Manejo da adubação 184, 191

Metabólitos microbianos 64, 66

## **N**

Nanotecnologia 7, 12, 139, 141

Nitrogênio 44, 45, 51, 80, 83, 86, 87, 88, 96, 97, 98, 99, 123, 126, 140, 155, 156, 157, 159, 162, 163, 167, 189, 193

Nutrição vegetal 139

## **O**

Olericultura 112, 184

## **P**

Pastagem 45, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 93, 96, 98, 99

## **R**

Rendimento 48, 51, 64, 66, 72, 73, 77, 78, 80, 86, 122, 128, 139, 140, 143, 144, 146, 149, 150, 152, 155, 161, 163, 164, 165, 166, 193

## **S**

Seca 50, 51, 52, 58, 60, 61, 62, 64, 67, 69, 71, 72, 73, 74, 79, 85, 86, 93, 96, 104, 106, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 135, 153, 174, 185

Sistema de produção 58, 59, 141, 168, 172

Solos amazônicos 58

## **T**

Tratamento de sementes 139, 140, 143, 148, 153, 155, 156, 162, 163, 164, 165



# GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

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

  
Ano 2022



# GERAÇÃO E DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

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

  
Ano 2022