



PESQUISA E DESENVOLVIMENTO  
**AGROPECUÁRIO**  
NO BRASIL

Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2023



PESQUISA E DESENVOLVIMENTO  
**AGROPECUÁRIO**  
NO BRASIL

Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2023

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 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>a</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>a</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>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>a</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>a</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

## Pesquisa e desenvolvimento agropecuário no Brasil

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

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

P474 Pesquisa e desenvolvimento agropecuário no Brasil /  
Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa  
da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR:  
Atena, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-1331-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.318231605>

1. Agroindústria. 2. Alimentos. 3. Fibras. 4. Energia. I.  
Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro,  
Vanessa da Fontoura Custódio (Organizadora). III. Título.

CDD 338.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

Pesquisar é gerar conhecimento. Nesse sentido, a pesquisa agropecuária gera novos conhecimentos nas áreas de produção de alimentos, fibras e energia, por exemplo. Por meio da pesquisa, o setor agropecuário se desenvolveu muito no Brasil. Atualmente, é um dos setores que mais contribui para o crescimento do PIB nacional.

A partir de resultados de pesquisa científica, o setor agropecuário melhora níveis de produtividade e qualidade da produção agrícola. É importante destacar que a pesquisa também deve estar alinhada com a conservação dos recursos naturais, entre eles os recursos hídricos, que são extremamente importantes para o desenvolvimento agropecuário.

Esta obra “Pesquisa e desenvolvimento agropecuário no Brasil” é um pequeno compilado de trabalhos de pesquisa que trazem resultados importantes para o setor agropecuário. O primeiro capítulo apresenta uma avaliação de parâmetros relacionados à fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja.

O segundo capítulo mostra-nos um estudo sobre a elaboração de um estruturado, também conhecido como gel de fruta de cajá-manga (*Spondias dulcis*) empregando-se diferentes hidrocoloides. Já no terceiro capítulo, os autores apresentam um estudo que avaliou a capacidade adsorvente da casca de arroz *in natura* e do biocarvão de casca de arroz no tratamento de águas contaminadas com o corante alaranjado de metila. Esse corante é utilizado na indústria têxtil para o tingimento das fibras do algodão.

Já o quarto e o quinto capítulos trazem zoneamentos de áreas favoráveis à ocorrência de pragas que podem causar danos em lavouras. E para encerrar este livro, os autores do sexto capítulo abordam o tema sobre a necessidade de formação prática para estudantes na área de Ciências Agrárias.

Agradecemos a cada autor pela escolha da Atena Editora para a publicação de seu trabalho. Aos leitores, desejamos uma excelente leitura.


Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro



**CAPÍTULO 1 ..... 1**

INFLUÊNCIA DA PRÉ-INOCULAÇÃO DE SOJA EM DIFERENTES PERÍODOS ANTES DA SEMEADURA NOS PARÂMETROS RELACIONADOS A FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

Ivana Marino Bárbaro-Torneli  
 Everton Luis Finoto  
 Matheus Queiroz de Souza França  
 Elaine Cristine Piffer Gonçalves  
 Fernando Bergantini Miguel  
 Fabio Olivieri de Nóbile  
 José Antonio Alberto da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182316051>

**CAPÍTULO 2 ..... 13**

ESTRUTURADOS DE CAJÁ-MANGA (*Spondias dulcis*) COM DIFERENTES HIDROCOLOIDES


Laís Ferreira  
 Luciana Santos Rodrigues Costa Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182316052>

**CAPÍTULO 3 .....23**

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ADSORVENTE DA CASCA DE ARROZ IN NATURA E BIOCÁRVÃO NA REMOÇÃO DO CORANTE ALARANJADO DE METILA


Marina Castanha Marques  
 Mariza Campagnolli Chiaradia Nardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182316053>

**CAPÍTULO 4 ..... 31**

ZONEAMENTO DE ÁREAS BRASILEIRAS FAVORÁVEIS A *Bactrocera carambolae* DREW & HANCOCK (DIPTERA: TEPHRITIDAE) CONSIDERANDO CLIMA E TEXTURA DO SOLO NA VIABILIDADE PUPAL

Rafael Mingoti  
 Marco Antonio Ferreira Gomes  
 Maria Conceição Peres Young Pessoa  
 Cristiane Ramos de Jesus  
 Catarina de Araújo Siqueira  
 Bárbara de Oliveira Jacomo  
 Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos  
 Jeanne Scardini Marinho-Prado  
 Ricardo Adaime da Silva  
 José Victor Torres Alves Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182316054>

**CAPÍTULO 5 .....46**

ZONEAMENTO TERRITORIAL DE ÁREAS BRASILEIRAS APTAS À *Amblyopelta*

*nitida* (Stal) (Hemiptera: Coreidae)

Rafael Mingoti


Maria Conceição Peres Young Pessoa

Leonardo Massaharu Moriya

Pedro Luís Blasi de Toledo Piza

Jeanne Scardini Marinho-Prado

Micaela de Souza Diogo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182316055>

**CAPÍTULO 6 .....58**


EL APRENDIZAJE BASADO EN INVESTIGACIÓN (ABI) PARA LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN A TRAVÉS DEL ESTABLECIMIENTO DE UNA PARCELA DEMOSTRATIVA

José Luis Gutiérrez Liñán

Carmen Aurora Niembro Gaona

Alfredo Medina García

Jorge Eduardo Zarur Cortés

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3182316056>

**SOBRE OS ORGANIZADORES .....66**

**ÍNDICE REMISSIVO .....67**

## INFLUÊNCIA DA PRÉ-INOCULAÇÃO DE SOJA EM DIFERENTES PERÍODOS ANTES DA SEMEADURA NOS PARÂMETROS RELACIONADOS A FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

*Data de aceite: 02/05/2023*

### **Ivana Marino Bárbaro-Torneli**

APTA Regional – Unidade Regional de  
Pesquisa de Colina  
Colina-SP  
ORCID ID- 0000-0002-2954-2693

### **Everton Luis Finoto**

APTA Regional – Unidade Regional de  
Pesquisa de Pindorama  
Pindorama-SP  
<http://lattes.Cnpq.br/2248948833470312>

### **Matheus Queiroz de Souza França**

UNIFEB  
Barretos-SP  
<http://lattes.Cnpq.br/9369983120923882>

### **Elaine Cristine Piffer Gonçalves**

APTA Regional – Unidade Regional de  
Pesquisa de Colina  
Colina-SP  
ORCID ID- 0000-0001-5797-6264

### **Fernando Bergantini Miguel**

APTA Regional – Unidade Regional de  
Pesquisa de Colina  
Colina-SP  
ORCID ID- 0000-0002-4778-8961

### **Fabio Olivieri de Nóbile**

UNIFEB  
Barretos-SP  
ORCID ID- 0000-0001-9423-8420

### **José Antonio Alberto da Silva**

APTA Regional – Unidade Regional de  
Pesquisa de Colina  
Colina-SP  
<http://lattes.Cnpq.br/1398758607886303>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar parâmetros relacionados a fixação biológica de nitrogênio em soja cultivada em campo em Pindorama-SP, safra 2021/22, submetida a diferentes tratamentos via sementes com uso de um inoculante comercial padrão (A) e outro mais aprimorado (B) ambos a base de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* em diferentes períodos antes da semeadura da soja. Os tratamentos testados foram: T1 =Controle (sem adição de nenhum inoculante comercial), T2 =. Adubação nitrogenada (200 kg de N/ha); T3= Inoculante A aplicado no momento do plantio e T4, T5, T6, T7 e T8 inoculante B aplicado via tratamento de sementes respectivamente aos 0, 15, 30, 45 e 60 dias antes do plantio da soja. No estádio R2, foram coletadas em campo 5 plantas por parcela experimental para mensuração do número e massa seca de nódulos na raiz principal (NNOP, MSNOP), secundárias

(NNOS, MSNOS) e total (NNOT, MSNOT); massa seca da raiz (MSR), parte **áerea** (MSPA) e total (MST). Também analisou-se o teor de nitrogênio na parte aérea (TNPA). Verificou-se que para NNOS e NNOT os tratamentos T3, T4, T5, T6, T7 e T8 apresentaram igualdade estatística entre si e mostraram os maiores valores médios, com média dos seis tratamentos de respectivamente 11,86 e 15,25 nódulos secundários e total. Em relação a massa seca nodular (MSNOP, MSNOS e MSNOT) novamente os mesmos tratamentos se destacaram e não diferiram entre si apresentando respectivamente média dos seis tratamentos de 66,02, 126,02 e 192,06 mg.planta<sup>-1</sup>. Quanto a MST, nota-se que os tratamentos T3 e T4, ou seja, inoculantes aplicados no dia do semeio da soja proporcionaram os maiores incrementos em termos de massa seca total. Em relação ao TNPA, o T4 (inoculante B aplicado no dia da semeadura) promoveu o maior acúmulo de nitrogênio na parte aérea (29,53 g/kg), sendo estatisticamente superior aos demais tratamentos. Pode-se concluir que a prática da inoculação antecipada pode ser aplicada via inoculante comercial B no tratamento de sementes com até 60 dias de antecedência da data de semeadura da soja pois o número de bactérias viáveis foi suficiente para infectar a planta de maneira eficaz e consequentemente formar nódulos, porém, em termos de MST, MSPA e TNPA a inoculação no dia da semeadura foi mais eficiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max*, rhizobium, inoculação antecipada de sementes.

## INFLUENCE OF SOYBEAN PRE-INOCULATION IN DIFFERENT PERIODS BEFORE SOWING ON PARAMETERS RELATED TO BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION

**ABSTRACT:** The objective was to evaluate parameters related to biological nitrogen fixation in soybean grown in the field in Pindorama-SP, 2021/22 season, submitted to different treatments via seeds using a standard commercial inoculant (A) and a more improved one (B) both based on bacteria *Bradyrhizobium* in different periods before soybean sowing. The treatments tested were: T1 = Control (without addition of any commercial inoculant), T2 = Nitrogen fertilization (200 kg of N/ha); T3= inoculant A applied at planting and T4, T5, T6, T7 and T8 inoculant B applied via seed treatment respectively at 0, 15, 30, 45 and 60 days before soybean planting. At the R2 stage, 5 plants per experimental plot were collected in the field to measure the number and dry mass of nodules on the main (NNOP, NOPDM), secondary (NNOS, NOSDM) and total (NNOT, NOTDM) roots; root dry mass (RDM), leaf dry mass (LDM) and total (TDM). The nitrogen content in the leaf dry mass (NLDM) was also analyzed. It was found that for NNOS and NNOT treatments T3, T4, T5, T6, T7 and T8 were statistically equal to each other and showed the highest mean values, with mean of the six treatments respectively 11.86 and 15.25 secondary nodes and total. In relation to nodular dry mass (NOPDM, NOSDM and NOTDM) again, the same treatments stood out and did not differ from each other, presenting respectively mean of the six treatments of 66.02, 126.02 and 192.06 mg.plant<sup>-1</sup>. As for TDM, it is noted that treatments T3 and T4, that is, inoculants applied on the day of soybean sowing, provided the greatest increments in terms of total dry mass. Regarding NLDM, T4 (inoculant B applied on the day of sowing) promoted the highest accumulation of nitrogen in the shoot (29.53 g/kg), being statistically superior to the other treatments. It can be concluded that the practice of early inoculation can be applied via commercial inoculant B in the treatment of seeds up to 60 days before the soybean sowing date, since the number of viable bacteria was

sufficient to infect the plant effectively and consequently form nodules, however, in terms of TDM, LDM and NLDM, inoculation on the sowing day was more efficient.

**KEYWORDS:** *Glycine max*, rhizobium, early seed inoculation.

## 1 | INTRODUÇÃO

Inocular as sementes de soja com inoculantes a base de *Bradyrhizobium* antecipadamente a semeadura, denominada de pré-inoculação, é uma prática já realizada em outros países, para diversas culturas, além da soja (DEAKER et al., 2004; HERRIDGE, 2008). No Brasil, a tecnologia já vem se consolidando, sendo o seu uso cada vez mais frequente nas lavouras de soja do país (EMBRAPA, 2013). No entanto, algumas desvantagens são citadas, dentre as quais se destacam: a habilidade da bactéria sobreviver na semente principalmente quando em associação com fungicidas e inseticidas que já fazem parte do pacote tecnológico (tratamento industrial) a disposição do sojicultor para compra, condições de armazenamento das sementes e determinação do período ideal da pré-inoculação até a data de semeio sem prejudicar a sobrevivência das bactérias. Desse modo, esses fatores por sua vez, tem restringido seu uso no Brasil (DATE, 2001).

Por outro lado, o uso da prática de pré-inoculação tem vantagens como a de agilizar o processo operacional na semeadura. Contudo, quando fungicidas e inseticidas são adicionados ao tratamento de sementes, a viabilidade das bactérias fixadoras de nitrogênio pode ser comprometida a um ponto onde o número de bactérias viáveis não é suficiente para infectar a planta de maneira eficaz e conseqüentemente formar nódulos (HARTLEY et al., 2012; ARAÚJO et al., 2017). Assim, a compatibilidade de fungicidas e inseticidas mostra-se como um grande desafio para o tratamento industrial das sementes (CAMPO et al., 2009; PEREIRA et al., 2010; SILVA NETO et al., 2013; GOMES et al., 2017).

Muitas poucas pesquisas foram realizadas com o propósito de se avaliar a associação da pré-inoculação e tratamento de sementes industriais (ANGHINONI et al., 2017; MACHINESKI et al., 2018), e escassas informações se sabe a respeito do período máximo de tempo antes de se semear que a semente poderia ser tratada sem comprometimento da viabilidade das bactérias contidas nos inoculantes, nodulação de plantas e rendimento da soja (PEREIRA et al., 2010; ZILLI et al., 2010). Enquanto autores como Araújo et al. (2017) citam que o período da pré-inoculação poderia ser ampliado para 30 dias antes da semeadura, Machineski et al. (2018) relatam que se associado a um protetor pode ser ampliado para 60 dias.

Apesar do que foi explanado, de acordo com Hungria e Nogueira (2020) tem sido comum a comercialização de sementes de soja pré-inoculadas (inoculação antecipada) com *Bradyrhizobium*. Os mesmos autores afirmam que o período máximo entre a inoculação até a semeadura deve ser respeitado conforme recomendação do fabricante para garantir a quantidade mínima necessária de bactérias viáveis nas sementes. A pesquisa recomenda

que essa quantidade deva ser de, pelo menos, 80 mil a 100 mil células viáveis por semente no momento da semeadura. É importante se atentar se o inoculante tem registro no Mapa para pré-inoculação, para quantos dias de armazenamento e a compatibilidade com os produtos químicos utilizados no tratamento de sementes. Ainda assim, recomenda-se que as sementes sejam analisadas em laboratório antes da semeadura para avaliar a sobrevivência das bactérias inoculadas nessa condição, pois, consistentemente, tem sido observada redução drástica de células vivas de *Bradyrhizobium* em sementes pré-inoculadas.

Corroborando com os autores supracitados, Lopes (2016) observou em sua pesquisa que a pré-inoculação de soja combinada com o tratamento com produtos químicos fez com que o número de células bacterianas se reduzisse e ficasse inferior aquele considerado adequado no momento da semeadura, o que afetou negativamente os parâmetros da nodulação.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar parâmetros de fixação biológica de nitrogênio, em soja cultivada em Pindorama-SP, safra 2021/22, submetida a diferentes tratamentos via sementes com inoculante comercial a base de *Bradyrhizobium* aplicado em 0, 15, 30, 45 e 60 dias anteriores a semeadura, associada ao pacote tecnológico químico da Basf.

## 2 | MATERIAL E METODOS

O experimento foi instalado em condições de campo, em área com preparo convencional do solo no dia 29 de novembro de 2021 no Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Centro Norte, vinculado a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios –APTA, localizado no município de Pindorama –SP. situado no município de Pindorama SP. Localiza-se a uma latitude 21°13'28,16" S e a uma longitude 48°54'20,86" O, estando a uma altitude de 554 metros.

Devido à sua localização, Köppen (1948) classificou o clima da região do município de Pindorama como um clima Quente com inverno seco (Cwa) com temperaturas máximas e mínimas entre 37° e 10 C, tendo como época normal de chuva os meses de setembro a março, com uma precipitação média anual de 1.255 mm.

Pindorama tem como solo predominante o Argissolo eutrófico, considerado profundo, com horizonte A arenoso e horizonte B textural com alta fertilidade e topografia plana.

Os tratamentos testados foram: T1 =Controle (sem adição de insumos biológicos), T2=. Adubação nitrogenada (200 kg de N/ha) <sup>1</sup> (sem inoculante); T3=Inoculante A - Masterfix L Soja® (2 mL/kg de semente) – 0 DAS<sup>2</sup> (dias antes da semeadura); T4=Inoculante B Masterfix L Premier® (2 mL/kg) – 0 DAS<sup>2</sup>;T5=B- Masterfix L Premier®( (2 mL/kg) – 15 DAS; T6= B- Masterfix L Premier® (2 mL/kg) – 30 DAS; T7= B Masterfix L Premier® (2 mL/kg) – 45 DAS; T8 = B- Masterfix L Premier®(2 mL/kg) – 60 DAS;

No tratamento 2, foi realizada a aplicação de 50% da adubação nitrogenada no momento da semeadura e 50% na floração ou 35 dias após a emergência.

A parcela experimental foi constituída de 4 linhas de 15 m de comprimento, e como área útil será considerada as duas linhas centrais de 15 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,5 m (15 m<sup>2</sup>). Desta forma, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso composto pelos oito tratamentos acima citados com 5 repetições, num total de 40 parcelas experimentais.

A descrição dos inoculantes utilizados nesse experimento segue abaixo:

A) MASTERFIX® L SOJA® (inoculante padrão): inoculante líquido para soja registrado e produzido pela Stoller do Brasil Ltda, tendo como garantia uma concentração mínima de  $5 \times 10^9$  UFC ml<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium elkanii* (Cepa Semia 5019) e *Bradyrhizobium japonicum* (Cepa Semia 5079).

B) MASTERFIX L PREMIER®: é um inoculante que representa uma grande evolução na tecnologia de formulação, potencializando a sobrevivência das bactérias, mesmo diante de situações mais adversas, o que garante superioridade em relação aos inoculantes do mercado.

Antes da instalação foram coletadas amostras de solo da área experimental para posterior análise química e granulométrica, além da contagem de bactérias *Bradyrhizobium* e bactérias diazotróficas associativas do solo antes da semeadura. A contagem das bactérias foi realizada no Laboratório de Microbiologia Agrícola da FCAV/UNESP, câmpus de Jaboticabal/SP de acordo com as recomendações de Dobereiner et al. (1995).

Amostras de solo para caracterização química (RAIJ et al., 2001) e granulométrica (DAY, 1965) foram coletadas em outubro de 2021, na camada de 0-0,20 m de profundidade, e os resultados obtidos foram: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,80; M.O. = 10,00 g dm<sup>-3</sup>; CO = 5,8 g dm<sup>-3</sup>; P = 36,00 mg dm<sup>-3</sup>; K = 3,1 mmolc dm<sup>-3</sup>; Ca = 26,00 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg = 11,00 mmolc dm<sup>-3</sup>; H + Al = 16,00 mmolc dm<sup>-3</sup>; V = 71%, Areia Total = 892 g kg<sup>-1</sup> de solo; Argila = 72 g kg<sup>-1</sup> de solo e Silte = 36 g kg<sup>-1</sup> de solo. A adubação de semeadura foi realizada com adubo formulado 0-20-20, na dose de (350 kg. ha<sup>-1</sup>).

Apenas no Tratamento T2 (200 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrogênio) foram aplicados manualmente o restante da dose de N, sendo metade na base e metade em cobertura com o uso da fonte ureia, aos 35 dias após a emergência.

A cultivar de soja utilizada foi a RESULT I2X que apresenta grupo de maturação 6.3, crescimento indeterminado, cor da pubescência cinza, cor da flor roxa, cor do hilo preto imperfeito, trait: Intacta 2 X tend. Apresenta resistência ao cancro da haste, necrose da haste e mancha olho de rã e moderada resistência a podridão radicular de fitofora.

Foram semeadas 20 sementes m<sup>-1</sup>, com uso de semeadora de parcelas experimentais, com a finalidade de se obter 14 a 15 plantas por metro linear. Para isto, será realizado o desbaste visando obter a população média final de 320.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

As sementes já vieram tratadas com o Standak® Top que oferece proteção do potencial

genético das sementes de soja. O produto tem funções múltiplas e complementares no seu efeito inseticida e fungicida, blindando as sementes contra o ataque de pragas e doenças de solo que interferem no processo de germinação e de plântulas em desenvolvimento na lavoura de soja. A solução possui três princípios ativos distintos, e conferem alta eficiência para o manejo de pragas como lagarta-elasma, coró e tamanduá-da-soja. Standak® Top também oferece maior tolerância ao estresse hídrico e a ocorrência de nematoides.

Posteriormente, para compor os diferentes tratamentos quando ao uso de insumos biológicos foram preparados no laboratório apenas os tratamentos T3, T4, T5, T6, T7 e T8 conforme procedimentos descritos na Tabela 1, sendo que os tratamentos T1 e T2 não possuíram a adição de inoculantes.

Foram adotados alguns cuidados para garantir uma maior eficiência dos inoculantes, como acondicionamento das sementes tratadas com inoculantes em períodos que antecedem a semeadura em local com ar condicionado a 16°C, até o momento do plantio, sendo no ato da semeadura a inoculação das sementes referente aos tratamentos T3 e T4 foram realizados à sombra. Para todos os tratamentos envolvendo aplicação de inoculantes nas sementes foi feita a distribuição uniforme dos mesmos.

Foi aplicado fertilizante contendo os micronutrientes cobalto e molibdênio, via pulverização foliar com o produto CoMo Platinum (150 mL/ha); no estágio fenológico V<sub>4</sub> (Fehr e Caviness, 1977), em todos os tratamentos incluindo a testemunha. Também foi efetuado o controle de doenças e pragas por meio de fungicidas e inseticidas quando necessário.

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

Em R2 foram coletadas amostras de plantas com sistema radicular o mais intacto possível, sendo composta por 5 plantas seguidas por parcela experimental. Deste modo, os parâmetros avaliados foram: número de nódulos sendo: número de nódulos na raiz principal (NNOP), nas raízes secundárias (NNOS) e total (NNOT), massa seca de nódulos na raiz principal (MSNOP), nas raízes secundárias (MSNOS) e total (MSNOT), massa seca radicular (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e TNPA teor de nitrogênio na parte aérea em g.kg<sup>-1</sup> (BATALIA, 1978).

Para os parâmetros foram realizadas as transformações Box-Cox estimadas e aplicadas como proposto por Hawkins e Weisberg (2017), sendo os valores das médias mantidos na escala original. Já as variâncias, desvios padrões, coeficientes de variação, DMS, análises de variância e comparações de médias foram calculados com os dados transformados. Posteriormente foram verificadas a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade (ROYSTON, 1995). E também a Homocedasticidade por meio da homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene a 5% de probabilidade (GASTWIRTH et al., 2009). Quando diferenças significativas foram detectadas na análise



de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram executadas com auxílio do Software AgroEstat versão online (MALDONADO JUNIOR, 2019).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontra-se os resultados médios obtidos nos parâmetros avaliados no estágio fenológico R2. Pelo teste F foram detectadas significâncias estatísticas altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) para todas as variáveis analisadas.

Quando se analisa o NNOP verifica-se que com o uso do inoculante comercial B aplicado no momento da semeadura (T4), obteve-se maior média de nódulos na raiz principal (4,04 unidades.planta<sup>-1</sup>), sendo esse tratamento equivalente estatisticamente aos tratamentos T5 e T8 que fizeram uso do mesmo inoculante respectivamente, quando aplicados aos 15 e 60 dias antes da semeadura, com respectivamente 3,64 e 3,40 nódulos.planta<sup>-1</sup> e também ao tratamento T3 que correspondeu a aplicação do inoculante A no dia da semeadura. Com valor médio intermediário posicionaram-se os tratamentos T6 e T7 que utilizaram também o inoculante B aos 30 e 45 dias antes da semeadura com valor médio de 2,88 nódulos planta<sup>-1</sup>. Já, produzindo menor quantidade de NNOP ficaram os tratamentos T1 (controle não inoculado) e T2 (fertilização química nitrogenada) que detiveram respectivamente, e 2,04 e 2,16 nódulos planta<sup>-1</sup>, sendo que os mesmos não diferiram estatisticamente entre si. Para NNOS e NNOT os tratamentos T3, T4, T5, T6, T7 e T8 apresentaram igualdade estatística entre si e mostraram os maiores valores médios quanto a esses parâmetros, com média dos seis tratamentos de respectivamente 11,86 e 15,25 nódulos secundários e total. Já, os tratamentos, controle não inoculado (T1) e fertilização química nitrogenada (T2) proporcionaram os piores incrementos nodulares. Em relação a massa seca nodular (MSNOP, MSNOS e MSNOT) semelhante ao ocorrido com o número de nódulos os tratamentos T3, T4, T5, T6, T7 e T8 se destacaram e não diferiram entre si apresentando média dos seis tratamentos de 66,02, 126,02 e 192,06 mg.planta<sup>-1</sup>, respectivamente, para MSNOP, MSNOS e MSNOT. Em pesquisa realizada por Anghinoni et al. (2016) considerando a MSNOT, o armazenamento das sementes tratadas industrialmente e inoculadas por 10 dias causou redução de biomassa seca nodular quando em comparação com as sementes pré-inoculadas por 5 dias. Outros estudos como de Alcântara Neto et al. (2014), Pereira et al. (2009) e Santos et al. (2013), que avaliaram o efeito do tempo, após a aplicação dos produtos fludioxonil + metalaxil-M e do inoculante, e observaram que o tratamento utilizado provocou redução na população de rizóbios e no número de nódulos, com o aumento do tempo. Por sua vez, os resultados apresentados corroboram com estudos, que mencionam que uma nodulação adequada está na faixa de 15 e 30 nódulos totais e massa entre 100 a 200 mg é suficiente para garantir o fornecimento de N requerido por uma planta de soja para seu desenvolvimento normal (HUNGRIA et al.,

2007; BRANDELERO et al., 2009, BARBARO et al., 2009). Por outro lado, fato importante de ser mencionado foi a presença de nódulos observada até mesmo no controle não inoculado (T1). Desta forma, ressalva-se a relevância de se proceder a reinoculação anual com insumos biológicos, por conta da competição com microorganismos presentes no solo e menos eficientes e que competem pelo sítio de ação dos nódulos.

Em relação a MSR, nota-se na Tabela 1, que os tratamentos que utilizaram inoculantes no momento da sementeira, ou até 15 dias antes do semeio da soja, bem como a testemunha não inoculada (T3, T4, T5 e T1) foram estatisticamente semelhantes com respectivamente 6,44, 6,21, 5,78 e 6,20 g.planta<sup>-1</sup> de biomassa seca radicular. Posicionados de maneira intermediária ficaram os tratamentos T6, T7 e T8 que utilizaram o inoculante B aos 30, 45 e 60 dias antes da sementeira da soja com média dos três tratamentos de 5,46 g.planta<sup>-1</sup>. E o tratamento T2 que constituiu na aplicação de fertilização química nitrogenada apresentou menor valor médio de MSR que foi de 2,49 g.planta<sup>-1</sup>, não diferindo estatisticamente apenas dos tratamentos T6, T7 e T8.

Para MSPA, verificou-se que T2, T3, T4 e T5 que consistiram respectivamente do uso de fertilização química nitrogenada e aplicação de inoculante quer seja o Masterfix L Soja® ou Masterfix L Premier® no momento da sementeira ou até 15 dias do plantio, produziram maior biomassa seca da parte aérea, não diferindo estatisticamente entre si. A média dos quatro tratamentos foi de 15,69 g.planta<sup>-1</sup>.

Trat	NNOP	NNOS	NNOT	MSR	MSPA	MST	MSNOP	MSNOS	MSNOT	TNPA
	unidade/planta			g/planta		mg/planta			g/kg	
T1	2,0400 c	9,72 b	11,760 b	6,2080 a b	11,160 c d	17,368 cde	54,77 c	114,77 c	169,54 c	27,370 b
T2	2,1600 c	4,20 c	6,3600 c	2 4,9040 c	14,720 a b	19,624 b c	59,12 b c	119,12 b c	178,25 b c	26,718 b c
T3	3,5200 a b	13,00 a	16,520 a	6,4420 a	17,480 a	23,922 a	68,08 a	128,08 a	196,17 a	27,404 b
T4	4,0400 a	12,20 ab	16,240 a	6,2120 a b	16,540 a	22,752 a b	63,25 a b	123,25 a b	186,50 a b	29,528 a
T5	3,6400 a b	12,32 ab	15,960 a	5,7800 a b	14,000 a b	19,780 b c	67,82 a	127,82 a	195,65 a	26,896 b c
T6	2,8800 b c	10,44 ab	13,320 a b	5,4680 b c	12,620 b c	18,088 c d	66,49 a	126,50 a	192,99 a	26,612 b c
T7	2,8800 b c	11,92 ab	14,800 a	5,5340 b c	10,000 d	15,534 d	63,21 a b	123,21 a b	186,42 a b	26,122 b c
T8	3,4000 a b	11,28 ab	14,680 a b	5,3900 b c	9,4400 e	14,830 e	67,31 a	127,31 a	194,62 a	25,522 c
F	14,268**	47,864**	35,202**	8,1046**	30,865**	22,145**	10,885**	10,914**	10,904**	8,6005**
CV (%)	15,045	4,0853	5,268	1,4898	0,6547	2,7175	4,5557	2,4390	3,1391	0,9447

<sup>1</sup>Média de cinco repetições seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; T1 =Controle (sem adição de insumos biológicos), T2 =. Adubação nitrogenada (200 kg de N/ha) <sup>1</sup> (sem inoculante); T3=A - Masterfix L Soja® (2 mL/kg de semente) – 0 DAS<sup>2</sup> (momento do plantio); T4= B Masterfix L Premier® (2 mL/kg) – 0 DAS<sup>2</sup> (momento do plantio); T5=B- Masterfix L Premier®( 2 mL/kg) – 15 DAS; T6= B- Masterfix L Premier® (2 mL/kg) – 30 DAS; T7= B Masterfix L Premier® (2 mL/kg) – 45 DAS; T8 = B- Masterfix L Premier®(2 mL/kg) – 60 DAS; NNOP = número de nódulos na raiz principal; NNOS = número de nódulos nas raízes secundárias; NNOT = número de nódulos totais; MSNOP = massa seca de nódulos na raiz principal; MSNOS = massa seca de nódulos nas raízes secundárias; MSNOT = massa seca de nódulos total (MSNOP + MSNOS); MSR = massa seca da raiz; MSPA = massa seca da parte aérea e MST = massa seca total; TNPA= teor de nitrogênio na parte aérea;<sup>1</sup>Média de cinco plantas por repetição; <sup>2</sup>DAS = Dias Após Semeadura

Tabela 1. Parâmetros de fixação biológica de nitrogênio avaliados no estágio fenológico R2 em experimento de eficiência de inoculante comercial a base de *Bradyrhizobium*, aplicado via tratamento de semente, em diferentes momentos antes do plantio da soja. Ano Agrícola 2021/22. Polo Regional Centro Norte. Pindorama-SP.

O tratamento T6 com média de MSPA de 12,60 g. planta<sup>-1</sup> posicionou-se de maneira intermediária não diferindo dos tratamentos T5 e T2, bem como, do T1 que mostrou média de 11,16 g.planta<sup>-1</sup>. Os piores tratamentos quanto a incrementos na massa seca da parte aérea estiveram relacionados a aplicação de inoculante B aos 45 e 60 dias de antecedência a sementeira. Esse fato pode estar relacionado com a possibilidade de menor sobrevivência das bactérias contidas no insumo biológico que provavelmente contribuíram para uma menor fixação biológica de nitrogênio e posterior menor incremento da MSPA (Tabela 1).

Considerando a MST, nota-se que os tratamentos T3 e T4 que consistiram na aplicação de inoculante biológico no momento da sementeira foram responsáveis pelos maiores valores médios de massa seca total de planta. Assim, esses tratamentos obtiveram médias de respectivamente 23,92 e 22,75 g.planta<sup>-1</sup>. Em seguida, posicionaram-se os tratamentos que fizeram uso de fertilização química nitrogenada (T2) e aplicação de Masterfix L Premier® aos 15 dias de antecedência da sementeira (T5) com médias de respectivamente 19,62 e 19,78 g.planta<sup>-1</sup>, não diferindo entre si. O pior tratamento quanto ao incremento de MST foi o T8 que consistiu no uso do inoculante Masterfix L Premier® aos 60 dias antes da sementeira, ou seja, o tratamento com maior tempo entre inoculação e sementeira da cultura da soja.

Ainda na Tabela 1, quando se analisa o TNPA nota-se que o tratamento que fez uso da inoculação com inoculante B no dia da sementeira (T4) promoveu o maior acréscimo em termos de acúmulo de nitrogênio na parte aérea (29,53 g/kg), sendo estatisticamente superior aos demais tratamentos testados. Por sua vez, T1 (controle) e T3 (inoculante A no dia da sementeira) foram equivalentes estatisticamente com valores médios de respectivamente 27,37 e 27,40 g/kg de TNPA apesar de não diferirem estatisticamente dos tratamentos T2 (fertilização química nitrogenada), T5, T6 e T7 (tratamentos com

uso do inoculante B aplicados respectivamente a 15, 30 e 45 dias antes da semeadura). Apresentando menor incremento em relação ao acúmulo de nitrogênio na parte aérea ficou o T8 com média de 25,52 g/kg haja visto que o mesmo representou o uso do inoculante B aplicado em relação aos demais tratamentos em período maior antecedendo a semeadura, ou seja, 60 dias antes do semeio do experimento.

## 4 | CONCLUSÕES

A prática da inoculação antecipada pode ser aplicada via inoculante comercial B no tratamento de sementes com até 60 dias de antecedência da data de semeadura da soja pois o número de bactérias viáveis foi suficiente para infectar a planta de maneira eficaz e conseqüentemente formar nódulos, porém, em termos de MST, MSPA e TNPA a inoculação no dia da semeadura foi mais eficiente.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA NETO, F.; PACHECO, L. P.; ARAÚJO A. S. F.; PETTER, F. A.; ALMEIDA, F. A.; ALBUQUERQUE, J. A. A. Tempo de contato e de combinações de fungicidas, aditivo e inoculante sobre a sobrevivência de rizóbios e nodulação da soja. **Revista Agroambiente** On-line, v. 8, n. 1, p. 149-154, 2014.

ANGHINONI, F.B.G.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ANGHINON, I. G.; FERRI, G.C.; SUZUKAWA, A.K.; TELMO, A.T. Pre-inoculation with Bradyrhizobium spp. in industrially treated soybean seeds. **Agricultural Sciences** 08(7): 582-590. 2017.

ARAUJO, R.S.; DA CRUZ, S.P.; SOUCHIE, E.L.; MARTIN, T.N.; NAKATANI, A.S.; NOGUEIRA, M.A.; HUNGRIA, M. Preinoculation of soybean seeds treated with agrichemicals up to 30 days before sowing: technological innovation for large-scale agriculture. **International Journal of Microbiology** 2017:5914786. 2017.

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. 2009.

BATAGLIA, O.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C.; GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. IAC. **Instituto Agrônômico de Campinas**. (1978).

BRANDELERO, E. M.; PEREIRA PEIXOTO, C.; RALISCH, R. Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 30, núm. 3, julio-septiembre, 2009, p. 581-587 Universidade Estadual de Londrina Londrina, Brasil.

CAMPO, R.J.; ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. Nitrogen fixation with the soybean crop in Brazil: compatibility between seed treatment with fungicides and bradyrhizobial inoculants. **Symbiosis** 48:154-163. 2009.

DATE, R.A. Advances in inoculant technology: a brief review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 41, p. 321-325, 2001.

DAY, P. R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLAKE, C. A. et al. (Ed.). **Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. P. 545-567. (Part.1).

DEAKER, R. et al. Legume seed inoculation technology. A review. **Soil Biology & Biochemistry**, v.36, p.1275-1288, 2004.

DÖBEREINER, J.; BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I. **Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas**. Brasília: Distrito Federal: Embrapa SPI. 1995. 60 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de produção de soja. Região Central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p.

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

GASTWIRTH, J.L. ; GEL, Y. R. AND MIAO, W. The Impact of Levene's Test of Equality of Variances on Statistical Theory and Practice. **Statistical Science** 2009, Vol. 24, No. 3, 343–360 DOI: 10.1214/09-STS301 © Institute of Mathematical Statistics, 2009.

GOMES, Y.C.B.; DALCHIAVON, F.C.; VALADÃO, F.C.A. Joint use of fungicides, insecticides and inoculants in the treatment of soybean seeds. **Revista Ceres** 64(3):258-265. 2017.

HARTLEY, E.J.; GEMELL, L.G.; DEAKER, (2012). Some factors that contribute to poor survival of rhizobia on preinoculated legume seed. **Crop and Pasture Science** 63(9):858. 2012.

HAWKINS, D.M. AND WEISBERG, S. Combining the box-cox power and generalised log transformations to accommodate nonpositive responses in linear and mixed-effects linear models. **South African Statistical Journal**, v. 51 n.2, p. 317-328. 2017.

HERRIDGE, D.F. Inoculation Technology For Legumes. In: Dilworth, M.J., James, E.K., Sprent, J.I., Newton, W.E. (eds) Nitrogen-fixing Leguminous Symbioses. Nitrogen Fixation: Origins, **Applications, and Research Progress**, vol 7. Springer, 2008.Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3548-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3548-7_4).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. – Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 2007. 80p. -- (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.283).

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A. **Fixação Biológica de Nitrogênio**. *Embrapa Soja*. Capítulo 8. 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1128402/1/p.-185-196-de-SP-17-2020-online.pdf> (embrapa.br).

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

LOPES, K.S. **Avaliação de eficiência agrônômica de inoculante para pré-inoculação de sementes de soja com tratamento químico até 20 dias antes do plantio**. Trabalho de conclusão de curso de Gestão do Agronegócio. Universidade de Brasília. Faculdade de Planaltina.38 p. 2016.

MALDONADO JUNIOR, W. Programa Estatístico AgroEstat. Disponível em <https://www.agroestat.com.br/>. Acesso em 20 de setembro de 2019.

MACHINESKI, G.S.; SCARAMAL, A.S.; MATOS, M.A.; MACHINESKI, O.; COLOZZI FILHO, A. Efficiency of pre- inoculation of soybeans with Bradyrhizobium up to 60 days before sowing. **African Journal of Agricultural Research** 13(24):1233-1242. 2018.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; OLIVEIRA, G. E.; ROSA, M. C. M; COSTA NETO, J. Tratamento fungicida via peliculização e inoculação de Bradyrhizobium em sementes de soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 3, p. 433-440, 2009.

PEREIRA, C.E. et al. Compatibility among fungicide treatments on soybean seeds through film coating and inoculation with Bradyrhizobium strains. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, p.585-589, 2010.

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

ROYSTON, P. Remark AS R94: A Remark on Algorithm AS 181: The W-test for Normality **Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)** v. 44, n. 4 p. 547-551. 1995.

SANTOS, P. F.; ANDRADE SILVA, R.; COSTA, A. A.; CANTELLI, D. A. V.; MARTINS, M. C. Efeito do tratamento de sementes na nodulação e crescimento inicial da cultura da soja. **Cultivando o Saber**, v. 6, n. 4, p. 96-108, 2013.

SILVA NETO, M.L.; SMIDERLE, O.J.; SILVA, K.; FERNANDES JÚNIOR, P.I.; XAVIER, G.R.; ZILLI, J.É. Compatibilidade do tratamento de sementes de feijão-caupi com fungicidas e inoculação com estirpes de Bradyrhizobium. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 48(1):80-87. 2013.

ZILLI, J.E. et al. Eficácia da inoculação de *Bradyrhizobium* em pré-semeadura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.335-338, 2010.

# ESTRUTURADOS DE CAJÁ-MANGA (*Spondias dulcis*) COM DIFERENTES HIDROCOLOIDES

Data de submissão: 21/03/2023

Data de aceite: 02/05/2023

### Laís Ferreira

Consultora Agrônômica – Agro Amazônia  
Uberlândia – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/4141907959845383>

### Luciana Santos Rodrigues Costa Pinto

Instituto Federal do Triângulo Mineiro –  
*Campus* Uberlândia  
Uberlândia – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/8027194504647168>

**RESUMO:** A fruta estruturada ou gel de fruta é uma alternativa de oferecer ao consumidor um produto com maior quantidade de polpa de fruta, acrescentando maior teor nutritivo com a adição de hidrocolóides e coadjuvantes tecnológicos. O objetivo deste trabalho foi elaborar um estruturado, também conhecido como gel de fruta de cajá-manga (*Spondias dulcis*) empregando-se diferentes hidrocolóides. Foram empregados três hidrocolóides: pectina, gelatina e alginato de sódio. Além dos hidrocolóides foram incluídos nas formulações a sacarose e o glicerol como coadjuvantes tecnológicos que contribuíram na estruturação do produto elaborado. Foram testadas quatro formulações (T1, T2, T3 e T4), alternando-se os hidrocolóides adicionados. O

processamento dos frutos e análises físico-químicas foram realizadas no Instituto Federal do Triângulo Mineiro - *Campus* Uberlândia. Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com as quatro formulações repetidas três vezes, gerando 12 repetições que foram analisadas em duplicata para as análises laboratoriais. O T3 (gelatina e pectina) apresentou melhores resultados para os teores nutricionais avaliados e o T2 (pectina e alginato) apresentou maior teor de umidade e menores teores de proteínas, carboidratos, pH, sólidos solúveis e valor calórico total quando comparado com as demais formulações testadas. O menor teor de proteínas pode ser explicado pela ausência de gelatina nessa formulação e o maior teor de umidade pode explicar a menor firmeza visual do estruturado de polpa de cajá-manga.

**PALAVRAS-CHAVES:** Alginato de Sódio. Cerrado. Gelatina. Pectina.

### CAJÁ-MANGA (*Spondias dulcis*) STRUCTURED WITH DIFFERENT HYDROCOLOIDS

**ABSTRACT:** The structured fruit or fruit gel is an alternative to offer the consumer

a product with greater amount of fruit pulp, adding a higher nutritive content with the addition of hydrocolloids and technological supporting. This work aim was to elaborate a structured, also known as cajá-manga (*Spondias dulcis*) fruit gel using different hydrocolloids. It were used three hydrocolloids: pectin, gelatin and sodium alginate. Besides the hydrocolloids were included in the formulations sucrose and glycerol technological coadjuvant that contributed to the structuring of the elaborated product. It was tested four formulations (T1, T2, T3 e T4) alternating the added hydrocolloids. The fruit processing and physico-chemical analyzes were performed at the Federal Institute of the Triângulo Mineiro - *Campus* Uberlândia. It was adopted a completely randomized experimental design (DIC) with the four formulations repeated three times, generating 12 replicates that were analyzed in duplicate for the laboratory analyzes. The T3 (gelatin and pectin) presented better results for nutritional contents evaluated and T2 (pectin and alginate) presented Higher moisture content and lower protein, carbohydrate, pH, soluble solids and total caloric content when compared with others formulations tested. The lower protein content can be explained by the absence of gelatin in this formulation and the higher moisture content may explain the lower visual firmness of the cajá-manga pulp structure.

**KEYWORDS:** Sodium alginate. Cerrado. Gelatine. Pectin.

## 1 | INTRODUÇÃO

A diversificação florística do bioma cerrado é resultante de diversos processos que contribuíram para os altos índices de riqueza de espécies e elevada taxa de endemismo (SANTANA, 2021), das quais 30% das plantas conhecidas em seu domínio são exclusivas do Cerrado (FLORA DO BRASIL, 2020). Entre essas espécies, o bioma Cerrado apresenta alta variedade de plantas frutíferas, pouco exploradas, tanto comercialmente quanto cientificamente, detentoras de características sensoriais peculiares e intensas (MORZELLE et al., 2015). Com isso, os frutos apresentam alto potencial de exploração, de modo que possam ser empregados e difundidos na alimentação da população que não tem acesso aos mesmos.

A cajá-manga (*Spondias dulcis*) pertence à família Anacardiaceae, a qual pertence outras espécies do gênero *Spondias*, tais como: o umbu (*Spondias tuberosa*), a ciriguela (*Spondia purpurea*), a cajazeira (*Spondias mombin*) e o umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) (SILVA et al., 2014).

Esta frutífera é originária das Ilhas da Polinésia, mas adaptou-se ao Cerrado brasileiro por apresentar características que representam o bioma, sendo então, conhecida popularmente como um fruto do cerrado, do qual originam diversos subprodutos. O fruto apresenta forma elipsoidal do tipo drupa, a polpa apresenta fibras rígidas e espinhosas, sendo que é considerada suculenta, agridoce e fortemente aromática (SIQUEIRA et al., 2017).

Por apresentar compostos bioativos como antioxidantes, carotenoides e vitaminas, a cajá-manga tem despertado o interesse de pesquisadores, tanto para cultivo quanto



para o processamento do fruto, que é classificado como climatérico, ou seja, apresenta maior perecibilidade após a colheita, o que justifica a busca por técnicas que permitam a conservação dos frutos e dos nutrientes e sua oferta fora do período de safra.

As frutas estruturadas com adição de hidrocoloides, que são agentes ligantes na estruturação do alimento, não está completamente estabelecido, isto porque, a quantidade à ser incorporado e quais hidrocoloides irão variar conforme a consistência da polpa da fruta, sendo que, alguns métodos já estabelecidos ainda apresentam limitações (OLIVEIRA et al., 2012).

Diante do exposto e pela importância da busca por novos alimentos enriquecidos nutricionalmente, o trabalho objetivou elaborar um estruturado de fruta de cajá-manga e avaliar as características físico-químicas tanto da polpa concentrada quanto dos produtos elaborados, analisando a melhor formulação para estruturação dos produtos.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

As cajás-mangas utilizadas para obtenção do estruturado, foram obtidas de um fornecedor de uma fábrica de sorvetes na cidade de Uberlândia. O processamento das frutas foi realizado no setor de Processamento de Frutas e Hortaliças do Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *Campus* Uberlândia.

Os frutos foram lavados com esponja e água corrente e sanitizados com hipoclorito de sódio por imersão, a 200 ppm de cloro ativo durante 15 minutos. Em seguida, foram realizados o descascamento e o despulpamento manual da semente. A polpa obtida foi triturada em processador. A polpa foi então peneirada para a retirada das fibras do fruto, tendo-se o cuidado de utilizar práticas adequadas de higiene tanto dos manipuladores, quanto do ambiente e dos utensílios usados. Em seguida, foram separadas as unidades experimentais, que consistiram de 400g de “purê” de cajá-manga por tratamento.

Foram empregados três hidrocoloides: pectina, gelatina e alginato de sódio ( $\text{NaC}_8\text{H}_7\text{O}_6$ ). Além dos hidrocoloides foram incluídos nas formulações coadjuvantes tecnológicos que contribuíram na estruturação do produto elaborado, foram eles: sacarose e glicerol. Foram testadas quatro formulações (Tabela 1).

Formulações/ Tratamento	Alginato (g)	Gelatina (g)	Pectina (g)	Glicerol (ml)	Sacarose (g)
1	9	50	15	11,5	420
2	9	-	15	11,5	362
3	-	50	15	11,5	403
4	9	50	-	11,5	324

Tabela 1: Especificações das formulações que foram testadas.

A quantidade de sacarose foi determinada utilizando-se o cálculo de balanço de massas ( $M_p \times \text{°Brix}_p + M_a \times \text{°Brix}_a = M_e \times \text{°Brix}_e$ ), que variou conforme o tratamento, em que:  $M_p$ : massa da polpa;  $\text{°Brix}_p$ : grau brix da polpa;  $M_a$ : massa do açúcar;  $\text{°Brix}_a$ : grau brix do açúcar;  $M_e$ : massa do estruturado;  $\text{°Brix}_e$ : grau brix do estruturado.

Cada tratamento, composto por 400 gramas de purê, foi aquecido a 60°C, em banho maria digital (Figura 1), em que foram adicionados os componentes da formulação, sendo que, apenas o glicerol foi adicionado antes do aquecimento. A agitação manual ocorreu até a homogeneização do produto. Após o processo de homogeneização, o estruturado foi adicionado em placas de Petri, esterilizadas, para moldagem e mantidas a 10°C por 24 horas para completar a gelificação do produto. Posteriormente, foram levados para estufa de fluxo de ar à 105°C por 5 horas, para secagem do produto. Os estruturados ficaram armazenados em refrigerador até o corte com cortadores.

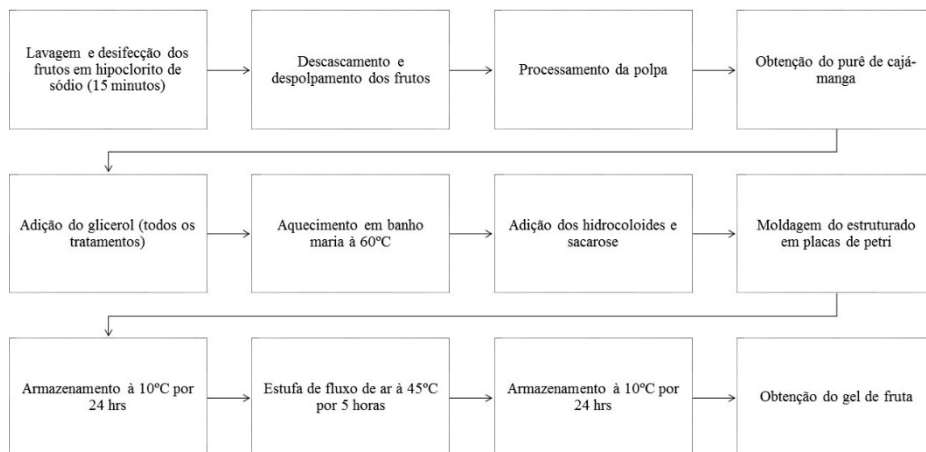


Figura 1: Fluxograma de obtenção do estruturado de cajá-manga.

Foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com as quatro formulações repetidas três vezes, que foram analisadas em duplicata para as análises centesimais.

A polpa de cajá-manga e os estruturados obtidos foram caracterizados quanto ao pH, sólidos solúveis, umidade, cinzas, proteínas, lipídios e o teor de carboidratos, que foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de água, proteína, lipídeos totais e cinzas. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Química, no Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *Campus* Uberlândia.

Para a análise de umidade foi utilizado o aparelho Analisador de Umidade por Infravermelho IV 2500, ao invés, do método padrão por estufa a 105°C. Para isto considerou-

se no aparelho a opção de medida de “Doce de Leite”, isto por causa da similaridade do estruturado com o produto, então cada amostra foi lida pelo aparelho em 30 minutos, tempo padronizado para o produto “Doce de Leite”. O valor energético total dos estruturados foi calculado utilizando-se a equação  $VET = (Cx4)+(Ax4)+(Bx9)$ , onde C: carboidratos, A: proteína total e B: extrato etéreo.

O efeito da secagem sobre os estruturados foi avaliado visualmente, observando-se principalmente a pegajosidade ao toque e a resistência ao corte.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram processadas 52 unidades de cajá-manga, totalizando 4,021 kg de frutos. O peso da casca foi de 0,726 kg, o peso do purê/polpa de 1,123 kg e o do caroço de 1,136 kg. O rendimento foi então de 27,92%.

Damiani et al. (2011), encontraram um rendimento médio de 61,02% para polpa de cajá-manga com variação de 45,65% a 69,10% utilizando frutos amarelo esverdeados. Apesar do menor rendimento obtido nessa proposta comparado com os resultados encontrados pelos autores citados, sugere-se que essa diferença pode ter ocorrido, pois os frutos utilizados na execução do trabalho foram considerados em estágio maduros.

Foram avaliados aspectos nutricionais (proteínas, lipídeos, umidade, carboidratos, cinzas e valor energético total) além do pH e sólidos solúveis da polpa de cajá-manga e dos estruturados elaborados a partir da polpa. Os resultados da caracterização físico-química da polpa de cajá-manga estão apresentados na Tabela 2:

Característica	Média
Umidade (%)	71,62
Cinzas (%)	0,97
Proteínas (%)	3,42
Lipídios (%)	0,05
Carboidratos (%)	23,85
pH	2,8
Sólidos Solúveis (°Brix)	13,75

Nota: As análises foram realizadas em duplicatas.

Tabela 2: Caracterização físico-química da polpa de cajá-manga (*Spondias dulcis*), em base úmida.

Os resultados obtidos para as análises centesimais da polpa congelada de cajá-manga foram comparados aos da tabela TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – 2011), e mostraram semelhanças para os quesitos umidade (86,9%), proteína (1,3%) e cinzas (0,4%). Entretanto, não estão disponíveis os dados para a polpa congelada de cajá-manga, apenas para a cajá-manga in natura.

Ainda segundo a TACO (2011), a polpa não apresenta lipídios, o que justifica o baixo valor encontrado nas análises do trabalho (0,05%). Valores semelhantes para lipídios foram encontrados por Damiani et al. (2011) que obtiveram valores de 0,04% para lipídios totais, na polpa de cajá-manga congelada.

Na análise de pH, o valor obtido no trabalho foi de 2,8 o qual está semelhante aos resultados encontrados por Busanello (2014), com valor médio de 2,82. Damiani et al. (2011) encontraram valor médio de 2,72, enquanto Lago-Vanzela et al. (2011) obtiveram valores de pH de 3,32, superiores ao encontrado nesta pesquisa.

O valor de carboidrato (23,85%) foi superior aos encontrados por Damiani et al. (2011), 15% e pela TACO (2011), 11,4%, entretanto, o valor foi inferior ao obtido por Busanello (2014), 37,02%.

Os resultados das análises centesimais dos estruturados (Figura 2) estão apresentados na tabela 3:

<b>Característica</b>	<b>Tratamento 1</b>	<b>Tratamento 2</b>	<b>Tratamento 3</b>	<b>Tratamento 4</b>
Umidade (%)	20,22	31,27	11,63	20,64
Cinzas (%)	0,62	0,46	0,33	0,67
Proteínas (%)	7,87	2,39	6,05	5,42
Lipídios (%)	0,35	0,27	0,4	0,25
Carboidratos (%)	70,64	65,61	81,59	73,02
pH	4,57	3,67	3,7	3,97
Sólidos Solúveis (°Brix)	69,67	65	70,67	73,67
VET	318,38	274,42	354,12	315,97

Nota: Tratamento 1 (Formulação 1): Alginato, Gelatina e Pectina; Tratamento 2 (Formulação 2): Alginato e Pectina; Tratamento 3 (Formulação 3): Gelatina e Pectina; Tratamento 4 (Formulação 4): Alginato e Gelatina.

Tabela 3: Caracterização físico-química do estruturado de cajá-manga, em base úmida.

A metodologia utilizada para a elaboração dos estruturados mostrou-se viável à produção de um produto alimentício macio e mastigável (gel-de-fruta ou barra de fruta). A Figura 2 mostra os estruturados de cajá-manga elaborados, já cortados, antes de serem submetidos às análises físico-químicas.

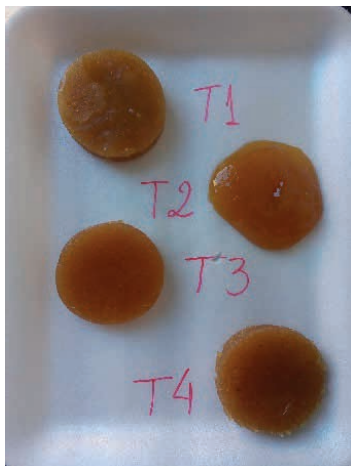


Figura 2: Estruturados de cajá-manga (T1: alginato, gelatina e pectina; T2: alginato e pectina; T3: gelatina e pectina; T4: alginato e gelatina).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Na tabela 4, estão os resultados estatísticos para cada variável analisada, comparando as diferentes formulações e a polpa.

Características/ Formulações	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)	pH	Sólidos Solúveis (°Brix)	VET (kcal/100g)
Polpa	71,62 a	1,06 a	3,42 cd	0,05 a	23,90 c	2,80 d	13,75 c	-
Tratamento 1	20,22 c	0,62 b	7,87 a	0,35 a	70,93 ab	4,56 a	69,66 ab	318,38 b
Tratamento 2	31,27 b	0,46 b	2,39 d	0,27 a	65,60 b	3,66 c	65,00 b	274,42 c
Tratamento 3	11,63 c	0,33 b	6,05 ab	0,40 a	81,60 a	3,7 bc	70,66 ab	354,12 a
Tratamento 4	20,64 c	0,67 b	5,41 bc	0,25 a	73,00 ab	3,96 b	73,66 a	315,97 b
CV (%)	11,69	18,39	13,85	55,36	4,79	2,23	3,58	3,54

Tabela 4: Comparação estatística para as diferentes variáveis analisadas para cada formulação do gel de fruta e a polpa de cajá-manga.

O coeficiente de variação (CV) é uma maneira de expressar a variabilidade dos dados, tirando a influência de ordem de grandeza variável. O CV determina a variabilidade dos dados em relação à média. Logo, quanto menor o coeficiente de variação mais homogêneo (confiável, preciso) e o conjunto de dados. A partir dos dados tabelados considera-se o coeficiente de variação baixo (conjunto de dados razoavelmente homogêneo) quando o seu valor for menor ou igual a 21%.

Analisando-se os coeficientes de variação mostrados na Tabela 4, a exceção da variável lipídio, todos os valores de coeficientes de variação mostram uma boa precisão experimental considerando-se que os dados analisados foram obtidos em análises

laboratoriais e calculados por meio de equação matemática. Quanto ao alto coeficiente de variação para lipídios (55,36) sugere-se que, segundo a TACO (2011), pelo fato da polpa não apresentar lipídeos, os baixos valores encontrados nas análises do trabalho possam ter gerado erros de leitura pela metodologia de quantificação utilizada.

A secagem dos estruturados promoveu uma redução no teor de umidade da polpa congelada de cajá-manga (71,62%) para todos os tratamentos adotados, sendo que os tratamentos 1 (alginato, gelatina e pectina), 3 (gelatina e pectina) e 4 (alginato e gelatina) não diferiram estatisticamente e apresentaram os menores teores de umidade. O tratamento 2 sem gelatina, foi o que mostrou maior teor de umidade entre as formulações testadas. A Figura 2 mostra que o T2 foi o tratamento que produziu o estruturado com, visualmente, menor firmeza. Sugere-se que o tratamento 3, com menor valor de umidade (11,63%), possa então, estar sujeito à uma menor sinérese e conseqüente deterioração do que os outros tratamentos.

Carvalho et al. (2015), investigando os parâmetros para a estruturação de polpa de umbu, observaram que o processo de secagem dos estruturados promoveu uma redução no teor de umidade para níveis de umidade intermediária variando de 33,55% a 34,93%. Além disso, a secagem minimizou o problema de adesividade na superfície dos estruturados, proporcionando maior estabilidade e melhoria da textura do produto final.

Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira et al. (2010), estudando sobre a elaboração e caracterização de estruturado obtido de polpa concentrada de cupuaçu, em que os autores relataram teores de umidade variando entre 25,33% e 26,50%, para as diferentes formulações estudadas.

Com relação aos teores de lipídios e cinzas, não houve diferença estatística entre os tratamentos/estruturados. O teor de cinzas na polpa de cajá-manga (1,06%) foi estatisticamente superior aos encontrados nas 4 formulações testadas. Os valores de lipídios encontrados nas análises foram baixos, variando de 0,25% e 0,40%. Valores semelhantes foram encontrados por Carvalho et al. (2015), estudando estruturados de umbu, em que os valores de lipídios variaram entre 0,29% e 0,31%.

Para o teor de proteína, verificou-se valores variando entre 2,39% e 7,87%, para as quatro formulações de estruturado estudadas. A principal contribuição para aumento do teor proteico fica por conta da gelatina, o que pode ser comprovado no tratamento 2 (alginato e pectina) no qual não houve adição de gelatina, que resultou em um valor proteico de 2,39%. Estatisticamente o teor proteico do tratamento 2 (alginato e pectina), que não apresentava gelatina na formulação, e da polpa de cajá-manga (3,42%) não diferem entre si. O tratamento 1 (alginato, gelatina e pectina) apresentou maior valor proteico (7,87%), mas não diferiu estatisticamente do tratamento 3 (gelatina e pectina), que apresentou média de 6,05%. Com a adição dos hidrocolóides, elevou-se em até 43% o teor de proteína da polpa de cajá-manga, obtendo-se assim, um produto com maior teor de proteína.

Com a adição de sacarose na elaboração do produto, aumentou-se o teor de sólidos solúveis, comparando com o da polpa de cajá-manga (13,75°Brix). O tratamento 4 (alginato

e gelatina) apresentou maior valor para o teor de sólidos solúveis (73,66°Brix), mas não diferiu estatisticamente dos tratamentos 1 (alginato, gelatina e pectina) e 3 (gelatina e pectina). O tratamento 2 (alginato e pectina), que não apresentava gelatina na formulação apresentou teor de sólidos solúveis significativamente menor (65%) que a formulação 4 e estatisticamente igual ao das formulações 3 e 1.

Para o teor de carboidratos, o tratamento 3 (gelatina e pectina) apresentou maior média (81,60%), mas estatisticamente não diferiram do tratamento 1 (alginato, gelatina e pectina) e do tratamento 4 (alginato e gelatina). O tratamento 2, sem a adição de gelatina, apresentou numericamente o menor teor de carboidratos (65,6%) entre as quatro formulações testadas, mas não diferiu significativamente dos tratamentos 1 e 4. Para o valor energético total, o tratamento 3 (gelatina e pectina) apresentou maior média (354,12 kcal/100g), seguida pelos tratamentos 1 (alginato, gelatina e pectina) e 4 (alginato e gelatina), que não diferiram estatisticamente. O tratamento 2 (alginato e pectina) apresentou menores médias tanto para o teor de carboidratos (65,60%) quanto para o valor energético total (274,42 kcal/100g).

O tratamento 2 (pectina e alginato) apresentou maior teor de umidade e menores teores de proteínas, carboidratos, pH, sólidos solúveis e valor calórico total quando comparado com as demais formulações testadas. O menor teor de proteína nesse tratamento (T2) pode ser explicado pela ausência de gelatina nessa formulação (Tabela 1) e o maior teor de umidade encontrado para o tratamento 2 (31,27%) pode justificar a menor firmeza visual do estruturado de polpa de cajá-manga obtido como mostrado na Figura 2. Análises sensoriais, de firmeza e microbiológicas, para determinar o tempo de prateleira dos produtos alimentícios elaborados, são necessárias para a determinação da melhor formulação para a obtenção de estruturados de fruta de cajá-manga (gel de fruta).

## 4 | CONCLUSÕES

A metodologia mostrou-se viável à produção do gel de fruta a partir da polpa de cajá-manga, sendo que, a associação da pectina e gelatina permitiu a obtenção de um produto com maior valor nutricional e que apresentou melhor aspecto visual. A ausência da gelatina proporcionou um produto com menor teor dos parâmetros nutricionais avaliados e a secagem adotada no trabalho, permitiu a elaboração do estruturado com redução significativa no teor de umidade da polpa de cajá-manga. As análises sensoriais, de firmeza e microbiológicas devem ser realizadas para aferir com os resultados obtidos e determinar a melhor formulação para a elaboração de um estruturado de polpa de cajá-manga.

## REFERÊNCIAS

BUSANELLO, M. P. **Desenvolvimento de bebida láctea prebiótica com cajá-manga (*Spondias dulcis*)**. 2014. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnólogo de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2014. Disponível em: < [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3462/1/FB\\_COALM\\_2014\\_2\\_08.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3462/1/FB_COALM_2014_2_08.pdf) >

CARVALHO, A. V.; NOGUEIRA, J. G.; MATTIETTO, R. A. Elaboração e caracterização de estruturados de umbu. **Embrapa – Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Belém, 2015. Disponível em: < [http://biblioteca.universia.net/html\\_bura/ficha/params/title/elabora%C3%A7%C3%A3o-caracteriza%C3%A7%C3%A3o-estruturados-umbu/id/62207776.html](http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/elabora%C3%A7%C3%A3o-caracteriza%C3%A7%C3%A3o-estruturados-umbu/id/62207776.html) >

DAMIANI, C.; SILVA, F. A.; AMORIM, C. C. M.; SILVA, S. T. P.; BASTOS, I. M.; ASQUEIRI, E. R.; VERA, R. Néctar misto de cajá-manga com hortelã: caracterização química, microbiológica e sensorial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.3, p.301-309, 2011. Disponível em: < <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev133/Art1330.pdf> >

FLORA DO BRASIL 2020 - JBRJ. Disponível em: <[floradobrasil.jbrj.gov.br](http://floradobrasil.jbrj.gov.br)>. Acesso em: 12 de junho de 2022.

LAGO-VANZELA, E. S.; RAMIN, P.; UMSZA-GUEZ, M. A.; SANTOS, G. V.; GOMES, E.; SILVA, R. Chemical and sensory characteristics of pulp and peel 'cajá-manga' (*Spondias cytherea* Sonn.) jelly. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 398-405, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612011000200018> > . doi: 10.1590/S0101-20612011000200018

MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C.; BOAS, E. V. B. V.; LAMOUNIER, M. L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabiroba e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 1, p. 096-103, 2015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-036/14> > . doi: 10.1590/0100-2945-036/14

OLIVEIRA, J. A. R.; CARVALHO, A. V.; MOREIRA, D. K. T.; MARTINS, L. H. D. S. Elaboração e caracterização de estruturado obtido de polpa concentrada de cupuaçu. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 53, n. 2, p. 164-170, 2010. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/900530/elaboracao-e-caracterizacao-de-estruturado-obtido-de-polpa-concentrada-de-cupuacu> >. doi: 10.4322/rca.2011.023

OLIVEIRA, J. A. R.; CARVALHO, A. V.; MARTINS, L. H. S.; MOREIRA, D. K. T. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de estruturados de polpa concentrada de abacaxi. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v. 23, n. 1, p. 23-31, 2012. Disponível em: < <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/1440/1201> >.

SANTANA, J. C. de O. **Diversidade e conservação da flora em uma fronteira agrícola no Cerrado do Brasil**. 2021. 183 f., il. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

SILVA, G. A.; BRITO, N. J. N.; SANTOS, E. C. G.; LÓPEZ, J. A.; ALMEIDA, M. G. Gênero *Spondias*: Aspectos botânicos, composição química e potencial farmacológico. **BioFar**, v. 10, n. 01, 2014. Disponível em: < <http://sites.uepb.edu.br/biofar/download/v10n1-2014/G%C3%8ANERO%20Spondias%20ASPECTOS%20BOT%C3%82NICOS%20COMPOSIC%C3%87%C3%83O%20QU%C3%8DMICA%20E%20POTENCIAL%20FARMACOL%C3%93GICO.pdf> >

SIQUEIRA, A. P. S.; VASCONCELOS, L. H. C.; VENDRUSCOLO, E. P.; CUSTÓDIO, B. S. S.; COSTA, D. P.; FARIA, T. C.; SELEGUINI, A. Climatization for scheduled ripening of caja-manga. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, p. 424-428, 2017. Disponível em: < <http://www.academicjournals.org/AJAR> >. doi: 10.5897/AJAR2016.11565

TABELA BRASILEIRA DE ANÁLISES CENTESIMAIS. **Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP**. 4ª ed, 161 p, 2011.



# AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ADSORVENTE DA CASCA DE ARROZ IN NATURA E BIOCARVÃO NA REMOÇÃO DO CORANTE ALARANJADO DE METILA

*Data de aceite: 02/05/2023*

**Marina Castanha Marques**

**Mariza Campagnolli Chiaradia Nardi**

<http://lattes.cnpq.br/5457333111077975>

## 1 | INTRODUÇÃO

A água é essencial para a vida e a sua contaminação é um problema que está cada vez mais evidente e que afeta a todos. A indústria têxtil gera um grande volume de efluentes líquidos, que estão contaminados com diferentes tipos de corantes e compostos orgânicos. Por isso, os rejeitos precisam de tratamento antes de ser descartados, garantindo a segurança dos consumidores e do meio ambiente, pois o descarte incorreto dos efluentes provoca sérios danos à fauna e à flora, interferindo principalmente no crescimento de bactérias que são necessárias para a degradação de impurezas. (SILVA; OLIVEIRA, 2012).

A produção mundial de corantes sintéticos é estimada em 800 milhões de toneladas por ano (GRELUK e HUBICKI,

2011). Aproximadamente 15% da produção de corantes é descartada para o meio ambiente (GUARATINI e ZANONI, 2000). O processo físico de adsorção está sendo muito empregado para a remoção de corantes em efluentes líquidos de origem industrial, pois essa é uma técnica rápida, que possui um baixo custo e uma alta eficiência na remoção de corantes têxteis (ALMEIDA *et al.*, 2017). O carvão mineral ativado é o adsorvente mais utilizado e apresenta um alto nível de eficiência, porém, seu custo é elevado (BACCAR *et al.*, 2009).

O Brasil é um grande produtor de arroz, um dos cereais mais consumidos no mundo. No ano de 2021, o Brasil produziu cerca de 11,6 milhões de toneladas de arroz em casca, o que representa um desempenho médio de 6,9 mil kg/ha (IBGE, 2022). Contudo, a casca do arroz, principal subproduto gerado, representa 20% da produção de arroz (FOLETTO *et al.*, 2005; WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008). Em razão da alta atividade agrícola existente no Brasil, são geradas por ano

milhões de toneladas de resíduos agroindustriais, dentre eles, 2,2 milhões de toneladas de casca de arroz (TEIXEIRA, 2021). Segundo Almeida (2010), devido a sua fibrocidade, dureza, abrasividade, baixas propriedades nutritivas e grande volume, a casca de arroz não possui valor comercial, e a sua lenta biodegradação faz com que a casca permaneça inalterada, causando danos ao meio ambiente. Uma das formas de reaproveitar a casca do arroz é utilizá-la como adsorvente para o tratamento de efluentes. Para isso, ela pode ser utilizada in natura, ou transformada em carvão para, então, ser usada para a remoção de contaminantes que estejam presentes na água (FOLETTO *et al.*, 2005; SCHETTINO JR. *et al.*, 2007).

Neste contexto, foi realizado um estudo para avaliar a capacidade adsorvente da casca de arroz in natura e do biocarvão de casca de arroz no tratamento de águas contaminadas com o corante alaranjado de metila (C<sub>14</sub>H<sub>14</sub>N<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>S). Esse corante pertence à classe dos corantes azoicos e é aplicado especificamente ao tingimento das fibras do algodão (LABSYNTH, 2017; MAZZA, 2012). Segundo Villela (2003), os azo-corantes são corantes sintéticos que apresentam uma grande resistência a degradação natural, e um caráter cancerígeno e mutagênico.

## 2 | OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo analisar e comparar a eficiência de remoção do corante alaranjado de metila da água, através do processo de adsorção, utilizando como adsorvente o carvão ativado feito a partir da casca de arroz e a casca de arroz in natura. Para isso, foi necessário obter as isotermas de adsorção para cada um dos adsorventes estudados, otimizando parâmetros fundamentais para o estudo cinético de adsorção. Desta maneira, este estudo foi realizado com o intuito de contribuir com a preservação do meio ambiente e com a sustentabilidade do sistema agroindustrial brasileiro.

## 3 | METODOLOGIA

Nesse estudo foram utilizados os seguintes materiais, reagentes e instrumentos: casca de arroz in natura doadas pela Beneficiadora J. A. Carrera da cidade de Leme/SP, corante alaranjado de metila, água destilada, vidrarias e materiais volumétricos, estufa de secagem e esterilização Fanen 315 SE, mufla elétrica Fornitec Indústria e Comércio Ltda, jarrest microprocessado Alfakit AT 403, espectrofotômetro UV-Vis Globral Trade Technology.

A casca de arroz in natura foi preparada e utilizada na síntese do biocarvão. Os adsorventes foram submetidos a um estudo cinético, variando-se o tempo de contato entre adsorvente e adsorvato, a massa do adsorvente e a velocidade de agitação do sistema jarrest. Os parâmetros otimizados no estudo cinético foram utilizados para obtenção das isotermas de adsorção e com base nas isotermas obtidas, foi realizada uma comparação entre os adsorventes estudados quanto a sua eficiência para o tratamento de águas

contaminadas com o corante alaranjado de metila.

## 4 | DESENVOLVIMENTO

As cascas de arroz (CA) foram primeiramente lavadas e colocadas em estufa por 5 horas e 30 minutos para secar a cerca de 110 °C. Em seguida, as cascas secas foram trituradas e homogeneizadas em um moinho de facas, peneiradas em peneira de 20 mesh e acondicionadas em frascos plásticos com tampa.

O procedimento para a produção do biocarvão foi baseado na metodologia estabelecida no trabalho de Carvalho (2018). Para otimizar o processo de carbonização, foram realizados quatro ensaios com a CA em diferentes temperaturas, e cada amostra foi aquecida durante 60 minutos nas temperaturas de 350 °C, 450 °C, 550 °C e 650 °C, em um forno tipo mufla.

A temperatura mais adequada para a produção do biocarvão foi determinada pesando 3 g de cada carvão obtido nas diferentes temperaturas, adicionando-se 25 mL de água destilada à cada amostra, que foram submetidas à agitação e filtração, para observação da cor do filtrado e determinação do pH. Segundo Carvalho (2018), um biocarvão de qualidade apresenta um filtrado límpido e um pH mais próximo da neutralidade.

O rendimento da síntese do biocarvão foi determinado pesando-se a casca de arroz seca antes e depois da carbonização. A carbonização ocorreu na mufla e, depois do resfriamento no dessecador, o biocarvão foi pesado. Esse procedimento foi repetido até a obtenção de um quilo de biocarvão. O biocarvão obtido foi homogeneizado e acondicionado em frascos plásticos com tampa.

Foi realizado um estudo comparativo da capacidade adsortiva do biocarvão da casca de arroz e das cascas de arroz in natura para remoção do corante alaranjado de metila presente em soluções aquosas. Para isso, as condições como tempo de contato adsorvato/adsorvente, massa de adsorvente e velocidade de agitação do sistema jarrest utilizado foram otimizadas.

Inicialmente, 5,0 g do adsorvente foi colocada em contato com 1 L da solução de corante de 20 mg/L e mantida sob agitação de 100 rpm em jarrest por 5, 10, 30, 60, 90 e 120 minutos. Em seguida, fixou-se o tempo de contato adsorvente/adsorvato otimizado, para ser realizado o mesmo teste, variando as massas do adsorvente em 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 gramas. E, finalmente, foram fixados os parâmetros tempo de contato e massa de adsorvente ótimos, para avaliar a velocidade de agitação no sistema jarrest, variando-se a velocidade em 20, 40, 80, 100, 150 e 300 rpm. Após cada teste de adsorção, uma amostra da solução de corante foi coletada, submetida à centrifugação por 6 minutos a 3000 rpm e foi determinada a concentração do corante na solução por espectrofotometria no UV-Vis, no comprimento de 460 nm.

Uma vez otimizados os parâmetros do processo adsortivo para cada um dos

adsorventes estudados, eles foram empregados na construção das isotermas de adsorção, utilizando soluções do corante alaranjado de metila com concentrações de 2, 4, 10, 14, 20 e 40 mg/L.

## 5 | RESULTADOS

### 5.1 Espectro de absorção

Para se obter a concentração do corante alaranjado de metila presente na solução, utilizou-se o método da calibração externa. Para isso, foi obtido o espectro de absorção UV-Vis do corante alaranjado de metila, e observou-se que no comprimento de onda de 460 nm havia a maior absorção de energia. Em seguida, utilizou-se o comprimento de onda de 460 nm para construir a curva analítica, medindo-se a absorbância de soluções do corante alaranjado de metila com concentrações entre 0,10 mg/L e 20 mg/L. Através da regressão linear, obteve-se a equação da reta para a curva analítica, que foi utilizada para determinar a concentração de alaranjado de metila nas soluções empregadas no estudo cinético e na construção das isotermas de adsorção e, assim verificar a eficiência do processo adsorativo.

### 5.2 Casca de arroz in natura

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos no processo de adsorção utilizando a casca de arroz in natura para diferentes concentrações iniciais da solução do corante alaranjado de metila, utilizando os parâmetros otimizados no estudo cinético, sendo eles, tempo de contato adsorvente/adsorvato de 30 minutos, 0,5 g de casca de arroz in natura e uma velocidade de agitação de 40 rpm.

Concentração inicial de corante (mg/L)	$C_e$ (mg/L)	Quantidade de corante adsorvida (%)	$q_e$ (mg/g)
1	0,806	19,45	0,3890
2	1,617	19,16	0,7664
4	3,130	21,75	1,7399
10	7,808	21,92	4,3843
14	10,829	22,65	6,3429
20	15,616	21,92	8,7687

Tabela 1: Concentração inicial do corante em solução, concentração remanescente de corante em solução ( $C_e$ ) após o processo adsorativo, porcentagem de corante adsorvida e quantidade de corante adsorvido por grama de casca de arroz in natura no equilíbrio ( $q_e$ ), determinadas sob as condições otimizadas.

Com os dados da Tabela 1, foi construída a isoterma de adsorção a partir da concentração de soluto adsorvido por grama de adsorvente no equilíbrio ( $q_e$ ) e da

concentração de corante remanescente em solução ( $C_e$ ). O modelo que mais se adequou a isoterma do corante alaranjado de metila na casca de arroz in natura, foi o proposto por Freundlich. O gráfico  $q_e \times C_e$  foi ajustado ao modelo de Freundlich, utilizando a regressão linear, conforme mostrado na Figura 1. O perfil da isoterma do corante alaranjado de metila na casca de arroz in natura é linear. Segundo Nascimento *et al.* (2014), a isoterma linear indica que a massa de alaranjado de metila retida por unidade de massa da casca de arroz in natura é proporcional à concentração de equilíbrio do alaranjado de metila na fase líquida. Além disso, os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que a porcentagem máxima de corante que foi adsorvido pelo adsorvente foi de apenas 22,65%.

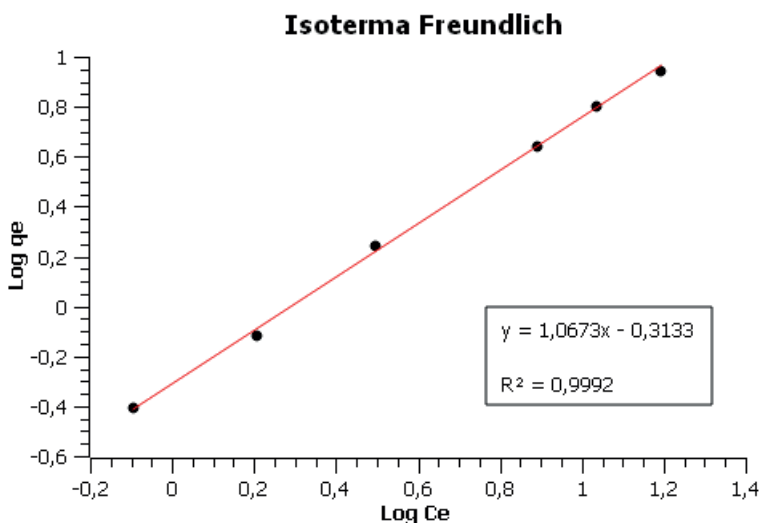


Figura 1: Isoterma de adsorção do alaranjado de metila da casca de arroz in natura, ajustada, por regressão linear, ao modelo proposto por Freundlich

### 5.3 Biocarvão da casca de arroz

O biocarvão produzido à temperatura de 650 °C foi o que apresentou um filtrado mais límpido, sendo essa a temperatura mais adequada e utilizada para a síntese do biocarvão. As condições ótimas obtidas no estudo cinético realizado para o biocarvão foram tempo de contato de 120 minutos, 10 g de biocarvão e uma velocidade de agitação de 300 rpm. Essas condições foram utilizadas na construção da isoterma de adsorção do alaranjado de metila no biocarvão, empregando-se diferentes concentrações iniciais da solução do corante, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 2.

Concentração inicial de corante (mg/L)	$C_e$ (mg/L)	Quantidade de corante adsorvida (%)	$q_e$ (mg/g)
1	0,276	72,38	0,0724
2	0,345	82,74	0,1655
4	0,800	80,01	0,3200
10	2,572	74,28	0,7428
14	3,700	73,57	1,0300
20	7,008	64,96	1,2992

Tabela 2: Concentração inicial de corante em solução, concentração remanescente do corante em solução após o processo adsorptivo ( $C_e$ ), porcentagem de corante adsorvida e quantidade de corante adsorvido por grama de biocarvão no equilíbrio ( $q_e$ ), determinadas sob as condições otimizadas.

O modelo que mais se adequou a isoterma de adsorção do corante alaranjado de metila no biocarvão, foi o proposto por Langmuir. O gráfico  $q_e \times C_e$  foi ajustado utilizando uma regressão não linear, conforme apresentado na Figura 2. O perfil da isoterma do corante alaranjado de metila no biocarvão da casca de arroz é favorável. Segundo Nascimento *et al.* (2014), a isoterma favorável indica que a massa do alaranjado de metila retida por unidade de massa do biocarvão é alta para uma baixa concentração de equilíbrio do corante na fase líquida. Isto também pode ser verificado com base nas porcentagens de adsorção do corante obtidas para o biocarvão apresentadas na Tabela 2, já que a porcentagem de adsorção máxima obtida foi de 82,74%.

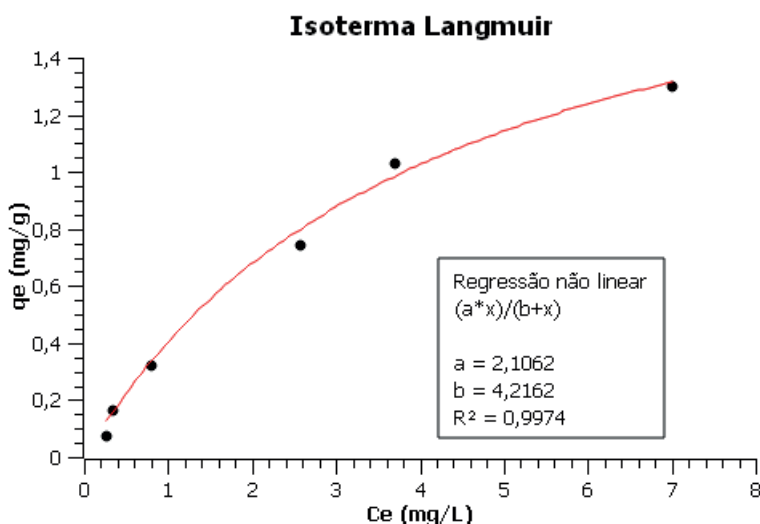


Figura 2: Isoterma de adsorção do alaranjado de metila no biocarvão, ajustada por regressão não linear, ao modelo proposto por Langmuir

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O carvão ativado comercial é atualmente o adsorvente mais aplicado na remoção de corantes em águas contaminadas, contudo, novos adsorventes vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de se reaproveitar resíduos agrícolas. A casca de arroz é um resíduo que pode ser aplicado para essa finalidade. Os resultados desse trabalho evidenciam que, embora sua capacidade adsorvente seja baixa quando a casca de arroz foi utilizada in natura, removendo apenas 22,65% do corante alaranjado de metila, sua eficiência melhora consideravelmente quando ela é utilizada para a síntese do biocarvão, para o qual se obteve uma adsorção máxima de 82,74%. As isotermas obtidas dos estudos cinéticos comprovam esses dados, indicando um perfil linear para a casca de arroz in natura, e um perfil favorável para o biocarvão de casca de arroz. Portanto, verificou-se que o biocarvão de cascas de arroz pode ser considerado um bom adsorvente e uma alternativa ao uso do carvão ativado para o tratamento de efluentes contaminados com o corante alaranjado de metila.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, É. J. R. de; DILARRI, G.; CORSO, C. R. **A indústria têxtil no Brasil: uma revisão dos seus impactos ambientais e possíveis tratamentos para os seus efluentes**. 2017. Departamento de Bioquímica e Microbiologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro.

ALMEIDA, S. R. **Pirólise rápida de casca de arroz: estudo de parâmetros e caracterização de produtos**. 2010. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

BACCAR, R.; BOUZID, J.; FEKI, M.; MONTIEL, A. Preparation of activated carbon from Tunisian olive-waste cakes and its application for adsorption of heavy metal ions. *Journal of Hazardous Materials*, v. 162, n. 2-3, p. 1522-1529, mar. 2009.

CARVALHO, R.S. de. **Produção e caracterização de biocarvão de bagaço de laranja para utilização no pós-tratamento de água residuária**. 2018. 149 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe, 2018.

FOLETTTO, E. L.; HOFFMANN, R.; HOFFMANN, R. S.; PORTUGAL JR, U. L.; JAHN, S. L. Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz. *Química Nova*, v. 28, n. 6, p. 1055-1060, dez. 2005.

GRELUK, M.; HUBICKI, Z. Efficient removal of Acid Orange 7 dye from water using the strongly basic anion exchange resin Amberlite IRA-958. *Desalination*, v. 278, n. 1-3, p. 219-226, jan. 2011.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes Têxteis. *Química Nova*, v. 23, n. 1, p. 71-78, jan. 2000. Disponível em: [http://static.sites.sbg.org.br/quimicanova.sbg.org.br/pdf/Vol23No1\\_71\\_v23\\_n1\\_%2812%29.pdf](http://static.sites.sbg.org.br/quimicanova.sbg.org.br/pdf/Vol23No1_71_v23_n1_%2812%29.pdf). Acesso em: 14 ago. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA: Tabelas**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados>. Acesso em: 14 ago. 2022.

LABSYNTH. **Ficha de informações de segurança de produtos químicos – alaranjado de metila**. 2017. Disponível em: <https://www.labsynth.com.br/fispq/FISPQ-%20Aalaranjado%20de%20Metila.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2022.

MAZZA, A. I. **Adsorção de corantes catiônicos em solução aquosa utilizando resíduo de bagaço de cana - RBC**. 2012. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Pós-Graduação em Ecossistemas Marinhos, Universidade Santa Cecília, Santos, 2012.

NASCIMENTO, R. F. do; LIMA, A. C. A. de; VIDAL, C. B.; MELO, D. de Q.; RAULINO, G. S. C. **ADSORÇÃO: aspectos teóricos e aplicações ambientais**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. 256 p. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/10267>. Acesso em: 13 ago. 2022.

SCHETTINO JR, M. A.; FREITAS, J. C. C.; CUNHA, A. G.; EMMERICH, F. G.; SOARES, A. B.; SILVA, P. R. N. Preparação e caracterização de carvão ativado quimicamente a partir da casca de arroz. **Química Nova**, v. 30, n. 7, p. 1663-1668, ago. 2007.

SILVA, W. L. L. D.; OLIVEIRA, S. P. D. Modificação das características de adsorção do bagaço de cana para remoção de azul de metileno de soluções aquosas. **Scientia Plena**, v.8, p.1-9, set. 2012. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/831/570>. Acesso em: 05 ago. 2022.

TEIXEIRA, M. B. **Influência da cinza da casca de arroz em pastas de cimento para fases iniciais de poços de petróleo offshore, uma alternativa sustentável e econômica**. 2021. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Centro de Ciências Exatas e da Terra - CCET, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/32621>. Acesso em: 13 ago. 2022.

VILLELA, S. M. **Biodegradação de efluentes industriais na presença de lacase de *Aspergillus sp* e peroxidase de raiz forte**. 2003. 50 f. Relatório de Estágio – CFM Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, ago. 2008.



## CAPÍTULO 4

# ZONEAMENTO DE ÁREAS BRASILEIRAS FAVORÁVEIS A *Bactrocera carambolae* DREW & HANCOCK (DIPTERA: TEPHRITIDAE) CONSIDERANDO CLIMA E TEXTURA DO SOLO NA VIABILIDADE PUPAL

Data de submissão: 11/04/2023

Data de aceite: 02/05/2023

### Rafael Mingoti

Embrapa Territorial  
Campinas, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/3479283038505977>

### Marco Antonio Ferreira Gomes

Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/5589120793657544>

### Maria Conceição Peres Young Pessoa

Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/7609273004875279>

### Cristiane Ramos de Jesus

Embrapa Amapá  
Macapá, Amapá  
<http://lattes.cnpq.br/7128144851170964>

### Catarina de Araújo Siqueira

Bolsista Embrapa Territorial/graduanda  
Engenharia Ambiental e Sanitária-  
PUCCampinas  
(período: junho/2019 a dezembro/2020)  
Campinas, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/1756072292762781>

### Bárbara de Oliveira Jacomo

Bolsista Embrapa Territorial/Graduanda  
Ciências Biológicas-UNICAMP (período:  
novembro/2019 a julho/2021)  
Campinas, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/9208682264184448>

### Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos

Embrapa Semiárido  
Petrolina, Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/6606136052148527>

### Jeanne Scardini Marinho-Prado

Laboratório de Quarentena “Costa Lima”/  
Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna- São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/8742593129238690>

### Ricardo Adaime da Silva

Embrapa Amapá  
Macapá, Amapá  
<http://lattes.cnpq.br/7470289013873915>

### José Victor Torres Alves Costa

Superintendência Federal de Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento no Amapá  
Macapá, Amapá  
<http://lattes.cnpq.br/8127154694823949>

OBSERVAÇÃO: Publicação autorizada pelo DSV/SDA-MAPA em 14/10/2022 por SEI/MAPA – 24506256; Atividade de pesquisa autorizada pelo DSV/SDA-MAPA em 23/04/2019 por Ofício n. 28/2019/CGPP/DSV/DAS/Mapa (Processo SEI n. 21000.050281/2018-59 SEI n. 7101489).

**RESUMO:** A praga quarentenária *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), desde 1996 no Brasil, encontra-se sob programa de controle oficial no Brasil, estando restrita a áreas dos estados do Amapá, Pará e Roraima. O inseto apresenta as fases imaturas (ovo, larva e pupa) e adultas (fêmea e macho). Ovos e larvas são encontrados nos frutos e pupas, geralmente, no solo, sendo esta última fase impossível de ser monitorada. Estudos recentes indicaram o efeito das classes texturais dos solos na maior viabilidade pupal, interferindo na disponibilidade de adultos. Este trabalho apresenta o zoneamento de áreas brasileiras favoráveis a *Bactrocera carambolae* considerando nove cultivos hospedeiros, condições climáticas dos municípios e a presença de solos que propiciam maior viabilidade pupal. Para tanto, foram consideradas as faixas de temperatura (T) e de umidade relativa (UR) favoráveis ao desenvolvimento ótimo do inseto, as áreas nacionais com os cultivos hospedeiros e a malha municipal (IBGE), utilizando-se dados médios de T e UR (de 2009 a 2018) municipais (INMET/BDMEP) e mapeamento pedológico do Brasil (IBGE 2021). O cruzamento ArcGIS dessas informações, disponibilizadas em planos de informação, produziu o zoneamento proposto. Os resultados indicaram 1.877 municípios, de 407 microrregiões estaduais de 25 estados e o Distrito Federal, favoráveis ao melhor desenvolvimento de pupas. Nove estados da região Nordeste apresentaram aptidão (959 municípios de 175 microrregiões), quatro da região Sudeste (525 municípios de 113 microrregiões), sete da região Norte (152 municípios de 50 microrregiões), quatro da região Centro-Oeste (121 municípios de 42 microrregiões) e dois da região Sul (120 municípios de 27 microrregiões). Os resultados apoiam as políticas públicas nacionais para a mitigação de riscos e o controle desta praga.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mosca-das-frutas, Defesa Vegetal, praga quarentenária, Brasil.

### ZONING OF BRAZILIAN AREAS FAVORABLE TO *Bactrocera Carambolae* DREW & HANCOCK (DIPTERA: TEPHRITIDAE) CONSIDERING CLIMATE AND SOIL TEXTURE CLASSES IN THE PUPAE VIABILITY

**ABSTRACT:** The quarantine pest *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), since 1996 in Brazil, is found under official control program in the areas of Amapá, Pará, and Roraima states. The insect presents immature (egg, larvae, and pupae) and adult (female and male) phases. Eggs and larvae are found in the fruits and pupae are found in the soil, the latter stage being impossible to monitor. Recently studies indicated the effect of soil texture classes on the greater pupae viability, interfering in the availability of adults. The present work presents the zoning of Brazilian areas favorable to *B. carambolae* considering nine host crops, average municipal climates, and the presence of soils of greater pupae viability. Temperature (T) and relative humidity (RH) ranges favorable to the optimum development of the insect, from literature, national areas with the host crops, and municipal grid (IBGE) were considered. Average data of T and RH (from 2009 to 2018) INMET) and Brazilian pedological mapping (IBGE 2021) were used. ArcGIS crossing of this information, available at information plans, produced such proposed zoning. Results indicated 1877 municipalities, of 407 state microregions of 25 states and of Federal District, apt to the greater development of pupae. Nine states of the Northeastern region showed aptitude (959 municipalities, of 175 microregions), four of the Southeastern region (525 municipalities of 113 microregions), seven of the Northern region (152 municipalities of 50 microregions), and four

of the Middle-Eastern region (121 municipalities of 42 microregions), and two of the Southern region (120 municipalities of 27 microregions). Results support the national public policies for risk mitigation and control of this pest.

**KEYWORDS:** Fruit flies, crop protection, quarantine pest, Brazil.

## 1 | INTRODUÇÃO

A praga quarentenária presente *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), ou mosca-da-carambola, é um inseto asiático polífago que desde março de 1996 está presente em algumas áreas dos estados do Amapá, Pará e Roraima sob programa de controle oficial do governo brasileiro (JESUS-BARROS et al., 2017; LEMOS et al., 2014, 2016).

Informações recentes indicaram a existência de efeito das texturas e da umidade do solo na viabilidade pupal de *B. carambolae*, implicando na maior emergência de adultos em solos dos tipos franco argiloso e franco argilo arenoso (AMARAL et al., 2021). Por essa razão, as estratégias de monitoramento também devem atender para as diversas regiões do país onde existam a favorabilidade climática para melhor desenvolvimento do inseto-praga e seus principais cultivos hospedeiros na presença desses tipos de solo.

Técnicas de geoprocessamento vêm sendo empregadas na identificação de áreas propícias à ocorrência de insetos-pragas exóticos de importância, tanto econômica quanto quarentenária (MINGOTI et al, 2021a; HOLLER et al., 2016; PESSOA et al., 2016). Nesse contexto, o projeto “Estratégias para subsidiar ações de monitoramento e controle de insetos-pragas presentes e quarentenárias ausentes no território brasileiro - DefesaInsetos” (Embrapa SEG n.40.18.03.007.00.00 – Execução autorizada pelo DSV/SDA-Mapa (Ofício n.28/2019/CGPP/DSV/SDA/Mapa - Processo SEI n.21000.050281/2018-59 -SEI n.7101489), vem estudando e apresentando zoneamentos territoriais de áreas favoráveis às pragas quarentenárias ausentes, presente (*B. carambolae*) e de importância econômica (MINGOTI et al, 2022a,b; 2021b,c). Este trabalho teve por objetivo principal apresentar o zoneamento de áreas brasileiras favoráveis a *Bactrocera carambolae*, considerando a presença de cultivos hospedeiros (acerola, caju, carambola, goiaba, manga, pitanga, laranja, tangerina e tomate), as condições climáticas (temperatura média (Tmed) e umidade relativa média (URmed)) que conferem ao inseto o desenvolvimento ótimo de suas fases do ciclo de vida, informações climáticas (Tmed e URmed) médias mensais municipais no período de 2009 a 2018 e as classes texturais dos solos que conferem maior viabilidade pupal.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

As áreas brasileiras mais favoráveis à entrada e ao estabelecimento de *Bactrocera carambolae* foram determinadas considerando: a) presença de cultivos hospedeiros:

acerola, caju, carambola, goiaba, manga, pitanga, laranja, tangerina e tomate; b) condições climáticas que expressam favorabilidade ao melhor desenvolvimento do inseto (DANJUMA et al., 2014): faixa de temperatura média (Tmed) de 25 a 27°C e faixa de umidade relativa média (URmed) de 65 a 75%; c) valores das produções municipais das culturas hospedeiras obtidos no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para o ano de 2017; d) informações climáticas (Tmed e URmed) médias mensais municipais, obtidas a partir de dados disponibilizados para o período de 2009 a 2018 no Banco de Dados Meteorológicos do INMET (BDMEP)/Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); e) malha municipal do país de 2018 (IBGE, 2018); e f) informações pedológicas obtidas a partir do levantamento de solos (IBGE, 2021).

Inicialmente foram elaborados mapas mensais de áreas brasileiras favoráveis a *B. carambolae*, realizados em SIG ESRI ArcGIS v.10.7 adotando SIRGAS 2000 e Sistema de Projeção Albers (IBGE, 2019). Os planos de informações (PI) consideraram os municípios com os cultivos hospedeiros avaliados e as médias municipais mensais de Tmed e URmed. Para a elaboração do PI de médias municipais mensais foram considerados dados brutos de Tmed e URmed recuperados do INMET (período de 2009 a 2018), os quais foram disponibilizados em planilha Microsoft Excel (v. 2013) para obtenção de suas respectivas médias e desvios padrões mensais. Posteriormente, essas informações foram convertidas para geodatabase em aplicativo ArcGIS (versão 10.7), tendo dados intermediários interpolados por método de cokrigagem em grade de pontos (100 km de distância) no mesmo aplicativo. Para a interpolação dos desvios padrões utilizou-se o método *Inverse Distance Weighted* (IDW) considerando o fator de ponderação 2. As condições climáticas que expressam maiores favorabilidades ao inseto-praga foram utilizadas na reclassificação e, posteriormente, convertidas para polígonos de cada variável mensal.

Os dados de áreas municipais apresentando os cultivos hospedeiros em 2017 foram disponibilizados em planilhas Excel, permitindo unir esse atributo para cada município da malha municipal do país. Os cruzamentos desses dados foram realizados separadamente para cada mês, permitindo identificar e quantificar (em Km<sup>2</sup>) as áreas favoráveis à maior ocorrência de *B. carambolae*. Posteriormente, o zoneamento foi obtido considerando, pelo menos um mês favorável a *B. carambolae*, no mesmo aplicativo utilizado.

Para a identificação de áreas territoriais brasileiras com solos mais favoráveis ao melhor desenvolvimento pupal de *B. carambolae* foram considerados o mapeamento pedológico do Brasil na escala 1:250.000 (IBGE, 2021) e as classes de textura indicadas por Amaral et al. (2021) como as que viabilizam as maiores viabilidades pupais do inseto, a saber de texturas franco argilosa e franco argilo arenosa. Devido à diferença entre as classes de texturas de solos apresentadas nesses dois trabalhos, dado que Amaral et al. (2021) utilizaram o agrupamento de texturas conforme USDA (1999) e o IBGE (2021) utilizou o agrupamento de texturas conforme Santos et al. (2019), a seleção de solos com textura arenosa ou média foi adotada como critério. A integração dos mapas citados

permitiu disponibilizar o mapa das áreas nacionais com solos de texturas favoráveis à fase de pupa de *B. carambolae*.

Posteriormente, foi realizado o cruzamento desse mapa com informações de áreas favoráveis ao desenvolvimento ótimo da praga nos cultivos avaliados (acerola, caju, carambola, goiaba, manga, pitanga, laranja, tangerina e tomate) e em condições climáticas favoráveis ao inseto em pelo menos um mês do ano, considerando as informações climáticas (Tmed e URmed) médias no período de 2009 a 2018, de cada município nacional. Desse modo, obteve-se o zoneamento de áreas brasileiras favoráveis à *B. carambolae* considerando clima municipal médio e classes texturais dos solos que conferem maior viabilidade pupal.

A partir desse zoneamento foram recuperadas, em planilha Excel, as informações de regiões, estados, microrregiões e municípios brasileiros localizados em áreas favoráveis. Esses dados foram posteriormente organizados e analisados por estado, microrregião e região geográfica nacional, também em Excel, viabilizando igualmente a elaboração dos respectivos gráficos.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

As áreas brasileiras com solos mais favoráveis ao desenvolvimento pupal de *B. carambolae* foram identificadas e apresentadas (**Figura 1**). Com base nessa informação foi realizado o zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis a *B. carambolae*, considerando os cultivos hospedeiros (acerola, caju, carambola, goiaba, manga, pitanga, laranja, tangerina e tomate), as condições climáticas que conferem ao inseto o desenvolvimento ótimo de suas fases do ciclo de vida, as informações climáticas médias (período 2009 a 2018) municipais e o efeito das classes de texturas de solos na maior viabilidade pupal (**Figura 2**).

## Áreas com solos de texturas favoráveis à fase de pupação de *Bactrocera caramboae*

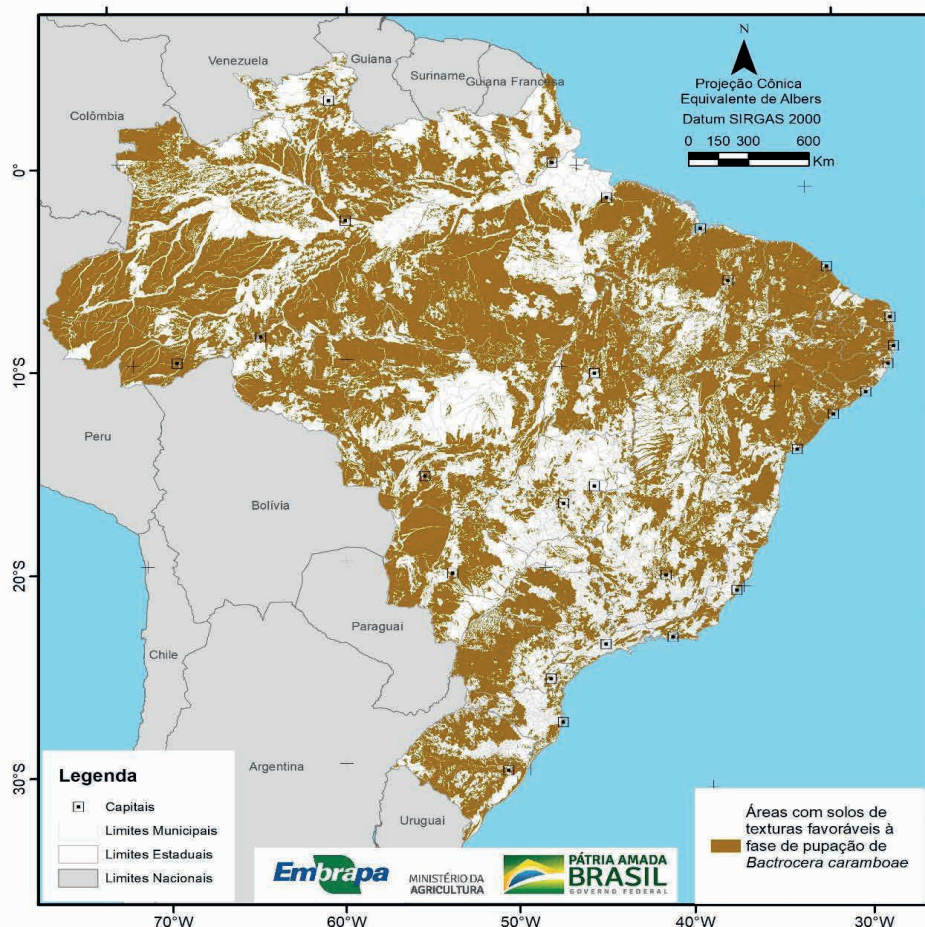


Figura 1. Áreas territoriais brasileiras com classes texturais de solos favoráveis à maior viabilidade pupal de *Bactrocera caramboae*.

Áreas com plantio de hospedeiros em 2017, com condições climáticas favoráveis, em ao menos um mês à *Bactrocera carambolae*, considerando o período de 2009 a 2018, e com solos de texturas favoráveis à fase de pupação desse inseto.

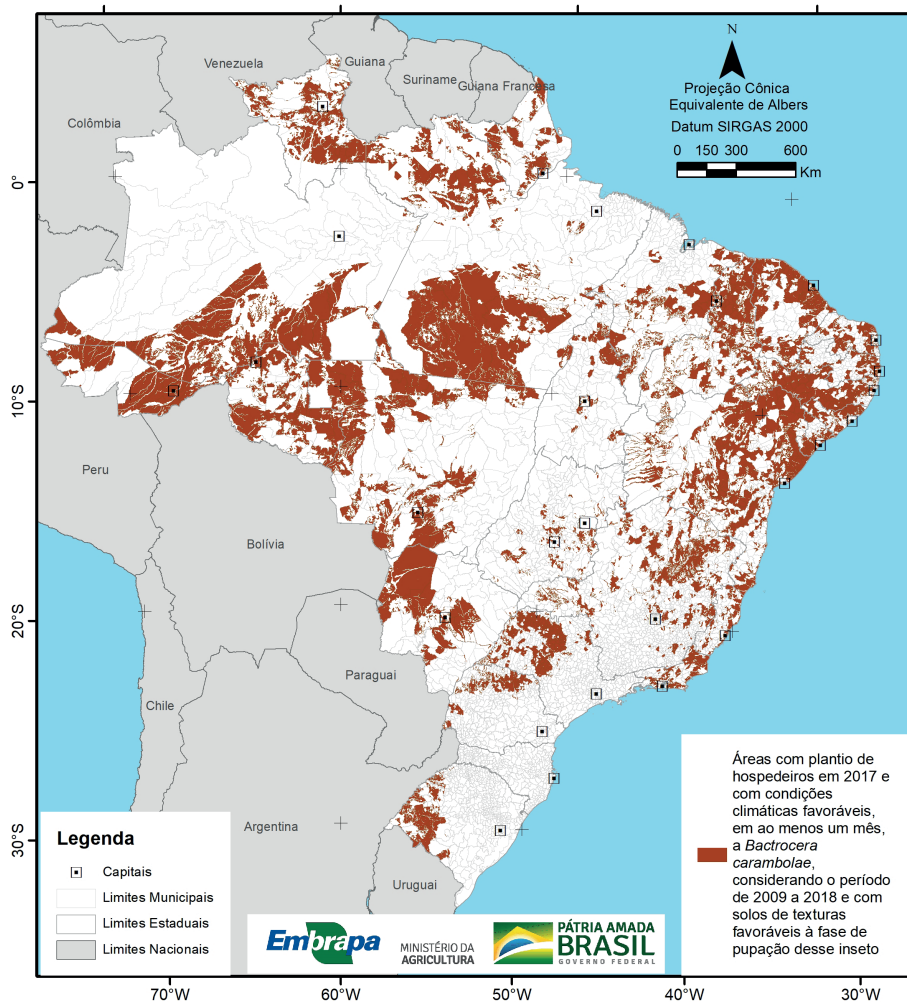


Figura 2. Zoneamento de áreas brasileiras favoráveis ao desenvolvimento ótimo de *Bactrocera carambolae*, em presença dos cultivos hospedeiros de acerola, caju, carambola, goiaba, manga, pitanga, laranja, tangerina e tomate e de classes texturais de solos que conferem sua maior viabilidade pupal.

A partir desse zoneamento territorial, foram identificados os municípios e as microrregiões que, potencialmente, demandam maiores ações de controle em decorrência do melhor desenvolvimento esperado do inseto no país. A favorabilidade ao melhor desenvolvimento de *B. carambolae* foi observada para 1.877 municípios distribuídos em 407 microrregiões estaduais (Tabela 1), sendo as maiores quantidades de municípios identificadas nos estados da Bahia (283 municípios de 32 microrregiões), Minas Gerais

(211 municípios de 32 microrregiões) e São Paulo (201 municípios de 34 microrregiões). Entretanto, quando consideradas as proporções entre as quantidades de municípios e microrregiões estaduais favoráveis e, portanto, a potencial concentração relativa do inseto exercendo pressão estadual, notaram-se que estas prevaleceram nos estados do Piauí (8,9), Bahia (8,8), Pernambuco (7,6), São Paulo (5,9), Rio Grande do Sul (4,9) e Alagoas (4,6).

<b>Estados favoráveis</b>	<b>Qtd. Municípios</b>	<b>Qtd. Microrregiões</b>
Acre	16	5
Alagoas	60	13
Amazonas	19	7
Amapá	13	4
Bahia	283	32
Ceará	113	31
Distrito Federal	1	1
Espírito Santo	54	13
Goiás	56	14
Maranhão	42	15
Minas Gerais	211	49
Mato Grosso do Sul	19	9
Mato Grosso	45	18
Pará	42	15
Paraíba	87	21
Pernambuco	130	17
Piauí	133	15
Paraná	76	18
Rio de Janeiro	59	17
Rio Grande do Norte	72	18
Rondônia	33	8
Roraima	14	4
Rio Grande do Sul	44	9
Sergipe	39	13
São Paulo	201	34
Tocantins	15	7
<b>TOTAL</b>	<b>1877</b>	<b>407</b>

Tabela 1. Quantidade de municípios e microrregiões favoráveis por unidade da federação.

Na região Norte, onde *B. carambolae* já se encontra presente em áreas do Amapá, Pará e Roraima, observou-se a aptidão para 152 municípios de 50 microrregiões estaduais (**Figura 3**). O estado do Pará apresentou a maior aptidão da região, com 42 municípios



de 15 microrregiões, seguido pelos estados de Rondônia (com 33 municípios de 8 microrregiões), Amazonas (19 municípios de 7 microrregiões), Acre (16 municípios de 5 microrregiões), Tocantins (15 municípios de 7 microrregiões), Roraima (14 municípios de 4 microrregiões) e Amapá (13 municípios de 4 microrregiões). Porém, quando avaliadas a proporção de municípios em relação à quantidade de microrregiões favoráveis por estado, a saber Rondônia (4,1), **Roraima (3,5)**, **Amapá (3,3)**, Acre (3,2), **Pará (2,8)**, Amazonas (2,7) e Tocantins (2,1), nota-se a potencial concentração relativa do inseto em áreas onde este já se encontra sob contenção oficial, principalmente Roraima e Amapá.

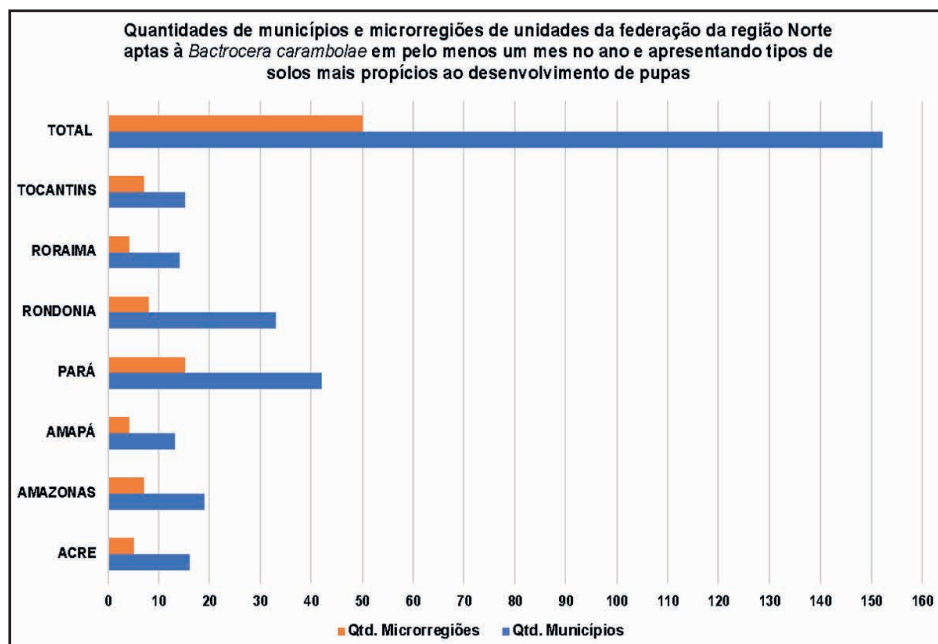


Figura 3. Região Norte - Quantidades de municípios e microrregiões por unidade da federação aptas ao melhor desenvolvimento de *B. carambolae* em pelo menos um mês do ano, considerando cultivos hospedeiros avaliados e solos propícios a maior viabilidade pupal.

Na região Nordeste, a aptidão foi observada para 959 municípios de 175 microrregiões estaduais (**Figura 4**). O estado da Bahia apresentou a maior aptidão da região, com 283 municípios de 32 microrregiões, seguido pelos estados do Piauí (133 municípios de 15 microrregiões), Pernambuco (130 municípios de 17 microrregiões), Ceará (113 municípios de 31 microrregiões), Paraíba (87 municípios de 21 microrregiões), Rio Grande do Norte (72 municípios de 18 microrregiões), Alagoas (60 municípios de 13 microrregiões), Maranhão (42 municípios de 15 microrregiões) e Sergipe (39 municípios de 13 microrregiões). Quando avaliada a proporção de municípios em relação à quantidade de microrregiões favoráveis por estado, as maiores foram observadas para o Piauí (8,9), Bahia (8,8) e Pernambuco (7,6).

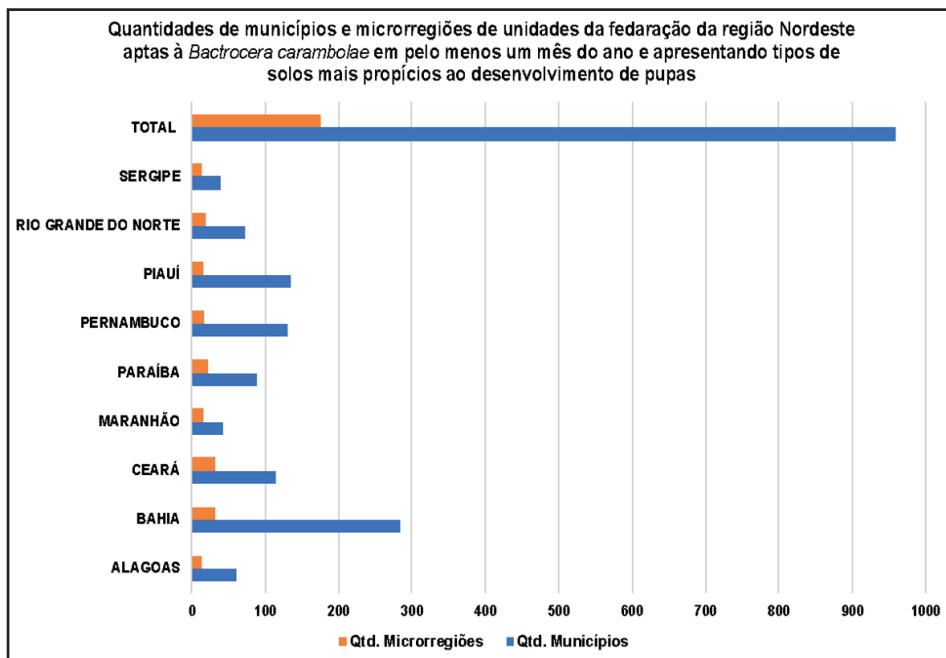


Figura 4. Região Nordeste - Quantidades de municípios e microrregiões por unidade da federação aptas ao melhor desenvolvimento de *B. carambolae* em pelo menos um mês do ano, considerando cultivos hospedeiros avaliados e solos propícios a maior viabilidade pupal

Elevada aptidão também foi observada para a **Região Sudeste**, em 525 municípios de 113 microrregiões estaduais (**Figura 5**). Minas Gerais foi o estado com maior aptidão da região, a saber em 211 municípios de 49 microrregiões, seguido pelos estados de São Paulo (201 municípios de 34 microrregiões), Rio de Janeiro (59 municípios de 17 microrregiões) e Espírito Santo (54 municípios de 13 microrregiões). A pressão relativa mostrou-se mais acentuada em São Paulo (5,9), seguida por Minas Gerais (4,3) e Espírito Santo (4,2).

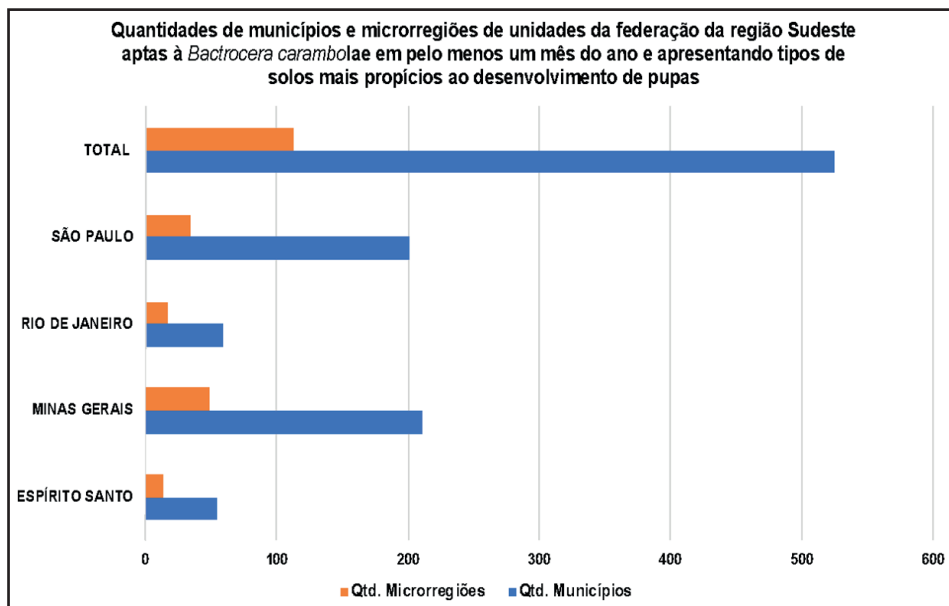


Figura 5. Região Sudeste - Quantidades de municípios e microrregiões por unidade da federação aptas ao melhor desenvolvimento de *B. carambolae* em pelo menos um mês do ano, considerando cultivos hospedeiros avaliados e solos propícios a maior viabilidade pupal

A região **Centro-Oeste** apresentou 121 municípios de 42 microrregiões aptos (**Figura 6**), enquanto a região **Sul** 120 municípios de 27 microrregiões (**Figura 7**). Na primeira, o estado de Goiás apresentou 56 municípios de 14 microrregiões aptos, seguidos pelos estados do Mato Grosso (45 municípios de 18 microrregiões), Mato Grosso do Sul (19 municípios de 9 microrregiões) e pelo Distrito Federal (**Figura 6**). Ainda na região Centro Oeste, a pressão relativa da aptidão deu-se mais elevada em Goiás (4,0), seguidas pelos estados do Mato Grosso (2,5) e Mato Grosso do Sul (2,1).

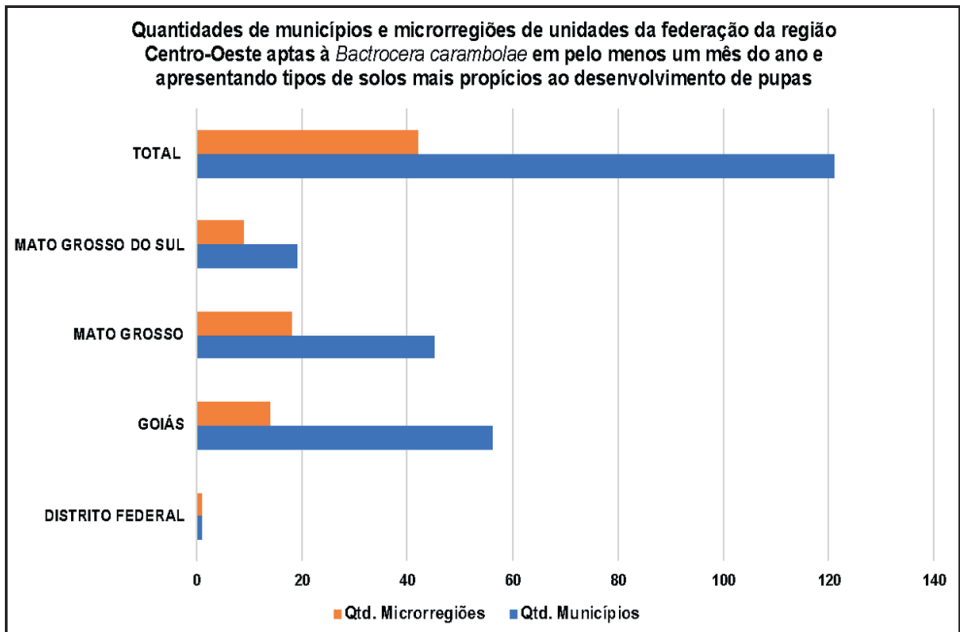


Figura 6. Região Centro-Oeste - Quantidades de municípios e microrregiões por unidade da federação aptos ao melhor desenvolvimento de *B. carambolae* em pelo menos um mês do ano, considerando cultivos hospedeiros avaliados e solos propícios à maior viabilidade pupal

Por sua vez, na região Sul, a aptidão foi notada apenas para os estados do Paraná (com 76 municípios de 18 microrregiões aptos) e do Rio Grande do Sul (44 municípios de 9 microrregiões) (**Figura 7**). A pressão relativa no Rio Grande do Sul (4,9) foi maior, quando comparada àquela observada para o Paraná (4,2).

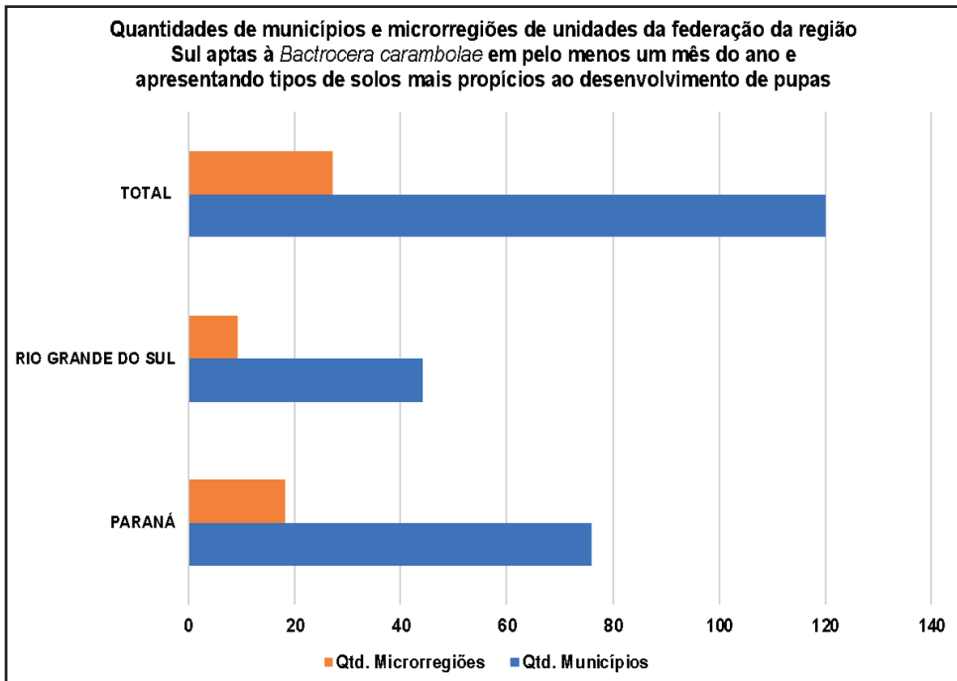


Figura 7. Região Sul- Quantidades de municípios e microrregiões por unidade da federação aptos ao melhor desenvolvimento de *B. carambolae* em pelo menos um mês do ano, considerando cultivos hospedeiros avaliados e solos propícios a maior viabilidade pupal.

## 4 | CONCLUSÕES

O zoneamento de áreas brasileiras favoráveis ao desenvolvimento ótimo de *Bactrocera carambolae*, em presença dos cultivos hospedeiros de acerola, caju, carambola, goiaba, manga, pitanga, laranja, tangerina e tomate e de classes texturais dos solos que conferem sua maior viabilidade pupal foi apresentado.

Com base nesse zoneamento foram identificados 1.877 municípios, distribuídos em 407 microrregiões estaduais de 25 estados e Distrito Federal aptos ao melhor desenvolvimento de pupas da espécie.

A região Nordeste apresentou nove estados favoráveis, totalizando 959 municípios de 175 microrregiões, enquanto na região Sudeste a aptidão deu-se em 525 municípios de 113 microrregiões distribuídas em seus quatro estados. A favorabilidade também foi identificada nas demais regiões, sendo na Região Norte em sete estados (com 152 municípios de 50 microrregiões), na região Centro-Oeste em quatro estados (com 121 municípios de 42 microrregiões) e na região Sul em dois estados (com 120 municípios de 27 microrregiões).

O presente zoneamento apoia as políticas públicas com foco na praga quarentenária presente *Bactrocera carambolae*, subsidiando seu monitoramento e controle nas áreas de

ocorrência e oportunizando o delineamento de estratégias de prevenção a sua disseminação para o território nacional.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, E. J. F. ; SOUSA, M. D. S. M. ; SANTOS, J. E. V. ; COSTA, L. M.; MELÉM JÚNIOR, N. J.; TOLEDO, J. J. ; ADAIME, R. Effect of soil class and moisture on the depth of pupation and pupal viability of *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (1994). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 65, 2021.

DANJUMA, S.; THAOCHAN, N.; PERMKAM, S.; SATASOOK, C. Effect of temperature on the development and survival of immature stages of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae*, and the Asian papaya fruit fly, *Bactrocera papaya*, reared on guava diet. **Journal of Insect Science**, v.14, n. 126, p.1-16, 2014.

HOLLER, W. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; SÁ, L. A. N. de; LOVISI FILHO, E.; FARIAS, A. R.; SPADOTTO, C. A.; MARINHO-PRADO, J. S. **Detalhamento de regiões brasileiras suscetíveis ao ingresso e estabelecimento da praga quarentenária ausente (A1) - *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae)**. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2016. 12 p. (Embrapa Gestão Territorial. Comunicado Técnico, 4).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). 2019. Áreas Territoriais. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=sobre> Acessado em 23.out.2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). 2018. **Malhas Municipais – Ano-base 2018**. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/ malhas\\_territoriais/ malhas\\_municipais/ municipio\\_2018/ Brasil/BR/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/ malhas_territoriais/ malhas_municipais/ municipio_2018/ Brasil/BR/)>. Acessado em: 02 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). 2021. **Pedologia 1:250.000 – Ano-base 2021**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/10871-pedologia.html?=&t=downloads> Acessado em 07/fev/2022.

JESUS-BARROS, C. R. de; MOTA JÚNIOR, L. de O.; COSTA, A. e S. da; PASINATO, J.; ADAIME, R. Fecundidade e longevidade de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). **Biotemas**, v. 30, n. 4, p. 7-13, Dec. 2017.

LEMOS, L. do N.; ADAIME, R.; JESUS-BARROS, C. R. de; DEUS, E. da G. de Novos registros de *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) no Brasil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 1.; MEETING OF THE POST-GRADUATE PROGRAM IN TROPICAL BIODIVERSITY, 5., 2014, Macapá. Conservation conflicts: XXI century challenges and solutions: abstract book. Macapá: Unifap: Conservação Internacional: Embrapa, 2014. p. 51-52.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; JACOMO, B. de O.; MARINHO-PRADO, J. S.; PARANHOS, B. A. J. Territorial zoning of Brazilian areas favorable to *Anastrepha curvicauda* (Diptera: Tephritidae) in papaya crop. **Journal of Agricultural Sciences Research**, v. 2, n. 3, 2022a. 10 p.

MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; PESSOA, M. C. P. Y.; SIQUEIRA, C. de A.; PARANHOS, B. A. J. ; JESUS-BARROS, C. R. de Zoneamentos territoriais mensais de áreas brasileiras favoráveis a um maior desenvolvimento de *Bactrocera dorsalis*. Campinas: Embrapa Territorial, 2022b. 53 p. (Embrapa Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 38).

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; SIQUEIRA, C. DE A.; MARINHO-PRADO, J. S. Zoning map of favorable areas for the major occurrence of *Thaumastocoris peregrinus* in Brazil. **Journal of Agricultural Science and Technology A**, v. 11, p. 84-92, 2021a.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SIQUEIRA, C. DE A.; RAMOS, G. G.; JACOMO, B. DE O. Zoneamentos mensais de áreas favoráveis a *Aleurocanthus woglumi* no Brasil. In: MOURA, P. H. A. (Org.). Responsabilidade social, produção e meio ambiente nas ciências agrárias 2. Ponta Grossa, PR: Atena, 2021b. p. 114-127. cap. 11. p. 114-127.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SIQUEIRA, C. DE A.; RAMOS, G. G.; JACOMO, B. DE O.; DAMACENO, T. G. Áreas com favorabilidade mensal à ocorrência de Drosófila da Asa Manchada no Brasil. RIBEIRO, J. C. (Org.) **A face transdisciplinar das ciências agrárias**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2021c. Cap. 21.

PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SÁ, L. A. N. de; MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A. Priorização de regiões do cerrado brasileiro para o monitoramento de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 697-701, 2016.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf> Acessado em 01/jun/2022.

USDA. Natural Resources Conservation Service. Soil Survey Staff. **Soil taxonomy**: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436. 1999. Disponível em: [https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2\\_054253](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2_054253) Acessado em 01/jun/2022.

# ZONEAMENTO TERRITORIAL DE ÁREAS BRASILEIRAS APTAS À *Amblypelta nitida* (Stal) (Hemiptera: Coreidae)

Data de submissão: 27/03/2023

Data de aceite: 02/05/2023

### Rafael Mingoti

Embrapa Territorial  
Campinas- São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/3479283038505977>

### Maria Conceição Peres Young Pessoa

Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna - São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/7609273004875279>

### Leonardo Massaharu Moriya

QueenNut Indústria e Comércio Ltda  
Dois Córregos – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/1926872205054500>

### Pedro Luís Blasi de Toledo Piza

QueenNut Indústria e Comércio Ltda  
Dois Córregos – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/0479949355393817>

### Jeanne Scardini Marinho-Prado

Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna- São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/8742593129238690>

### Micaela de Souza Diogo

Bolsista Embrapa Meio Ambiente/  
graduanda Ciências Biológicas  
PUCCampinas (período: 04/janeiro a 30/  
junho 2021)  
Jaguariúna- São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/1089702799940393>

**RESUMO:** *Amblypelta nitida* (Stal) (Hemiptera: Coreidae) é um inseto-praga polífago nativo da Austrália e pertencente ao grupo dos percevejos conhecidos por *fruitspotting bugs* (FSB). Entre os seus cultivos hospedeiros mais citados estão abacate, ameixa, cacau, caju, caqui, citros (laranja, limão e tangerina), figo, goiaba, kiwi, lichia, macadâmia, mamão, manga, maracujá, nectarina, pera, pêssego e pinha. Técnicas de geoprocessamento vem permitindo a identificação georreferenciada de áreas mais favoráveis à ocorrência de insetos-pragas exóticos, com base em dados nacional e internacional. Este trabalho apresenta o zoneamento territorial de áreas aptas à praga exótica ausente *Amblypelta nitida*, em pelo menos um mês do ano, considerando áreas brasileiras produtoras desses cultivos hospedeiros. O zoneamento fez uso de técnicas de geoprocessamento em ArcGIS, considerando informações biológicas do inseto de literatura, relacionadas às condições climáticas que favorecem o melhor desenvolvimento de fases do seu ciclo de vida. Também considerou dados climáticos médios nacionais (temperatura e umidade relativa) do período de 2009 a 2018 (recuperados da BDMEP/INMET),



assim como dos principais municípios produtores de macadâmia em 2022 (disponibilizados pela Associação Brasileira de Noz Macadâmia (ABM)), dados dos outros cultivos hospedeiros (recuperados do SIDRA/IBGE) e a malha municipal nacional 2018 (do IBGE). O zoneamento indicou favorabilidade a ocorrência de *A. nitida* em 4278 municípios, distribuídos em 550 microrregiões estaduais das 27 unidades da federação (26 estados e distrito federal). Os resultados obtidos apoiam as políticas públicas de sanidade vegetal nacional e as estratégias de monitoramentos de áreas produtoras.

**PALAVRAS-CHAVE:** SIG; fruitspotting bugs (FSB); praga exótica; defesa vegetal; Brasil.

## TERRITORIAL ZONING OF BRAZILIAN AREAS APTS FOR *Amblypelta nitida* (Stal) (Hemiptera: Coreidae)

**ABSTRACT:** *Amblypelta nitida* (Stal) (Hemiptera: Coreidae) is an endemic polyphagous insect pest from Australia which belongs to the group of bugs known as fruitspotting bugs (FSB). Among its most mentioned host crops are avocado, plum, cocoa, cashew, persimmon, citrus (orange, lemon, and tangerine), fig, guava, kiwi, lychee, macadamia, papaya, mango, passion fruit, nectarine, pear, peach, and custard apple. Geoprocessing techniques have enabled the georeferenced identification of areas most favorable to the occurrence of exotic insect pests, based on national and international data. This work presents the territorial zoning of areas apt to the absent exotic pest *Amblypelta nitida*, in at least one month in the year, considering Brazilian growing areas of these host crops. The zoning made use of geoprocessing techniques in ArcGIS, considering biological information of the insect from literature related to climatic conditions, which favor the better development of its life cycle phases. It also considered national average climatic data (temperature and relative humidity) from the period from 2009 to 2018 (recovered from BDMEP/INMET), as well as the main municipalities growers of macadamia in 2022 (provided by Brazilian Association of Macadamia Nut (ABM)), data of the other host crops (recovered from SIDRA/IBGE), and the national municipality grid (from IBGE). The zoning indicated favorability to the occurrence of *A. nitida* in 4,278 municipalities, distrusted in 550 state microregions of the 27 federation units (26 states and federal district). The results obtained support both the public policies for national plant healthy and the strategies of monitoring of growing areas.

**KEYWORDS:** GIS, fruit-spotting bug (FSB), exotic pest, crop protection, Brazil.

## 1 | INTRODUÇÃO

*Amblypelta nitida* (Stal) (Hemiptera: Coreidae) é um inseto-praga polífago endêmico da costa Leste da Austrália (GOVENDER, 2015; DANNE et al 2013, citando FAY et al. (2009); O'HARE et al., 2004). O inseto pertence ao grupo dos *fruitspotting bugs* (FSB), que atacam vários tipos de fruteiras e nozes comerciais, gerando perdas de cultivo da ordem de 50% e danos econômicos de dezenas de milhões de dólares anuais à indústria de frutas e nozes australianas (HUWER et al., 2016).

O ciclo de desenvolvimento de *A. nitida* apresenta as fases de vida imaturas de ovo e de ninfa, tendo nesta última cinco ínstares, seguida pela fase adulta (fêmea ou macho)

(GOVENDER, 2015; DANNE et al, 2013).

*Amblypelta nitida* foi um dos insetos-pragas exóticos ausentes do Brasil priorizados para maiores aprofundamentos, entre aqueles já identificados pelo Projeto “Levantamento da entomofauna associada presente e identificação de insetos-pragas exóticos ausentes com potencial de dano ao cultivo da macadâmia” (InsetoNut) (Embrapa SEG 30.19.90.011.00.00), realizado pela Embrapa e QueenNut Macadâmia. No Brasil, o cultivo de macadâmia foi comercialmente intensificado a partir do final da década de 70 (PIZA; MORIYA, 2014), estando hoje presente em vários estados brasileiros. As exportações de nozes e produtos derivados de macadâmia, principalmente para as indústrias de cosméticos e alimentícia, vem intensificando o interesse na produção da noz e aumentando as áreas plantadas e exportações nacionais. O cultivo de macadâmia da Austrália vem sofrendo ataques de *A. nitida* em áreas de Queensland e New South Wales, principalmente ao Norte e Sul-Leste, respectivamente (BRIGHT, 2020; HUWER et al., 2016; GOVENDER, 2015; DANNE et al, 2013). Os danos decorrentes do hábito alimentar desse inseto-praga na macadâmia ocorre em flores e frutos verdes da cultura e vêm fazendo com que as estratégias de controle ocorram desde que detectados os seus primeiros ínstares ninfais (GOVENDER; FURLONG, 2016; HUWER et al., 2016). Outros cultivos hospedeiros de *A. nitida* foram igualmente identificados pelo Projeto InsetoNut em literatura técnico-científica internacional, tais como os de abacate, ameixa, cacau, caju, caqui, figo, goiaba, kiwi, lichia, mamão, manga, maracujá, nectarina, pera, pêssego e pinha; sendo os mais comumente relatados como afetados comercialmente por FSB os cultivos de macadâmia, citros, abacate, pinha, lichia, maracujá, mamão e manga (HUWER et al., 2016; GOVENDER, 2015; DANNE et al 2013; O’HARE et al., 2004).

Desse modo, com atenção aos hospedeiros perenes mencionados, tanto a macadâmia, quanto citros e as demais frutíferas nacionais, ficariam expostas aos ataques de *A. nitida* durante todo o ano em caso de entrada desse inseto no país. Tratando-se de cultivos perenes, estes tornar-se-iam potenciais refúgios da praga em períodos de entressafra de outros cultivos hospedeiros presentes em áreas de entorno. Acrescenta-se ainda que qualquer um dos cultivos identificados seriam potenciais vias de ingressos do inseto ao Brasil. Desse modo, além do monitoramento usuais das propriedades de macadâmia é fundamental buscar estratégias que orientem os monitoramentos preventivos de *A. nitida* em áreas com presença desses cultivos no país.

Técnicas de geoprocessamento aliadas ao conhecimento biológico do comportamento biológico de insetos-pragas de importância agrícola vêm sendo utilizadas para prospectar áreas nacionais aptas aos seus respectivos estabelecimento, dispersão ou desenvolvimento (MINGOTI et al., 2022, 2021a,b,c; PESSOA et al., 2022a,b, 2016a,b).

Este trabalho apresenta o zoneamento territorial de áreas aptas à praga exótica ausente *Amblypelta nitida* (Stal) (Hemiptera: Coreidae), em pelo menos um mês do ano, considerando áreas brasileiras de cultivos hospedeiros de abacate, ameixa, cacau, caju,

caqui, citros (laranja, limão ou tangerina), figo, goiaba, kiwi, lichia, macadâmia, mamão, manga, maracujá, nectarina, pera, pêssego ou pinha.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Dados de faixas térmicas favoráveis à *A. nitida* foram considerados, a saber temperatura média (Tmed) de 20 a 30 °C e umidade relativa média (URmed) de 40 a 80% (GOVENDER e FURLONG, 2016).

Assim, o zoneamento territorial abordou áreas favoráveis a *A. nitida* considerando municípios nacionais produtores dos cultivos hospedeiros de abacate, ameixa, cacau, caju, caqui, citros (laranja, limão ou tangerina), figo, goiaba, kiwi, lichia, macadâmia, mamão, manga, maracujá, nectarina, pera, pêssego ou pinha. Todas as áreas brasileiras de municípios com os cultivos hospedeiros citados, exceto as de macadâmia, foram recuperadas do Sistema IBGE de Recuperação Automática –SIDRA, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os municípios produtores de macadâmia, em 2022, aqui considerados foram os reportados pela Associação Brasileira de Noz Macadâmia (ABM), uma vez que os dados oficiais disponibilizados pelo IBGE mencionaram os presentes em 1995. Desse modo, foram considerados 81 municípios produtores da noz macadâmia, distribuídos em nove unidades da federação (Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo).

Dados de fatores climáticos foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando o período de 2009 a 2018 (INMET, 2022), e reorganizados em planilhas do Microsoft Excel para realização de cálculos de médias e desvios-padrões.

A geração dos dados no território brasileiro foi realizada no aplicativo SIG ESRI ArcGIS v.10.7 adotando Sistema de Referência WGS 84 em coordenadas geográficas com pixel igual a 10 min., ou 0,1667°. Para dados intermediários àqueles obtidos nas fontes citadas, foram utilizados os resultantes de interpolações, realizadas pelo método de cokrigagem simples em grade de pontos espaçados de 100 km entre pontos.

O zoneamento foi realizado levando em conta os fatores climáticos mensais, separadamente para cada mês, e posteriormente apresentado considerando áreas brasileiras favoráveis à *A. nitida*, em áreas com cultivos hospedeiros avaliados, em pelo menos um mês do ano. A partir do zoneamento obtido foram identificadas as unidades da federação, microrregiões e municípios aptos a *A. nitida*, os quais foram disponibilizados em planilha Microsoft Excel para viabilizar as análises e gráficos decorrentes. A pressão relativa regional à aptidão de *A. nitida*, aqui considerada pela divisão da quantidade de municípios aptos pela quantidade de microrregiões aptas apresentados em uma mesma unidade da federação, também foi determinada.

### 3 | ZONEAMENTO TERRITORIAL DE ÁREAS APTAS A *Amblypelta nitida* EM CULTIVOS HOSPEDEIROS ABACATE, AMEIXA, CACAU, CAJU, CAQUI, CITROS (LARANJA, LIMÃO, TANGERINA), FIGO, GOIABA, KIWI, LICHIA, MACADÂMIA, MAMÃO, MANGA, MARACUJÁ, NECTARINA, PERA, PÊSSEGO OU PINHA

O zoneamento territorial de áreas nacionais aptas a *A. nitida* em cultivos hospedeiros de abacate, ameixa, cacau, caju, caqui, citros (laranja, limão, tangerina), figo, goiaba, kiwi, lichia, macadâmia, mamão, manga, maracujá, nectarina, pera, pêssego ou pinha, em pelo menos um mês do ano, foi realizado e apresentado (Figura 1). Nele, 4278 municípios brasileiros aptos à *A. nitida* foram identificados, distribuídos em 550 microrregiões estaduais das 27 Unidades da Federação (26 estados e o Distrito Federal) (Tabela 1).

Áreas com plantio, em 2022, de 21 hospedeiros e com condições climáticas favoráveis, em ao menos um mês, à *A. nitida*, considerando o período de 2009 a 2018



Figura 1. Zoneamento territorial de áreas brasileiras aptas à *Amblypelta nitida* em áreas de abacate, ameixa, cacau, caju, caqui, citros (laranja, limão, tangerina), figo, goiaba, kiwi, lichia, macadâmia, mamão, manga, maracujá, nectarina, pera, pêssego ou pinha apresentando condições climáticas favoráveis ao inseto-praga em pelo menos um mês do ano

Unidades da Federação	Qtd_Microrregiões	Qtd_Municípios
Acre	5	22
Alagoas	13	84
Amazonas	13	56
Amapá	4	16
Bahia	31	345
Ceará	33	179
Distrito Federal	1	1
Espírito Santo	13	77
Goiás	18	104
Maranhão	21	132
Minas Gerais	66	629
Mato Grosso do Sul	10	41
Mato Grosso	20	82
Pará	22	129
Paraíba	23	167
Pernambuco	18	150
Piauí	15	136
Paraná	39	360
Rio de Janeiro	18	76
Rio Grande do Norte	19	140
Rondonia	8	52
Roraima	4	15
Rio Grande do Sul	35	475
Santa Catarina	20	213
Sergipe	13	50
São Paulo	60	504
Tocantins	8	43
<b>Total</b>	<b>550</b>	<b>4278</b>

Tabela 1. Quantidades de municípios por microrregião estadual pertencente às unidades da federação aptas à *Amblypelta nitida* em abacate, ameixa, cacau, caju, caqui, citros (laranja, limão, tangerina), figo, goiaba, kiwi, lichia, macadâmia, mamão, manga, maracujá, nectarina, pera, pêssego ou pinha

Com base nesse zoneamento, a aptidão a *A. nitida* predominou na **região Nordeste** (em 1383 municípios distribuídos em 186 microrregiões estaduais), seguido pelas **regiões Sudeste** (em 1286 municípios distribuídos em 157 microrregiões estaduais), **Sul** (em 1048 municípios distribuídos em 94 microrregiões estaduais), **Norte** (em 333 municípios distribuídos em 64 microrregiões estaduais) e **Centro-Oeste** (em 228 municípios distribuídos em 49 microrregiões estaduais) (**Figuras 2 a 6**).

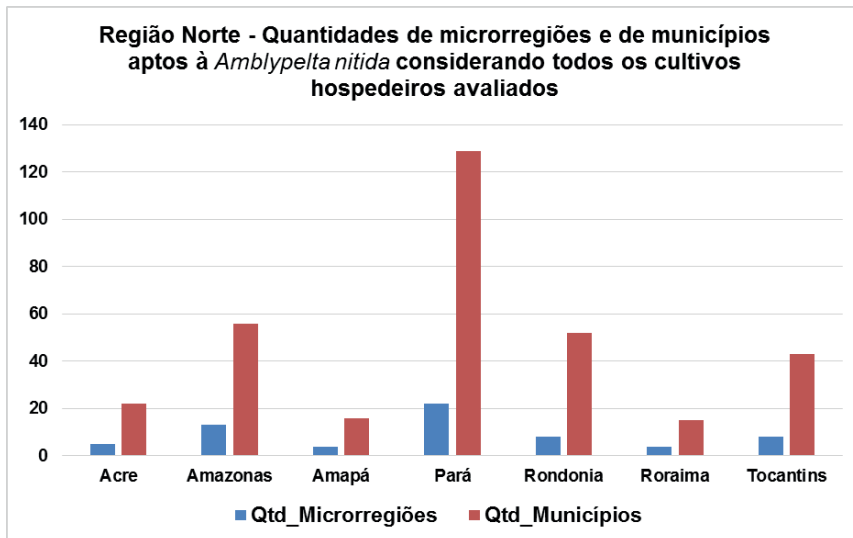


Figura 2. Unidades da Federação favoráveis à *Amblypelta nitida* na Região Norte em pelo menos um mês do ano considerando abacate, ameixa, cacau, caju, caqui, citros (laranja, limão, tangerina), figo, goiaba, kiwi, lichia, macadâmia, mamão, manga, maracujá, nectarina, pera, pêssego ou pinha

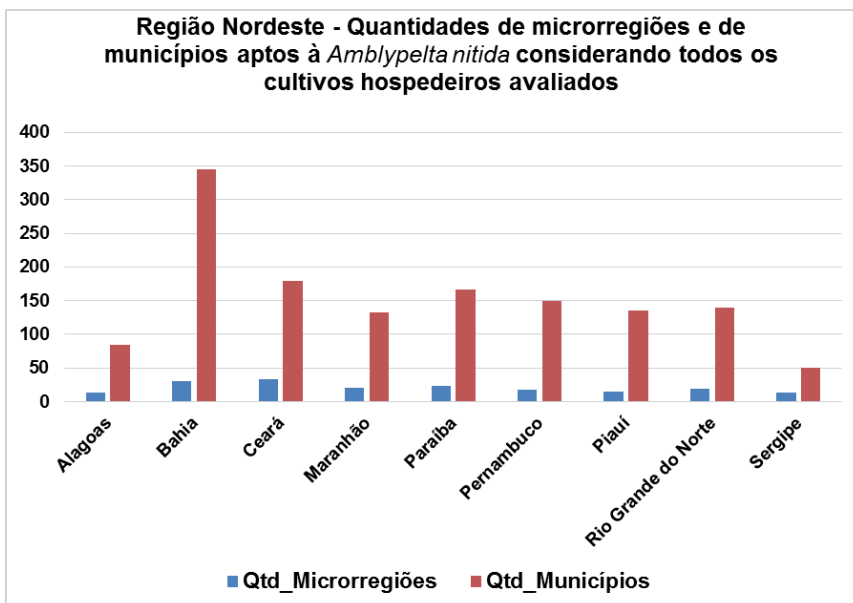


Figura 3. Unidades da Federação favoráveis à *Amblypelta nitida* na Região Nordeste em pelo menos um mês do ano considerando abacate, ameixa, cacau, caju, caqui, citros (laranja, limão, tangerina), figo, goiaba, kiwi, lichia, macadâmia, mamão, manga, maracujá, nectarina, pera, pêssego ou pinha

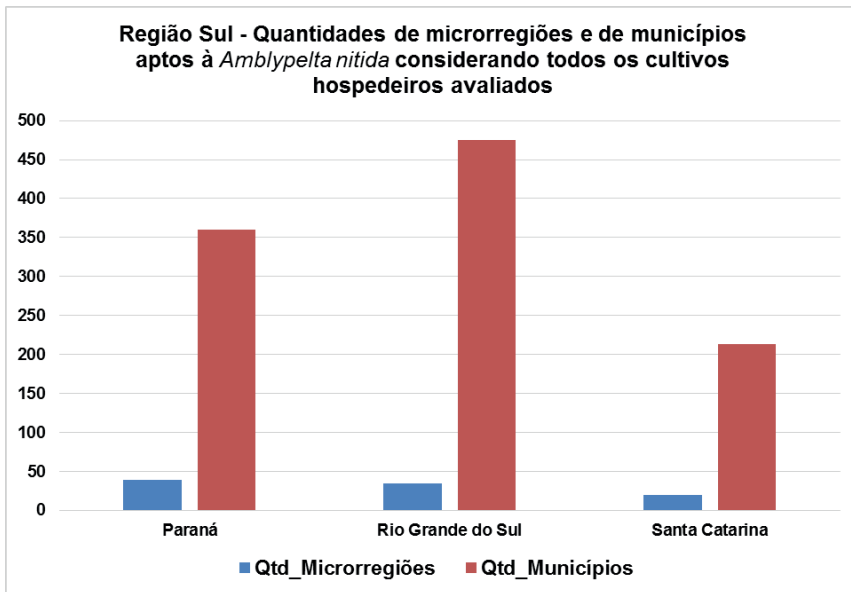


Figura 4. Unidades da Federação favoráveis à *Amblyopelta nitida* na Região Sul em pelo menos um mês do ano considerando abacate, ameixa, cacau, caju, caqui, citros (laranja, limão, tangerina), figo, goiaba, kiwi, lichia, macadâmia, mamão, manga, maracujá, nectarina, pera, pêssego ou pinha

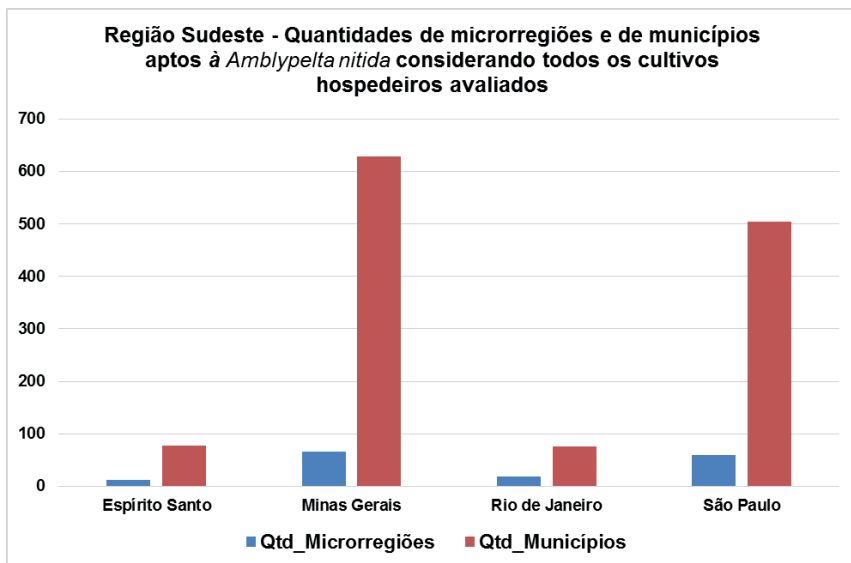


Figura 5. Unidades da Federação favoráveis à *Amblyopelta nitida* na Região Sudeste em pelo menos um mês do ano considerando abacate, ameixa, cacau, caju, caqui, citros (laranja, limão, tangerina), figo, goiaba, kiwi, lichia, macadâmia, mamão, manga, maracujá, nectarina, pera, pêssego ou pinha

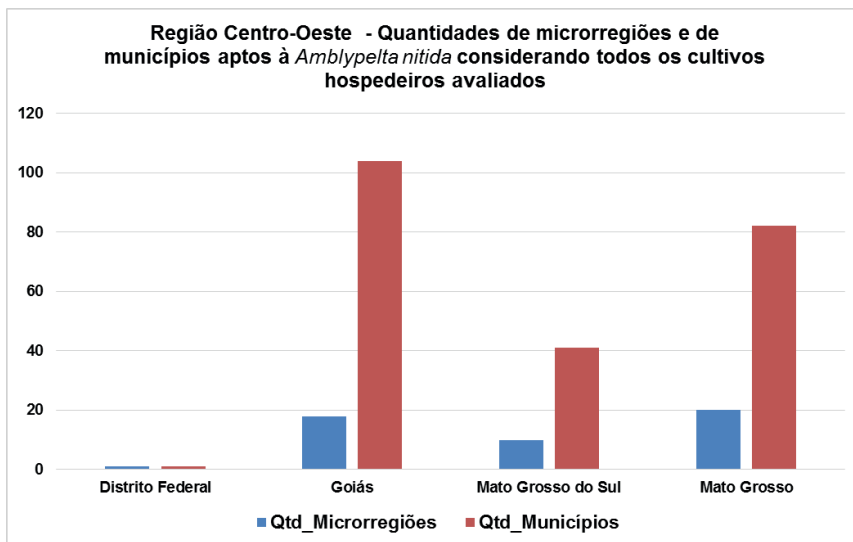


Figura 6. Unidades da Federação favoráveis à *Amblyopelta nitida* na Região Centro-Oeste em pelo menos um mês do ano considerando abacate, ameixa, cacau, caju, caqui, citros (laranja, limão, tangerina), figo, goiaba, kiwi, lichia, macadâmia, mamão, manga, maracujá, nectarina, pera, pêssego ou pinha

Quando observada a pressão relativa regional à aptidão de *A. nitida*, a região Sul apresentou a maior pressão relativa, a saber de 11,1, seguida pelas regiões Sudeste (8,2), Nordeste (7,4), Norte (5,2) e Centro-Oeste (4,7). Na **região Norte** a pressão relativa a maior pressão relativa foi identificada para Rondônia (6,5), seguida por Pará (5,9), Tocantins (5,4), Acre (4,4), Amazonas (4,3), Amapá (4,0) e Roraima (3,8). Em Rondônia a microrregião que apresentou maior quantidade de municípios aptos (11) foi Ji-Paraná. No Pará as microrregiões com as maiores quantidades de municípios aptos (13, cada) foram Bragantina e Guamá. No Tocantins predominou na microrregião do Bico do Papagaio (16 municípios aptos). No Amazonas, as maiores quantidades de municípios (7) foram identificadas, igualmente, para as microrregiões de Juruá, Manaus e Parintins. No Acre a maior quantidade de municípios aptos (7) foi identificada na microrregião de Rio Branco. No Amapá foi registrada como sendo 8 municípios presentes na microrregião de Macapá. Já em Roraima, predominou em municípios da microrregião de Boa Vista, Nordeste de Roraima e Sudeste de Roraima, que apresentaram aptidão em 4 municípios cada uma. Na **região Nordeste**, a pressão relativa foi mais intensa na Bahia (11,1), seguida por Piauí (9,1), Pernambuco (8,3), Rio Grande do Norte (7,4), Paraíba (7,3), Alagoas (6,5), Maranhão (6,3), Ceará (5,4) e Sergipe (3,8). Na Bahia, a maior aptidão municipal (41 municípios) foi notada para a microrregião de Ilhéus-Itabuna. No Piauí, as maiores quantidades municipais aptas foram registradas nas microrregiões de Alto Médio Canindé e Campo Maior (com 17 municípios aptos cada). Em Pernambuco deu-se nas microrregiões de Garanhuns e Mata Meridional Pernambucana (com 19 municípios aptos cada). No Rio Grande do



Norte predominou na microrregião do Agreste Potiguar, onde 19 municípios apresentaram aptidão. Na Paraíba, deu-se na microrregião de Guarabira (que apresentou 14 municípios aptos). Em Alagoas a maior quantidade de municípios aptos (16) foi identificada para a microrregião da Mata Alagoana. No Maranhão predominaram na microrregião de Chapada do Alto Itapecuru (13 municípios). No Ceará foi observada predominando em municípios da microrregião do Litoral de Camocim e Acaraú (12 municípios). Em Sergipe, predominou em municípios da microrregião de Propriá (9 municípios). Por sua vez, na região **Sul** essa pressão deu-se da seguinte forma: Rio Grande do Sul (13,6), Santa Catarina (10,7) e Paraná (9,2). No Rio Grande do Sul predominou em municípios da microrregião de Lajeado-Estrela (31 municípios), enquanto em Santa Catarina nas microrregiões de Chapecó e Joaçaba, com 23 municípios cada uma. No Paraná deu-se na microrregião de Paranavaí, onde 23 municípios aptos foram registrados. Já na **região Sudeste** foi observada mais intensa em Minas Gerais (9,5), seguida por São Paulo (8,4), Espírito Santo (5,9) e Rio de Janeiro (4,2). Em Minas Gerais, a microrregião de Juiz de Fora apresentou a maior quantidade de municípios aptos (19). Em São Paulo predominou em São José do Rio Preto, onde 29 municípios mostraram-se aptos. No Espírito Santo predominou na microrregião de Cachoeiro do Itapemirim (10 municípios). No Rio de Janeiro predominou na microrregião do Rio de Janeiro, onde 12 municípios foram aptos. Na **região Centro-Oeste**, a pressão relativa seria mais intensa em Goiás (5,8), seguida por Mato Grosso do Sul e Mato Grosso (ambos com 4,1 cada) e no Distrito Federal. Em Goiás foi predominante nas microrregiões de Anápolis e Goiânia, tendo 10 municípios aptos cada uma. Já no Mato Grosso predominou nas microrregiões de Campo Grande e em Iguatemi, ambas com 7 municípios aptos cada, enquanto no Mato Grosso do Sul as maiores quantidades municipais predominaram nas microrregiões de Aripuanã e Colíder, com 8 municípios aptos cada.

## 4 | COMENTÁRIOS FINAIS

O zoneamento de áreas brasileiras aptas a *Amblypelta nitida* nos cultivos hospedeiros de abacate, ameixa, cacau, caju, caqui, citros (laranja, limão, tangerina), figo, goiaba, kiwi, lichia, macadâmia, mamão, manga, maracujá, nectarina, pera, pêssego ou pinha indicou favorabilidade ao melhor desenvolvimento do inseto em 4278 municípios aptos, distribuídos em 550 microrregiões estaduais e no Distrito Federal. Todas as regiões geográficas do país mostraram-se aptas à *A. nitida*, destacadamente as regiões **Nordeste** (em 1383 municípios distribuídos em 186 microrregiões estaduais), **Sudeste** (em 1286 municípios distribuídos em 157 microrregiões estaduais) e **Sul** (em 1048 municípios distribuídos em 94 microrregiões estaduais).

Tratando-se de praga-exótica ausente do país, qualquer um dos cultivos hospedeiros considerados neste zoneamento são potenciais vias de ingressos do inseto ao Brasil. Assim sendo, os resultados aqui disponibilizados apoiam as ações de defesa fitossanitárias no

âmbito das estratégias de políticas públicas de sanidade vegetal nacional.

## NOTA

Trabalho realizado no âmbito do Acordo de Cooperação Técnica entre a Embrapa e a Queen Nut Indústria e Comércio LTDA. (Contrato SAIC 21300.19/0072-1).

## REFERÊNCIAS

BRIGHT, J. **Fruit spotting bug in macadâmia. Primefact 1779**, 1<sup>st</sup> edition, NSW Department of Primary Industries Sep. 2020. 4p. Disponível em: [https://www.dpi.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0004/1258933/Fruit-spotting-bug-in-macadamia.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0004/1258933/Fruit-spotting-bug-in-macadamia.pdf)

DANNE, A.W.; LLEWELLYN, R.; HUWER, R.; FURLONG, M. J. Fruitspotting bugs, *Amblypelta nitida* Stål and *A. lutescens lutescens* Distant (Hemiptera: Coreidae): a review of the potential for integrated management practices, **Austral Entomology**, 2013. 13p. Disponível em: doi:10.1111/aen.12059

GOVENDER, A. W. Australian fruitspotting bugs, *Amblypelta nitida* Stal and *A. lutescens lutescens* Distant (Hemiptera: Coreidae), and the potential for their biologically based management in macadamia orchards. School of Biological Sciences/University of Queensland (Thesis PhD), 2015. 116p.

HUWER, R.; MADDOX, C.; BRIGHT, J.; HICKEY, M.; NEWTON, I.; ALT, S. **Fruitspotting bugs 2016**. NSW DPI Management Guide. Horticulture Innovation Australia, NSW Government. Department of Primary Industries, 2016. Disponível em: [https://www.dpi.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/685169/Fruitspotting-bugs-2016.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/685169/Fruitspotting-bugs-2016.pdf)

MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; PESSOA, M. C. P. Y.; SIQUEIRA, C. DE. A.; PARANHOS, B. A. J.; JESUS, C. R. de. **Zoneamentos territoriais mensais de áreas brasileiras favoráveis a um maior desenvolvimento de *Bactrocera dorsalis***. Campinas: Embrapa Territorial, 2022. 53 p. (Embrapa Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 38). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232955/1/6014.pdf>

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; SIQUEIRA, C. DE A.; MARINHO-PRADO, J. S. Zoning Map of Favorable Areas for the Major Occurrence of *Thaumastocoris peregrinus* in Brazil. **Journal of Agricultural Science and Technology A**, v. 11, p. 84-92, 2021a. Available at: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229578/1/6006.pdf>

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SIQUEIRA, C. de A.; RAMOS, G. G. JACOMO, B. de O.; DAMASCENO, T. G. Áreas com favorabilidade mensal à ocorrência de Drosófila da Asa Manchada no Brasil. RIBEIRO, J. C. (Org.) **A face transdisciplinar das ciências agrárias**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2021b. Cap. 21. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225097/1/5925.pdf>

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SIQUEIRA, C. de A.; RAMOS, G. G.; JACOMO, B. de O. Zoneamentos mensais de áreas favoráveis a *Aleurocanthus woglumi* no Brasil. In: MOURA, P. H. A. (Org.). **Responsabilidade social, produção e meio ambiente nas ciências agrárias 2**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2021c. p. 114-127. cap. 11. p. 114-127. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/224770/1/5920.pdf>

O'HARE, P.; STEPHENSON, R.; QUINLAN, K.; VOCK, N. **Growing Guide: Macadamia grower's handbook**, Nambour: Australia/The State of Queensland/Department of Primary Industry & Fisheries, 2004. 149p. (Grower Guide Series, QI03052)

PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; MORIYA, L. M.; PIVA, P. L. B.; DIOGO, M. de S. Estimativas do desenvolvimento de *Amblypelta nitida* por demandas térmicas em área de macadâmia de São Paulo. In: OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B.; CALVÃO, L. B. (org.). **Entomologia: estudos sobre a biodiversidade, fisiologia, controle e importância médica dos insetos 2**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2022a. cap. 1. p. 1-13. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1151839/1/Pessoa-Estimativas-desenvolvimento-2022.pdf>

PESSOA, M. C. P. Y.; MORIYA, L. M.; MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; PIVA, P. L. B. *Scirtothrips dorsalis* e prospecção de seu desenvolvimento em condição térmica de Dois Córregos, SP. In: OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B.; CALVÃO, L. B. (org.). **Entomologia: estudos sobre a biodiversidade, fisiologia, controle e importância médica dos insetos 2**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2022b. cap. 5. p. 71-89. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1151838/1/Pessoa-Scirtothrips-prospeccao-2022.pdf>

PESSOA, M. C. P. Y.; PRADO, J. S. M.; SA, L. A. N. de; MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A. Priorização de regiões do Cerrado brasileiro para o monitoramento de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 5, p. 697-701, maio 2016a. (Notas Científicas). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146177/1/Priorizacao-de-regioes-do-cerrado.pdf>

PESSOA, M. C. P. Y.; SÁ, L. A. N. de; MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; PRADO, J. S. M.; SPADOTTO, C. A. **Avaliação da potencial migração de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) por massas de ar para áreas produtoras de cultivos hospedeiros do Estado de São Paulo**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016b. 33 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 66). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144987/1/BP-66.pdf>

PIZA, P. L. B. de T.; MORIYA, L. M. Cultivo de macadâmia no Brasil, **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n.1, Mar 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/rnMZbRcQ4KsHntwSZtwXSpD/?lang=pt#>

SCHNEIDER, L. M.; ROLIM, G. de S.; SOBIERAJSKI, G da R. ; PRELA-PANTANO, A.; PERDONÁ, M. J. Zoneamento agrometeorológico da nogueira macadâmia para o Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Sociedade Brasileira de Fruticultura, v. 34, n. 2, p. 515-524, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/27541>>. <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/27541/S0100-29452012000200025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## CAPÍTULO 6

# EL APRENDIZAJE BASADO EN INVESTIGACIÓN (ABI) PARA LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN A TRAVÉS DEL ESTABLECIMIENTO DE UNA PARCELA DEMOSTRATIVA

*Data de aceite: 02/05/2023*

### **José Luis Gutiérrez Liñán**

Profesor de Tiempo Completo. Centro Universitario UAEM Zumpango

### **Carmen Aurora Niembro Gaona**

Profesor de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Zumpango

### **Alfredo Medina García**

Profesor de Tiempo Completo, Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM

### **Jorge Eduardo Zarur Cortés**

Profesor de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Zumpango

estudiantes dominar los conocimientos que corresponde a una formación integral, y logre asociar dinámicamente la teoría y la práctica, para el desarrollo de competencias profesionales. No debemos olvidar que la educación es praxis. Implica teoría-práctica y reflexión-acción.

**PALABRAS CLAVE:** Aprendizaje, Investigación Parcela Demostrativa, Formación, Ingeniero Agrónomo.

### APRENDIZAGEM BASEADA EM PESQUISA (ABI) PARA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS AGRÔNOMOS DE PRODUÇÃO ATRAVÉS DA ESTABELECIMENTO DE UM TRAJETO DEMONSTRATIVO

**RESUMO:** Atualmente a necessidade na formação prática do Engenheiro Agrônomo em Produção, é uma das prioridades das Instituições de Ensino Superior na área de Ciências Agrárias, embora a prática seja considerada fundamental e esta esteja diretamente articulada com a teoria, a O desenvolvimento deste tipo de atividade permite-nos refletir sobre o que se trata de fazer, e portanto teorizar sobre o mesmo, pelo exposto ao utilizar o enredo demonstrativo como estratégia e a sua

**RESUMEN:** Actualmente la necesidad en la formación práctica del Ingeniero Agrónomo en Producción, es una de las prioridades de las Instituciones de Educación Superior en el área de las Ciencias Agrícolas, si bien la práctica se plantea como fundamental y ésta se articula directamente con la teoría, el desarrollo de este tipo de actividades permite reflexionar sobre lo que se trata de hacer, y por lo tanto teorizar sobre ello, por lo anterior al utilizar la parcela demostrativa como una estrategia y su aprendizaje basado en investigación en la formación de recursos humanos en esta disciplina, permitiera a los

aprendizagem com base na investigação na formação de recursos humanos nesta disciplina, permitiria aos alunos dominar os conhecimentos que correspondem a uma formação integral, e conseguir associar teoria e prática de forma dinâmica, para o desenvolvimento de competências profissionais. Não devemos esquecer que educação é práxis. Envolve teoria-prática e reflexão-ação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aprendizagem, Pesquisa em Parcela Demonstrativa, Treinamento, Engenheiro Agrônomo.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la necesidad en la formación práctica del Ingeniero Agrónomo en Producción, es una de las prioridades de las Instituciones de Educación Superior en el área de las Ciencias Agrícolas, debido a que la práctica vinculada con la formación de profesionales, es una discusión que data desde varias décadas, si bien la práctica se plantea como fundamental y ésta se articula directamente con la teoría, el desarrollo de este tipo de actividades permite reflexionar sobre lo que se trata de hacer, y por lo tanto teorizar sobre ello, por lo anterior al utilizar la parcela demostrativa o unidad de producción como una estrategia en la formación de recursos humanos en esta disciplina, permitirá a los estudiantes dominar los conocimientos que corresponde a una formación integral, y logre asociar dinámicamente la teoría y la práctica, para el desarrollo de competencias profesionales.

No debemos olvidar que la educación es praxis. Implica teoría-práctica y reflexión-acción. La práctica sin teoría se transforma en activismo. El activismo no tiene reflexión crítica. La teoría sin práctica se transforma en verbalismo.

Este trabajo, consiste en la integración de cinco unidades de aprendizaje, las cuales son Experimentación Agropecuaria, Fisiotécnia Vegetal, Manejo Integral del Suelo y Agua, Uso y Manejo de Pesticidas, Patología Vegetal, Administración y Contabilidad Agropecuaria, con el propósito de que los contenidos temáticos de estas unidades de aprendizaje sean aplicadas en el desarrollo de una unidad de producción que será establecida por los alumnos, agrupados en equipos de trabajo y los cuales los establecerán bajo la metodología de los diseños experimentales y de esta manera asegurar la integración del conocimiento en la resolución de caso real.

El **Aprendizaje Basado en Investigación** (ABI) consiste en la aplicación de estrategias de enseñanza y aprendizaje que tienen como propósito conectar la investigación con la enseñanza, las cuales permiten la incorporación parcial o total del estudiante en una investigación basada en métodos científicos, bajo la supervisión del profesor.

La enseñanza basada en investigación hace referencia al diseño del programa académico donde los estudiantes requieren hacer conexiones intelectuales y prácticas entre el contenido y habilidades declarados en el programa, y los enfoques de investigación y fronteras de las disciplinas que lo componen.

## Objetivo General

Promover la generación de conocimientos de una manera integral a los alumnos de la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción, en el Centro Universitario UAEM Zumpango.

## Objetivos Específicos

### De Docencia

- Establecer módulos de producción, bajo un modelo Estadístico (Diseño Experimental) que les permita a los alumnos tener una integración y retroalimentación de los conocimientos adquiridos para dar respuesta a un problema dado.
- Destacar la integración y generación de conocimientos a partir de una situación real (Unidad de producción), se establecerá en función con la participación de los docentes responsable de las UA Experimentación Agropecuaria, Fisiotécnica Vegetal, Manejo Integral del Suelo y Agua, Uso y Manejo de Pesticidas, Patología Vegetal, así como Administración y Contabilidad agropecuaria para la construcción, retroalimentación y generación de conocimientos.
- La producción obtenida de cada modulo es de carácter académico y no de producción comercial.
- Diseñar políticas de seguridad e higiene necesarias en un módulo de producción

### Metas

- Realizar el establecimiento de una parcela demostrativa o unidad de producción con los alumnos del quinto periodo de la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción para diseñar, establecer, manejar el modulo de enseñanza-aprendizaje a partir de una Investigación.
- Capacitar para el establecimiento de una parcela demostrativa o unidad de producción bajo la metodología de los diseños experimentales.
- Integración de los contenidos temáticos de las unidades Experimentación Agropecuaria, Fisiotécnica Vegetal, Manejo Integral del Suelo y Agua, Uso y Manejo de Pesticidas, Patología Vegetal, para el desarrollo de la parcela demostrativa o unidad de producción, aplicando la metodología de la estrategia de Aprendizaje basada en la Investigación.

## ANTECEDENTES

La universidad como institución social encargada de preservar, desarrollar y difundir la cultura en correspondencia con las exigencias de la contemporaneidad, tiene en su centro la formación de los profesionales, como depositarios y promotores de la cultura y el

desarrollo del país.

Lograr una educación de calidad, con cobertura y equidad entre los sectores de la sociedad, así como entre los ámbitos rural y urbano, sigue siendo un anhelo y una promesa de todo país. Evidentemente las instituciones de educación agrícola no son responsables de la crisis ni tampoco es su responsabilidad resolverla en todos sus componentes, ya que tanto la educación como la suerte del campo están sujetas fuertemente a un modelo económico social y a un proyecto de país. Si les corresponde a las instituciones educativas realizar una crítica a ese modelo y proyecto, crítica que se ejerce a través de propuestas y defensa de estas.

Actualmente las Instituciones de educación superior tienen un gran desafío que es fortalecer la vinculación con el campo laboral, el cual marca la pauta hacia el perfil de egreso, donde sus egresados deben tener una visión multidisciplinaria y su formación cuyo perfil se orienta no solo a obtener elementos y herramientas que incidan en la parte productiva de la agricultura, lo cual es básico e importante, sino en la formación integral que comprende conocimientos y habilidades en el ámbito de los Agronegocios, y aptitudes para los procesos de planeación, implementación y administración agroempresarial, actitudes para dar y mantener la competitividad y la vinculación al mercado de manera favorable, dando un Ingeniero agrónomo proactivo, propositivo, creativo y comprometido con lo que hace y con quién lo hace (Niembro y Navarro, 2013).

Por lo que en la actualidad la formación del Ingeniero Agrónomo sin importar su especialidad, debe estar enfocada a partir de estrategias de aprendizaje, como un recurso que permitirá una resolución de un caso real, donde tendrá la posibilidad de realizar una integración de su conocimiento adquirido previamente, al nuevo y construir un nuevo conocimiento, que le dará las herramientas necesarias para poder dar respuesta al problema que se le presenta. Al considerar la parcela demostrativa como una estrategia de aprendizaje ha permitido que nuestros estudiantes desarrollen habilidades y destrezas, que en su momento no hubieran podido desarrollar.

Por es necesario recordar El **Aprendizaje Basado en Investigación (ABI)** consiste en la aplicación de estrategias de enseñanza y aprendizaje que tienen como propósito conectar la investigación con la enseñanza, las cuales permiten la incorporación parcial o total del estudiante en una investigación basada en métodos científicos, bajo la supervisión del profesor.

La enseñanza basada en investigación hace referencia al diseño del programa académico donde los estudiantes requieren hacer conexiones intelectuales y prácticas entre el contenido y habilidades declarados en el programa, y los enfoques de investigación y fronteras de las disciplinas que lo componen.

La parcela demostrativa se define como un área de la finca, manejada por el productor, pero bajo el control y la orientación del extensionista. La decisión de establecer la parcela reside más en el interés del extensionista. En este caso específico, el productor

es un colaborador del técnico (PRIAG, 1995).

Las labores del cultivo y aplicación de técnicas son dirigidas por el técnico, pero son realizadas por el productor. Así mismo, hay un continuo asesoramiento del investigador al extensionista, fruto de las supervisiones y apoyo en el campo.

La parcela demostrativa tiene como finalidad presentar ante los productores, técnicas agrícolas y pecuarias nuevas, con mejores posibilidades de resultados que sus propias prácticas. Estas nuevas técnicas ya han sido comprobadas y validadas localmente.

El propósito de una parcela demostrativa es mostrar las características, ventajas y desventajas de una nueva tecnología respecto a la tecnología del productor. A través de la parcela demostrativa se trata de que el productor colaborador y demás productores, conozcan evalúen y adopten las nuevas prácticas. El desarrollo de esta actividad cuenta con la orientación y enseñanza del investigador y extensionista, así como la participación del productor-colaborador y extensionista, lo que facilita la comparación de ésta, con las prácticas tradicionales utilizadas por los productores de la localidad. Se espera que, con base en el desarrollo y resultados de la parcela, la tecnología propuesta se aplique posteriormente en un área mayor de la finca del productor (PRIAG, 1995).

La parcela demostrativa es útil para informar, motivar y capacitar a los agricultores sobre una tecnología.

El establecimiento de la parcela demostrativa como estrategia de enseñanza aprendizaje en la formación de Ingenieros Agrónomos es la transferencia de tecnología agrícola, la implementación de diversas técnicas apropiadas que generen las condiciones para el crecimiento de la productividad de los cultivos, tales como riego por goteo, ferti-irrigación, siembra bajo cobertura, solarización, manejo agronómico y aplicación de productos fitosanitarios, entre otros.

Para los docentes que adopten estas herramientas tecnológicas como estrategias de aprendizaje para desarrollar los contenidos temáticos de sus Unidades de aprendizaje, le permitirá tener mejor aprovechamiento académico de sus alumnos y les facilitarán a sus discentes la construcción de sus conocimientos de una manera integral y proactiva.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

En la Universidad Autónoma del Estado de México, con sede en el Centro Universitario UAEM Zumpango, ubicado en el Municipio de Zumpango de Ocampo, Estado de México, desde 1987, se oferta la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción, y fue hasta 2004 se implemento planes y programas bajo el enfoque de competencias, con la intención de disminuir los índices de reprobación, de deserción, así como la tasa de eficiencia terminal, A los alumnos se le integraron en equipos de trabajo, mismos que eligieron un cultivo de interés en común y lo se establecieron en campo bajo un modelo estadístico, con la finalidad de reconocer la interacción de los factores involucrados en el



crecimiento y desarrollo de dicho cultivo, y al mismo tiempo permitió el conocimiento y el dominio de las metodologías utilizadas en la Experimentación Agropecuaria, para validar tratamientos y variedades a partir de la construcción de los análisis de varianza y encontrar los materiales más sobresalientes, con la intención de dar una respuesta a la problemática actual de cada cultivo elegido.

## RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos en el establecimiento de las parcelas demostrativas de los alumnos de quinto periodo de la licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción, se establecieron los siguientes cultivos: Maíz a cielo abierto, donde se está evaluando los siguientes Híbridos, H70, H74, H40, H161, para encontrar diferencias en rendimiento, se encuentra en su fase de desarrollo. Producción de Calabaza bajo condiciones de Invernadero, con el propósito de evaluar respuesta a 3 fertilizantes foliares y se encuentra en su fase de crecimiento de la plántula; producción de lechuga bajo condiciones de microtunel, donde se prueba su respuesta a uso de 3 estimuladores de crecimiento para determinar rendimiento y por último producción de cebada maltera bajo tres sistemas de siembra a cielo abierto en base a su rendimiento, el cultivo se encuentra en fase de desarrollo, todos los trabajos se encuentran a un 45% de avance como se muestra en las siguiente Figuras:



Figura No. 1 Parcela Demostrativa de Maíz

Fuente: José Luis Gutiérrez Liñán, Centro Universitario UAEM Zumpango, 2016



Figura No.2 Producción de Lechuga

Fuente: José Luis Gutiérrez Liñán, Centro Universitario UAEM Zumpango, 2016



Figura No 3. Producción de Calabaza bajo Condiciones de Invernadero

Fuente: José Luis Gutiérrez Liñán, Centro Universitario UAEM Zumpango, 2016



Figura No 4. Producción de Cebada maltera

Fuente: José Luis Gutiérrez Liñán, Centro Universitario UAEM Zumpango, 2016

Este tipo de estrategias se centra en el aprendizaje, por lo cual el estudiante es el centro de la acción, y el profesor es tan solo un coordinador estratégico de las actividades. La estrategia no es un fin, sino un medio para que los discentes desarrollen capacidades colectivas para la solución de problemas, siendo innovativos en la búsqueda de alternativas basadas en la observación, la experimentación, el descubrimiento, el análisis y la discusión grupal, la síntesis y toma de decisiones, siempre basados en sus necesidades y condiciones del entorno donde se desarrollen (Pezo et.al.2007).

Esta metodología supone romper paradigmas de enseñanza/aprendizaje en el comportamiento de los estudiantes. Es una oportunidad para compartir los saberes técnicos- científicos y los que constituyen el conocimiento (Pezo et.al.2007), generado a partir de su estancia en semestres anteriores. Además, esta estrategia incentiva el interés de los alumnos en la experimentación, como insumo para el proceso de toma de decisiones.

## CONCLUSIONES

- Se destaca la importancia de generar espacios productivos de integración donde los estudiantes puedan realizar prácticas profesionales con el acompañamiento de docentes en el marco de un proyecto integral.
- La particularidad de considerar la parcela demostrativa como una estrategia didáctica en la formación de Ingenieros Agrónomo en Producción genera un espacio productivo con fines docentes y de vinculación.
- Permite trabajo en equipo y aprecia la valoración de la participación en un medio productivo y del desempeño de habilidades donde resulta necesario la integración de los conceptos teóricos y prácticos para la resolución de casos.
- Con el uso de la parcela demostrativa como estrategia didáctica, permite ser una herramienta motivadora para la formación de los futuros Ingenieros Agrónomo.

## REFERENCIAS

Arias S., Martinonia G.I., Piazza A.M., Requesens E., Núrica R.P., Valicenti R. taller de integración: una propuesta para Agronomía. Revista argentina de Humanidades y Ciencias Sociales. Vol. 4, Núm.1 (2006). ISSN 1669-1555.

Pedraza R. D.M.1992. Diagnóstico, planeación y desarrollo de una granja didáctica agropecuaria. Universidad la Salle, Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias.

Pezo A. D., Cruz J., Piniero M. 2007. Las Escuelas de Campo de Ganaderos: Una Estrategia para Promover la Rehabilitación y Diversificación de Fincas con Pasturas Degradadas. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú. Arch. Latinoamérica. Producción Animal. Vol.15 (Suplemento 1)

PRIAG, 1995. Elementos para una estrategia de transferencia de tecnología, Documento Técnico 20, IICA, Central Coronado, Costa Rica.

Quintana M. R.M., Espinoza P.J.R., Gutiérrez O.A.C. Granja didáctica universitaria, Educación ambiental y producción animal sustentable para toda la vida. Revista Iberoamericana para la Investigación y Desarrollo Educativo. Vol.4, Núm.7 Julio-diciembre 2013. ISSN 2007-7467.

Niembro G. C.A; Navarro S.L. 2013. Tendencias Actuales de la Formación del Ingeniero Agrónomo. Capítulo del Libro. Profesionalización y Campo Laboral de la Educación Agrícola de Gutiérrez L. J.L.; Niembro G. C. 2013. Editorial Parentalia ediciones, México.

**PEDRO HENRIQUE ABREU MOURA** - Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Mestre e Doutor em Agronomia/Fitotecnia pela mesma instituição, onde também realizou pós-doutorado na área de fruticultura. Desde 2015, atua como pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), lotado no Campo Experimental de Maria da Fé. Desenvolve trabalhos de pesquisa nas áreas de Olivicultura e Fruticultura, além de participar na organização de eventos de Difusão e Popularização da Ciência e Tecnologia para produtores, técnicos e estudantes.

**VANESSA DA FONTOURA CUSTÓDIO MONTEIRO** - Doutora (2017) e mestra (2014) em Botânica Aplicada pela Universidade Federal de Lavras. Possui pós-graduação lato sensu em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais (2011) pela mesma instituição. Bacharel em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Barra Mansa (2009) e licenciada pela Universidade Vale do Rio Verde (2011). Atualmente, é professora substituta na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Possui experiência na área de Botânica, com ênfase em Ecofisiologia Vegetal, Ecologia e Educação Ambiental. Tem interesse em pesquisas com foco em ecofisiologia de plantas, ecologia vegetal e ensino de Botânica.

**A**

Adsorvente 23, 24, 25, 26, 27, 29

Água 15, 16, 23, 24, 25, 29

*Amblypelta nitida* (Stal) 46, 47, 48

Aprendizagem 58, 59

Áreas brasileiras 31, 32, 33, 34, 35, 37, 43, 44, 46, 48, 49, 50, 55, 56

**B**

Bactérias 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 23

*Bactrocera carambolae* 31, 32, 33, 36, 37, 43, 44

Biocarvão 23, 24, 25, 27, 28, 29

**C**

Cajá-manga 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22

Casca de arroz 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

Ciências Agrárias 10, 22, 45, 56, 58

Clima 4, 31, 35

Coadjuvantes tecnológicos 13, 15

Contaminação 23

Corante alaranjado 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29

Coreidae 46, 47, 48, 56

Cultivo 6, 14, 47, 48, 57, 62, 63

**D**

Diptera 31, 32, 33, 44

**E**

Efluentes contaminados 29

Engenheiros agrônomos 58

Estruturados 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22

**F**

Fixação biológica 1, 4, 9, 11

Formação integral 59

Fruta estruturada 13

**G**

Gel de fruta 13, 19, 21

Glicerol 13, 15, 16

## H

Hemiptera 46, 47, 48, 56

Hidrocoloides 13, 15, 20

Hospedeiros 32, 33, 34, 35, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49, 50, 55, 57

## I

Indústria têxtil 23, 29

Inoculação 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12

Inoculante 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11

Inseto-praga 33, 34, 46, 47, 48, 50

## M

Metila 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

## N

Nitrogênio 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11

## P

Pesquisa 1, 3, 4, 7, 11, 12, 18, 22, 31, 44, 45, 49, 56, 57, 58, 59, 66

Polpa de fruta 13

Prática 2, 3, 10, 58, 59

## S

Sacarose 13, 15, 16, 20

Semeadura 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12

Soja 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

## T

Teoria 58, 59

Tephritidae 31, 32, 33, 44

Textura do solo 31

Tratamento de sementes 1, 2, 3, 4, 10, 12

## V

Viabilidade pupal 31, 32, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43

## Z

Zoneamento 31, 32, 33, 34, 35, 37, 43, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 55, 57

Zoneamento territorial 35, 37, 46, 48, 49, 50

# PESQUISA E DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO NO BRASIL

 [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)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2023

# PESQUISA E DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO NO BRASIL

 [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 2023