

# PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS VOLUME IV

**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**  
Organizadores



Pantanal Editora

2021

**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**  
Organizador(es)

**PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**  
**VOLUME IV**



Pantanal Editora

2021

Copyright® Pantanal Editora  
Copyright do Texto® 2021 Os Autores  
Copyright da Edição® 2021 Pantanal Editora  
Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo  
Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera  
Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora

Edição de Arte: A editora. Imagens de capa e contra-capa: Canva.com

Revisão: O(s) autor(es), organizador(es) e a editora

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – OAB/PB
- Profa. Msc. Adriana Flávia Neu – Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
- Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – IF SUDESTE MG
- Profa. Msc. Aris Verdecia Peña – Facultad de Medicina (Cuba)
- Profa. Arisleidis Chapman Verdecia – ISCM (Cuba)
- Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo - UEA
- Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu – UNEMAT
- Prof. Dr. Carlos Nick – UFV
- Prof. Dr. Claudio Silveira Maia – AJES
- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – UFGD
- Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva – UEMS
- Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos – IFPA
- Prof. Msc. David Chacon Alvarez – UNICENTRO
- Prof. Dr. Denis Silva Nogueira – IFMT
- Profa. Dra. Denise Silva Nogueira – UFMG
- Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão – URCA
- Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves – ISEPAM-FAETEC
- Prof. Me. Ernane Rosa Martins – IFG
- Prof. Dr. Fábio Steiner – UEMS
- Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez (Colômbia)
- Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles – UNAM (Peru)
- Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira – IFRR
- Prof. Msc. Javier Revilla Armesto – UCG (México)
- Prof. Msc. João Camilo Sevilla – Mun. Rio de Janeiro
- Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales – UNMSM (Peru)
- Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski – UFMT
- Prof. Msc. Lucas R. Oliveira – Mun. de Chap. do Sul
- Prof. Dr. Leandris Argentel-Martínez – Tec-NM (México)
- Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan – Consultório em Santa Maria
- Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior – UEG
- Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla – UNAM (Peru)
- Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira – SEDUC/PA
- Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira – IFPA
- Profa. Dra. Patrícia Maurer
- Profa. Msc. Queila Pahim da Silva – IFB
- Prof. Dr. Rafael Chapman Auty – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke – UFMS
- Prof. Dr. Raphael Reis da Silva – UFPI

- Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo – UEMA
- Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca – UFPI
- Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira – FURG
- Profa. Dra. Yilan Fung Boix – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT

#### Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

#### Ficha Catalográfica

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
P472	Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume IV / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 168p.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-88319-58-1 DOI <a href="https://doi.org/10.46420/9786588319581">https://doi.org/10.46420/9786588319581</a>  1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. <div style="text-align: right;">CDD 630</div>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

O conteúdo dos e-books e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do(s) autor (es) e não representam necessariamente a opinião da Pantanal Editora. Os e-books e/ou capítulos foram previamente submetidos à avaliação pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação. O download e o compartilhamento das obras são permitidos desde que sejam citadas devidamente, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais, exceto se houver autorização por escrito dos autores de cada capítulo ou e-book com a anuência dos editores da Pantanal Editora.



#### **Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000. Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
 Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## APRESENTAÇÃO

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume IV” é a continuação dos e-books volumes I, II e III com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: princípios agroecológicos na produção animal, uso da inoculação de *Azospirillum brasilense* associado a doses de nitrogênio na cultura do milho, efeito do quitomax<sup>®</sup> em plantas de café, efeito da água tratada magneticamente em mudas de pimentão amarelo, perfil populacional e conhecimento acerca da fome oculta e biofortificação de alimentos efeito da manipueira no desenvolvimento agrônômico da abobrinha italiana (*Curcubita pepo*) v. caserta, caracterização morfológica dos órgãos vegetativos, reprodutivos e dos grãos de pólen da cajazeira, contribuição à taxonomia de *Zygia* (leguminosae) no estado de mato grosso, definição de área de coleta de sementes de *Parkia platycephala* com variabilidade genética adequada à restauração florestal, o sistema bragantino de produção de grãos e culturas industriais na agricultura sustentável, a influência de fertilizantes de liberação lenta sobre o acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea e nos frutos de pimenta malagueta e os tratamentos pré-germinativos em aquênios de morango do cultivar ‘San Andreas’. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume IV, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este e-book possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**

## SUMÁRIO

<b>Apresentação .....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo I.....</b>	<b>7</b>
Princípios agroecológicos na produção animal.....	7
<b>Capítulo II .....</b>	<b>32</b>
Eficiência agrônômica da inoculação de <i>Azospirillum brasilense</i> associado a doses de nitrogênio na cultura do milho.....	32
<b>Capítulo III.....</b>	<b>45</b>
Efecto del Quitomax® y Ecomic® en posturas injertadas de café.....	45
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>59</b>
Perfil populacional e conhecimento acerca da fome oculta e biofortificação de alimentos .....	59
<b>Capítulo V.....</b>	<b>68</b>
Efeito da manipueira no desenvolvimento agrônômico da abobrinha italiana ( <i>Curcubita pepo</i> ) v. Caserta - relato de experiência .....	68
<b>Capítulo VI .....</b>	<b>73</b>
Caracterização morfológica dos órgãos vegetativos, reprodutivos e dos grãos de pólen da cajazeira ( <i>Spondias mombin</i> L., Anacardiaceae): uma espécie de importância econômica .....	73
<b>Capítulo VII.....</b>	<b>84</b>
Contribuição à taxonomia de <i>Zygia</i> (Leguminosae) no Estado de Mato Grosso.....	84
<b>Capítulo VIII .....</b>	<b>101</b>
Definição de área de coleta de sementes de <i>Parkia platycephala</i> com variabilidade genética adequada à restauração florestal.....	101
<b>Capítulo IX .....</b>	<b>122</b>
O Sistema Bragantino de Produção de Grãos e Culturas Industriais apresenta efeito benéfico na renda e na agricultura sustentável.....	122
<b>Capítulo X.....</b>	<b>131</b>
Influência de fertilizantes de liberação lenta sobre o acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea de pimenta malagueta.....	131
<b>Capítulo XI .....</b>	<b>138</b>
Teores de nutrientes em frutos de pimenta malagueta ( <i>Capsicum frutescens</i> ) sob diferentes manejos de adubação fosfatada .....	138
<b>Capítulo XII.....</b>	<b>145</b>
Tratamentos pré-germinativos em aquênios de morango do cultivar ‘San Andreas’ .....	145
<b>Capítulo XIII .....</b>	<b>158</b>

Efeito da água tratada magneticamente na emergência e desenvolvimento de mudas de pimentão amarelo .....	158
<b>Índice Remissivo .....</b>	<b>166</b>
<b>Sobre os organizadores.....</b>	<b>168</b>

## Princípios agroecológicos na produção animal

Recebido em: 18/02/2021

Aceito em: 23/02/2021

 10.46420/9786588319581cap1

Jonas Souza Menezes<sup>1\*</sup> 

Rita Santos Nascimento<sup>1</sup> 

Andreia Santos do Nascimento<sup>1</sup> 

Tatiana Cristina da Rocha<sup>1</sup> 

Elayna Cristina da Silva Maciel<sup>2</sup> 

Daniel Melo de Castro<sup>1</sup> 

### INTRODUÇÃO

Relatos históricos revelam que desde os primórdios da humanidade por meio de pastores, o ser humano mantém uma relação íntima com seus animais, conduzindo seus rebanhos e mantendo o equilíbrio entre o suprimento de alimentos e as necessidades nutricionais dos animais (Berton et al., 2011; Nodari et al., 2015).

Ao longo de décadas, os agricultores desenvolveram estratégias de sobrevivência com base no uso sustentável de várias espécies de plantas e animais (Altieri, 2002; Nodari et al., 2015). O cultivo de várias espécies vegetais e animais ainda é utilizado pela maioria dos agricultores familiares que naturalmente apresentam uma característica de produção agroecológica, devido a produção em menor escala, bem como o reaproveitamento de recursos da unidade produtiva e a menor dependência de insumos externos a propriedade (Santos et al., 2014). No entanto, devido à entrada dos pacotes tecnológicos, o conhecimento relacionado à forma de manejo adotado na produção vegetal e animal pelos agricultores familiares foi parcialmente perdido, pois a grande maioria dos pacotes tecnológicos não é adequada para produção em pequena escala (Assis, 2006).

A agroecologia tem sido utilizada no intuito de promover o manejo adequado dos recursos naturais e reduzir os impactos socioeconômicos e ambientais negativos, causados pela atividade agropecuária moderna (Santos et al., 2014). Esta ciência se caracteriza pela biodiversidade, pela preservação das espécies, pelo bem-estar animal, pela produção que minimiza os impactos negativos à natureza e pela obtenção de um produto livre de agrotóxicos e resíduos de medicamentos que possam prejudicar a saúde humana (Sundrum, 2001; Lopes et al., 2011).

<sup>1</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas-BA. Texto extraído do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do primeiro autor.

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga-SP.

\* Autor correspondente: jonassm22@hotmail.com

Para criação animal o foco da agroecologia está voltado à realização desta atividade em um local de produção que proporcione interações benéficas dos diversos fatores da natureza (solo, água, planta e animal), assim como o reaproveitamento dos recursos biológicos e naturais presentes na unidade produtiva (Sales et al., 2007; Tonet et al., 2016; Lima et al., 2020). No entanto, um dos maiores desafios da produção animal com bases agroecológicas está relacionado à alimentação com qualidade nutricional para atender aos requerimentos de cada espécie animal, devendo este alimento (ração) ser oriundo de cultivo orgânico ou agroecológico (Brighenti et al., 2013; Martinelli et al., 2019).

A produção animal norteadada por princípios agroecológicos demanda um maior número de pesquisas aprofundadas no que diz respeito à alimentação dos animais (exigências nutricionais), considerando que é importante informações precisas sobre os valores nutricionais de determinado alimento alternativo, taxas de consumo, conversão alimentar e formas de utilização deste alimento (Tonet et al., 2016). Estudos que apresentem estes resultados podem auxiliar para que o produtor possa realizar o manejo alimentar de seu rebanho de forma adequada utilizando alimentos alternativos, e dessa forma pode reduzir a utilização de rações formuladas (industrializadas), cujos ingredientes são provenientes de cultivos em sistemas convencionais (Tonet et al., 2016).

Dessa forma, o presente trabalho poderá contribuir com a reunião de informações acerca deste tema, bem como apontar lacunas de informações que podem auxiliar para formação de produtores que tenham como objetivo a adoção de práticas agroecológicas na produção animal em suas unidades produtivas. Adicionalmente, pode ainda provocar discussão acerca desta temática o que, conseqüentemente, gera mais conhecimento e possibilidades de soluções para os principais entraves na adoção do manejo agroecológico de rebanhos. Assim este estudo bibliográfico teve como propósito reunir informações a respeito da importância da criação e produção animal com princípios agroecológicos, bem como apresentar os principais entraves para criação animal com bases agroecológicas.

## **AGROECOLOGIA**

O conceito de agroecologia é amplo e complexo, sendo definida como uma ciência voltada aos princípios ecológicos básicos para estudos relacionados ao tratamento de ecossistemas, tanto produtivos, quanto preservadores dos recursos naturais, e de acordo com o tripé da sustentabilidade (social, ambiental e ecológico), proporcionando assim, um agroecossistema sustentável (Altieri, 2000, Pereira, 2016; Wagner et al., 2018).

Agroecologia é uma ciência multidisciplinar, considerada a base para produção agropecuária limpa (livre de agroquímicos) e da sustentabilidade (Primavesi, 2016; 2019). É também chamada de movimento social de produzir e conservar. A agricultura orgânica é aliada do agroecossistema, protegendo a saúde da natureza, pois não se utiliza agroquímicos, trata-se da produção sem contaminação, priorizando a

conservação e manutenção do equilíbrio ecológico (Primavesi, 2019). Dessa forma, a produção orgânica está alinhada a agroecologia.

### ***Produção Agroecológica x Produção orgânica***

A Legislação Brasileira (Brasil, 2012) define a produção de base agroecológica como aquela que busca otimizar a integração entre capacidade produtiva, uso e conservação da biodiversidade e dos demais recursos naturais, promovendo equilíbrio ecológico, eficiência socioeconômica, e não necessariamente deve ser abrangida pelos mecanismos de controle do sistema orgânico.

O sistema orgânico de produção agropecuária é por definição todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, e que, além disso, respeita a integridade cultural das comunidades rurais, tendo como propósito a sustentabilidade socioeconômica e ecológica (Brasil, 2003; 2007). Adicionalmente, preza pela minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos no manejo do agroecossistema, em contraposição ao uso de materiais sintéticos (Brasil, 2003; 2007).

A oferta de produtos saudáveis livres de contaminantes inorgânicos; a preservação da diversidade biológica dos ecossistemas naturais e a recomposição ou incremento da diversidade biológica dos ecossistemas; a reciclagem de resíduos de origem orgânica com o intuito de minimizar o emprego de recursos não-renováveis destacam-se entre os principais objetivos do sistema orgânico de produção agropecuária (Brasil, 2003).

Os resultados de práticas agroecológicas ou orgânicas na produção agropecuária, além dos benefícios para o agroecossistema, também tem implicação na escolha do consumidor, que cada vez mais preza por alimentos saudáveis, com custo justo e produzido de forma sustentável. No entanto, existem diferenças entre produtos orgânicos e agroecológicos, que muitas vezes é desconhecido por parte dos consumidores (Vitorazzi, 2020). Embora estes produtos tenham características elegíveis para sua classificação como alimento saudável, a forma de produção apresenta alguns aspectos distintos.

No modelo de produção orgânico é possível a monocultura, enquanto o sistema de produção com bases agroecológicas a diversidade de espécies é uma premissa; no manejo agroecológico busca-se “imitar” a natureza (Abreu et al., 2012; Vitorazzi, 2020).

Recomenda-se na produção animal com bases agroecológicas a diversidade de atividades na unidade produtiva, orientando os produtores à criação animal consorciada com cultivo de plantas que possam ser utilizadas na alimentação dos mesmos (Assis, 2006; Nodari; Guerra, 2015). Além disso, segundo Moreira (2020) a diversificação também deve ocorrer entre os animais: por exemplo, na mesma unidade produtiva podem ser criados peixes e aves. A depender da extensão da área podem ser criados

próximos à residência animais de pequeno porte, como aves e coelhos, e na área mais afastada da propriedade os animais para produção de leite (Moreira, 2020). Além disso, é possível também a associação de aves (galinhas caipiras) com bovinos, considerando que o gado, ao anteceder-las no pastoreio, rebaixa a pastagem e facilita o manejo da criação avícola (Salatin, 1993).

No estudo experimental realizado por Guelber Sales et al. (2013) verificou-se a viabilidade de diversificação na produção animal, com a interação entre a avicultura-minhocultura e avicultura-piscicultura. Para estes autores o esterco produzido pelas aves tem múltiplas funções no sistema de criação, pois pode ser transformado pelo processo de compostagem, sendo que este composto orgânico pode ser utilizado para fertilizar a área de pastagem e a capineira. Além disso, o esterco coletado nos aviários (galinheiros) pode ser misturado com a palha da capineira, sendo empregado também na criação de minhocas (minhocultura), que representa fonte de proteína para a alimentação dos animais do sistema (Guelber Sales et al., 2013).

A interação entre a avicultura e a piscicultura é possível quando se utiliza o composto orgânico obtido a partir do esterco das aves, sendo este lançado aos viveiros para fertilização da água. Esta prática promove o crescimento de organismos aquáticos que servem de alimento natural para os peixes (Guelber Sales et al., 2013). Além disso, os subprodutos gerados no abate de peixes e aves podem ser aproveitados para a compostagem e a água enriquecida dos viveiros pode ser utilizada para irrigação da capineira e da pastagem das aves (Guelber Sales et al., 2013).

Na piscicultura a diversificação também pode ocorrer por meio da criação de espécies distintas, como relatado por Guelber Sales et al. (2013), na qual o sistema do policultivo de tilápias (*Oreochromis* sp.) junto com robalos (*Centropomus parallelus*), apresentou aspectos benéficos e positivos. Segundo estes autores os robalos possuem hábito alimentar carnívoro, alimentam-se dos alevinos das tilápias, realizando assim um controle natural da população dentro dos viveiros. Dessa forma, este sistema de policultivo permite a criação sustentável de tilápias sem uso de hormônios sintéticos, que promovem a reversão sexual, usado como método convencional para o controle da densidade populacional.

### ***Importância da agroecologia na produção agropecuária***

A pecuária agroecológica é um modelo de produção sustentável que tem em sua essência a simplicidade e a harmonia com a natureza, sem deixar de lado a produtividade e a rentabilidade para o produtor, no qual todos os princípios de agroecologia podem ser aplicados (Aroeira et al., 2005). Por isso, é preciso observar que um sistema agroecológico de produção não é obtido somente pela troca de insumos químicos por insumos orgânicos/biológicos/ecológicos (Ipea, 2017).

O sistema de produção ecologicamente sustentável apresenta como característica um conjunto de práticas que envolvem desde a restrição na utilização de insumos químicos, até a maior utilização de

métodos de conservação dos recursos naturais e cuidados com alimentação, instalação, manejo, seleção de animais, além dos cuidados na fase de beneficiamento, processamento e transformação dos produtos (Soares, 2008; Romeiro, 2012).

A produção animal agroecológica, tem o bem-estar animal como prioridade máxima (Kugler, 2018), considerando que estes indivíduos são sujeitos do processo, gerando como resultados o retorno econômico obtido com a carne, leite, ovos, lã, entre outros. Na produção animal agroecológica a finalidade da produção também é o ser humano, notadamente o produtor, e o centro da produção é o animal (Soares, 2008; Kugler, 2018). Portanto, o bem-estar do animal não deve ser negligenciado.

O crescimento da pecuária orgânica deve ser amparado por uma visão global que promova a preservação ambiental da propriedade e atenda aos critérios socioeconômicos, através do uso racional dos recursos naturais, da diversificação de espécies e da integração harmônica de atividades dentro da propriedade (Assis, 2006; Balbino et al., 2011). Os sistemas de produção agroecológicos devem buscar produtividade aliada ao equilíbrio, estabilidade, resistência, confiabilidade, adaptabilidade, bem como uma gestão eficiente, baseada na realidade cada produtor (Altieri, 2000; Primavesi, 2016). Todas estas premissas são fundamentais para atingir um sistema de produção pecuária aderido aos princípios agroecológicos.

Um exemplo de atividade que pode atender mais facilmente aos princípios agroecológicos é a apicultura (criação de abelhas sociais com ferrão - *Apis mellifera*) e a meliponicultura (criação de abelhas sociais sem ferrão – Meliponinae). A criação de abelhas é uma das atividades pecuárias que se enquadram de maneira ampla aos requisitos de produção agroecológica (Ribeiro et al., 2019). A conservação da biodiversidade esta intrinsecamente relacionada ao sucesso da apicultura/meliponicultura, uma vez que essa premissa agroecológica garante a presença de diversos recursos florais no pasto apícola/meliponícola, contribuindo para o bom desenvolvimento dos enxames (Santos et al., 2019).

Nesse sentido, os apicultores e meliponicultores são orientados a conhecer as plantas úteis para estes insetos e, dessa forma, manejar a flora com o intuito de preservação dos recursos florais e quando possível multiplicar as espécies vegetais com potencial apícola no entorno dos seus apiários e meliponários. Para criação de abelhas é necessário a preservação da flora apícola (conjunto de plantas visitadas pelas abelhas para coleta de recursos tróficos) (Santos et al., 2019). Além disso, é uma atividade na qual as rações formuladas não são necessárias para nutrição destes animais. Em contraste, para a criação de animais não ruminantes (suínos e aves) e ruminantes atender às exigências nutricionais de forma sustentável é um desafio.

## **ALIMENTAÇÃO ANIMAL EM BASES AGROECOLÓGICAS**

A exigência nutricional para animais é variável em função da espécie, categoria, tamanho e capacidade produtiva, sendo que, fatores ambientais podem interferir nesta exigência (Sá et al., 2006,

Albertini et al., 2015). Em um sistema agroecológico de produção animal deve-se utilizar principalmente alimentos produzidos na propriedade, basicamente forragens que possuem disponibilidade e qualidade variada entre elas e ao longo do ano, e fontes de alimento alternativa para que seja possível atender aos requerimentos nutricionais do animal manejado (Sá et al., 2006; Ribeiro, 2014; Tonet et al., 2016). Portanto, todos estes fatores analisados em conjunto indicam o quanto é complexo manter uma nutrição adequada dos animais nos sistemas de produção.

Para o manejo alimentar seguindo estratégias agroecológicas é necessário que o mesmo esteja alinhado às práticas adotadas para alimentação do rebanho e às condições de investimento em mão-de-obra, bem como financeiro dos agricultores, considerando que estas medidas representam mais do que uma simples substituição de insumos externos, oriundo de produção em sistema convencional por orgânicos (Santos et al., 2014; Muller, 2015;). A existência de novos modelos de produção com mudanças nas formulações de dietas que reduzam de forma substancial os custos de produção com alimentação é necessária (Oliveira et al., 2014).

Alternativas que prezam a utilização da vegetação nativa, a conservação de pastos, a implantação de bancos de proteínas, são medidas promissoras para o sucesso no manejo alimentar, não como um alimento padrão que serve para todos os sistemas, mas como opções que podem ser adaptadas e apropriadas pelos agricultores familiares após uma avaliação do que é ideal para sua região e seu sistema de produção (Sá et al., 2006; Ccfasr, 2015; Tedeschi et al., 2017).

Estudos relacionados a introdução de alimentos alternativos na produção animal são necessários, pois a adoção de diferentes tipos de alimentos é um desafio para os produtores, principalmente quando os sistema de produção utilizado é baseado em princípios agroecológicos (Ludke et al., 2007; Castro Neto et al., 2010; Tonet et al., 2016). Para atender de forma sustentável às demandas crescentes de proteína animal nos países em desenvolvimento, as partes interessadas, em nível nacional, devem se envolver no estabelecimento de prioridades de pesquisa em ciência animal (Ccfasr, 2015; Tedeschi et al., 2017).

A utilização de recurso alimentar proteico e energético alternativo ou oriundo de agrossistemas sustentáveis que minimizem os impactos negativos ao meio ambiente, e que prezem pela segurança alimentar representam um dos gargalos para produção animal agroecológica (Tonet et al., 2016).

Para criadores de animais não ruminantes, a utilização de alimentos alternativos é uma problemática pronunciada em comparação com criadores de ruminantes, pois para os ruminantes as pastagens (fonte de alimento) têm maior aderência aos sistemas de produção sustentáveis (Tonet et al., 2016). A criação de bovinos de corte e de leite no Brasil, por exemplo, é realizada principalmente em pastagens, sendo predominantes os sistemas extensivos de produção (Macedo, 2009; Tonet et al., 2016).

A produção de proteína animal oriundas de unidades produtivas sustentáveis necessita de uma fonte nutricional que promova menor custo energético para o metabolismo animal; livre de resíduos de

produtos fitossanitários, além disso, deve-se evitar a utilização de organismos geneticamente modificados (comumente utilizados nas rações formuladas para não ruminantes a base de milho e soja) (Icopp, 2014; Tonet et al., 2016). Estes requisitos podem ser alcançados em criações onde as técnicas de pastoreio racional são utilizadas.

Considerando que para ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos) e alguns não ruminantes (equinos) a alimentação é baseada na pastagem, sendo que essa vegetação é produzida através da energia solar pelo processo de fotossíntese e pelos nutrientes existentes no solo, a utilização do Pastoreio Racional Voisin (PRV) é uma boa alternativa de adoção de princípios agroecológicos na produção animal (Lenzi, 2012; Delprete, 2020).

O Pastoreio Racional Voisin (PRV) é uma técnica de manejo do sistema solo-planta-animal, proposto pelo cientista André Voisin, que consiste no pastoreio direto e em rotações de pastagens (Berton et al., 2011; Delprete, 2020). A intervenção do ser humano ocorre por meio da subdivisão da área em piquetes, permitindo o direcionamento dos animais para aqueles que apresentam tempo de repouso adequado da pastagem (Delprete, 2020). Este método de manejo possibilita aos demais piquetes que a pastagem recupere suas reservas possibilitando seu crescimento (Berton et al., 2011).

Na criação animal o PRV promove uma interação positiva entre o produtor, seus animais e sua pastagem. Para tanto, é essencial o manejo diário dos animais, com uma observação criteriosa do desenvolvimento das pastagens. Além disso, a compreensão dos benefícios da aplicação do PRV na unidade produtiva é fundamental, pois esta técnica permite um aumento da produtividade sem que com isso seja necessário degradar os recursos forrageiros (Machado, 2010; Berton et al., 2011).

## **ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA NÃO RUMINANTES**

Para facilitar a compreensão este tópico foi subdividido em subtópicos, apresentando os principais entraves e exemplos de alimentos alternativos utilizados para criação de aves e suínos, que representam o grupo de animais não ruminantes mais amplamente utilizados na atividade pecuária em esfera global.

### ***Avicultura***

A avicultura no Brasil alcançou em 2019 o 3º lugar no ranking mundial, com 13,245 milhões de toneladas de carne de frango produzidas, e um plantel de 51.526.181 matrizes de corte alojadas (Abpa, 2020). A produção de ovos foi de 49,055 bilhões de unidades. A importância econômica da produção de frango e ovos é destacável, no entanto a produção orgânica e alinhada aos princípios agroecológicos deste produto ainda é incipiente no Brasil, principalmente, quando se compara com a produção de carne orgânica bovina e leite orgânico (Figueiredo et al., 2012). Este fato, possivelmente, é consequência do

hábito alimentar dos ruminantes, caracterizado pelo consumo de pastagens, a qual contribui favoravelmente para uma atividade pecuária sustentável.

Além da produção expressiva de carne de frango, o Brasil também conta com uma produção relevante da carne de peru (72,32 mil toneladas produzidas), sendo que 37 mil toneladas foram destinadas a exportação (Abpa, 2020). A criação de peru é uma atividade vantajosa e desperta interesse, pois a carne destas aves é considerada saborosa, magra e conseqüentemente devido a busca do consumidor por produtos que melhorem a qualidade da sua dieta tem conquistando mais espaço nos balcões refrigerados dos supermercados. As penas são procuradas para preencher travesseiros, almofadas e acolchoados (Rural Pecuária, 2020) e o esterco pode ser utilizado para adubar hortas e canteiros, atendendo ao princípio agroecológico de reaproveitamento de insumos da propriedade e sustentabilidade ambiental do agroecossistema.

A avicultura familiar, caracterizada pela produção em pequena escala devido ao menor porte da propriedade e número reduzido de animais do plantel, possibilita a inserção de práticas agroecológicas, que em muitos casos são provenientes dos saberes do produtor familiar (Guelber Sales, 2005; Cruz et al., 2013). A avicultura familiar, portanto está mais próxima dos ideais agroecológicos, sendo desenvolvida principalmente por mulheres (Nascimento et al., 2020).

A maior atuação das mulheres na avicultura familiar pode contribuir para um melhor aproveitamento de recursos da própria unidade produtiva, bem como para o bem-estar dos animais, pois estas avicultoras dedicam tempo e cuidado delicado aos seus animais (Gueye, 2000; Iaea, 2006). Além disso, o número reduzido de animais no plantel permite conhecer e observar melhor seu comportamento, e em muitos casos existe uma relação próxima das avicultoras com suas aves, sendo que estas recebem até nome, o que facilita o seu reconhecimento e manejo (Tv Tem, 2019).

Em um sistema agroecológico, aves podem ser criadas em piquetes com áreas de pastagem, utilizando, por exemplo, aviário móvel (Figura 1). Salienta-se que os avicultores devem estar atentos à baixa digestibilidade da fibra por esses animais, e as rações devem ser preparadas com os ingredientes cultivados na propriedade (ou oriundo de produção orgânica) e oferecidas em quantidade necessária para atender as exigências destes animais (Avila et al., 2000).

Em estudo realizado por Nascimento et al. (2020) foi registrada a utilização de alimentos alternativos para a nutrição das aves em Comunidades Quilombolas, sendo comumente utilizado pelos avicultores aipim picado, aipim fresco, grãos de milho, milho moído e a cascas de verduras e legumes (Figura 2). Além disso, a farinha de casca de ovos das próprias aves pode ser utilizada para suplementação mineral (Costa, 2018).

A casca de ovo de galinha é rica em cálcio, um mineral benéfico para o metabolismo dos animais. Este recurso, muitas vezes descartado nas residências e indústrias, contém cerca de 40% de cálcio na forma

de carbonato de cálcio (Oliveira et al., 2013). Na criação de aves o cálcio é um mineral importante, sendo que rações suplementares alternativas incluem a casca de ovos de galinha como fonte de cálcio (Costa, 2018).



Foto: Jonas Souza Menezes (2020)

**Figura 1.** Aviário móvel (A-B) utilizado por avicultora familiar no município de Cruz das Almas, Bahia.



Foto: Jonas Souza Menezes (2020)

**Figura 2.** Alimento alternativo utilizado por avicultora familiar no município de Cruz das Almas, Bahia. A= aipim picado fresco; B-C= aves alimentando-se de aipim fresco; D= grão de milho; E-F = aves alimentando-se de grãos de milho.

O consórcio entre aves e as culturas da propriedade, como frutíferas, pode ser uma alternativa viável, pois estas podem promover a capina da área cultivada (Figura 3), além do controle biológico de

pragas, por exemplo, quando as aves se alimentam de insetos. Gomes et al. (2007) observaram em um sistema avícola consorciado com áreas de cultivo de café e citros, a capina (pastejo) na área de café foi realizada integralmente pelas aves, apresentando um resultado econômico positivo com redução de cerca de 45 dias/homem/ano nos tratos culturais. Além disso, ocorreu também um incremento para fertilidade do solo promovido pela presença das aves na área de cultivo, a partir da deposição de fezes pelas aves durante o pastoreio.



Foto: Jonas Souza Menezes (2020)

**Figura 3.** A-B= Aves (*Gallus gallus domesticus*) pastejando em área de cultivo de citros (*Citrus latifolia*, Rutaceae) em propriedade rural do município de Cruz das Almas, Bahia.

Em sistemas não convencionais de criação de aves o uso de fontes proteicas alternativas pode ser uma opção viável, desde que apresente potencial de reduzir ou substituir fontes de proteína encontradas nas rações formuladas, por exemplo, minhocas, larvas de insetos e cupins que possuem um bom potencial para serem usados como suplemento proteico. No entanto, faltam empresas que se dediquem a criação destes animais para atender a este nicho do mercado (Tonet et al., 2016). É notável que o setor pecuário necessita de investimentos em pesquisa e tecnologia para estabelecer potenciais fontes alternativas e sustentáveis de alimentos, um bom exemplo disto é a criação de insetos, uma rica fonte de proteína, no entanto não explorada para inclusão na dieta de aves (Ccfasr, 2015).

Alguns estudos tem registrado resultados promissores em relação a utilização de alimentos alternativos para nutrição de aves como: milheto (Mehri et al., 2010), farinha de raiz de mandioca (Carrijo et al., 2010), farelo de coco; castanha de caju (Freitas et al., 2011), torta de babaçu (Neta Santos et al., 2011), sementes de mucuna (*Mucuna pruriens* (L.) DC, Fabaceae) (Vadivel et al., 2011), feno de maniva de mandioca e feno de folhas de leucena (*Leucaena* sp., Fabaceae) (Arruda et al., 2016). No entanto, segundo

Fernandes et al. (2012) é preciso conhecer as restrições qualitativas e quantitativas das fibras, bem como a presença de fatores antinutricionais nestas fontes de alimentos, pois estes podem apresentar efeitos adversos na metabolização de nutrientes.

### *Suinocultura*

O Brasil em 2019 produziu 3,983 milhões de toneladas de carne suína, o país ocupou o 4º lugar entre os maiores produtores mundial neste ano (Abpa, 2020). Embora a produção brasileira de carne suína seja expressiva, os sistemas de criação convencionais são predominantes. No entanto, existe a possibilidade de criação norteada por princípios agroecológicos, tornando o sistema produtivo sustentável. O SISCAL (Sistemas Intensivos de Criação ao Ar Livre) é uma forma de manejo que pode ser utilizada com sucesso (Demori et al., 2012).

Para criação não convencional de suínos os sistemas intensivos de criação ao ar livre (SISCAL), onde os animais são criados em piquetes são recomendados como alternativa viável (Demori et al., 2012; Tonet et al., 2016). Considerando, que a dieta natural de um suíno é composta por uma diversidade de alimentos (Tonet et al., 2016) a possibilidade de produtores em pequena escala adotarem esta prática de manejo sustentável é facilitada.

O SISCAL apresenta entre seus aspectos positivos a rusticidade dos animais, uma carne com características sensoriais apreciadas pelos consumidores e menor custo relativo com alimentação. O ciclo de produção mais longo é considerado um aspecto negativo deste sistema de criação (Carvalho et al., 2011).

O bem-estar dos animais é uma premissa para pecuária sustentável baseada em princípios agroecológicos. Nesse sentido, o SISCAL promove maior bem-estar aos animais quando comparado com sistemas de criação convencional, além disso, contribui para preservação do meio ambiente, pois não implica em acúmulo de dejetos inorgânicos e poluentes em função de uma melhor reciclagem dos compostos excretados nas fezes e na urina (Carvalho et al., 2011).

A criação sustentável de suínos demanda investimento na alimentação destes animais. Existem opções de alimentos alternativos indicados em pesquisas recentes como subprodutos da mandioca (ex.: farelo residual de mandioca); farelo de arroz (subproduto do beneficiamento do grão de arroz) e milheto (Albino et al., 2011), casca de feijão fava e feijão guandu (Van Der Meulen et al., 2010) e polpa cítrica ensilada (Cerisuelo et al., 2010).

É preciso salientar que a utilização de um alimento alternativo depende fundamentalmente da disponibilidade local e regional deste, bem como ingredientes com preços compatíveis ao valor pago por quilograma de suíno no mercado (Ribeiro, 2014). Porém havendo a possibilidade de utilização de um alimento alternativo devido a sua disponibilidade, baixo custo e facilidade de transporte, a decisão de uso

deste recurso alimentar deve ser baseada no conhecimento do seu valor nutricional e a presença de fatores antinutricionais (Ribeiro, 2014). Os fatores antinutricionais são substâncias que, mesmo em estado vestigial, reduzem ou impedem a utilização de um elemento nutritivo (Souza et al., 2019), portanto, não é desejável.

## **ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA RUMINANTES**

Com intuito de facilitar a compreensão das informações este tópico foi subdividido em subtópicos, apresentando os principais entraves e exemplos de alimentos alternativos utilizados para criação de bovinos, caprinos e ovinos que representam o grupo de animais ruminantes com contribuição de forma significativa na economia brasileira e são muito utilizados atividade pecuária.

### ***Bovinocultura***

O maior rebanho comercial de bovinos do mundo é brasileiro, sendo destinada a esta atividade pecuária 20% do território nacional (Abiec, 2019; Adeca, 2019). A bovinocultura é considerada uma das atividades chave para economia brasileira, ocupando lugar de destaque no mercado nacional e internacional, fornecendo produtos com qualidade e em larga escala, proporcionando, assim, maior renda para o país, e contribuindo para geração de empregos (Soares et al., 2019).

A pecuária brasileira em sua maioria segue o sistema convencional de produção, 90% da criação do país consiste na pecuária extensiva a pasto com ocupação de grandes áreas, sendo empregado em muitos casos a suplementação nutricional com o fornecimento de sal comum e sal mineral (Adeca, 2019). A outra modalidade de criação é a pecuária intensiva que tem como característica o confinamento dos animais e menor exigência em áreas (Adeca, 2019), no entanto, os animais sofrem mais estresse, portanto, não prioriza o bem-estar dos animais. Outro fator é a utilização de ração formulada, o que torna o sistema dependente de insumos externos a propriedade.

Na transição de um sistema convencional de criação de bovinos para um sistema de base agroecológica um dos passos necessários é a seleção de animais com aptidão para boa produção de leite ou carne sem uso de medicamentos (Sá et al., 2006). A longevidade dos animais também deve ser levada em consideração, bem como não forçá-los a produção máxima. O uso de alimentação concentrada é possível, desde que estes ingredientes, sejam oriundos de cultivos orgânicos, priorizando aqueles produzidos na própria unidade produtiva, promovendo a interação da produção animal e vegetal (Sá et al., 2006; Soares et al., 2008; Mapa, 2012).

A quantidade de alimento oferecida aos animais em sistema de criação agroecológico deve obedecer às exigências nutricionais dos mesmos, e em quantidade limitada, para evitar a simples

substituição de insumos e a contínua dependência de alimentação externa (Sá et al., 2006; Albertini et al., 2015).

Como as pastagens são a base para alimentação de bovinos, seu manejo seguindo o PRV (Pastoreio Racional Voisin) é uma alternativa sustentável e viável. Além disso, a alimentação alternativa para bovinos é objeto de estudo de muitos pesquisadores que relatam bons resultados e opções para adoção nas práticas de manejo alimentar do rebanho como: cana-de-açúcar (Campos et al., 2009); silagem de girassol (Pereira et al., 2009); resíduos de fruta (Rogério et al., 2009); batata-doce (Veiga et al., 2009) e milho (Ribeiro Júnior et al., 2009). Estas opções de alimentação também sinalizam a importância da interação entre a produção vegetal e a produção animal.

### *Ovinos e Caprinos*

A criação de caprinos e ovinos é uma das atividades agropecuárias presente em todo territorial nacional, no entanto uma maior parcela deste rebanho está situada na região do Semiárido brasileiro. Aproximadamente, 90% dos rebanhos caprinos e de 60% dos rebanhos ovinos encontram-se na região Nordeste, que detém 92,5% de área semiárida do país (Embrapa, 2020).

Os principais produtos da caprinocultura e ovinocultura são a carne, leite, lã, couros e peles. Os caprinos do Nordeste possuem aptidão mista, com boa produção de carne e leite. Os ovinos desta região possuem aptidão para corte, característica que se mantém ao longo do tempo, pois estes animais são deslanados (sem lã), a exemplo das ovelhas da raça Morada Nova e Santa Inês (Vaz, 2007; Codevasf, 2011; Embrapa, 2020).

A ovinocultura e a caprinocultura são atividades realizadas, comumente, em sistemas mais tradicionais e sustentáveis de criação animal, principalmente no Nordeste brasileiro (Sá et al., 2006). No entanto, recentemente criadores que desejam aumentar seu rebanho e, conseqüentemente, a produção e receita, tem-se voltado para os sistemas intensivos de produção e se afastado do caráter agroecológico (sustentável) da criação.

A criação de caprinos e ovinos é considerada uma alternativa produtiva e alinhada à agricultura familiar desenvolvida no semiárido do Nordeste brasileiro. Além disso, esta atividade se adequa às condições ambientais e socioculturais da região, dessa forma não exigindo grandes investimentos para ser estabelecida. Este potencial deve ser aproveitado pelos produtores familiares, bem como os sistemas inovadores de produção de caprinos devem prezar pela biodiversidade e por aproveitar os espaços produtivos nas propriedades, de forma a aumentar a estabilidade e a resistência dos agroecossistemas (Cavalcante et al., 2007). O manejo alimentar dos animais da unidade produtiva deve ser planejado.

As pastagens representam a principal fonte para atender as exigências nutricionais de ovinos e caprinos. Porém, existem opções para alimentação alternativa dos rebanhos de caprinos e ovinos que são

apontados como promissores, como a casca de café (Souza et al., 2004). Além disso, muitas leguminosas podem ser utilizadas para formar o banco de proteína no semiárido brasileiro, as espécies conhecidas popularmente como leucena, cunhã, guandú, o sabiá, jurema-preta e gliricídia, são resistentes e permanecem verdes na época de estiagem, sendo recomendadas para esta finalidade (Gois et al., 2017). Dessa forma, os animais têm acesso a forragem verde e de elevado valor nutritivo no período mais seco.

## **INSTALAÇÕES E MANEJO ANIMAL EM BASES AGROECOLÓGICAS**

A instalação para alojamento dos animais é definida como locais onde estes indivíduos são mantidos, incluindo currais, cercados, viveiros, baias, tanques, lagos, entre outros. A arquitetura e o gerenciamento das instalações em que os animais são mantidos devem atender às necessidades específicas de cada espécie, priorizando o bem-estar e a saúde dos mesmos (Concea, 2013).

Os locais de abrigo devem ser planejados e gerenciados para permitir o controle de fatores ambientais (Concea, 2013). Existe a influência direta e indireta de fatores ambientais extremos e do microclima dentro das instalações em todas as fases de produção animal com conseqüente redução na produtividade, acarretando prejuízos econômicos (Pandorfi et al., 2005). O microclima gerado dentro de uma instalação é definido pela combinação de elementos como temperatura, umidade relativa do ar, radiação e densidade animal (Costa et al., 2012).

Considerando que o bem-estar animal busca inserir nos sistemas de produção melhores condições de criação, com o aumento da produtividade do rebanho, pois animais criados com ótimas condições de temperatura e umidade, além de um adequado convívio social (Carvalho et al., 2013), possivelmente terão melhores condições de saúde e desenvolvimento corporal, e melhor eficiência alimentar (Rodrigues et al., 2010; Oliveira et al., 2017).

As condições de alojamento dos animais devem atender às suas necessidades biológicas e etiológicas, proporcionando acesso livre e fácil aos alimentos e à água (Figueiredo, 2002). O isolamento, o aquecimento e a ventilação das instalações devem garantir que a circulação de ar, a temperatura, a umidade relativa do ar e a concentração de gases sejam mantidas em limiares não prejudiciais aos animais (Figueiredo, 2002). As edificações devem permitir ventilação natural total e entrada de luz natural, que tem função importante no sistema de criação, atendendo a requisitos funcionais, ambientais e econômicos (Albuquerque; Amorim, 2012).

Para oferecer maior conforto térmico aos animais, é preciso o planejamento das áreas de exercício a céu aberto, solário e pastoreio, pois estas áreas devem proporcionar proteção adequada contra chuva, vento, sol e temperaturas extremas, em função do local, das condições do tempo e das espécies manejadas (Figueiredo, 2002).

A arborização da área de pastoreio dos animais é um aspecto relevante. A busca pela sombra nas horas mais quentes do dia é um comportamento notável dos animais. Dessa forma, em piquetes onde não houver árvores, o produtor pode introduzi-las. Os abrigos arbóreos proporcionam maior conforto térmico aos animais nos períodos de inverno, dos ventos frios e das chuvas, e no verão, das radiações solares (Berton et al., 2011). Outro fator importante do sombreamento nas áreas de pastagem é o aumento da produção de massa forrageira quando comparados a pastos em pleno sol (Berton et al., 2011).

O produtor deve estar atento aos impactos do superpastoreio, principalmente em relação à compactação do solo. Dessa forma, as áreas de pastoreio devem ser utilizadas com carga animal adequada ao tamanho da área para evitar compactação do solo e proporcionar a sobra de forragem (Figueiredo, 2002; Parentte et al., 2011).

As instalações para os animais como bovinos, caprinos e ovinos devem ter piso suave, mas não escorregadios. Para ruminantes como bovinos o estábulo deve possuir uma área confortável, limpa e seca, e com tamanho que permita ao animal deitar-se e descansar (Figueiredo, 2002). Além disso, para caprinos e ovinos deve-se levar em consideração o hábito de escalar destes animais, salientando que as cercas são os maiores investimentos nas unidades produtivas (Turco et al., 2011). Para suínos recomenda-se área de exercício que permitam a formação de piscinas de lama e área para o fuçado, permitindo ao animal exercer seu comportamento natural. As aves devem ter acesso à piquetes ao ar livre. Além da vegetação, os piquetes devem possuir número adequado de comedouros e de bebedouros e proteção para proporcionar maior conforto térmico às aves (Figueiredo, 2002).

A estrutura das instalações deve permitir o manejo dos animais de forma que o estresse provocado nos momentos da vacinação, da ordenha e a contenção para um determinado tratamento, sejam minimizados (Figueiredo, 2002). No planejamento das instalações um ponto chave a ser considerado, é que esta estrutura deve ser de fácil higienização. Higiene é primordial para o controle de doenças. A localização também é um fator importante, sendo recomendado que se evite ambientes que propiciem o surgimento e propagação de doenças, por exemplo, a alta umidade (Figueiredo, 2002; Carvalho Filho et al., 2020).

Dessa forma, é notável o papel fundamental das instalações para o bem-estar e saúde dos animais, portanto a necessidade do planejamento quanto as áreas para instalação e adequação a espécie animal são fatores chave para o sucesso na criação e não devem ser negligenciados.

## **SAÚDE ANIMAL EM BASES AGROECOLÓGICAS**

A saúde pode ser definida como o estado de equilíbrio dinâmico entre os organismos e o meio em que estão inseridos (Meira et al., 2010). As técnicas de criação animal agroecológicas se aproximam dos sistemas naturais e, portanto, contribuem para manutenção deste equilíbrio. Na pecuária agroecológica

trabalha-se com a profilaxia, que consiste na prevenção de doenças através de uma alimentação equilibrada, medidas de higiene, seleção genética apropriada e vacinas exigidas pela legislação sanitária pertinente (Arenales, 2002; Giesel et al., 2008).

O manejo sanitário é o maior dos desafios para a implantação de sistemas agroecológicos na produção animal (Giesel et al., 2008). A homeopatia veterinária, a fitoterapia e a utilização de microorganismos benéficos constituem-se em alternativas para o tratamento de animais doentes em criação animal com bases agroecológicas, porém estes métodos alternativos ao uso de medicamentos convencionais são pouco utilizados em sistema de produção em larga escala (Arenales, 2002, Giesel et al., 2008).

Para o tratamento de animais doentes na pecuária agroecológica e orgânica são permitidos medicamentos de origem natural, por exemplo, preparados minerais, purgantes, vitaminas e plantas medicinais (Giesel et al., 2008). Os antibióticos utilizados como promotores de crescimento são proibidos pela legislação brasileira para sistema orgânico de produção (Brasil, 2003; 2012). Salientando que, quando os animais estão doentes é admitido o uso de antibióticos para tratamento da enfermidade, seguindo recomendações especiais, como no máximo duas vezes por ano e o tempo de carência deve ser o dobro para o recomendado em sistemas convencionais (Mapa, 2011). Quanto às vacinas, são permitidas aquelas exigidas legalmente pela fiscalização sanitária, como a vacina para febre aftosa para bovinos e bubalinos (Soares et al., 2010; Mapa, 2020; Planeta Orgânico, 2020). Dessa forma, para o manejo sanitário das criações agroecológicas é necessário a adoção de várias medidas preventivas a fim de minimizar o risco de enfermidades para os animais.

Os sistemas agroecológicos de criação animal com princípios agroecológicos comumente são desenvolvidos ao ar livre com ocupação de áreas com suas características naturais. Dessa forma, ocorre uma integração harmônica dos animais às condições naturais do ambiente, tornando desta maneira estes indivíduos adaptados a unidade produtiva e conseqüentemente mais resistentes a doenças (Planeta Orgânico, 2020).

Embora o manejo sanitário represente um gargalo na produção animal agroecológica, o status sanitário dos plantéis brasileiros, como o de aves, é positivo, sendo um dos poucos países produtores de aves em escala global para o qual não há registro de foco da Influenza Aviária, doença infecciosa causada pelo vírus da influenza tipo A (Abpa, 2020; Cfsph, 2020). Além disso, o país não registra há mais de quatro décadas casos de Peste Suína Africana (doença altamente contagiosa causada por vírus do gênero *Asfivirus*). A Bahia possui certificação de área livre de febre aftosa com vacinação (enfermidade que acomete, por exemplo, bovinos e bubalinos), sendo um dos estados pioneiros no combate à enfermidade. Este resultado positivo é fruto dos esforços permanentes para manutenção da biossegurança e bem-estar dos animais (Abpa, 2020; Adab, 2020; Cfsph, 2019).

Adicionalmente, algumas técnicas de manejo na criação animal podem refletir na saúde e bem-estar do rebanho. Por exemplo, o uso rotacionado das áreas de pastagens quebra o ciclo de vida de vários parasitas, como vermes que causam a nematodioses gastrintestinal em bovinos e ovinos (Fernandes et al., 2004; Gazda et al., 2012). Para o controle de infestações por carrapatos indica-se o rodízio das áreas de pastagens, por período de 30 dias, bem como a criação de raças resistentes e adaptadas às condições climáticas do local selecionado para a realização da atividade pecuária (Almeida, 2013).

Diante do exposto, verifica-se a necessidade de pesquisas que demonstrem a eficácia de outros métodos considerados não agressivos e que sejam permitidos pela lei, como medicamentos fitoterápicos e homeopáticos para tratamento dos animais, e com tecnologia de fácil aplicação, sendo as mesmas transferidas para os produtores de forma eficiente. Além disso, a aplicação criteriosa das medidas preventivas, como a limpeza e higiene das instalações para manutenção da saúde e bem-estar dos animais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sucesso da pecuária agroecológica deve estar alinhado à forma de produção sustentável, sem negligenciar a realidade do produtor, respeitando a natureza, incluindo os animais e o ser humano, bem como ser vantajosa economicamente. O produtor deve aproveitar os recursos naturais de sua unidade produtiva sem promover a degradação do meio ambiente.

Pesquisas relacionadas à alimentação e métodos de manejo de saúde animal em bases agroecológicas são necessárias, pois podem auxiliar na adoção de práticas preventiva, a fim de manter a sanidade do rebanho. Estudos que apontem a possibilidade de utilização de alimentos alternativos informando a quantidade diária a ser fornecida a determinada espécie, a taxa de conversão alimentar, a forma de preparo destes alimentos, são aspectos de fundamental importância para produção animal norteada por princípios agroecológicos.

A agroecologia na produção animal não deve ser considerada apenas como mais um nicho de mercado, mas uma necessidade para garantir a sustentabilidade do agroecossistema e o bem-estar dos animais, considerando que a sustentabilidade na produção agropecuária é uma demanda global, sendo esta influenciada pela busca por alimentos saudáveis por parte dos consumidores. Consequentemente, esta demanda contribui de forma positiva para ocorra mudanças de paradigma de consumo e alimentação pelos seres humanos no tocante a proteína animal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abiec (2019). Perfil da pecuária no Brasil. Disponível em: <<https://www.beefpoint.com.br/beef-report-perf%ef%ac%811-da-pecuaria-no-brasil/>>. Acesso em: 05/10/2020.
- Abpa - Associação Brasileira de Proteína Animal (2020). Relatório Anual 2020. São Paulo: ABPA. 158p.

- Abreu LS (2012). Relações entre agricultura orgânica e agroecologia: desafios atuais em torno dos princípios da agroecologia. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 26(1): 143-160.
- Adab - Agência Defesa Agropecuária da Bahia (2020). Campanha de Vacinação contra a Febre Aftosa. Disponível em: <<http://www.adab.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=24>>. Acesso em: 23/09/2020.
- Adeca - Grupo Adeca (2019). Panorama mundial e perspectivas da pecuária nacional. Disponível em: <<https://techagr.com/panorama-mundial-e-perspectivas-da-pecuaria-nacional/>>. Acesso em: 29/09/2020.
- Albertini TZ et al (2015). Exigências nutricionais, ingestão e crescimento de bovinos de corte. In: Medeiros SR et al.. *Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações*. Brasília: Embrapa. 107-118p.
- Albino LFT et al (2011). Como produzir suínos sem milho? p.1-8. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/46548/1/-www.porkworld.com.br-artigos-post-como-produzir-suinos-s.pdf>>. Acesso em: 25/09/2020.
- Albuquerque MSC et al. (2012). Iluminação natural: indicações de profundidade-limite de ambientes para iluminação natural no Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais - RTQ-R. *Ambiente Construído*, 12(2): 37-57.
- Almeida LR (2013). Manejo de parasitoses em sistema orgânico de produção de leite. *Arquivos do Instituto Biológico*, 80(1): 129-134.
- Altieri M (2001). *Agroecologia: A dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. Porto Alegre: UFRGS. 110p.
- Altieri M (2002). Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems and Environments*, 93(1): 1-24.
- Arenales MC (2002). Homeopatia em gado de corte. In: I Conferência Virtual Global sobre produção Orgânica de Bovinos de Corte. Embrapa. São Paulo.
- Aroeira LJM et al. (2005). Tecnologias para produção orgânica de leite. *Revista Agroecológica Hoje*, 5(29): 15-16.
- Arruda AMV et al. (2016). Alimentos alternativos para aves Isa Label no Rio Grande do Norte – Brasil. *Revista Centauro*, 7(1): 17-33.
- Assis RL (2006). Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. *Economia Aplicada*, 10(1): 75-89.
- Balbino LC et al. (2011). Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). Brasília: Embrapa. 130p.
- Berton CT et al., (2011). Referências Agroecológicas: Pastoreio Racional Voisin (PRV). Curitiba: CPRA, 24p.

- Brasil (2003). Planalto do Governo. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003: Dispõe sobre a agricultura orgânica. Brasília: Brasília: DOU - Diário Oficial da União. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/2003/L10.831.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.831.htm)>. Acesso em: 23/09/2020.
- Brasil (2007). Planalto do Governo. Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007: Disciplina as atividades pertinentes ao desenvolvimento da agricultura orgânica. Brasília: DOU - Diário Oficial da União. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm)>. Acesso em: 23/09/2020.
- Brasil (2012). Planalto do Governo. Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012: Dispõe sobre a instituição da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO). Brasília: DOU - Diário Oficial da União. Disponível em: <<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=7794&ano=2012&ato=b87QTUq10MVpWT931>>. Acesso em: 24/09/2020.
- Brighenti CRG et al. (2013). Zootecnia com sustentabilidade. Alegre: CCA/UFES. 119 p.
- Campos MM et al. (2009) Cana-de-açúcar na alimentação de gado de leite. In: Gonçalves LC et al. Alimentos para gado de leite. Belo Horizonte: Fepmvz. 7-25p.
- Caporal FR et al. (2000). Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova extensão rural. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, 1(1): 16-37.
- Carvalho Filho OM et al. (2020). Infraestrutura. Sistema de produção, produção de leite no semi-árido do Brasil. Embrapa Gado de Leite. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_sisal/arvore/CONT000fckg3dhc02wx5eo0a2ndxyg7c0pfa.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fckg3dhc02wx5eo0a2ndxyg7c0pfa.html)>. Acesso em: 29/09/2020.
- Carvalho CMC et al. (2013). Bem estar na suinocultura. Revista Eletrônica Nutritime, 11(2): 2272-2286.
- Carvalho PLC et al. (2011). Suinocultura SISCAL e SISCON: análise e comparação dos custos de produção. Custos e @gronegocio on line, 7(3): 2-20.
- Castro Neto N et al. (2010). Produção orgânica: uma potencialidade estratégica para a agricultura familiar. Revista Percurso, 2(2): 73-95.
- Cavalcante ACR et al. (2007). Produção orgânica de caprinos e ovinos. Sobral: Embrapa Caprinos, 40p.
- Ccfasr - Committee on Considerations for the Future of Animal Science Research (2015). Critical Role of Animal Science Research in Food Security and Sustainability. 4. Global Considerations for Animal Agriculture Research. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK285723/>>. Acesso em: 25/09/2020.
- Cerisuelo A et al. (2010). The inclusion of ensiled citrus pulp in diets for growing pigs: Effects on voluntary intake, growth performance, gut microbiology and meat quality. Livestock Science, 134(1-3): 180-182.

- Cfsph - Center for Food Security and Public Health (2020). Influenza Aviária. Disponível em: <<http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pt/avian-influenza-PT.pdf>>. Acesso em: 24/09/2020.
- Cfsph - Center for Food Security and Public Health (2019). Peste Suína Africana. Disponível em: <<http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pt/avian-influenza-PT.pdf>>. Acesso em: 24/09/2020.
- Codevasf - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (2011). Manual de criação de caprinos e ovinos. Brasília: Codevasf. 142p.
- Concea - Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (2013). Resolução Normativa nº 12, de 20 de setembro de 2013. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/ran/images/stories/legislacao/RESOLU%c3%87%c3%83O\\_NORMATIVA\\_No-\\_12\\_-\\_20-09-2013.pdf](https://www.icmbio.gov.br/ran/images/stories/legislacao/RESOLU%c3%87%c3%83O_NORMATIVA_No-_12_-_20-09-2013.pdf)>. Acesso em: 29/09/2020.
- Costa EMS et al. (2012). Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. *Pubvet*, 6(31): 1-20.
- Costa F (2018). Criatório Viçosa. Ração alternativa para galinha caipira. Disponível em: <<https://www.criatoriovicosa.com.br/post/ra%C3%A7%C3%A3o-alternativa-para-galinha-caipira>>. Acesso em: 28/09/2020.
- Cruz FGG et al. (2013). Avicultura familiar como alternativa de desenvolvimento sustentável em comunidades ribeirinhas do Amazonas. *Interações*, 14(2): 197-202.
- Delprete S (2020). Sistema Voisin: conheça o sistema de pastoreio racional que integra solo, pastagem e gado. Disponível em: <<https://tecnologianocampo.com.br/sistema-voisin/>>. Acesso em: 21/09/2020.
- Demori AB (2012). Criação intensiva de suínos em confinamento ou ao ar livre: estudo meta-analítico do desempenho zootécnico nas fases de crescimento e terminação e avaliação de carcaça e carne no *Longissimus dorsi*. *Ciência Rural*, 42(7): 1294-1299.
- Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2020). Centro de Inteligência e Mercado de Ovinos e Caprinos. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/cim-inteligencia-e-mercado-de-caprinos-e-ovinos/apresentacao#:~:text=No%20Brasil%2C%20cerca%20de%2090,o%20maior%20rebanho%20de%20ovinos>>. Acesso em: 02/10/2020.
- Fernandes LH et al. (2004). Efeito do pastejo rotacionado e alternado com bovinos adultos no controle da verminose em ovelhas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 56(1): 733-740.
- Fernandes RTV et al. (2012). Aspectos gerais sobre alimentos alternativos na nutrição de aves. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 7(1): 67-72.
- Figueiredo EAP (2002). Pecuária e agroecologia no Brasil. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*. Brasília, 19(2): 235-265.

- Figueiredo EAP et al. (2012). Sistemas orgânicos de produção animal: dimensões técnicas e econômicas. Brasília: Embrapa Agrobiologia, 1-31p.
- Gazda TL et al. (2012). Distribuição de larvas de nematódeos gastrintestinais de ovinos em pastagem de inverno. *Ciência Animal Brasileira*, 13(1): 85-92.
- Giesel A. et al. (2008). Agropecuária saudável: da prevenção de doenças, pragas e parasitas à terapêutica não residual. Lages: Epagri/Udesc. 80p.
- Gliessman SR (2001). Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS. 653p.
- Gois GC et al. (2017). Estratégias de alimentação para caprinos e ovinos no semiárido brasileiro. *Nutritime Revista Eletrônica*, 14(4): 7001-7007.
- Gomes AP et al. (2007). Integração de aves com lavouras na transição agroecológica da agricultura familiar: relato de experiência em Jaguaré, Espírito Santo. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2(2): 867-871.
- Guelber Sales MN (2005). Criação de galinhas em sistemas agroecológicos. Vitória: Incaper, 284p.
- Guelber Sales MN et al. (2013). Unidade experimental de produção animal agroecológica: uma abordagem sistêmica na construção do conhecimento. Incaper. Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/76/1/Unidade-Experimental-de-Producao-Animal-Agroecologica-uma-abordagem-sistematica-na-construcao-do-conhecimento.pdf>>. Acesso em: 02/10/2020.
- Gueye EF (2000). Women and family poultry production in Africa. *Development in Practice*, 10(1): 98-102.
- Iaea - International Atomic Energy Agency (2006). Improving farmyard poultry production in Africa: Interventions and their economic assessment. Vienna: Iaea. 280p.
- Icopp (2014). Improved Contribution of local feed to support 100% Organic feed supply to Pigs and Poultry. CORE Organic II ERA-net programme to support organic research. Disponível em: <<https://orgprints.org/28078/7/28078.pdf>>. Acesso em: 22/09/2020.
- Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2017). A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica no Brasil: Uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável. Brasília: Ipea. 463p.
- Kugler H (2018). Agroecologia e criação animal: sobre as tradições e o anseio por uma sociedade mais justa. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.cpra.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=514>>. Acesso em: 12/09/2020.
- Lenzi A (2012). Fundamentos do pastoreio racional Voisin. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 7(1): 82-94.

- Lima SK et al. (2020). Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil. Brasília: IPEA. 44p.
- Lopes PR et al. (2011). A. Sistemas de produção de base ecológica – a busca por um desenvolvimento rural sustentável. REDD – Revista Espaço de Diálogo e Desconexão, Araraquara, 4(1): 1-32.
- Ludke JV et al. (2007). Avaliação de dietas para sistema orgânico de criação de suínos. Revista Brasileira de Agroecologia, 2(1): 369-372.
- Macedo MCM (2009). Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. Revista Brasileira de Zootecnia, 38: 133-146.
- Machado LCP (2003). Pastoreio Racional Voisin: projeto 214: Fazenda Margarida. Florianópolis: UFSC. 153p.
- Machado LCP (2010). Pastoreio Racional Voisin: Tecnologia agroecológica para o terceiro milênio. São Paulo: Expressão Popular. 376p.
- Mapa – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2011). Instrução Normativa N° 46, de 6 de outubro de 2011: Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/vigilancia-agropecuaria/ivegetal/bebidas-arquivos/instrucao-normativa-no-46-de-6-de-outubro-de-2011.pdf>>. Acesso em: 15/09/2020.
- Mapa – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2020) Instrução Normativa N° 48, de 14 de julho de 2020: Aprova as diretrizes gerais para a vigilância da febre aftosa com vistas à execução PNEFA. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-48-de-14-de-julho-de-2020-266804871>>. Acesso em: 23/09/2020.
- Martinelli SS et al. (2019). Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. Ciência & Saúde Coletiva, 24(11): 4251-4262.
- Meira I et al. (2010). A saúde e sua relação intrínseca com o organismo e o ambiente, Forum Sociológico, 20: 75-82.
- Moreira VRR (2020). A importância da diversificação em propriedades agroecológicas. p.1-2. Coordenação de Agroecologia - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agroecologia.gov.br/sites/default/files/publicacoes/1-a-importancia-da-diversificacao-em-propriedade-agroecologicas.pdf>>. Acesso em: 22/09/2020.
- Muller A (2015). The role of livestock in agroecology and sustainable food systems. Disponível em: <<https://orgprints.org/30166/1/mueller-2015-feeding-people-ifoamEUgroup-chapter6-p30-33.pdf>>. Acesso em: 10/09/2020.
- Nascimento RS et al. (2020). Registro de doenças que ocorrem nas criações de galinhas caipiras em duas comunidades quilombolas no Recôncavo da Bahia. Científica, 48(3): 291-301.

- Nodari RO et al. (2015). A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. *Estudos Avançados*, 29(83): 183-207.
- Oliveira Filho A (2015). *Produção e manejo de bovinos de corte*. Cuiabá: KCM.155p.
- Oliveira DA et al. (2013). A literature review on adding value to solid residues: egg shells. *Journal of Cleaner Production*, 46: 42-47.
- Oliveira HF et al. (2014). Utilização de alimentos alternativos na alimentação de codornas. *Revista Eletrônica Nutritime*, 11(5): 3683-3690.
- Oliveira NC et al. (2017). Influência da temperatura na produção e bem-estar de suínos. *Colloquium Agrariae*, 13(2): 254-264.
- Pandorfi H et al. (2005). Microclima de abrigos escamoteadores para leitões submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(1): 99-106p.
- Parente HN et al. (2011). Impacto do pastejo sobre a compactação dos solos com ênfase no Semiárido. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, 5(3): 1-15.
- Pereira LGR et al. (2009). Silagem de girassol para bovinos leiteiros. In: Gonçalves LC et al. *Alimentos para gado de leite*. Belo Horizonte: Fepmvz. 27-43p.
- Pereira MS (2016). Meio ambiente de trabalho e os princípios do The triple botton line: a inevitabilidade de modernização da legislação para manutenção da ordem econômica. *Revista da Faculdade de Direito-RFD-UERJ*, 1(29): 175-193.
- Planeta Orgânico (2020). *Pecuária Orgânica - 3 Manejo sanitário e manejo agroecológico das pastagens*. Disponível em: <<http://planetaorganico.com.br/site/index.php/pecuaria-organica-3-manejo-sanitario-e-manejo-agroecologico-das-pastagens/>>. Acesso em: 05/09/2020.
- Primavesi AM (2019). *Manejo ecológico de pastagens em regiões tropicais e subtropicais*. São Paulo: Expressão Popular, 450p.
- Primavesi AM (2016). *Manejo ecológico de pragas e doenças: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente*. São Paulo: Nobel, 143p.
- Ribeiro Júnior GO et al. (2009). O milheto como opção para gado de leite. In: Gonçalves LC et al. *Alimentos para gado de leite*. Belo Horizonte: Fepmvz, 44-65p.
- Ribeiro AML (2014). Alimentos alternativos para suínos em crescimento e terminação. *Artigos Engormix - Técnicos de Suinocultura*. Disponível em: <<https://pt.engormix.com/suinocultura/artigos/alimentos-alternativos-suinos-crescimento-t38602.htm>>. Acesso em: 25/09/2020.
- Ribeiro MF et al. (2019). Apicultura e meliponicultura. In: Melo RF, Voltolini TV. (Ed.). *Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido*. Brasília: Embrapa. 333-362p.

- Rodrigues NEB et al. (2010). Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. *Revista Eletrônica Nutritime*, 7(6): 1197-1211.
- Rogério MCP et al. (2009). Resíduos de frutas na alimentação de gado de leite. In: Gonçalves LC et al. *Alimentos para gado de leite*. Belo Horizonte: Fepmvz. 66-88p.
- Romeiro AR (2012). Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. *Estudos Avançados*, 26(74): 65-92.
- Rural Pecuária (2020). Como criar peru. *Tecnologia e Manejo*. Disponível em: <<https://ruralpecuaria.com.br/tecnologia-e-manejo/avicultura/como-criar-peru.html>>. Acesso em: 24/09/2020.
- Sá JL et al. (2006). Manejo alimentar de ruminantes em sistemas de base agroecológica. Disponível em: <[http://www.cpatsa.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/OPB1800.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB1800.pdf)>. Acesso em: 15/09/2020.
- Salatin J (1993). *Pastured poultry profits*. Swoope: Polyface, 330p.
- Sales MNG et al. (2007). Unidade experimental de produção animal agroecológica: uma abordagem sistêmica na construção do conhecimento. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2(1): 812-816.
- Santos AMV et al. (2019). Pollen spectrum of the honey of *Apis mellifera* L. collected in the period of honey production. *Scientific Electronic Archives*, 12(6): 69-76.
- Santos CF et al. (2014). A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. *Ambiente & Sociedade*, 17(2): 33-52.
- Soares AS (2019). Bovinocultura: caracterização do sistema produtivo no distrito Macaúba, Araguaetins (TO). *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 12(3): 901-920.
- Soares JPG (2008). Produção orgânica de leite - qualidade e segurança alimentar. *A Lavoura*, 111(665): 46-48.
- Souza AL et al. (2004). Casca de café em dietas de carneiros: consumo e digestibilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(1): 2170-2176.
- Souza CG et al. (2019). Fatores anti-nutricionais de importância na nutrição animal: Composição e função dos compostos secundários. *Pubvet*, 13(5): 1-19.
- Sundrum A (2001). Organic livestock farming. *Livestock Production Science*. 67(1): 207-215.
- Tedeschi LO et al. (2017). Um vislumbre do futuro na ciência da nutrição animal. 2. Soluções atuais e futuras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(5): 452-469.
- Tonet RM et al. (2016). Alimentos alternativos para aves e suínos em sistemas de produção com base agroecológica. *Pubvet*, 10(8): 628-635.
- Turco SHN et al. (2011). Instalações. In: Voltolini TV (Ed.). *Produção de caprinos e ovinos no Semiárido*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 117-144p.

- Tv Tem (2019). Nomear animais é hábito comum na roça. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sorocaba-jundiai/nosso-campo/noticia/2019/12/08/nomear-animais-e-habito-comum-na-roca.ghtml>>. Acesso em: 10/09/2020.
- Van der Meulen J et al. (2010). Effect of pea, pea hulls, faba beans and faba bean hulls on the ileal microbial composition in weaned piglets. *Livestock Science*, 133(1-3): 135-137.
- Vaz CMSL (2007). Ovinos: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 158p.
- Veiga IRFM et al. (2009). Batata-doce na alimentação de gado de leite. In: Gonçalves LC et al.. Alimentos para gado de leite. Belo Horizonte: Fepmvz, 328-347p.
- Vitorazzi D (2020). Orgânicos ou Agroecológicos? Entenda as diferenças sobre estes produtos. Disponível em: <<http://recoopsol.ic.ufmt.br/index.php/2020/04/03/organicos-ou-agroecologicos-entenda-as-diferencas-sobre-estes-produtos/>>. Acesso em: 22/09/2020.
- Wagner AF et al. (2018). Sustentabilidade e inovação como fator de competitividade na área de gestão. *Revista Gestão & Saúde*, 19(1): 1-18.

## Eficiência agronômica da inoculação de *Azospirillum brasilense* associado a doses de nitrogênio na cultura do milho

Recebido em: 02/03/2021

Aceito em: 04/03/2021

 10.46420/9786588319581cap2

Evaldo Augusto Rodrigues Junior<sup>1</sup> 

Leonardo Oliveira Marques<sup>1</sup> 

Ricardo Toledo Moreira da Silva<sup>1</sup> 

Tiago Carvalho Américo<sup>1</sup> 

Vinícius Bergamo Rodrigues<sup>1</sup> 

Luciana Cristina Souza Merlino<sup>2\*</sup> 

### INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais grãos cultivados no Brasil. Na safra 2019/2020 cerca de 18,5 milhões de hectares foram cultivados com a cultura no país, com produtividade média de 5.530 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2020). Porém, quando ao comparar com os Estados Unidos (maior produtor deste cereal), o Brasil possui um baixo valor de produtividade, visto que, esse país produz em média 11.000 kg ha<sup>-1</sup> (USDA, 2018).

A diferença entre o rendimento médio obtido em áreas cultivadas e o que é verificado em situações de alto manejo pode ser as práticas irregulares, como a escolha não adequada do arranjo de plantas, o uso de genótipos não indicados à região de cultivo ou com baixo potencial produtivo, períodos de semeadura impróprios e a aplicação de baixas doses de fertilizantes, em especial os nitrogenados, são alguns dos fatores que contribuem para que não haja aumento da produtividade (Sangoi et al., 2010).

O nutriente exigido em maior quantidade pela cultura do milho é o nitrogênio (N), sendo esse o nutriente que mais limita a produtividade de grãos, pois realiza importante função nos processos bioquímicos da planta, fazendo parte dos sistemas enzimáticos, molécula de clorofila, componente de vitaminas, aminoácidos e proteínas (Fornasier Filho, 2007). No entanto, as perdas de N podem ocorrer de várias formas como: volatilização, desnitrificação, imobilização e lixiviação, influenciando na disponibilidade do N para as plantas.

<sup>1</sup> Discentes do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Rio Preto (UNIRP).

<sup>2</sup> Docente do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Rio Preto (UNIRP).

\* Autora correspondente: lcsmerlino@gmail.com

Em geral, a cultura do milho é afetada por problemas de estresse ambiental, onde se destaca a baixa fertilidade dos solos, em sua grande maioria, apresentando deficiência de nitrogênio. Tal deficiência pode reduzir o rendimento de grãos entre 14 e 80 % (Fancelli, 2003).

Ao considerar a crescente demanda por alimentos associado ao alto custo ambiental e econômico do processo industrial de fixação de nitrogênio, aparece a necessidade de se introduzir na agricultura, tecnologias, visando o racionamento no uso de fertilizantes nitrogenados. Bactérias diazotróficas (fixadoras de N) podem ser uma alternativa, sendo que esses microorganismos são capazes de estimular o incremento na produtividade e no desenvolvimento das culturas (Baldani et al., 1997).

Portanto, culturas de interesse agrônômico podem ser inoculadas com bactérias do gênero *Azospirillum*, visando seu crescimento, controle biológico dos microrganismos patogênicos e melhorias na nutrição nitrogenada (Bashan et al., 2010). Sendo assim, essa prática pode ser uma alternativa ecologicamente sustentável e economicamente viável na produção de milho com menor utilização de fertilizantes nitrogenados.

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência agrônômica do milho inoculado com *Azospirillum brasilense* combinando doses de nitrogênio aplicadas em cobertura.

## METODOLOGIA

O experimento foi implantado a campo na estação experimental do Centro Universitário de Rio Preto - UNIRP, no período de fevereiro a julho de 2020. O local é caracterizado por um clima tropical, em que há maior ocorrência de precipitações no verão do que no inverno (Classificação climática de Köppen e Geiger: Aw). A temperatura média é de 22,8°C e a pluviosidade média anual é de 1.268 mm. Localiza-se na região sudeste do país com latitude 20° 46' 69" S e longitude 49° 16' 67" W a uma altitude de 510 m em relação ao nível do mar.

O solo se enquadra, conforme critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018), como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico. O solo da área experimental estava em pousio a um ano e meio e as características químicas foram avaliadas antes da instalação do experimento e obtiveram-se os seguintes resultados na camada 0-20 cm de profundidade: pH (CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>) = 5,0 MO = 12,5 g dm<sup>-3</sup>; P (resina) = 2,9 mg dm<sup>-3</sup>; K = 4,9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 18, mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 31,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; saturação por bases (V%) = 43; S (sulfato) = 3,6 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 0,4 mg dm<sup>-3</sup>; B = 0,16 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 10,6 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 0,4 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 20 mg dm<sup>-3</sup>.

No solo da área experimental, em razão da presença de capim braquiária em pousio por 1 ano e meio, foi realizada a dessecação com o produto à base de Glifosato, na dose de 5 L ha<sup>-1</sup>. Foi efetuada uma operação de preparo convencional por meio de gradagem, aração e gradagem, sendo a gradagem executada

na camada 0-20 cm e aração na camada 0-40 cm de profundidade. Posteriormente, o solo foi corrigido com 1 t ha<sup>-1</sup> de calcário com PRNT 100%, teor de MgO = 20% e CaO = 30% para elevar saturação de bases a 70% e realizada uma fosfatagem de 2,18 t ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples para elevar o teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para 20 mg dm<sup>-3</sup>.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial (2 x 4). O fator 1 representou dois tratamentos, sem e com inoculação das sementes com a bactéria *A. brasilense*, no sulco de semeadura, e o fator 2, quatro níveis de adubação nitrogenada em função da dose total recomendada para a cobertura sendo 110 kg ha<sup>-1</sup> de N (100 % da dose recomendada); 36,7 kg ha<sup>-1</sup> de N (1/3 da dose recomendada); 18,3 kg ha<sup>-1</sup> de N (1/6 da dose recomendada) e 0 kg ha<sup>-1</sup> de N (sem aplicação de N em cobertura), utilizando como fonte de N a ureia (45% de N e incorporada a 5 cm de profundidade). As parcelas foram constituídas de 5 linhas de plantas de milho com espaçamento de 0,80 m e 5 m de comprimento (20 m<sup>2</sup>). Foram consideradas como área útil as 3 linhas centrais e desconsiderou-se 0,5 m das extremidades de cada parcela.

A semeadura foi realizada manualmente com população de 62.500 plantas ha<sup>-1</sup> utilizando o híbrido de milho AG 8088 VT PRO2 (híbrido simples, precoce, grão duro, amarelado, transgênico, estável à resposta de nitrogênio) da empresa Agrocerec Monsanto®, escolhido em função de ser indicado para áreas comerciais da região. A adubação de semeadura foi correspondente a 30 kg ha<sup>-1</sup> de N; 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 4 kg ha<sup>-1</sup> de Zn, conforme a recomendação de Rajj et al. (1997).

Visando o controle preventivo de pragas e doenças na fase inicial do ciclo da cultura, as sementes foram tratadas no dia da semeadura com o inseticida e fungicida à base de piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil, considerado um produto de ação protetora, sistêmica, contato e ingestão, aplicado na dose de 250 mL para 100 kg de sementes.

Foi utilizado o inoculante líquido Azototal® e as sementes foram inoculadas com a solução do produto que possuía as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 da bactéria *A. brasilense* e uma concentração de 2,0 x 10<sup>8</sup> unidades formadoras de colônia (UFC) mL<sup>-1</sup>, aplicado na dose de 100 mL para 25kg de sementes, conforme a recomendação do fabricante. O produto foi aplicado no sulco de semeadura com auxílio de um pulverizador costal com bico cônico, em seguida, foi feita a cobrição do sulco com solo de forma manual. Quando as plantas de milho apresentavam-se nos estádios vegetativos V4 e quando necessário em V8, ocorreu a aplicação dos tratamentos.

Durante o desenvolvimento da cultura, na ocasião em que houve déficit hídrico e as plantas foram irrigadas por aspersão. O controle de plantas daninhas foi realizado com aplicações de herbicida em pós-emergência, para isto, foi utilizando produto a base de Glifosato na dose de 3 L ha<sup>-1</sup>. Para o controle da lagarta-do-cartucho realizou-se a aplicação de inseticida Metomil e aplicado na dose de 0,4 L ha<sup>-1</sup>. Para o

controle da cigarrinha-do-milho realizou-se a aplicação de inseticida Imidacloprido e Beta-Ciflutrina, aplicado na dose de 0,75L ha<sup>-1</sup>.

Quando mais de 75% das plantas atingiram o estágio reprodutivo R1 da escala de Ritchie et al. (1993), caracterizada pela presença de estilos-estigmas visíveis, foi efetuada a medição de área foliar e a avaliação do teor de N na folha diagnóstica a fim de determinar o estado nutricional da planta para o nitrogênio. Para a medição de área foliar foi utilizado cinco plantas por parcela na área útil. Para tanto, foram medidos com uma régua o comprimento (C) e a largura (L) de todas as folhas fotossinteticamente ativas, que apresentavam pelo menos 50% de sua área foliar verde. A área foliar de cada folha (A), expressa em cm<sup>2</sup>, foi obtida através da expressão:  $A = C \times L \times 0,75$ ; onde 0,75 é um coeficiente de correção, descrita e utilizada por Tollenaar (1992).

Para a avaliação do teor de N na folha diagnóstica, foram amostradas folhas inteiras opostas e abaixo da espiga principal. Para isto, foram coletadas dez folhas por parcela na área útil, as quais foram colocadas em saco de papel e levadas ao laboratório para determinação do teor de N, conforme metodologia descrita em Malavolta et al. (1997).

Quando o ponto de colheita foi atingido, caracterizado pelo estágio reprodutivo R6 (maturidade fisiológica) da escala de Ritchie et al. (1993), foi determinada a produtividade de grãos com ajuste de umidade para 13%, massa seca de 100 grãos, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa seca da parte aérea e das raízes da planta. Neste mesmo momento de maturação fisiológica foi determinada a altura de planta e diâmetro de colmo.

O número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira foi determinado por meio de contagem utilizando uma amostra de seis espigas da área útil da parcela. A produtividade de grãos foi obtida através da colheita manual das espigas de 20 plantas presente na área útil da parcela, em seguida, foi executada a debulha, pesagem dos grãos oriundos das espigas por meio de uma balança de precisão e conversão do valor para kg ha<sup>-1</sup>. A massa de 100 grãos foi determinada utilizando-se seis amostras de 100 sementes por tratamento, em seguida, foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com aeração forçada a 65 °C até atingir massa constante e pesadas em balança de precisão (Repke et al., 2013).

A avaliação referente à massa seca da parte aérea e das raízes da planta foram realizadas retirando-se, de forma aleatória, duas plantas por parcela dentro da área útil. Posteriormente, as plantas foram separadas em raiz e parte aérea, lavadas, trituradas e acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa com aeração forçada a 65 °C até atingir massa constante e pesadas em balança de precisão.

As coletas de plantas para avaliação das variáveis biométricas procederam retirando-se, ao acaso, duas plantas por parcela dentro da área útil. A altura de planta foi determinada com auxílio de uma trena pela medição do nível do solo até o ápice do pendão, e o diâmetro de colmo, foi medido no primeiro

internódio acima do solo com o auxílio de um paquímetro, de acordo com o método proposto por Pandolfo et al. (2014).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico Sisvar® (Ferreira, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve resultados significativos para as doses de nitrogênio com ou sem aplicação de *A. brasilense*, bem como para a interação entre esses dois fatores, referentes a área foliar, teor de nitrogênio na folha diagnóstica, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, altura de planta e diâmetro de colmo, apresentados na Tabela 1, e para número de fileiras da espiga, número de grãos por fileira e massa seca de 100 grãos, expressos na Tabela 2. Ainda na Tabela 2, para a produtividade de grãos detectou-se efeito para a interação entre as doses de nitrogênio e a inoculação de *A. brasilense*.

**Tabela 1.** Área foliar (AF), teor de nitrogênio na folha diagnóstica (NFD), massa seca parte aérea (MAS), massa seca raiz (MSR), altura de planta (AP) e diâmetro de colmo (DC) do híbrido de milho AG 8088 VT PRO2 inoculado com *A. brasilense* em combinação com doses de nitrogênio em cobertura.

<i>A. brasilense</i>	AF (cm <sup>2</sup> )	NFD (g kg <sup>-1</sup> )	MSA (g)	MSR (g)	AP (cm)	DC (mm)
Com	513	29,4	116	27	254	24
Sem	506	29,1	104	22	255	25
F	0,53 ns	0,24 ns	2,82 ns	3,26 ns	0,05 ns	0,05 ns
<b>Doses N*</b>						
0	502	28,9	110	25	254	24
1/6	504	28,5	108	23	257	26
1/3	503	28,9	101	25	249	23
1/1	529	30,6	122	25	258	26
<b>Doses N x Azos.</b>	1,50 ns	1,17 ns	0,17 ns	0,21 ns	0,78 ns	0,84 ns
F	2,01 ns	2,29 ns	1,27 ns	0,10 ns	0,37 ns	1,99 ns
CV %	4,50	5,24	16,83	31,11	6,05	9,61

\* 0= sem aplicação de N; 1/6= 18,3 kg N ha<sup>-1</sup>; 1/3= 36,7 kg N ha<sup>-1</sup> e 1/1= 110 kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura. Médias com letras diferentes dentro das colunas indicam diferença significativa (p<0,05); ns= não significativo a 5% de probabilidade; CV= coeficiente de variação; Dose N x Azos. = interação entre adubação nitrogenada e inoculação com *A. brasilense*.

**Tabela 2.** Número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), massa seca de 100 grãos (MS 100 grãos) e produtividade de grãos (PROD) do híbrido de milho AG 8088 VT PRO2 inoculado com *A. brasilense* em combinação com doses de nitrogênio em cobertura.

<i>A. brasilense</i>	NFE (unid.)	NGF (unid.)	MS 100 grãos (g)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )
Com	18	35	22	6.128
Sem	18	35	23	5.645
F	0,16 ns	1,13 ns	0,34 ns	3,68 ns
<b>Dose N*</b>				
0	18	35	21	5.840
1/6	18	34	23	5.864
1/3	18	36	22	5.976
1/1	18	35	23	5.865
<b>Dose N x <i>Azosp.</i></b>	1,67 ns	0,39 ns	0,71 ns	3,45 *
F	0,10 ns	0,68 ns	1,94 ns	0,05 ns
CV %	3,44	5,85	10,90	10,74

\* 0= sem aplicação de N; 1/6= 18,3 kg N ha<sup>-1</sup>; 1/3= 36,7 kg N ha<sup>-1</sup> e 1/1= 110 kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura. Médias com letras diferentes dentro das colunas indicam diferença significativa (p<0,05); \*= significativo a 5% de probabilidade; ns= não significativo a 5% de probabilidade; CV= coeficiente de variação (%); Dose N x *Azosp.* = interação tratamento de adubação química x tratamento com inoculação de *A. brasilense*.

Na literatura, os resultados encontrados da associação com *A. brasilense* são dependentes de elementos como população de bactérias por sementes, estirpe utilizada e condições da própria bactéria mediante ao meio igualmente observado por (Mehnaz et al., 2006). Altas doses de *A. brasilense* demonstram uma inibição no crescimento das plantas. Os valores considerados ideais são de 10 milhões de células viáveis mL<sup>-1</sup>, correspondente a 17 mil unidades formadoras de colônia semente<sup>-1</sup>, tendo em vista que valores acima dos mencionados podem acarretar uma disputa por nutrientes na microbiota do solo, e quando utilizado um baixo índice de UFC, não há efeito no desenvolvimento da planta. Como observado por Arsac et al. (1990), a dose do inoculante não apresenta importância quando comparada as concentrações da bactéria na solução do inoculante. No presente estudo, o produto comercial utilizado possuía estirpes da bactéria *A. brasilense* em concentração de 200 milhões de células viáveis mL<sup>-1</sup>, conforme recomendado pela legislação brasileira (Hungria, 2011). Considerando a dose utilizada neste experimento de 100 mL ha<sup>-1</sup>, a concentração bacteriana teórica foi de aproximadamente 217 mil unidades formadoras de colônia semente<sup>-1</sup>, portanto, 200 mil UFC semente<sup>-1</sup> superior ao mencionado por Arsac et al. (1990). Neste caso, as variáveis com ausência da resposta à inoculação de *A. brasilense* podem estar relacionadas ao excesso de unidades formadoras de colônia.

Para Bergamaschi (2006), em virtude da condição de aumento do fertilizante nitrogenado, a proporção de diazotróficos no solo acarreta diminuição, provocando alteração na diversidade destas bactérias. É evidenciado que plantas inoculadas com *A. brasilense* e tratadas com 100% de N na forma de ureia, não apresentaram uma inoculação eficiente (Hungria, 2011).

As bactérias podem ser influenciadas por diversos fatores sendo um deles o ambiente em que estão inseridas, sofrendo variáveis como temperatura e umidade, características do solo e influência da microbiota do solo, dessa forma influenciando na associação com as plantas de milho (Chotte et al., 2002). O baixo número de resultados consistentes de pesquisas pode ser explicado pelas diferenças no genótipo e das condições ambientais, constituindo-se nos principais obstáculos à introdução do *A. brasilense* na cultura do milho (Morais, 2012).

Acerca do híbrido utilizado, comprovando que se trata de características agrônômicas que são influenciadas principalmente pelo genótipo (Ohland et al., 2005), em razão deste experimento possuir somente uma cultivar, a dose utilizada de N não interferiu nos componentes da mesma, podendo ser uma característica do genótipo do híbrido. Sendo assim, estes fatores podem justificar a não significância nos resultados das variáveis citadas.

Alguns trabalhos demonstraram efeito positivo da aplicação de doses de N em cobertura para as variáveis altura de planta, massa de 100 grãos e produtividade (Fernandes et al., 2005; Silva et al., 2006; Gomes et al., 2007), pois o nitrogênio atua no crescimento vegetativo, influenciando diretamente a divisão e a expansão celular e o processo fotossintético (Silva et al., 2005; Fornasieri Filho, 2007).

A maior parte dos solos não supre a demanda de N exigida pelas plantas por conta das transformações que o N está sujeito no solo, desta forma ele se encontra indisponível ou em baixa concentração em certas fases da cultura (Wietholter, 1996). Um dos fatores de importância para a disponibilidade de N no solo é a sua constante oscilação. O teor de N pode ser alterado até 100 mil vezes em um ano agrícola (Purcino et al., 2000).

O N presente no solo em sua maioria se encontra com mais de 95% em forma orgânica (Ceretta, 1995; Wietholter, 1996; Schulten et al., 1998), com a microbiota do solo mineralizando apenas uma pequena quantidade no ciclo da cultura (Stevenson, 1982; Camargo et al., 1999), onde o N pode ser disponibilizado as plantas (Keeney, 1982). A mineralização do N no solo está relacionada às características químicas da matéria orgânica, sendo influenciado por sua interação com as partículas do solo e sua elevada movimentação (Ceretta, 1998).

Entretanto, devido a presença de capim braquiária em pousio por 1 ano e meio e a incorporação da matéria seca da mesma no solo, em razão de ser um material com alta relação C/N, a utilização de N no solo pode acarretar um atraso em sua disponibilidade para a cultura, da mesma forma ocorre com os outros nutrientes presentes no complexo orgânico. A microbiota do solo imobiliza parcialmente ou

totalmente o N aplicado no solo onde será novamente disponibilizado para as plantas após algumas semanas. Por conta disso poderá ocorrer uma falta nutricional nas plantas durante esse período (Kluthcouski et al., 2005).

A imobilização é definida como a transformação do N-inorgânico ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ) em formas orgânicas microbianas. Os compostos inorgânicos nitrogenados são assimilados pelos microorganismos onde a biomassa no solo será formada durante a utilização dos assimilados em sua síntese de proteínas celulares (Camargo et al., 1999). Com a escassez do carbono presente no solo inicia-se a competição por recursos entre os microorganismos ocasionando uma redução da população da microbiota por falta de recursos. Desta forma, ocorre o reaproveitamento do N inserido na biomassa microbiana para as plantas (Bartz, 1998).

Foi observado que o tratamento em pousio utilizando plantas *Urochloa ruziziensis* com alta relação C/N, tiveram parte desta dose de N utilizado consumida pelas bactérias do solo, reduzindo o aproveitamento do nutriente para as plantas (Portugal et al., 2017).

Estes dados permitem afirmar que a dinâmica do nitrogênio no sistema solo planta e, conseqüentemente, a eficiência de uso desse elemento pela cultura do milho, é dependente do sistema de cultivo, da quantidade e época de aplicação do fertilizante, como também dos resíduos vegetais de culturas antecessoras.

Embora o teor de N na folha diagnóstica não foi estatisticamente significativo, observa-se que os níveis obtidos do estado nutricional da cultura estão entre 28,5 a 30,6 g kg<sup>-1</sup>, sendo consideráveis teores abaixo do adequado, uma vez que, conforme descrito por Malavolta et al. (1997), o teor de nitrogênio na folha, entre 35,0 a 40,3 g kg<sup>-1</sup>, é indicador de um adequado suprimento de nitrogênio para o milho e teores abaixo de 34,7 g kg<sup>-1</sup> indicam deficiência do nutriente. No entanto, segundo Bataglia et al. (1986), o menor incremento no teor de nitrogênio foliar com as doses de nitrogênio pode ser explicado por um nível de nitrogênio no solo adequado para o desenvolvimento da cultura.

Na Tabela 3, no que se refere à comparação da aplicação ou não de *A. brasilense* em cada dose de N, apenas a dose 1/6 foi influenciada pela presença de *A. brasilense*, fazendo com que a produtividade fosse maior com sua utilização, apresentando um incremento de 1500 kg ha<sup>-1</sup> (25 sacas ha<sup>-1</sup>) em relação a mesma dose de N aplicado sem a inoculação. No entanto, nestas condições de estudo, este resultado indica que a menor dose de N recomendada (18,3 kg ha<sup>-1</sup>) estimulou as bactérias de *A. brasilense* e conseqüentemente impulsionou a cultura a obter melhores efeitos na produtividade.

**Tabela 3.** Produtividade de grãos referente a doses de N inoculadas ou não com *A. brasilense* no híbrido de milho AG 8088 VT PRO2.

Dose N*	com <i>A. brasilense</i>	sem <i>A. brasilense</i>	F
<b>Produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>)</b>			
0	6.189	5.492	1,91 ns
1/6	6.614 a	5.114 b	8,88 **
1/3	6.226	5.727	0,98 ns
1/1	5.484	6.246	2,29 ns
F	1,74 ns	1,77 ns	

\* 0= sem aplicação de N; 1/6= 18,3 kg N ha<sup>-1</sup>; 1/3= 36,7 kg N ha<sup>-1</sup> e 1/1= 110 kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura.; \*\*= significativo a 1% de probabilidade; ns= não significativo a 5% de probabilidade.

Mesmo com grande número de experimentos com fertilização nitrogenada tendendo para produtividades mais elevadas em comparação ao uso de bactérias diazotróficas em inoculação, seu uso ainda é considerado viável, onde em avaliação de estirpes de *A. brasilense* para o milho, foi constatado aumentos na produtividade de grãos, com a presença de inoculação e doses de 20 a 24 kg ha<sup>-1</sup> de N (Hungria et al., 2010).

A interação observada entre a dose 1/6 de N com e sem inoculação de *A. brasilense* alcançada nesta avaliação, pode ser consequência de um conjunto de fatores favoráveis ao desenvolvimento da cultura, como o elevado potencial produtivo do híbrido utilizado, a incidência de condições climáticas favoráveis durante a condução do experimento e também a inoculação com *A. brasilense*. Dessa forma é considerável uma interação ocasionada por fatores externos.

No que tange a inoculação de *A. brasilense* sobre as demais doses de N, apesar dos resultados não serem estatisticamente significativos, o aumento da dose de N, a partir da dose 1/6, expressou proporcionalmente em produtividades menores e a aplicação de N, sem inoculação, em produtividades maiores.

Os ganhos com a inoculação são diminuídos conforme as doses de N são aumentadas. Entretanto, este dado indica um possível efeito sinérgico entre a presença da bactéria e a adubação nitrogenada em uma determinada dose, porém em doses mais elevadas foi notado a diminuição do benefício entre bactéria e doses de N (Aguirre et al., 2018).

Doses elevadas de N causam inibição da associação das bactérias diazotróficas com as plantas de milho no início de seu desenvolvimento. O N aplicado provoca alterações fisiológicas na planta, dessa forma afetando a associação das bactérias (ROESCH et al., 2006).

Por outro lado, as doses de N em cobertura não influenciaram a produção de grãos comparando isoladamente a aplicação ou não de *A. brasilense*. Kitur et al. (1984) e Amado et al. (2000), observam que a matéria seca incorporada ao solo juntamente ao acréscimo de adubos nitrogenados eleva o teor de N no

solo, contudo se observa uma baixa absorção de N pelas plantas neste cenário. Um dos fatores responsáveis é a elevada imobilização do N pelos microorganismos para efetuar a mineralização da matéria seca incorporada ao solo. Um alto teor de matéria orgânica no solo pode ocasionar uma elevada imobilização microbiana do N prejudicando a absorção de N pelas plantas (Vargas et al., 1998).

O nitrogênio tem sua disponibilidade reduzida para a cultura por conta da imobilização realizada pela biomassa microbiana, porém pode ser uma fonte disponível no futuro por meio da mineralização. Conforme a ocorrência da morte dos microorganismos ocorre sua remineralização realizada pelos microorganismos restantes na microbiota do solo, disponibilizando o N para às plantas (Mary, 1996).

Diante disso, pode-se dizer que a resposta da cultura a adubação nitrogenada depende de diversos fatores dentre os quais, histórico de cultivo da área, condições edafoclimáticas e modos de aplicação no nutriente.

## CONCLUSÃO

A inoculação com *A. brasilense* elevou a produtividade de grão apenas quando combinada com a dose de 18,3 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na cobertura.

As variáveis área foliar, teor de N foliar, massa seca de 100 grãos, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa seca da parte aérea e das raízes, altura de planta e diâmetro de colmo não foram influenciadas pela inoculação com *A. brasilense* e doses de N em cobertura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre PF et al. (2018). Forage yield of Coastcross-1 pastures inoculated with *Azospirillum brasilense*. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 40(1): 1-8.
- Amado TJC et al. (2000). Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24: 179-189.
- Arsac JF et al (1990). Growth enhancement of maize (*Zea mays* L.) through *Azospirillum lipoferum* inoculation: effect of plant genotype and bacterial concentration. *Agronomie*, 10: 640-654.
- Baldani JI et al (1997). Recent advances in BNF with non-legume plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 29: 911-922.
- Bartz HR (1998). Dinâmica dos nutrientes e adubação em sistemas de produção sob Plantio Direto. In: Fries MR (ed.). *Plantio Direto em solos arenosos: alternativas para a sustentabilidade agropecuária*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Ed. Pallotti. 52-81p.
- Bashan Y et al. (2010). How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth - a critical assessment. 2010. *Advances in agronomy*, 108: 77-136.

- Bataglia OC et al. (1986). Critérios alternativos para diagnose foliar. In: Dechen AR et al. (ed.). Simpósio avançado de química e fertilidade do solo. 1. ed. Campinas: Fundação Cargil. 1-179p.
- Bergamaschi C (2006). Ocorrência de bactérias diazotróficas associadas às raízes e colmos de cultivares de sorgo. Mestrado em Microbiologia Agrícola. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Dissertação), Porto Alegre. 71p.
- Camargo FAO et al. Nitrogênio orgânico do solo. In: Santos GA et al. (eds). Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Gênese, Porto Alegre. 117-137p.
- Ceretta CA (1995). Adubação nitrogenada no sistema plantio direto: sucessão aveia/milho. In: II Curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo no sistema plantio direto. Editora Aldeia Norte, Passo Fundo. 12-25p.
- Ceretta CA (1995). Fracionamento de N orgânico, substâncias húmicas e caracterização de ácidos húmicos de solo em sistemas de cultura sob plantio direto. Doutorado em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (tese), Porto Alegre. 127p.
- Chotte J et al. (2002). Changes in bacterial communities and *Azospirillum* diversity in soil fractions of a tropical soil under 3 or 19 years of natural fallow. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1083-1092.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2020). Acompanhamento da safra brasileira: Grãos, safra 2019/2020. Décimo segundo levantamento, setembro/2020.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2013). Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação – SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Fancelli AL (2003). Milho: Ambiente e produtividade. In: Fancelli AL et al. (eds.). Milho: Estratégias de manejo para alta produtividade. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 74-197p.
- Fernandes FCS et al. (2005). Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 4(2): 195-204.
- Ferreira DF (2019). Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista brasileira de biometria*, 37(4): 529-535.
- Fornasieri Filho D (2007). Manual da cultura do milho. Jaboticabal: Funep.
- Hungria M (2011). Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja. 38p. (Embrapa Soja. Documentos, 325).
- Gomes RF et al. (2007). Efeito de doses e época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 931-938.
- Hungria M et al. (2010). Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant and Soil*, 331: 413-425.

- Keeney DR (1982). Nitrogen management for maximum efficiency and minimum pollution. In: Stevenson FJ. Nitrogen in agricultural soils. Soil Science Society of America, Madison. 605-649p.
- Kitur BK et al. (1984). Fate of <sup>15</sup>N-depleted ammonium nitrate applied to no-tillage and conventional tillage corn. *Agronomy Journal*, 2: 240-242.
- Kluthcouski J et al. (2005). Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 63p. (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, 188).
- Malavolta E (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS. 319p.
- Mary B (1996). Interactions between decomposition of plant residues and nitrogen cycling in soil. *Plant and Soil*, 181(1): 71-82.
- Mehnaz S et al. (2006). Inoculation effects of *Pseudomonasputida*, *Ghiconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum* on com plant growth iunder greenhouse conditions. *Microbial Ecology*, 51(3): 326-335.
- Morais TP (2012). Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* em híbridos de milho. Mestrado em Fitotecnia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia (Dissertação). 82p.
- Ohland RAA et al. (2005). Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(3): 538-544.
- Pandolfo CM et al. (2014). Desempenho de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* associado a doses de nitrogênio em cobertura. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114686/1/Desempenho-de-milho-inoculado-com-Azospirillum-brasiliense-associado-a-doses-de-nitrogenio-em-cobertura.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2020.
- Portugal JR et al (2017). Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação com *Azospirillum brasilense* em milho no Cerrado. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rca/v48n4/1806-6690-rca-48-04-0639.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2020.
- Purcino AAC et al. (2000). Como as plantas utilizam os fertilizantes nitrogenados. *Revista Cultivar*, abril de 2000.
- Raij BV et al. (1997). Boletim técnico 100: Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônômico. 42-44 p.
- Repke RA et al. (2013). Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/141168/ISSN1980-6477-2013-12-03-214-226.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 01 abr. 2020.

- Ritchie SW et al. (1993). How a corn plant develops. Ames: Iowa State University of Science and Technology. 26p. (Special Report, 48).
- Roesch LFW et al. (2006). Characterization of diazotrophic bacteria associated with maize: effect of plant genotype, ontogeny and nitrogen supply. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, v. 22, n. 9, p.967-974, 2006.
- Sangoi L et al. *Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos*. Lages: Graphel, 2010. 32p.
- Schulten HR et al. (1998). The chemistry of soil organic nitrogen: a review. *Biologic Fertility Soils*, 26: 1-15.
- Silva DA et al. (2006). Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 5(1): 75-88.
- Silva EC et al. (2005). Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 725-733.
- Stevenson FJ (1982). Organic forms of soil nitrogen. In: Stevenson FJ (ed.). *Nitrogen in agricultural soils*. ASA/SSSA, Madison. 67-122p.
- USDA - United states department of agriculture (2018). Statistics of grain and feed. *International Corn: Area, yield, and production in specified countries*. Disponível em: <[https://www.nass.usda.gov/Publications/Ag\\_Statistics/2018/Chapter01.pdf](https://www.nass.usda.gov/Publications/Ag_Statistics/2018/Chapter01.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2019.
- Tollenaar M (1992). Is low density a stress in maize? *Maydica*, 37(2): 305-311.
- Vargas LK et al. (1998). Nitrogênio da biomassa microbiana, em sistemas de manejo do solo, estimado por métodos de fumigação. *Revista Brasileira de Ciência Solo*, 22(3): 411-417.
- Wietholter S (1996). *Adubação nitrogenada no sistema plantio direto*. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo. 44p.

## Efecto del Quitomax® y Ecomic® en posturas injertadas de café

Recibido em: 04/03/2021

Aceito em: 06/03/2021

 10.46420/9786588319581cap3

Sucleidi Nápoles Vinent<sup>1\*</sup> 

Odalis Rosales Jerez<sup>1</sup> 

Andrés Pérez Almaguer<sup>1</sup> 

Claudio Osmar Alarcón Méndez<sup>1</sup> 

Alejandro Falcón Rodríguez<sup>2</sup> 

Jorge González Aguilera<sup>3</sup> 

### INTRODUCCIÓN

El Café es el nombre común de las semillas provenientes de los arbustos del género *Coffea*, de la familia de las Rubiáceas, a nivel mundial es uno de los productos agrícolas de mayor importancia económica que contribuye tanto a la economía de los países exportadores como de los importadores (OIC, 2019).

De acuerdo con Duicela et al. (2017), las especies de café más importantes en el mundo son: *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* P., identificadas como arábigas y robustas, respectivamente. Estas especies son importantes por producir la bebida de mayor consumo en el mundo y por poseer características fenotípicas especiales, tolerancia a la sequía y adaptabilidad a diferentes condiciones de clima, suelo y métodos de cultivo (Gonzalo et al., 2018).

En el sector cafetalero se producen anualmente más de siete millones de toneladas lo cual genera ingresos anuales mayores a 15 mil millones de dólares para los países exportadores y brinda fuente de trabajo a más de 20 millones de personas en el mundo (Canet et al., 2016).

La producción cafetalera en Cuba experimenta una visible recuperación a partir de medidas adoptadas en los últimos años, que contribuyeron a que la producción en 2019 aumentara en mil 400 toneladas en relación con el año precedente. Sin embargo, el país además de exportador es un importador

<sup>1</sup> Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Ciencias Agrícola (INCA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil.

\*E-mail autor de correspondencia: [sucleidis@uo.edu.cu](mailto:sucleidis@uo.edu.cu); [sucleidi.napoles@nauta.cu](mailto:sucleidi.napoles@nauta.cu)

de ese grano, de ahí que la obtención de plántulas de calidad juega un papel esencial y coadyuvan a un mayor rendimiento (Encalada et al., 2018).

Al respecto, el uso del injerto hipocotiledonar es económico e importante y ya ha sido probado en el control de plagas y enfermedades del sistema radical, a las que el patrón es resistente (Reyes et al., 2016). Así como, el uso de los bioestimulantes que son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejoran su metabolismo permitiendo que estas sean más resistentes ante condiciones adversas, como sequías o el ataque de plagas, entre otras (Valverde et al., 2020).

La aplicación de estos productos han sido evaluados y extendidos en diversos cultivos de importancia económica como son tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), soya (*Glycine max* L.), maíz (*Zea mays* L.), arroz (*Oryza sativa* L), entre otros (González et al., 2011; Gómez et al., 2016; Lara et al., 2018), obteniéndose resultados en la germinación y desarrollo de estos cultivos, sin embargo en el cultivo del café son insuficientes los estudios realizados sobre el efecto de su aplicación en la etapa de vivero, en este sentido el objetivo de este trabajo fue evaluar la contribución de los bioestimulantes EcoMic<sup>®</sup> y QuitoMax<sup>®</sup> en las características morfológicas y fisiológicas de las posturas café *arabica* injertadas sobre el patrón *Canephora*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Ubicación de la investigación*

La investigación se desarrolló en la etapa de vivero del cultivo de café, durante la campaña 2018-2019. Se utilizó como centro La UBPC, La Calabaza perteneciente a la Empresa Agroforestal Sierra Cristal, la misma se encuentra ubicada en el Municipio de Segundo Frente, Santiago de Cuba.

### *Procedencia del material biológico*

Para realizarla investigación se utilizaron semillas certificadas de los cultivares café Típica de la especie arabica y robusta de la especie canephora, procedentes de La Empresa Agroforestal Sierra Cristal, con un porcentaje de germinación al 98%.

Se utilizó el bioestimulante QuitoMax<sup>®</sup>, cuyo ingrediente activo es un polímero de Quitosana, obtenido por el Grupo de Productos Bioactivos (GPB) del INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrarias), a partir de la desacetilación básica (NaOH) de la quitina presente en la cubierta de las langostas (Echevarría et al., 2012). Este bioestimulante natural de crecimiento fue aplicado como tratamiento de semillas vía imbibición durante 30 minutos segundo recomendaciones de Terry et al. (2017).

EcoMic<sup>®</sup> obtenido por la cepa de Hongo Micorrízico Arbuscular *Glomus intraradices*, como inóculo certificado del cepario del Dpto. Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas del INCA. Se aplicó mediante

el método de peletización de la semilla a razón del 1 % del peso de las mismas en el momento de la siembra (Barroso et al., 2015).

**Tabla 1.** Tratamientos empleados en la investigación y su descripción. Fuente: Los autores

Tratamientos	Variantes	Descripción de los tratamientos
T1	Control productivo	Semillas sin aplicación de los bioproductos
T2	Semillas tratadas con EcoMic <sup>®</sup>	Las semillas fueron peletizadas con una pasta de EcoMic <sup>®</sup> .
T3	Semillas embebidas Quitomax <sup>®</sup>	Las semillas fueron embebidas en Quitomax <sup>®</sup> 400mg disuelto en 1L <sup>-1</sup> de agua durante 30 minutos.
T4	Semillas embebidas en Quitomax <sup>®</sup> + EcoMic <sup>®</sup>	Las semillas fueron embebidas en Quitomax <sup>®</sup> 400mg disuelto en 1L <sup>-1</sup> de agua durante 30 minutos, luego fueron peletizadas con una pasta de EcoMic <sup>®</sup>

### ***Procedimiento para la siembra***

La primera etapa de este ensayo (pregerminador) duró 60 días y se realizó en dos canteros pregerminadores, uno para la especie *arabica* y el otro para la *canephora*; los pregerminadores de 1,20 m de longitud x 20 m de ancho contenían arena de río lavada, tamizada y desinfectada como soporte, sobre el cual se colocó una malla de polisombra al 50 % de luz. La siembra de 400 semillas de ambas especies sin desinfectar, tratadas y no tratadas con EcoMic<sup>®</sup> y Quitomax<sup>®</sup> se realizó con diferencias de quince días entre los dos cultivares en surcos previamente humedecidos, con 5 cm de distancia entre ellos, a 2,5 cm de profundidad y a 1cm de separación entre semillas. Las semillas se taparon con sacos limpios y húmedos hasta su germinación. Fue empleado un diseño completamente aleatorizado con seis repeticiones.

Una vez concluida esta fase se procedió al trasplante de las posturas después de haberse realizado el injerto hipocotiledonar del café típica sobre el patrón de robusta a través de la técnica propuesta por Andía (2016). En esta segunda etapa (propagador), las posturas injertadas se sembraron en bolsas de polietileno negro de 15,24 cm x 20,32 cm (Méndez, 2011), que contenían sustrato preparado con suelo y estiércol vacuno en una proporción 3:1. Complementado con fertilización fosfórica, utilizando superfosfato triple (SFT), a razón de 10,9 kg m<sup>-3</sup> de la mezcla y se realizó una aplicación foliar mensual de urea al 1% (1 Kg de urea en 100 L de agua) a partir de que las posturas lograron el tercer par de hojas verdaderas. Las bolsas se ubicaron en el interior del invernadero con la estructura de malla de polisombra al 50 % de luz durante 5 meses (180 días) y fueron distribuidas bajo un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y cuatro tratamientos.

***Variables analizadas en la investigación******Etapa del pregerminador:***

**Porcentaje de Germinación (%):** Se tomó como criterio de germinación la formación del gancho del hipocótilo, realizando el conteo con una frecuencia semanal posterior a la siembra. Se calculó el porcentaje de germinación (P) (%): considerando las semillas germinadas, sobre el total de la muestra. Los datos fueron transformados mediante la fórmula Arcos.

$$P = (\text{Cantidad de semillas germinadas} / \text{cantidad de semillas tratadas}) * 100 \quad \text{(Ecuación 1)}$$

**Altura de las plántulas (AP):** La altura de 10 posturas se evaluó a los 60 días después del tratamiento (DDT) mediante la utilización de una regla milimetrada, la medición se realizó a partir del cuello de la planta hasta el ápice de la hoja, el dato obtenido se expresó en centímetros (cm).

**Diámetro del tallo (DT):** Para realizar la medición del diámetro del tallo de 10 posturas se utilizó un pie de rey, tomando el dato en el cuello de las plántulas, expresándose el dato en milímetros (mm), evaluándose a los 60 DDT

**Medición de la longitud radical, (LR):** Se extrajeron 10 posturas de cada tratamiento y se midió la longitud de la raíz, a los 60 DDT y se expresó el resultado en (cm).

***Etapa Propagador:***

**Aparición hojas hipocotiledonar o estadios fenológicos:** A partir de 30 días después del trasplante se hicieron observaciones visuales mensuales y se tomaron los datos cuando el 50% de las plántulas había alcanzado los pares de hojas.

**Área foliar:** Para determinar el área foliar a los 90, 120 y 180 DDT, se utilizaron las medidas lineales de las hojas, largo y ancho máximo de las mismas, expresándose el dato en  $\text{cm}^2$ . La fórmula para calcular el Área Foliar fue la siguiente (Encalada et al., 2016).

$$AF = 0,64 * (Lh * Ah) + 0,49 \quad \text{(Ecuación 2)}$$

en donde: AF = área foliar, Lh = largo máximo de la hoja, Ah = ancho máximo de la hoja

**Masa seca de la parte aérea y radical (g):** Se prepararon las muestras de la parte aérea y radical, se procedió a cortar en la base del cuello de la planta, se etiquetó cada una de las muestras, se las ingresó a la estufa a una temperatura de 75 °C por un lapso de 72 horas y finalmente se pesó hasta peso constante la parte aérea que comprendió el tallo y hojas y la parte radical la raíz expresándose el dato en gramos (g). Las determinaciones de estas variables se realizaron a los 90 y 180 DDT.

**Masa seca total:** Se lo determinó sumando los pesos de la parte aérea y radical de la planta, expresando los datos en gramos (g).

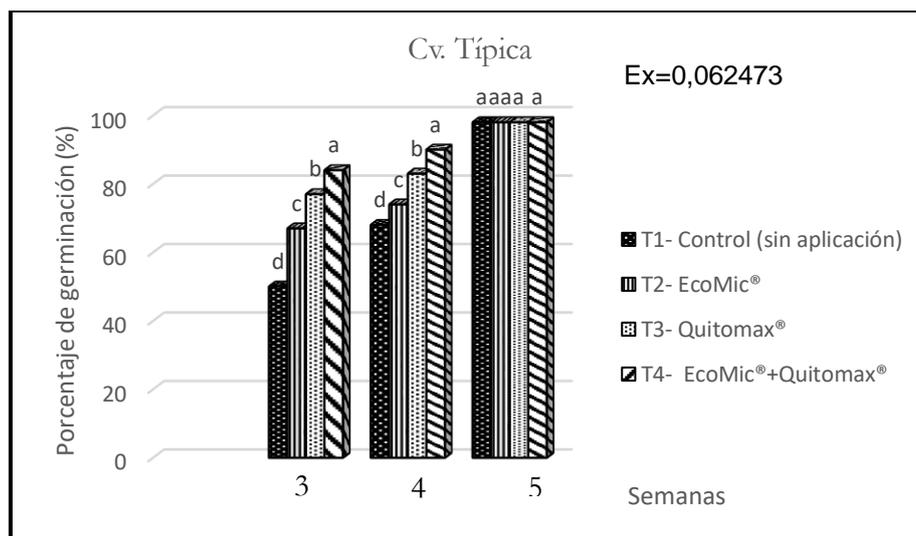
**Análisis estadístico:** Los resultados fueron procesados estadísticamente mediante pruebas de ANOVA. La comparación de las medias con diferencias significativas a un valor de  $p < 0,05\%$  se realizó a través de la prueba de Tukey, se utilizó del software estadístico SPSS ver. 19 para Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Efectos del EcoMic® y QuitoMax® sobre el cultivo de café en la etapa de Pregerminador*

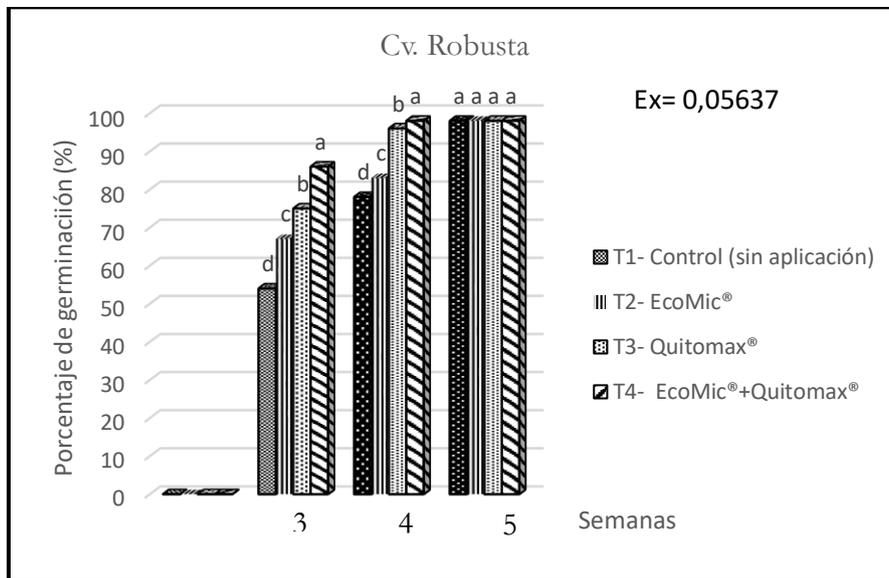
En las Figuras 1 y 2 se aprecia el efecto del EcoMic®, QuitoMax® sobre el porcentaje de germinación de las semillas del café arábica, la cual exhibe el efecto favorable de los productos en estudio en la germinación del cafeto para el cultivar Típica (Figura 1) y Robusta (Figura 2). Además se evidencia en ambas figuras diferencias significativas entre las semillas tratadas y el control en la tercera y cuarta semana después del tratamiento (DT), alcanzando mayor efecto en el porcentaje de germinación del café Robusta (Figura 2) que en el cultivar Tipica (Figura 1), a la cuarta semana.

La combinación de los productos de origen natural de última generación EcoMic® + QuitoMax® (Tratamiento 4) resultó altamente significativo para  $p < 0.05$  en relación a los demás tratamientos para ambos cultivares del cafeto empleados, así como las variantes estudiadas de los bioproductos por separado EcoMic® (Tratamiento 2), QuitoMax® (Tratamiento3), superaron significativamente al control. Las semillas tratadas con los bioproductos combinados alcanzaron el porcentaje de germinación total (98%), a la cuarta semana después del tratamiento (DDT) sin manifestar diferencias significativas con el resto de los tratamientos empleados incluido el control.



**Figura 1.** Efecto del EcoMic® y QuitoMax® en la germinación del café arábica cv. Típica. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas a  $p < 0,05$ . Fuente: Los autores.

Los resultados obtenidos en este experimento muestran que las semillas tratadas con la combinación de los bioproductos e individual, tienen efectos benéficos en la ruptura de la dormancia de las semillas de las dos cultivares empleadas, lo cual puede estar dado a que se produzcan alteraciones temporales en la permeabilidad de las membranas, con pérdidas pasivas de diferentes metabolitos de baja masa molar (azúcares, ácidos orgánicos, iones, aminoácidos y péptidos) lo que indica la transformación de los componentes fosfolipídicos de la membrana celular y a que en la célula se produzca incremento de la síntesis de ATP y de un amplio rango de enzimas que aumentan la síntesis de ADN y con ello la síntesis proteica, así como una alta actividad mitótica, favoreciendo el proceso de germinación (Falcón et al., 2011). Ya que se ha demostrado que las quitosanas estimulan los niveles de proteínas, así como, los niveles enzimáticos (Falcón et al., 2011).



**Figura 2.** Efecto del EcoMic® y QuitoMax® en la germinación del café Canephora cv. Robusta. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas a  $p < 0,05$ . Fuente: Los autores.

El QuitoMax® pese que no es muy frecuente su utilización para la aceleración del proceso de germinación, en este experimento las unidades tratadas con este producto arrojaron buenos resultados en cuanto al proceso, concordando con los resultados obtenidos por González et al. (2016), los cuales obtuvieron altos porcentajes de germinación con la utilización de dicho producto en semilleros de *Nicotina Tabacum L.* Resultados similares obtuvieron Morales et al. (2016) en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) donde el QuitoMax® también influyó positivamente en este proceso. Por su vez, estudios realizados por Torres et al. (2016), pero esta vez en combinación con EcoMic® y Azofert® en dos cultivares de maíz blanco (*Zea Mays, L.*) mostraron el efecto benéfico de estos dos productos.

A pesar de que el EcoMic® no se utiliza con el fin de acelerar la germinación este también tuvo efectos positivos en combinación e individual, sin embargo, Noda y Castañeda (2012), encontraron una

respuesta positiva de la inoculación de hongos micorrizógenos (HMA) en la emergencia de semillas de *Jatropha curcas*, lo cual indica que es también un producto con algún tipo de influencia en la emergencia de las plántulas. Estos autores demostraron que la asociación efectiva entre planta y HMA con positivo incremento de los mismos, con respecto al tratamiento control, lo cual demuestra la actividad de una cepa eficiente promoviendo una mayor relación planta–HMA.

La Tabla 2 evidencia que existen diferencias significativas entre los tratamientos, señalando que las plántulas correspondientes al tratamiento T4 (EcoMic<sup>®</sup> + QuitoMax<sup>®</sup>) lograron mayor crecimiento (14.30 cm), mayor grosor del tallo (1.3 mm) y longitud de la raíz (9,48 cm) superó significativamente a los demás tratamientos, en tanto las plántulas de menor altura (8.72 cm), grosor del tallo (1.09 mm) y longitud de la raíz (4,11 cm) se corresponden con el tratamiento control (T1). Igualmente se observa en la Tabla 2 que las variantes estudiadas con cada uno de los bioproductos de forma individual favorecieron más el crecimiento en relación al control.

**Tabla 2.** Efecto del EcoMic<sup>®</sup> y QuitoMax<sup>®</sup> sobre indicadores de crecimiento en el cultivo de café, en el pregerminador. Fuente: Los autores.

	<b>Tratamientos</b>	<b>AP (cm)</b>	<b>DT (mm)</b>	<b>LR (cm)</b>
T1	Control (sin aplicación)	8.72 d	1.09 c	4,11 d
T2	EcoMic <sup>®</sup>	12.16 b	1.17 b	8,34 b
T3	QuitoMax <sup>®</sup>	10.31 c	1.17 b	6,45 c
T4	EcoMic <sup>®</sup> +QuitoMax <sup>®</sup>	14.30 a	1.3 a	9,48 a
	Cv	7.27	4.68	10.56
	Ex	0.4653	0.0373	0.6532

AP: altura de la planta, DT: diámetro del tallo, LR: longitud radicular Medias con letras comunes no difieren significativamente para  $p < 0,05$ .

En lo que respecta al desarrollo morfológico del café en etapa de pregerminador, se para las variables AP, DT, y LR, se observaron diferencias estadísticas significativas, resultados que no se contraponen a los de Valdeverde et al. (2020), quien reporto respuestas favorables con utilización de bioestimulantes en el proceso de desarrollo del café, observando un desarrollo vigoroso de las plántulas de cafetos cuando fueron embebidas en ellos. Para todas las variables evaluadas la combinación de los productos fue siempre superior lo que muestra que el potencial que tiene la combinación de ellos en relación a su uso individual, que aunque superior al control ningún producto fue capaz de superar al combinado. Ambos combinados se muestra mas efectivos en la estimulación del crecimiento de las posturas de café en las condiciones evaluadas.

La respuesta mostrada por las distintas variables de crecimiento pudieran ser explicadas a partir de la capacidad de QuitoMax<sup>®</sup> para estimular el crecimiento de las plántulas, lo que también mantiene una

estrecha relación con la concentración empleada y la forma de aplicación del producto al cultivo, que incluye el tiempo de contacto con el órgano que percibe la aplicación, en este caso la semilla, acelerando el crecimiento (Falcón et al., 2018).

Por otra parte, la aplicación individual del EcoMic® y QuitoMax® favorecieron las variables de crecimiento evaluadas en este estudio, corroborando las potencialidades biológicas que se le han demostrado a estos compuestos, como la promoción del crecimiento y desarrollo vegetal de varios cultivos de importancia económica. Los resultados obtenidos confirman, el estudios realizados en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Lizárraga et al., 2013), además concuerdan con lo informado para el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.), en el que las plantas tratadas con este producto presentaron un mayor vigor (Rodríguez et al., 2013).

***Efectos del EcoMic® y QuitoMax® en posturas injertada del cultivo de café típica sobre robusta, en el propagador***

En la variable aparición de las hojas hipocotiledonar los tratamientos pertenecientes a las unidades tratadas con la combinación y aplicación individual de los bioproductos en estudio, presentaron un acortamiento en el tiempo de la aparición de los diferentes pares de hojas hipocotiledonar (Tabla 3), donde se observa que el T4 (QuitoMax®+ EcoMic®), arrojó los mejores resultados estadísticamente superando significativamente al control y al uso individual de ambos productos.

**Tabla 3.** Efecto del EcoMic®, QuitoMax® sobre la aparición de las hojas hipocotiledonar en las posturas de café injertadas. Fuente: Los autores.

<b>Aparición de las hojas hipocotiledonar (DDT)</b>					
<b>Hojas</b>	<b>Control</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>Ex</b>
1er par	85 d	78 c	75 b	60 a	0,0327
2do par	90 d	88 c	88 b	90 a	0,4586
3er par	128 d	128 c	114 b	98 a	0,2354
4to par	140 d	140 c	129 b	127 a	0,5326
5to par	175 d	165 c	157 b	149 a	0,6421
6to par	180 d	176 c	170 b	164 a	0,0836

Medias con letras comunes no difieren significativamente para p<0,05

Este indicador evaluado en la Tabla 3, se favoreció más al combinar los bioestimulantes, lo que demuestra el efecto positivo y sinérgico que se establece entre ambos productos en el interior de la planta, resultados que se corresponden con los encontrados por (Barroso et al., 2015) en la aplicación de Fitomas-E y EcoMic® para la reducción del consumo de fertilizante mineral en la producción de posturas de cafeto y con los estudios realizado en la especie forestal *Albizzia* cubana en condiciones de vivero (Rodríguez., 2011).

Feniagro (2010) ha señalado que con la utilización del EcoMic<sup>®</sup> la aparición de los estadíos en viveros de café se incrementa entre 10 y 163%, ya que existe una alta y consistente respuesta del cafeto a la inoculación con cepas de HMA, además su implementación acelera el vivero de cafeto con la emisión de un o dos pares de hojas por planta, con relación a los testigos sin inocular, lo que representa un adelanto entre 25 y 50 días al trasplante, resultados que se corresponden con los obtenidos en el presente trabajo.

El aumento en la aparición de los pares de hojas en los tratamientos donde se aplicó EcoMic<sup>®</sup>, es la respuesta fisiológica del cafeto cuando crece en un medio donde existe mayor suministro de elementos nutritivos (Barroso et al., 2015). El nitrógeno, como uno de los elementos favorecidos por el empleo del EcoMic<sup>®</sup>, se incorpora en todas las moléculas de proteínas en las plantas y forma parte de los elementos que intervienen en la actividad fotosintética y respiratoria, por lo tanto, mejora el metabolismo de la planta y su crecimiento, dándole oportunidad a la misma de expresar su potencial para producir más crecimiento (Du Jardin, 2015).

Así como la acción de QuitoMax<sup>®</sup> pudiera estar relacionada con su influencia en la actividad enzimática, relacionada con la acumulación de quitinasas, b-1,3- glucanasa, síntesis de fitoalexina o a los mecanismos de acción del QuitoMax<sup>®</sup>, actuando como bioestimulante, con la presencia de auxinas y aminoácidos de acción auxínica, cuya función puede incidir en la aparición rápida de los pares de hojas, además indirectamente desencadena procesos en las plantas que hacen que puedan acceder más eficientemente a los nutrimentos que están en el suelo (Costales, 2010).

El comportamiento del área foliar también fue evaluado y se muestra en la Tabla 4, en la cual se aprecia el incremento del área foliar de las posturas injertadas de café a los 90, 120 y 180 días, observándose en cada uno de los tres momentos que el EcoMic<sup>®</sup> y QuitoMax<sup>®</sup> de forma combinada (Tratamiento 4) e individual (Tratamientos 2 y 3) favorecieron al crecimiento foliar de las posturas. El tratamiento 4 superó significativamente al resto de los tratamientos, así como los Tratamientos 2 y 3 mostraron diferencias significativas con respecto al control. Esta respuesta del cultivo a las diferentes variantes empleadas de los tratamientos fue similar en los tres momentos de evaluación.

**Tabla 4.** Efecto del EcoMic<sup>®</sup> y QuitoMax<sup>®</sup> en el área foliar (cm<sup>2</sup>) de posturas injertadas de café típica sobre robusta, en la etapa de vivero. Fuente: Los autores.

Tratamientos		Área Foliar (cm <sup>2</sup> )		
		90 DDT	120 DDT	180 DDT
T1	Control productivo	5,72 d	8,09 c	10,11 d
T2	EcoMic <sup>®</sup>	9,16 b	13,17 b	16,34 b
T3	Quitomax <sup>®</sup>	8,31 c	10,17 b	13,45 c
T4	EcoMic <sup>®</sup> +Quitomax <sup>®</sup>	10,30 a	15.3 a	18,19 a
	Cv	9.27	6.68	11.56
	Ex	0.2633	0.3734	0.5632

Medias con letras comunes no difieren significativamente para p<0,05

A partir de estos resultados se puede inferir que en las variantes señaladas hubo un mayor desarrollo de la superficie foliar en el cultivo, lo que sugiere una mayor actividad fotosintética para producir foto asimilados como fuente de energía que garanticen un buen crecimiento y desarrollo de las posturas durante la etapa de vivero, y de ahí la respuesta observada en la variables mostradas en la Tabla 2 y 3. Las evidencias indican que la intercepción de la radiación fotosintéticamente activa es necesaria para la producción de biomasa y el correspondiente aporte al incremento del área foliar, depende del número de hojas y del tamaño que alcancen las mismas, además del comportamiento de las diferentes variables climáticas entre las que las temperaturas juegan el rol principal, ya que afectan el proceso fotosintético (Hadwiger, 2013).

Morales et al. (2015) obtuvo un mayor incremento del área foliar de la papa (*Solanum tuberosum*) con la mayor aplicación del QuitoMax® el cual estimuló el número de hojas por plantas de la cultivar Spunta. Sin embargo, González et al. (2016), alcanzaron un incremento favorable en el incremento del área foliar en el cultivo del tabaco con la menor dosis de aplicación de QuitoMax®. Morales et al. (2016) alcanzaron los mejores resultados en cuanto al incremento del área foliar en el cultivo del frijol con aplicación de QuitoMax®.

Los resultados de la biomasa seca de los órganos de las posturas de café injertadas se exponen en la Tabla 5 en la cual se observa que la aplicación EcoMic® y QuitoMax® favorecen significativamente el incremento de masa seca, destacándose el aumento significativo de la masa seca total, de la parte aérea y radicular en las posturas procedentes de las semillas de café tratadas con los bioproductos de forma combinada, así como las que menos materia seca contenían en los 90 y 180 días, momentos en que se efectuaron las evoluciones corresponden a las posturas del tratamiento control.

**Tabla 5.** Efecto del EcoMic® y QuitoMax® en la biomasa seca de diferentes órganos de posturas injertadas de café típica sobre robusta. Fuente: los autores.

Tratamientos	Biomasa seca (g planta <sup>-1</sup> )					
	Raíz		Parte aérea		Total	
	90 DDT	180 DDT	90 DDT	180 DDT	90 DDT	180 DDT
T1-Control productivo	0,1 c	0,2 c	0,2 d	0,31 d	0,3 d	0,51 d
T2-EcoMic®	0,2 b	0,38 b	0,4 b	0,52 b	0,6 b	0,90 b
T3-QuitoMax®	0,2 b	0,30 b	0,3 c	0,49 c	0,5 c	0,79 c
T4-EcoMic®+QuitoMax®	0,3 a	0,46 a	0,5 a	0,68 a	0,8 a	1,14 a
Cv	8,27	4,68	5,56	8,16	6,53	7,46
Ex	0,03385	0,02374	0,05632	0,03407	0,06781	0,05643

Medias con letras comunes no difieren significativamente para p<0,05

Al analizar la respuesta mostrada por esta variable, se pudo constatar que este comportamiento coincide con Lizárraga et al. (2013), que encontraron resultados favorables en el crecimiento, expresado

mediante sus masas frescas y secas, la superficie foliar y los contenidos de clorofila en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* Super Stryke), destacándose en sus resultados que las mejores respuestas se manifestaron con las menores dosis de quitosano aplicadas, coincidiendo con lo encontrado en plantas jóvenes de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), tratadas con dosis bajas de quitosana en la imbibición de las semillas (Rodríguez et al., 2013).

También, se señala que la aplicación de bioestimulantes, potencia las auxinas que intervienen en el proceso de crecimiento y desarrollo del vegetal, ocurriendo un sinergismo entre las sustancias aplicadas y las hormonas naturales de las plantas (Sathiyabama et al., 2014), lo cual hace pensar que similar comportamiento sucede cuando se aplica el QuitoMax<sup>®</sup> al cultivo de café, logrando estimular desde el semillero hasta el vivero.

La respuesta favorable de los indicadores evaluados puede deberse a que las semillas de café embebidas en el QuitoMax<sup>®</sup> estimuló los procesos fisiológicos de las plantas, lo cual hace más asimilable los nutrientes por las mismas (Lizárraga et al., 2011). Por otra parte, este efecto también pudo estar relacionado con la capacidad del producto de actuar como antitranspirantes al provocar un cierre parcial o total de los estomas, favoreciendo el estado hídrico de la planta y otros procesos fisiológicos que contribuyen a aumentar la producción de biomasa, a la vez que reduce las pérdidas de agua en las plantas (Mansilla et al., 2013).

Es importante señalar que la inoculación con cepas eficientes de HMA pudo haber incrementado los contenidos de los macroelementos (N, P y K) en las plantas, indicando que no solo la micorrización está ligada con la nutrición fosfórica, como lo plantean diferentes autores (Álvarez et al., 2012), sino con los otros elementos, lo que sugiere una vez que las plantas están micorrizadas, este mecanismo incrementa la absorción de los elementos en general, tales como P, N, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mo, B (Barroso et al., 2015).

Sin embargo, debemos mencionar que los bioestimulantes pueden ser metabolitos primarios como aminoácidos, azúcares, nucleótidos y lípidos; o secundarios, incluyendo glucólisis, el ácido tricarbóxico (ATC), aminoácidos alifáticos (AA), las vías pentosafofato y ácido shikímico que son principalmente la fuente de AA aromáticos y compuestos fenólicos (CF), terpenoides/isoprenoides, compuestos que contienen nitrógeno (alcaloides), compuestos que contienen azufre (glucosinolato) (Rafiee et al., 2016).

Es posible también, que la combinación del HMA y el quitosano mejore las condiciones hídricas de las plantas, dado a los beneficios que brindan los hongos micorrizógenos ante condiciones de estrés. En este sentido se ha establecido que existe una correlación significativa entre el contenido hídrico del suelo y la eficiencia en el uso del nitrógeno, por tanto, un nivel eficiente de agua garantiza una planta sin estrés hídrico, que incrementa la tasa de crecimiento, debido a un incremento en biomasa. Aspecto también asociado a la disponibilidad del fósforo en el suelo.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos puede arribarse a la conclusión de que el EcoMic<sup>®</sup> y QuitoMax<sup>®</sup> aplicado por peletización e imbibición de las semillas respectivamente, favorecieron los indicadores morfofisiológico evaluados en las etapas de pregerminador y propagador. La aplicación combinada del EcoMic<sup>®</sup> y QuitoMax<sup>®</sup> produjo los mayores incrementos en el crecimiento, resultando ser la más eficaz para la obtención de posturas injertadas del café Típica sobre Robusta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álvarez JL et al. (2012). Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassicaoleracea* L.) en condiciones de organopónico semiprotegido, Centro Agrícola, 39(4): 27-30.
- Barroso L et al. (2015). Aplicación de Fitomas-E y Ecomic<sup>®</sup> para la reducción del consumo de fertilizante mineral en la producción de posturas de cafeto. Cultivos Tropicales, 36(4): 158-167.
- Canet BG et al. (2016). La Situación y tendencias de la producción de café en América Latina y el Caribe por IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco AC (CIATEJ). San José: Costa Rica, 126p.
- Costales D (2010). Quitosacáridos en la nodulación y el crecimiento in vitro de soya (*Glycine max* [L.] Merrill) inoculada con *Bradyrhizobium elkanii*. [Tesis de maestría]. 75p.
- Díaz W et al. (2013). Instrucciones Técnica para el *Coffea arabica* Lin. MINAG, Estación Experimental Agroforestal Tercer Frente, Dirección nacional de café y cacao. La Habana, Cuba.
- Du Jardin P (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation Sci Hort, 196:3-14. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.021
- Duicela Guambi LA et al. (2017). Calidad Organoléptica De Cafés Arábigos En Relación A Las Variedades Y Altitudes De Las Zonas De Cultivo, Ecuador. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 18(1): 67-77.
- Echevarría HA et al. (2012). Actividad antifúngica de la quitosana en el crecimiento micelial y esporulación del hongo *Pyricularia grisea* Sacc. Cultivos Tropicales, 33(3): 80-84.
- Encalada Max et al. (2018). Evaluación del crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. caturra en condiciones de vivero con diferentes sustratos y recipientes. Bosques Latitud Cero, 8(1): 70-84.
- Encalada-Córdova Max et al. (2016). Influencia de la luz en algunas características fisiológicas del cafeto (*Coffea arabica* L. cv. Caturra) en condiciones de vivero. Cultivos Tropicales, 37(4): 89-97.
- Falcón-Rodríguez A et al. (2011). Chitosan physico-chemical properties modulate defense responses and resistance in tobacco plants against the oomycete *Phytophthora nicotianae*. Pesticide Biochemistry and Physiology, 100(3): 221-228.

- FENIAGRO (2010). Biofertilizantes, bioproductos y biorestauradores Micorrízicos para la producción agroecológica en las fincas de los productores de café. Managua, octubre. FUNICA. 87p.
- Gómez GL et al. (2016). Resultados obtenidos con la aplicación de QuitoMax<sup>®</sup> (quitosana) en el cultivo del tabaco (*Nicotina tabacum* L.) en la provincia Granma. Universidad de Granma e Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). 59p.
- González GL et al. (2016). Resultados obtenidos con la aplicación de QuitoMax<sup>®</sup> en el cultivo del tabaco *Nicotina tabacum*. Editorial Universitaria. 59p.
- González PJ et al. (2011). Efecto de la inoculación de la cepa de hongo micorrízico arbuscular *Glomushoi-likeen* la respuesta de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato ii (CIAT 36087) a la fertilización orgánica y nitrogenada. *Cultivos Tropicales*, 32(4): 05-12.
- Gonzalo CC et al. (2018). Influencia de la fitohormona kinetina en el crecimiento de plántulas de *coffea arábica* L. injertadas sobre patrón robusta en vivero. 6(2): 134-145.
- Hadwiger LA (2013). Multiple effects of chitosan nonplantsystems: Solid scienceorhype. *Plant Science*, 208: 42-49.
- Kowalski B et al. (2006). Application of Soluble Chitosan in vitroand in the Greenhouse to Increase Yield and Seed Quality of Potato Minitubers. *PotatoResearch*, 49(3): 1871-4528.
- Lara AD et al. (2018). Los oligogalacturónidos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. *Cultivos Tropicales*, 39(2): 127-134.
- Lizárraga PEG et al. (2013) Maize seed coatings and seedlings prayingwithchito san and hydrogen peroxide: their influence on some phenological and biochemical behaviors. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*, 14(2): 1862-1783.
- Lizárraga-Paulín EG et al. (2011). Chitosan application in maize (*Zea mays*) to counteract the effects of abioticstress at seedling glevel. *African Journal of Biotechnology*, 10(34): 6439-6446.
- Mansilla AY et al. (2013). Evidence on antimicrobial properties and mode of action of a chitosan obtained from crustacean exoskeletons on *Pseudomonas syringae* pv. Tomato DC3000. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97(15): 6957-6966.
- Méndez IL (2011). Paquete Tecnológico Café Robusta (*Coffea canephora*). México. Extraído el 12 de Febrero, 2019 en <https://docplayer.es/35834691-Paquete-tecnologico-cafe-robusta-coffea-canephora-p>
- Monroig MF (2010). Manual para la Propagación del cafeto. Universidad de Puerto Rico. [https://academic.uprm.edu/mmonroig/...1794/Manual\\_de\\_Caficultura\\_Sostenible.pdf](https://academic.uprm.edu/mmonroig/...1794/Manual_de_Caficultura_Sostenible.pdf).Extraído el 25 de Enero, 2019
- Morales D et al. (2016). Efecto del QuitoMax en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*. 37 (1): 142-147.

- Morales GD et al. (2015). Efecto del QuitoMax en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*). Cultivos Tropicales. 36(3): 133-143.
- Noda Y et al. (2012). Efecto del EcoMic® en la emergencia de plántulas de *Jatropha curcas*. Pastos y Forrajes, 35 (4):401-406.
- OIC (2019). Informe sobre desarrollo cafetero. Organización Internacional del Café. 22p.
- Pérez L et al. (2017). Micorriza arbuscular, Mucoromycotina y hongos septados oscuros en helechos y licófitas con distribución en México: una revisión global. Revista de Biología Tropical, 65(3): 1062-1081.
- Rafiee H et al. (2016). Application of plant biostimulants as new approach to improve the biological responses of medicinal plants - A critical review. J Med Plants, 15(59): 6-39.
- Rahimi A, Mahdavi B (2013). Seed priming with chitosan improves the germination and growth performace of ajowan (*Carumcopticum*) under salt stress. Eur Asian Journal of BioSciences; 7: 69-76.
- Reyes G et al. (2016). Evaluación de productividad, calidad física y sensorial del grano del café (*Coffea arabica* L.), en cafetos injertados en el Cruo, Huatusco, Veracruz. Revista de Geografía Agrícola, 45-53.
- Rodríguez RCR et al. (2013). Influencia de la quitosana en tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) var. «Amalia». Centro Agrícola, 40(2): 79-84.
- Rodríguez Y et al. (2011). Comportamiento del cafeto de la aplicación de productos biológicos a la especie *Albizzia cubana* en condiciones de vivero. Revista Forestal Baracoa, 30(2): 43-50.
- Sathiyabama M et al. (2014). Chitosan-induced defence responses in tomato plants against early blight disease caused by *Alternaria solani* (Ellis and Martin) Sorauer. Archives Of Phytopathology And Plant Protection, 47(16): 1963-1973.
- Terry AE et al. (2017). Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®. Cultivos Tropicales, 38(1): 147-154.
- Torres AJ et al. (2016). Respuesta agronómica de dos variedades de maíz blanco (*Zea mays*) a la aplicación de QuitoMax®, Azofert® y EcoMic®. Revista de ciencia y sociedad. XX(1): 1-7.
- Valverde-Lucio Y et al. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arabica* L). Journal of the Selva Andina Research Society, 11(1): 18-28.

## Perfil populacional e conhecimento acerca da fome oculta e biofortificação de alimentos

Recebido em: 08/03/2021

Aceito em: 11/03/2021

 10.46420/9786588319581cap4

Maria Juliana Simplício de Souza<sup>1\*</sup> 

Carina Raissa Rocha Oliveira da Cunha<sup>2</sup> 

Amanda Priscila da Silva<sup>3</sup> 

Raquel Maria da Silva<sup>4</sup> 

Edcleyton José de Lima<sup>5</sup> 

Álvaro Carlos Gonçalves Neto<sup>6</sup> 

### INTRODUÇÃO

A fome oculta é algo que acomete pessoas do mundo inteiro, independente de classe social. Trata-se de uma deficiência nutricional geralmente causada por alimentação incompleta e inadequada, de alto teor calórico e baixo teor de nutrientes. Essa questão torna-se mais complexa em regiões mais pobres, menos desenvolvidas, com agravante para crianças em pré-escola, gestantes, lactantes e idosos. O fator mais alarmante se dá pelo fato desse distúrbio alimentar ser silencioso, ou seja, imperceptível no organismo inicialmente (Siqueira et al., 2020).

Vilas Boas (2016) afirma que a fome oculta acontece quando indivíduos possuem dietas inadequadas, no que tange o aporte de nutrientes, o que acaba acarretando em problemas de saúde e diminuição na qualidade de vida, o que gera para essas pessoas diversas enfermidades associadas a essa subalimentação.

As principais vitaminas e minerais que se apresentam de forma insatisfatória na alimentação são: pró vitamina A, ferro e zinco, que geralmente ocorrem de forma combinada, principalmente no que se diz respeito ao ferro e zinco (Bessa, 2019). Algumas doenças causadas pela falta dessas vitaminas e sais

---

Parte deste trabalho foi apresentado no congresso CIAGRO - 2020

<sup>1</sup>Graduanda do curso de Agronomia, integrante do Programa de Educação Tutorial-PET Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

<sup>2</sup> Graduada do curso de Agronomia, integrante do Programa de Educação Tutorial-PET Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

<sup>3</sup> Graduada do curso de Agronomia, integrante do Programa de Educação Tutorial-PET Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

<sup>4</sup> Mestra em Produção Agrícola (PPGPA) Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

<sup>5</sup> Graduando do curso de Agronomia, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE.

<sup>6</sup> Professor do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE.

\* Autora correspondente:julianasimplicio92@gmail.com

minerais são: aumento do risco de infecções e cegueira noturna (pró vitamina A), podendo chegar à cegueira parcial ou total, anemia e atraso do desenvolvimento fetal (ferro), diarreia crônica e redução da imunidade (zinco), entre outros.

Os dados acerca da fome oculta são alarmantes, ela é responsável por debilitar mais de 2 milhões de pessoas em todo o mundo. 48% das crianças no mundo com menos de cinco anos de idade apresentam anemia (deficiência de ferro) e 30% possuem deficiência em vitamina A. No Brasil, os números também são altos, 55% das crianças com menos de cinco anos de idade apresentam deficiência de ferro e 13% de vitamina A (Biofort, 2020).

Diante dessa problemática, surge a biofortificação de alimentos. Os estudos sobre o tema em questão tiveram início nos Estados Unidos em 1990, com Howarth Bouis, economista do Instituto Internacional de Pesquisa em Políticas Alimentares (IFPRI). Bouis começou a questionar se as próprias plantas não poderiam fazer o trabalho de combater a fome oculta e 10 anos depois ele fundava o programa HarvestPlus, um programa internacional que visa dar impulso e coordenar ações de biofortificação de alimentos no mundo (Silva; Araujo, 2018).

No Brasil, a biofortificação de alimentos é conduzida pela rede BioFORT, coordenada pela Embrapa. A rede reúne uma gama de mais de 150 pesquisadores e mais de 14 estados brasileiros, sempre priorizando regiões com baixos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), tornando o país destaque no mundo no que se diz respeito a biofortificação, pois é o único que trabalha com oito culturas simultaneamente, são elas: arroz, feijão, feijão-caupi e trigo (maiores teores de ferro e zinco); mandioca, milho, abóbora e batata-doce (maiores teores de vitamina A). Esses alimentos foram escolhidos tendo como critério principal a dieta comum dessas comunidades, ou seja, alimentos que já faziam parte de sua alimentação, dessa forma esses indivíduos não seriam obrigados a mudar o seu cardápio usual e não teriam ressalvas em receber esses alimentos (Silva; Araujo, 2018).

Os dados acerca da fome oculta são alarmantes, ela é responsável por debilitar mais de 2 milhões de pessoas em todo o mundo. 48% das crianças no mundo com menos de cinco anos de idade apresentam anemia (deficiência de ferro) e 30% possuem deficiência em vitamina A. No Brasil, os números também são altos, sendo 55% das crianças com menos de cinco anos de idade apresentando deficiências de ferro e 13% com deficiência de vitamina A (Biofort, 2020).

Tendo em vista o impacto desse problema na vida de várias pessoas ao redor do globo, o processo de biofortificação configura um esforço para a melhora do estado nutricional e promoção de alimentação saudável, diversificada em nutrientes, como a fortificação e a suplementação. Ela se configura como um complemento para reforçar outras alternativas de alimentação rica e saudável, como a fortificação e a suplementação. Além disso, a disseminação de conhecimentos técnico-científicos, experiências de produtores com o cultivo de alimentos biofortificados e divulgação para o público em geral faz com que

a população aumente sua atenção sobre o consumo de alimentos e aspectos relacionados a nutrição, bem como anos que são levados em pesquisas e nas etapas para obtenção dos alimentos biofortificados sejam prestigiados e deem um bom resultado (Biofort, 2020).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O caminho metodológico utilizado neste trabalho foi um estudo descritivo de natureza quantitativa, sendo uma pesquisa de caráter exploratório. Como ferramenta para coleta de dados foi aplicado um questionário contendo 14 (catorze) perguntas, de forma remota. A plataforma eletrônica online utilizada para criação do questionário foi o Google Forms, o mesmo quantificou os dados e gerou os gráficos. Após a criação, foi gerado um link de acesso ao questionário. Este link foi divulgado e compartilhado em aplicativos de conversa em grupo, individual e redes sociais.

O início do compartilhamento se deu no dia 14 de julho de 2020 e foi encerrado em 25 de julho 2020. Foi utilizado o método de estatística descritiva para inferência dos resultados, visto que a mesma realiza uma descrição e sistematização dos dados amostrais, podendo ser expressa em tabelas e figuras gráficas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

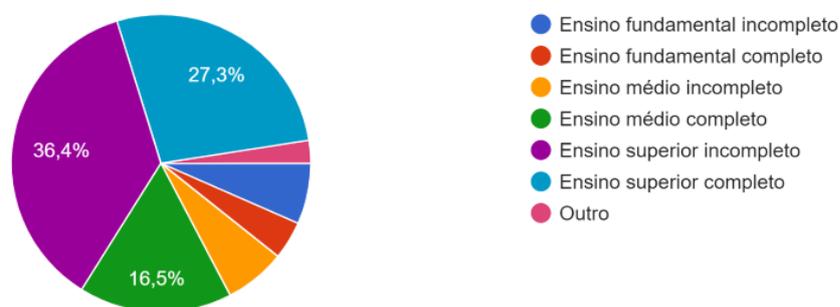
Do público que responderam, as mulheres representaram 60,3%, outros com 1,7% e o sexo masculino com 38% das respostas. Atualmente, segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), o Brasil possui cerca 211,9 milhões de habitantes, sendo 51,8% da população composta por mulheres e 48,2% da população representada por homens.

Com a inserção cada vez maior da mulher no mercado de trabalho, o consumo de lanches e alimentos ultraprocessados pode ser uma tendência pela falta de tempo e praticidade, deixando de lado alimentos que exigem mais tempo de cozimento e provavelmente mais saudáveis. Os diferenciais de morbimortalidade constatados entre homens e mulheres resultam, em grande parte, de diferenças do estilo de vida e dos comportamentos relacionados à saúde. Pesquisas nacionais que utilizam marcadores de consumo alimentar saudável e não saudável apontam que comparados às mulheres, os homens apresentam prevalências mais elevadas de ingestão de sal, de refrigerantes e de carnes com excesso de gordura, bem como menor ingestão de frutas e hortaliças (Assumpção et al., 2017).

Quanto a faixa etária dos entrevistados, 38% eram pessoas com idade de 18-25 anos, a idade de 26-35 anos com 29,8% das respostas, a idade de 36-45 anos com 12,4%, a idade de pessoas com mais de 45 anos com 10,7% e menores de 18 anos representando 9,1%. Segundo Delmondes (2016) a qualidade da alimentação tende a melhorar com o aumento da idade e da escolaridade. Entretanto, é sabido que

pessoas mais velhas tendem a usar menos tecnologias do que os jovens entre 18-25 anos, o que explica a ampla adesão de respostas na presente pesquisa.

Tratando-se da escolaridade do público atingido, 36,4% possui ensino superior incompleto, 27,3%, possuindo ensino superior completo, 16,5% com ensino médio completo, 6,6% com ensino médio incompleto, 6,6% possuem ensino fundamental incompleto, 4,13% possuem fundamental completo e por fim 2,47% responderam outros (Figura 1). Uma pesquisa afirmou que pessoas mais escolarizadas ingerem mais grãos integrais, frutas, vegetais, leite e derivados, e também mais gordura saturada do que aquelas que tinham até sete anos de estudo, evidenciando que quanto maior a escolaridade, maior a preocupação com a alimentação (Delmondes, 2016).



**Figura 1.** Nível de escolaridade da população avaliada. Fonte: Os autores (2020).

Do universo investigado, 76,9% residem em área urbana e 23,1% afirmaram residir na zona rural. Mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas, no Brasil chega a 80%. E, é sabido que o Brasil é um país de dimensões continentais, com variações regionais significativas e um patrimônio culinário expresso em hábitos e receitas tradicionais. Porém, os processos de urbanização e industrialização desiguais parecem afetar de forma diferenciada os grupos populacionais e, provavelmente, as macrorregiões do país. De tal modo que, avaliar as diferenças no consumo alimentar dos brasileiros que vivem em áreas urbanas e rurais é importante, sobretudo pelo país apresentar contínuo e sistemático esforço para garantir o Direito Humano a Alimentação Adequada e Saudável e a soberania alimentar mediante a valorização e respeito à cultura alimentar.

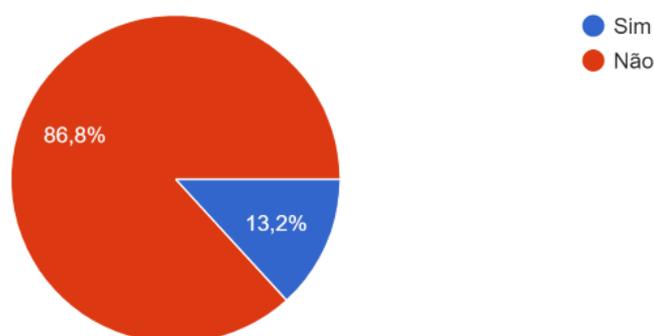
Segundo Costa et al. (2020), há diferenças no consumo alimentar, segundo marcadores de alimentação saudável e não saudável, entre adultos residentes nas áreas urbanas e rurais do Brasil, e macrorregiões. Brasileiros residentes nas áreas rurais têm maior chance de manter um padrão alimentar tradicional, com o consumo de alimentos minimamente processados, especialmente feijão; e menor consumo de alimentos ultraprocessados; apesar do menor consumo de frutas e hortaliças, e de peixes. Mas

sabemos que a energia elétrica, bem como o acesso à Internet ainda são escassos na zona rural, o que dificulta a sua participação em pesquisas remotas.

Quanto 83,5% negaram já terem ouvido falar sobre a fome oculta, já 16,5% afirmaram já terem ouvido. A professora do Instituto de Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Andréa Ramalho afirma que o combate à fome oculta tem apresentado resultados tímidos diante da grandeza do problema, que atinge até mesmo regiões consideradas fora do eixo tradicional da miséria no Brasil. O custo de não intervir adequadamente para superar as carências específicas é muito maior do que o custo de programas de intervenção. Mesmo assim não é raro que os setores envolvidos na busca de uma solução – universidades, governos, indústrias, mídia e população – falem linguagens diferentes. Além disso, afirma que precisamos de interfaces entre esses setores para permitir que o conhecimento científico se traduza em ações e programas de intervenção nutricional de alcance social (Época, 2015).

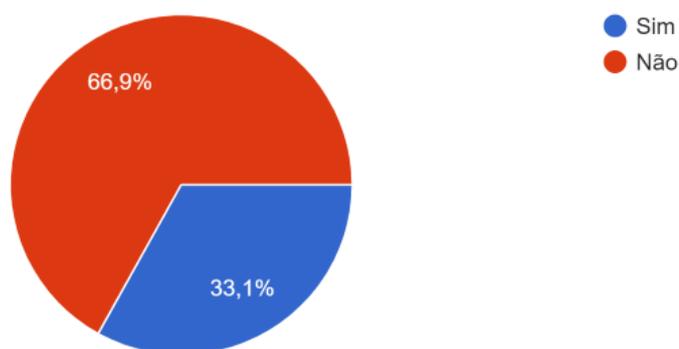
Quando questionados se já tiveram conhecimento sobre algum caso de fome oculta, 86,8% alegaram não conhecerem algum caso. Já 13,2% alegam conhecer (Figura 2). A insegurança alimentar e nutricional no Brasil tem duas faces: uma associada à negação do direito ao acesso à alimentação necessária à vida; outra resultante da alimentação inadequada ou não saudável. Pessoas com excesso de peso ou obesidade são pessoas expostas ao consumo inadequado de alimentos. Na alimentação dos mais pobres, alimentos com alta densidade energética - açúcares, refrigerantes e alimentos com alto teor de gordura - vêm substituindo alimentos tradicionais mais saudáveis (Pinheiro; Carvalho, 2010).

Por não apresentar sinais clínicos de carência, que são característicos das manifestações finais do quadro de ausência de vitaminas e minerais, a fome oculta se instala de forma imperceptível e silenciosa. Porém, mesmo que não evolua para os estágios terminais da deficiência, já causa prejuízos à saúde, podendo comprometer várias etapas do processo metabólico, com alterações no sistema imunológico, nas defesas antioxidantes e no desenvolvimento físico e mental. A deficiência é fator predisponente/agravante de diversas doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, hipertensão arterial, diabetes mellitus, dislipidemia, obesidade, alguns tipos de câncer e osteoporose, entre outras (Época, 2015).



**Figura 2.** Conhecimento de algum caso de fome oculta. Fonte: Os autores (2020).

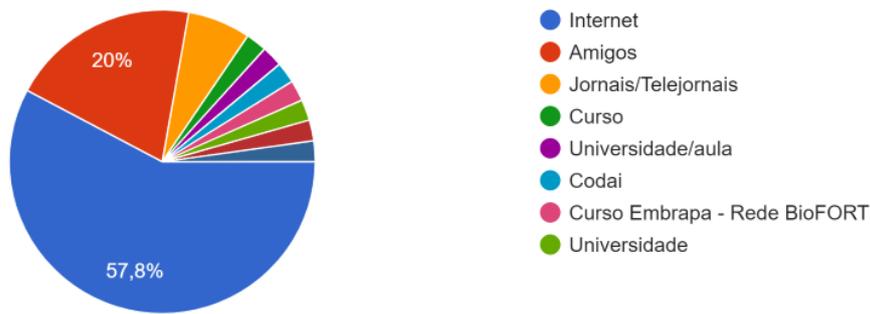
Dos entrevistados 66,9% afirmaram que não ouviram falar sobre a biofortificação de alimentos e 33,1% afirmam que já tinham ouvido falar (Figura 3). Desde os anos 1940, Josué de Castro ampliou o reconhecimento das distintas formas e expressões da fome, e denunciava a monocultura como uma causa estrutural da alimentação e da fome oculta. No entanto, muitas instituições e iniciativas insistem em soluções que não interferem sobre as causas do problema, quando sim apenas sobre os desfechos (Gomes et al., 2016).



**Figura 3.** Já ter ouvido falar e conhecimento da população sobre biofortificação de alimentos. Fonte: Os autores (2020).

Questionando sobre se as pessoas sabiam o que é a biofortificação de alimentos, a resposta majoritária foi afirmando que não sabiam o que é, 72,7%. Em seguida, tivemos 27,3% das respostas afirmando que sabiam.

Das pessoas que afirmaram que sabiam o que é a biofortificação de alimentos, a resposta majoritária foi afirmando que souberam através da Internet 57,8%. Em seguida, tivemos 20% das respostas afirmando que conheceram através de amigos, 6,7% jornais como dados principais (Figura 4). A internet é o segundo meio de comunicação usado mais frequentemente pelos brasileiros, atrás da televisão e à frente do rádio, segundo a primeira edição da Pesquisa Brasileira de Mídia 2014 – Hábitos de Consumo de Mídia pela População Brasileira (G1, 2014).

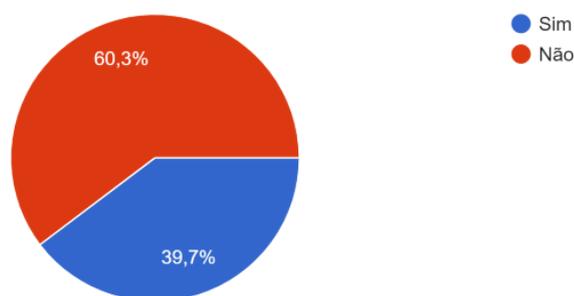


**Figura 4.** Métodos pelo qual a população tomou conhecimento da biofortificação de alimentos. Fonte: Os autores (2020).

Quando perguntados sobre qual o sexo tinha mais interesse por esse assunto, 73,3% afirmaram que eram as mulheres e 26,7% afirmaram que eram os homens. E quando questionados sobre o conhecimento de quais alimentos eram biofortificados, 77,7% negaram saber e 22,3% afirmaram saber. Ao observar se as pessoas já consumiram alimentos biofortificados, 82,6% afirmaram não saber, 14% afirmaram que já consumiram e 3,3% disseram que não consumiram.

Na pesquisa, 82,6% afirmaram que não sabiam onde obter alimentos biofortificados, enquanto 17,4% afirmaram que sabiam onde encontrar. Quando questionados acerca de quantas plantas alimentícias estavam sendo biofortificadas no Brasil, 20,7% responderam que 10 culturas estavam sendo biofortificadas, 14% responderam que apenas 5 culturas, 11,6% responderam que nenhuma cultura estava sendo biofortificada no país e 46,7% responderam outros. Apenas 5,8% dos avaliados responderam o valor correto, 8 culturas.

Sobre o consumo de vitaminas e suplementos alimentares, 60,3% afirmaram não consumir e 39,7% afirmaram que consumiam (Figura 5).



**Figura 5.** Consumo pela população, de suplementos e vitaminas alimentares. Fonte: Os autores (2020).

Outra questão é o fato que a compra destes produtos não significa estar levando alimentos biofortificados para a mesa dos brasileiros; isto, porque o problema vem desde o início da cadeia produtiva, onde as sementes biofortificadas chegam sem nenhum controle às mãos dos agricultores

familiares, estes, responsáveis pela maior parte da produção dos alimentos, como a mandioca e batata doce.

## CONCLUSÕES

A pesquisa mostrou que grande parte da população ainda não tem conhecimento sobre o que se trata a fome oculta e a biofortificação de alimentos, muito embora esses assuntos venham sendo trabalhados no Brasil desde meados dos anos 2000. As pessoas que menos possuem conhecimento sobre o tema abordado são mulheres com idade entre 18 e 25 anos, com grau de escolaridade de ensino superior incompleto e residentes de área urbana.

Por mais que o Brasil esteja na posição de país destaque na produção de alimentos biofortificados, o mesmo não se destaca no fornecimento de informações sobre este assunto, deixando a população, em sua maior parte, sem conhecimento sobre este tipo de alimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assumpção D et al. (2017). Diferenças entre homens e mulheres na qualidade da dieta: estudo de base populacional em Campinas. *Ciências e Saúde Coletiva*, 22(2): 347-358.
- BRASIL (2019). Instituto brasileiro de geografia e estatística – IBGE. Disponível em <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101707\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101707_informativo.pdf)>. Acesso em: 30 de julho de 2020.
- Costa DVP et al. (2020). Diferenças no consumo alimentar nas áreas urbanas e rurais do Brasil: Pesquisa nacional de saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*. Disponível em: <<http://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/diferencas-no-consumo-alimentar-nas-areas-urbanas-e-rurais-do-brasil-pesquisa-nacional-de-saude/17486>> Acesso em 29 de julho de 2020.
- Fome oculta: um problema real. (2015) Disponível em: <<https://epoca.globo.com/vida/noticia/2015/04/fome-oculta-um-problema-real.html>>. Acesso em: 28 de julho de 2020.
- Gomes FS et al. (2016). Biofortificação: As controvérsias e as ameaças à soberania e segurança alimentar e nutricional. Disponível em: <[https://br.boell.org/sites/default/files/biofortificacao\\_as-controversias-e-as-ameacas-a-soberania-e-seguranca-alimentar-e-nutricional.pdf](https://br.boell.org/sites/default/files/biofortificacao_as-controversias-e-as-ameacas-a-soberania-e-seguranca-alimentar-e-nutricional.pdf)>. Acesso em 28 de julho de 2020.
- Pinheiro ARO et al. (2010). Transformando o problema da fome em questão alimentar e nutricional: uma crônica desigualdade social. *Ciência & Saúde Coletiva*. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141381232010000100018&lng=en&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141381232010000100018&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 27 de julho de 2020.

- Silva CSM (2018). Introdução à Biofortificação. Módulo II: Afinal, o que é biofortificação? Disponível em: <<https://ava.sede.embrapa.br/course/view.php?id=66>>. Acesso em 29 de julho de 2020.
- Siqueira KB et al. (2020). Custo-benefício dos nutrientes dos alimentos consumidos no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25(3): 1129-1135.
- Perguntas frequentes (2020). Disponível em: <<https://biofort.com.br/perguntas-frequentes/>>. Acesso em: 25 jul. 2020.
- Pesquisa da Embrapa busca aumentar teor de zinco de arroz no Maranhão (2019). Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/noticias/pesquisa-da-embrapa-busca-aumentar-teor-de-zinco-de-arroz-no-maranhao>>. Acesso em: 27 julho 2020.
- Qualidade da dieta aumenta com idade e escolaridade, aponta pesquisa da FCM (2016). Disponível em: <<https://www.fcm.unicamp.br/fcm/noticias/2016/qualidade-da-dieta-aumenta-com-idade-e-escolaridade-aponta-pesquisa-da-fcm>>. Acesso em 28 de julho de 2020.
- Segundo meio de comunicação mais usado é internet, aponta pesquisa (2014). Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/midia-e-marketing/noticia/2014/03/segundo-meio-de-comunicacao-mais-usado-e-internet-aponta-pesquisa.html>> Acesso em: 31 jul. 2020.
- Vilas LGB (2016). Fome oculta e seus liames como a economia, a política e a sociedade. *GeoGraphos*. Alicante, Grupo Interdisciplinario de Estudios Críticos y de América Latina de la Universidad de Alicante, v. 7, n. 90, p. 207-232. Disponível em: <[https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/57425/1/Lucas\\_Guedes.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/57425/1/Lucas_Guedes.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2018.

## Efeito da manipueira no desenvolvimento agrônômico da abobrinha italiana (*Curcubita pepo*) v. Caserta - relato de experiência

Recebido em: 08/03/2021

Aceito em: 11/03/2021

 10.46420/9786588319581cap5

Edcleyton José de Lima<sup>1\*</sup> 

Wilaneide Ferreira Cavalcante<sup>2</sup> 

Everlaine Leopoldino Dias<sup>3</sup> 

Natália do Nascimento Correia<sup>4</sup> 

Guilhermina Flávia Libório Rocha<sup>5</sup> 

Raquel Maria da Silva<sup>6</sup> 

Maria Juliana Simplicio de Souza<sup>7</sup> 

Samara Sibelle Vieira Alves<sup>8</sup> 

### INTRODUÇÃO

A procura por alimentos que sejam livres de agrotóxicos vem crescendo gradativamente ao passar dos anos, devido a conscientização populacional acerca dos perigos iminentes que essas substâncias podem trazer a saúde, nessa perspectiva um quantitativo de mais de 150 países adotou medidas legais e legislativas para validar a agricultura orgânica, incluindo potencias como Estados Unidos, Japão e países europeus (Santos et al., 2012). Visando melhoria e otimização no uso de agrotóxicos e incentivando a prática de uma agricultura alternativa, o mesmo autor defende que essa política é capaz de minimizar os efeitos danosos frente ao meio ambiente.

Um dos principais entraves para a sustentabilidades dos cultivos convencionais, consiste na utilização de adubos industriais, que são extraídos de fontes não renováveis e, portanto, com caráter finito. Como elucida Zieseimer (2007) ao relatar que a utilização de adubos oriundos de fontes petrolíferas ou da

---

Parte deste trabalho foi apresentado no V encontro de Agroecologia do Agreste de Pernambuco.

<sup>1</sup> Graduando do curso de engenharia agrônômica – Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE.

<sup>2</sup> Graduanda do curso de engenharia agrônômica – Universidade Federal do Agreste de Pernambuco -UFAPE.

<sup>3</sup> Graduanda do curso de engenharia agrônômica – Universidade Federal do Agreste de Pernambuco -UFAPE.

<sup>4</sup> Graduanda do curso de engenharia agrônômica – Universidade Federal do Agreste de Pernambuco -UFAPE.

<sup>5</sup> Graduanda do curso de engenharia agrônômica – Universidade Federal do Agreste de Pernambuco -UFAPE.

<sup>6</sup> Mestra do Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola (PPGPA) Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

<sup>7</sup> Graduanda do curso de engenharia agrônômica, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

<sup>8</sup> Professor do Departamento de Agronomia da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco-UFAPE.

\*Autor correspondente: cley1020kj@gmail.com

extração de rochas, contém: fosforo, nitrogênio, potássio e outros nutrientes, porém o tempo que estarão disponíveis terá um fim.

Os alimentos orgânicos são classificados conforme alguns parâmetros necessários para sua certificação, de acordo com Pacífico (2017) compreendem: não uso de substâncias químicas, mantimento do ciclo natural dos elementos por meio de técnicas de cultivo, adubação verde e fertilização por meio de restos culturais e de dejetos de animais, preservação das características físicas e químicas do solo, mantimentos da biodiversidade da fauna e flora da área, dentre diversos outros fatores.

Devido a grande diversidade de pragas e doenças que podem acometer as hortaliças, essas constituem como um dos alimentos com o maior uso de agrotóxicos (Silva, 2012). O manejo atualmente utilizado em plantios de hortaliças ocasiona um grande quantitativo de substâncias químicas lançadas sobre as áreas de cultivo (Reitz et al., 2013). Essa problemática é ocasionada pela adoção de uma agricultura convencional como forma de produção.

No Brasil o cultivo de hortaliças orgânicas teve crescimento expressivo nos últimos anos, pois questões sociais que ocasionaram mudanças nas formas de consumo e a sanidade dos consumidores, obrigaram os agricultores a diversificar seus manejos agrônômicos para se adequar aos novos modelos exigidos pela sociedade, porém apesar de seu baixo custo de implementação, o país ainda necessita de pesquisas e técnicos que possam orientar os produtores a expandir seus cultivos e sancionar essa problemática existente (Almeida e Junqueira, 2011).

As abóboras pertencem a família Cucurbitaceae e compreendem uma variedade de plantas que são utilizadas na culinária mundial, pois apresentam elevado valor nutricional e sabor agradável (Ramoni et al. 2014). O gênero *Cucurbita* contém as aboboras, as abobrinhas e as morangas, sendo um importante gênero devido ao valor alimentício ao qual lhe é atribuído em conjunto com versatilidade que seus frutos apresentam quando são submetidos a procedimentos que garantem valores gastronômicos (Coelho et al., 2020).

A abobrinha italiana (*Curcubita pepo*), planta da família das cucurbitáceas, é uma das dez hortaliças de maior valor econômico e de maior produção no Brasil, principalmente nas regiões Centro e Sul do país. Tem ciclo de 50 a 80 dias, podendo ser cultivada em campo, tanto no verão, quanto na primavera (Camargo, 1981).

Abobora de moita ou de tronco, como também são chamadas as abobrinhas italianas, são cultivadas em todas as regiões brasileiras, devido ao seu grande consumo interno. Sua produção é basicamente em pequenas propriedades rurais e utilizando a mão de obra familiar, contribuindo assim para o mantimento da população rural e dessa forma diminui o êxodo para a zona urbana (Fernandes et al., 2016).

A manipueira é um resíduo líquido produzido no processo de fabricação de farinha de mesa e extração da fécula da mandioca (*Manihot esculenta*) rico em açúcares, amidos, proteínas, linamarina, sais e

outras substâncias (Duarte et al., 2012). No entanto, esse resíduo apresenta presença de nutrientes, principalmente potássio, nitrogênio, magnésio, cálcio e fósforo, viabilizando a sua utilização como biofertilizante na atividade agrícola, se utilizado da forma (Cardoso et al., 2009).

Dentre os resíduos gerados no processamento da mandioca, a manipueira é o mais prejudicial ao meio ambiente por apresentar alta carga orgânica e de linamarina, glicosídeo cianogênico de elevada toxicidade, os quais provocam redução do oxigênio dissolvido e eutrofização dos corpos d'água, morte da fauna aquática e intoxicação dos animais que consomem a água contaminada com manipueira (Campos et al., 2006).

Tendo em vista os prováveis impactos ao meio ambiente devido ao descarte inadequado da manipueira, juntamente com a necessidade de obtenção de novas fontes energéticas, principalmente para pequenos agricultores, associado à possibilidade de aproveitamento deste resíduo como fertilizante, e a escassez de trabalhos referente a dosagem e/ ou diluição para a cultura de abobrinha, este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento da abobrinha italiana fertilizado com diferentes doses de manipueira.

## DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

O início do ensaio de campo se deu com a escolha da cultura e dos tratamentos a serem aplicados, o local da realização do experimento e das variáveis escolhidas para análise. No mês de maio deu-se a primeira tentativa de produção de mudas de abobrinhas de linhagem F<sub>1</sub> da Feltrin, cultivar Giovana, foi usado o substrato comercial de fibra de coco e os recipientes utilizados foram copos de poliestireno com volume de 250 ml onde foram feitos furos para escoamento e drenagem da água.

A semeadura ocorreu no dia 6 de maio, após a semeadura foi utilizado uma lona preta por um período de 24 horas com o intuito de estimular a germinação precoce, sendo feitas regas diárias, após 15 dias constatou-se o início da germinação que ocorreu de forma irregular, onde verificou a germinação de apenas seis sementes e 25 dias após verificou-se que as demais sementes germinaram de forma desuniforme, mas não emergiram. Com isso, foi necessária uma nova semeadura com a cultura, utilizando a cultivar Caserta da Hortivale, para substituição da cultivar anterior.

Utilizou-se o mesmo substrato comercial de fibra de coco e os copos de poliestireno de 250 ml. A semeadura ocorreu no dia 13 de junho de 2018, aos dez dias após a semeadura foi observado que todas as plantas haviam emergido, as regas foram realizadas diariamente até a plântula apresentar dois pares de folhas definitivas, quando se realizou o transplante em sacos plásticos de poliestireno com capacidade para 6 litros, sendo utilizado apenas 50% de sua capacidade, o solo utilizado foi coletado na área experimental da UFRPE-UAG.

Foram utilizados 4 tratamentos; T0 (testemunha), T1 (25% de manipueira), T2 (50% de manipueira), T3 (75% de manipueira). A manipueira oriunda do processo de fabricação de farinha de mandioca, foi deixada ao ar livre por 15 dias para volatilizar o glicosídeo cianogênico. A aplicação do esterco na testemunha foi realizada 20 dias antes do transplante para que houvesse a mineralização sendo utilizado 1/3 de esterco para 2/3 de solo, a primeira aplicação foi realizada com 30 dias depois da semeadura numa solução de 100 ml de manipueira por litro de água, para os tratamentos T2, T3 e T4, medidos antes da aplicação o diâmetro do caule, tamanho da folha e altura da planta. As demais aplicações foram realizadas no intervalo de 5 dias e as medições uma vez por semana sendo a última aplicação e medição realizadas dia 30 de julho.

## RESULTADOS

Foi possível constatar que o tratamento com a maior dose (75%) apresentou maior vigor, frutos e folhas maiores, assim como maior quantidade de flores. A dose de manipueira testada apresentou melhor desempenho com relação aos outros tratamentos, porém a cultura apresentou deficiências nutricionais, revelando que apesar de ser uma boa alternativa de fertilização, recomenda-se que a nutrição das plantas deve ser complementada com macro e micronutrientes.

As demais doses de manipueira testadas (25% e 50%, respectivamente) tiveram quantitativos dos parâmetros analisados em menor percentual e o tratamento contendo esterco apresentou frutos e folhas menores em relação aos tratamentos com manipueira. Todos os tratamentos apresentaram algum tipo de deficiência nutricional ao longo de cultivo, revelando que somente as doses de manipueira não são suficientes para suprir as necessidades nutricionais do cultivo de abobrinha italiana (*Curcubita pepo*).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve grande relevância para a formação acadêmica dos participantes que puderam ter contato prático com o manejo da produção da abobrinha italiana (*Curcubita pepo*), já que todos os participantes puderam acompanhar desde o preparo do solo até a formação inicial dos frutos, com isso, foi possível observar que a manipueira é uma boa alternativa de biofertilizante e deve ser melhor estudado para verificar quais combinações de adubação devem ser realizadas para concomitantes para a melhor produtividade.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Almeida IL et al. (2011). Produção de hortaliças em sistema orgânico, agricultura familiar e segurança alimentar no Brasil. *Sociedade e Desenvolvimento Rural online*, 5(1): 1-15.
- Camargo LS (1981). *As hortaliças e seu cultivo*. Campinas: Fundação Cargill. 321p.
- Campos AT et al. (2006). Tratamento de águas residuárias de fecularia por meio de lagoas de estabilização. *Engenharia Agrícola*, 26(1): 235-242.
- Cardoso E et al. (2009). Use of Manihot esculenta, crantz processing residue as biofertilizer in corn crops. *Research Journal of Agronomy*, 3(1): 1-8.
- Coelho et al. (2020). Deficiências de macronutrientes em Abobrinha Italiana (Cucurbita pepo L.): caracterização de sintomas e crescimento, *Research, Society and Development*, 9(3): 1-19.
- Duarte AS et al. (2012). Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(3): 262-267.
- Fernandes CNV et al. (2016). Potassium fertilizer applied by different methods in the zucchini crop. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20(7): 643-648.
- Pacífico V (2017). Alimentos orgânicos: benefícios para a saúde, meio ambiente e comércio. *Revista Nawa*, 1(1): 1-5.
- Santos JO et al. (2012). A evolução da agricultura orgânica. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, 6(1): 35-41.
- Silva RF (2012). *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 2. ed. Viçosa: UFV.
- Ramoni EO et al. (2014). Determinação química e nutricional de sementes de abóbora (Cucurbita spp, Cucurbitaceae) comercializadas salgadas na cidade de Curitiba PR, Brasil. *Visão Acadêmica*, 15(2): 17-27.
- Reitz SR et al. (2013). Insecticide use and the ecology of Liriomyza leafminer management. In: Trdan, S. *Insecticide: Development of safer and more effective technologie*. London: Intechopen. 234-253p.
- Ziesemer J (2007). *Energy use in organic food systems*. Roma: FAO.

## Caracterização morfológica dos órgãos vegetativos, reprodutivos e dos grãos de pólen da cajazeira (*Spondias mombin* L., Anacardiaceae): uma espécie de importância econômica

Recebido em: 10/03/2021

Aceito em: 11/03/2021

 10.46420/9786588319581cap6

Kelli Évelin Müller Zortéa<sup>1,2,3\*</sup> 

Ana Aparecida Bandini Rossi<sup>1,2,3</sup> 

José Martins Fernandes<sup>1</sup> 

Alex Souza Rodrigues<sup>4</sup> 

Eliane Cristina Moreno de Pedri<sup>2</sup> 

Jakeline Santos Cochev da Cruz<sup>5</sup> 

### INTRODUÇÃO

A família Anacardiaceae inclui 80 gêneros e 873 espécies, distribuída nas regiões tropicais e temperadas (Stevens, 2001 em diante). No Brasil é representada por 15 gêneros e 64 espécies, das quais 19 são endêmicas (Luz et al., 2013; Silva-Luiz et al., 2020).

Dentre os gêneros da família, destaca-se *Spondias* com 18 espécies de árvores frutíferas com distribuição na América tropical, Ásia e Madagascar, tanto de forma nativa quanto cultivada (Airy Shaw et al., 1967; Mitchell et al., 2015). O gênero foi estabelecido por Linnaeus em 1753, incluindo apenas a espécie *Spondias mombin* L. e mais tarde se expandiu com a publicação de outras espécies frutíferas (Mitchell et al., 2015).

A espécie *Spondias mombin* L. é uma arbórea, amplamente distribuída em toda a América tropical e nativa desde o México até o Brasil (Mitchell et al., 2015). Os centros de diversidade da espécie são a Mata Atlântica e a Amazônia Ocidental no estado do Acre, e as áreas adjacentes do Peru e da Bolívia (Janick et al., 2008). Apesar disso, não há comprovação de que a espécie seja nativa ou introduzida na Mata Atlântica

<sup>1</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular (GenBioMol), Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias. Avenida Perimetral Rogério Silva, s/n, Bairro Jardim Flamboyant, Alta Floresta, MT, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte. Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado. Avenida Perimetral Rogério Silva, s/n, Bairro Jardim Flamboyant, Alta Floresta, MT, Brasil.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Avenida Perimetral Rogério Silva, s/n, Bairro Jardim Flamboyant, Alta Floresta, MT, Brasil.

<sup>4</sup> Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Avenida Alberto Lamego, até 755, lado ímpar, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

<sup>5</sup> Secretaria do Estado de Educação Escola Estadual Jayme Veríssimo de Campos Junior. Rua Rio Jordão, Bairro Cidade Alta, Alta Floresta, MT, Brasil.

\* Autor(a) correspondente: kellimullerz@gmail.com

brasileira (Silva Júnior et al., 2004; Mitchell et al., 2015). No Brasil encontra-se distribuída nas regiões: norte, nordeste, centro-oeste e sudeste, abrangendo os biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Silva-Luiz et al., 2020).

A espécie chega a ter 96 nomes comuns diferentes, em função da sua distribuição mundial, podendo ter mais de um nome comum em cada país onde é encontrada (Mitchell et al., 2015). No Brasil é popularmente conhecida por “taperebá” na Amazônia, como “cajazeira-miúda” e “cajá-pequeno” em São Paulo e Minas Gerais, por “cajazeira” e “cajá-mirim” nos estados da região Sul, e como “cajá” na maioria dos estados do Nordeste (Pinto et al., 2003).

Os frutos de *S. mombin* são carnosos e de sabor agridoce, ricos em carotenoides e vitaminas A, B e C (Barroso et al., 1999; Sacramento et al., 2000; Ramos, 2009). O fruto tem grande valor de mercado, principalmente no norte e nordeste e ocupa lugar de destaque na produção de polpas, devido sua extraordinária qualidade nutricional e sensorial (Cassimiro et al., 2009).

Descrições morfológicas para *S. mombin* foram realizadas por Lozano (1986a), Lozano (1986b), Janick et al. (2008), Ramos (2009) e Mitchel et al. (2015), sendo verificadas algumas variações, provavelmente devido a ampla distribuição geográfica. A variação mais encontrada relaciona-se com a morfologia das flores, e, por estar relacionada a reprodução é de extrema importância para o cultivo e conservação da espécie. Lozano (1986a) informou a existência de quatro tipos florais (flores bissexuais, masculinas e dois tipos de flores femininas), onde as flores consideradas femininas possuíam estaminódios ou estames com pólen inviáveis, caracterizando uma flor funcionalmente feminina. Justiniano et al. (2001), Janick et al. (2008) e Mitchell et al. (2015), informaram a existência de três tipos de flores: bissexuais, masculinas e femininas. Ramos (2009) e Carneiro et al. (2012) encontraram flores bissexuais e masculinas, caracterizando uma espécie andromonóica. O estudo morfológico adequado dos tipos florais é imprescindível no entendimento da reprodução da espécie, e podem ajudar a elucidar dúvidas em relação ao sistema reprodutivo de *S. mombin*.

A morfologia também pode ser realizada a nível de grão de pólen, e, essa descrição pode ser utilizada para distinção das espécies, devido a variação morfológica que os grãos de pólen possuem (Karsburg et al., 2006). Mitchel et al. (2015) indicaram a existência de trabalhos que caracterizaram o pólen de *S. mombin*, porém, descreve a necessidade de estudos mais aprofundados. Os estudos sobre a morfologia do pólen necessitam de técnicas para extrair o conteúdo celular e facilitar a visualização das estruturas. O método de acetólise, descrito por Erdtman (1943), possibilita as condições ideais para estes estudos.

Diante da importância da espécie para o incremento do mercado de frutas brasileiras, do pouco conhecimento acerca da morfologia polínica e das diferenças encontradas nas descrições morfológicas da espécie, este trabalho tem como objetivo apresentar o estudo morfológico dos órgãos vegetativos e

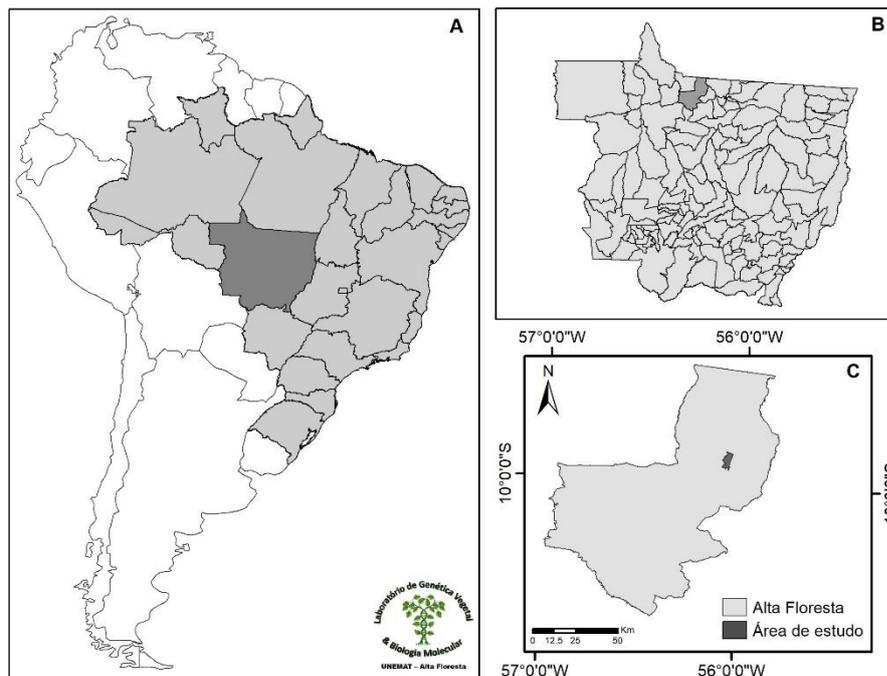
reprodutivos, ilustrações dos caracteres diagnósticos, comentários taxonômicos e caracterização do pólen de *Spondias mombin*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Alta Floresta, localizado no extremo norte do Estado de Mato Grosso, à 830 km da capital Cuiabá. O município apresenta clima do tipo Am de acordo com a classificação de Alvares et al. (2013), com estação seca e chuvosa definidas. A temperatura anual varia de 19,6°C à 32,4°C, com precipitação pluviométrica anual entre 2.800 a 3.100 mm e umidade relativa média anual de 70% (Tarifa, 2011; Alvares et al., 2013). A vegetação é classificada principalmente como floresta ombrófila aberta e densa, floresta estacional semidecidual e decidual (Lira, 2011; Zappi et al., 2011).

As coletas foram realizadas no perímetro urbano do município de Alta Floresta (Figura 1). Os indivíduos amostrados encontravam-se nas bordas de fragmentos florestais envolvidos pela matriz urbana.



**Figura 1.** Localização da área de estudo. A) Estado de Mato Grosso no centro-oeste do Brasil. B) Município de Alta Floresta no extremo norte do estado de Mato Grosso. C) Limite do município de Alta Floresta e perímetro urbano, onde foram realizadas as coletas. Fonte: os autores.

### Coleta e realização da diagnose

As coletas botânicas foram realizadas entre agosto de 2016 e janeiro de 2017, com a seleção de cinco indivíduos da espécie conforme Fidalgo e Bononi (1989). De cada indivíduo selecionado, foram coletados cinco ramos com folhas e inflorescências em agosto de 2016, e cinco ramos com folhas e frutos

em janeiro de 2017. O material coletado foi herborizado no Herbário da Amazônia Meridional (HERBAM), da Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, com as exsiccatas montadas e depositadas posteriormente na coleção do HERBAM, sob os números de tomo: 15289, 15290, 15291, 15292 e 15293.

A diagnose foi realizada no Laboratório de Morfologia Vegetal do HERBAM, com auxílio de esteriomicroscópio, papel milimetrado e régua, utilizando as nomenclaturas propostas por Radford et al. (1974) e Barroso et al. (1999). A ilustração botânica foi realizada no Herbário VIC, da Universidade Federal de Viçosa, Estado de Minas Gerais.

### ***Caracterização morfológica do pólen***

Foram coletados botões florais em pré-antese de 16 indivíduos de *S. mombin* localizados no perímetro urbano do município de Alta Floresta, MT. A coleta foi realizada em bulk, ou seja, os botões foram armazenados em um único frasco. Os botões foram fixados em solução de álcool etílico absoluto e ácido acético glacial (3:1 v/v) no momento da coleta e transferidos para álcool 70% após 24 horas, sendo mantidos sob refrigeração.

Para a análise da morfologia do pólen, as anteras dos botões florais foram retiradas e submetidas ao método de acetólise descrito por Erdtman (1943) com modificações: diminuição da quantidade de ácido acético de 1000 $\mu$ L para 500 $\mu$ L, aumento da temperatura do banho-maria de 70 a 80 °C para 100 °C por dois minutos, e aumento do tempo de contato com a mistura de glicerina e água destilada de dez minutos para duas horas, sem retirada da solução antes do preparo das lâminas.

As lâminas foram preparadas e os pólenes fotografados no mesmo dia em que se realizou a acetólise, com o intuito de evitar intumescimento e alterações no tamanho dos pólenes. As lâminas foram observadas em microscópio óptico binocular Biocam com magnitude de 400x. As imagens foram obtidas por câmera CMOS 1.3 acoplada ao microscópio e com auxílio do sistema de captura de imagens Tsview 7.

Foram mensurados o diâmetro polar e equatorial em vista equatorial (grão de pólen perpendicular à vista polar), o diâmetro equatorial em vista polar (grão de pólen com a área polar voltada para o observador), a espessura das camadas da exina (sexina e nexina) e do apocolpo dos grãos de pólen. As mensurações foram realizadas em 25 grãos de pólen em vista equatorial e 25 grãos de pólen em vista polar, com auxílio do programa Anati Quanti 2® UFV (Aguiar et al., 2007).

A classificação quanto a forma do grão de pólen foi realizada através da relação entre o eixo polar e o eixo equatorial (P/E) em vista equatorial, proposta por Erdtman (1943). Em relação ao tamanho, o grão de pólen foi classificado de acordo com Erdtman (1945), baseado no comprimento do eixo maior nas seguintes classes: muito pequenos (< 10  $\mu$ m), pequenos (10-25  $\mu$ m), médios (26-50  $\mu$ m), grandes (51-100  $\mu$ m), muito grandes (101-200  $\mu$ m) e gigantes (> 200  $\mu$ m).

Os pólenes também foram classificados em relação ao Índice de Área Polar (IAP) descrito por Barth e Melhem (1988) citado por Martins et al. (2010), que é dado pela relação entre as extremidades de duas aberturas adjacentes (ou suas margens) e a maior largura do grão de pólen em vista polar. As descrições polínicas e as terminologias adotadas foram baseadas no glossário de Barth (1964) e Punt et al. (2007).

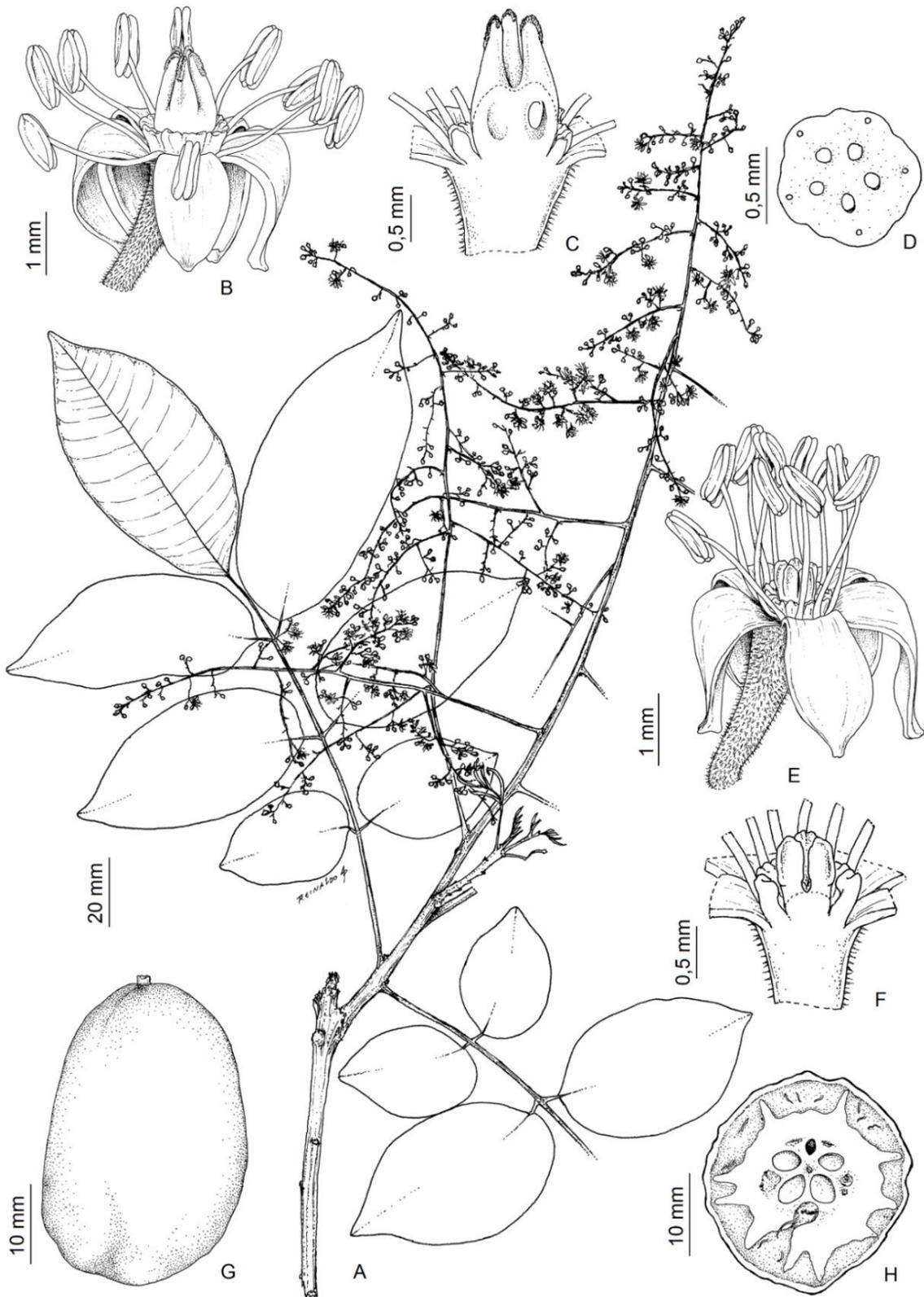
Os dados das mensurações foram submetidos à estatística descritiva, sendo calculada a média aritmética ( $\bar{x}$ ), o desvio padrão da média ( $s_x$ ), o coeficiente de variação (CV) e o intervalo de confiança (IC) a 95%, com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Diagnose morfológica de Spondias mombin L.*

Árvores, 5-20 m de altura. Folhas alternas espiraladas, imparipinadas, pulvinos 0,4-0,7 cm compr., pecíolos 3-6,5 cm, pubescentes a esparso pubescentes, raque 10-23,5 cm compr., pubescente a esparso pubescente, folíolos 9-17, opostos a subopostos, com um folíolo terminal, peciólulos 0,5-0,8 cm compr., lâminas 10,5-13 × 3,5-5 cm, base oblíqua, ápice cuspidado, faces abaxial e adaxial glabras a glabrescentes, nervação peninérvia com a principal excêntrica, nervura intramarginal presente. Inflorescências em panículas terminais, 16,5-36 cm compr., brácteas 1-2 × 0,5 mm, triangulares, presença de flores bissexuais e flores masculinas. Flores bissexuais pediceladas, pedicelo 2-3,5 mm compr., bractéolas caducas, cálice com 5 sépalas, 0,3-0,4 mm compr., curtamente campanulado, glabrescente, verde; corola com 5 pétalas, 3-3,5 mm compr., dialipétala, glabra, branca; 10 estames, livres, filetes 2-2,2 mm compr., anteras 1 mm compr.; gineceu 2 mm compr., ovário súpero, 0,8-1 mm compr., 4-5 lóculos, 1 óvulo por lóculo, estilete 0,5-0,6 mm compr., estigma 0,3-0,6 mm compr., alongado; nectário floral em disco, amarelado. Flores masculinas pediceladas, pedicelo 2,5-3 mm compr., bractéolas 0,4-0,5 mm compr., glabrescentes; cálice com 5 sépalas, 0,3-0,5 mm compr., curtamente campanulado, glabrescente, verde claro; corola com 5 pétalas, 2-3 mm compr., dialipétala, glabra, branca; 10 estames, filetes 1,8-2 mm compr., anteras 1 mm compr., pistilódio 1 mm compr., vestigial. Frutos tipo nukulânio, 3,2-2,7 × 1,9-1,4 cm, epicarpo amarelo alaranjado, liso, brilhante, aroma agridoce; sementes 12-16 × 2-2,5 mm, estreitamente oblongas.

Os caracteres vegetativos, florais e carpológicos para o reconhecimento da espécie *S. mombin* podem ser observados na ilustração botânica (Figura 2).



**Figura 2.** Ilustração botânica de *Spondias mombin* L. A) Ramo com detalhe das folhas e inflorescência. B) Flor bissexual. C) Corte longitudinal da flor bissexual. D) Gineceu em corte transversal evidenciando cinco lóculos do ovário (flor bissexual). E) Flor masculina. F) Corte longitudinal da flor masculina com detalhe do pistilódio. G) Fruto. H) Corte transversal do fruto evidenciando os lóculos. Fonte: ilustração criada por Reinaldo A. Pinto.

Foram verificadas algumas variações morfológicas em *S. mombin* em relação as descrições disponíveis para a espécie. De acordo com Janick et al. (2008) as características morfológicas mais variáveis de *S. mombin* são: divisão das folhas, as margens dos folíolos, presença ou ausência de nervura intramarginal, inflorescência, número de carpelos e forma e estrutura do endocarpo. Também são observadas variações na descrição da espécie com relação aos tipos florais (Lozano, 1986; Janick et al., 2008; Ramos, 2009; Carneiro et al., 2012; Mitchel et al., 2015).

Neste estudo observou-se que o número de lóculos do ovário nas flores bissexuais de *S. mombin*, variou entre quatro e cinco, correspondendo com descrições realizadas por Ramos (2009), Lozano (1986) e Silva (2003).

A espécie foi descrita por Mitchell et al. (2015) como sendo hermafrodita, mas no presente estudo, verificou-se que a espécie, possui flores unissexuais masculinas e bissexuais, caracterizando-se como andromonóica. Esta característica havia sido sugerida por Carneiro et al. (2012) e Zortéa et al. (2019).

As flores bissexuais e masculinas são descritas com cinco sépalas esverdeadas, cinco pétalas brancas, 10 estames livres com filetes brancos e anteras amarelas (Lozano, 1986; Janick et al., 2008; Ramos, 2009), assim como encontrado em Alta Floresta. Não foram observadas grandes variações em relação as características morfológicas de inflorescências, frutos e sementes.

As variações morfológicas descritas na literatura podem estar relacionadas a híbridos da espécie, pois a hibridação parece ser comum neste gênero, apesar de não serem comprovados todos os casos, e, a ocorrência de uma série de intermediários distintos entre *S. mombin* e várias outras espécies, sugere a possibilidade dessa espécie ser propensa a hibridação (Mitchel et al., 2015). Neste caso, descrição morfológica adequada para a espécie pode auxiliar na identificação dos híbridos.

### ***Caracterização morfológica do pólen***

Os grãos de pólen de *S. mombin* são 3-colporados, corroborando com a descrição para a família Anacardiaceae informada por Erdtman (1986). Apresentam 67,88 a 78,04  $\mu\text{m}$  de diâmetro equatorial e 92,48 a 107,58  $\mu\text{m}$  de eixo polar (Tabela 1). São considerados muito grandes, pois a medida do maior eixo encontra-se entre 100-200  $\mu\text{m}$ . A exina tem em média 3,89  $\mu\text{m}$  de espessura. As medidas mensuradas para eixo polar, diâmetro equatorial, nexina, sexina e exina, foram superiores às apresentadas por Mitchell et al. (2015), para *S. mombin*, *S. purpurea* e *S. radlkoferi*.

**Tabela 1.** Medidas dos pólenes de *Spondias mombin* L. coletados no município de Alta Floresta, MT e submetidos ao método de acetólise. Fonte: os autores.

Medida	Mín.-Máx. ( $\mu\text{m}$ )	$\bar{x} \pm \text{sx}$ ( $\mu\text{m}$ )	IC 95% ( $\mu\text{m}$ )	CV (%)
Diâmetro Equatorial (VE)	67,88 - 78,04	72,68 $\pm$ 2,69	71,57 - 73,79	3,70
Eixo Polar (VE)	92,48 - 107,58	101,07 $\pm$ 4,25	99,31 - 102,82	4,21
Diâmetro equatorial (VP)	63,74 - 78,77	72,45 $\pm$ 3,80	70,89 - 74,02	5,24
Nexina	1,05 - 2,17	1,70 $\pm$ 0,34	1,56 - 1,84	20,03
Sexina	1,72 - 2,61	2,19 $\pm$ 0,24	2,09 - 2,29	11,08
Exina	3,13 - 4,47	3,89 $\pm$ 0,36	3,74 - 4,03	9,16
P/E	1,29 - 1,51	1,39 $\pm$ 0,06	1,36 - 1,42	4,52
I.A.P	0,26 - 0,49	0,35 $\pm$ 0,06	0,32 - 0,37	15,92

$\bar{x}$  = média;  $\text{sx}$  = desvio padrão da média; IC = intervalo de confiança; CV (%) = coeficiente de variação; VE = Vista Equatorial; VP = Vista Polar; P/E = Razão entre eixo polar sobre diâmetro equatorial; I.A.P. = Índice de área polar.

Os pólenes de *S. mombin* são classificados como prolato e apresentam área polar pequena (Tabela 1). A forma do tipo prolato corresponde, em parte, com resultados apresentados por Mitchell et al. (2015), que descreveram os pólenes de *S. mombin* com formato prolato a subprolato. A forma dos grãos de pólen e suas medidas podem variar consideravelmente dentro de uma mesma espécie (Salgado-Labouriau, 1973; Martins et al., 2010). Considerando que os estudos sobre a morfologia do pólen de *S. mombin* até então foram realizados em outros países, eram esperadas algumas diferenças morfológicas relacionadas a provável diversidade genética da espécie, uma vez que de acordo com Souza et al. (2010), a morfometria polínica pode servir de parâmetro em estudos de diversidade genética.

A exina (sexina) dos grãos de pólen de *S. mombin* apresentam superfície microestriada e microreticulada quando vista da região polar (Figura 3), assim como descrito por Oliveira et al. (1998) citado por Mitchell et al. (2015). Esta característica está de acordo com a descrição de Müller (1979) e Erdtman (1986) para pólenes da família Anacardiaceae.



**Figura 3.** Fotomicrografias dos grãos de pólen de *Spondias mombin* L. A) Vista equatorial com detalhe dos colpos. B) Vista polar com detalhe das aberturas dos colpos. C) Detalhe da superfície (ornamentação). Barra = 20 $\mu\text{m}$ . Fonte: os autores.

A descrição do pólen de *S. mombin* poderá auxiliar em estudos voltados para a Paleobotânica, Melissopalínologia, Paleoecologia, Taxonomia Vegetal, entre outras (Takeda et al., 2001), devido fornecer informações básicas para diferenciá-lo do pólen de outras espécies do gênero. Características como ornamentação da exina e aberturas, como descritas neste estudo, são essenciais para a identificação e separação de espécies (Blackmore, 2007; Martins et al., 2010).

## CONCLUSÕES

Este trabalho definiu as características morfológicas principais dos órgãos vegetativos, reprodutivos e dos grãos de pólen de *S. mombin* com ocorrência na Amazônia brasileira, e, também classificou a espécie como andromonóica, ou seja, constituída por flores masculinas e bissexuais.

Estas informações, auxiliarão na identificação da espécie e em estudos que necessitem de informações morfológicas, tais como a Paleobotânica, Paleoecologia, Taxonomia Vegetal, entre outras.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso - FAPEMAT (Projeto: Conservação e uso de espécies vegetais nativas da região Amazônica com potencial econômico para região Norte do estado de Mato Grosso. Processo n. 166159/2014).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar TV et al. (2007). Anati quanti: software de análises quantitativas para estudos em anatomia vegetal. *Planta Daninha*, 25(4): 649-659.
- Airy Shaw HK et al. (1967). The Genus *Spondias* L. (Anacardiaceae) in Tropical Asia. *Kew Bulletin*, 21(1): 1-19.
- Alvares CA et al. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.
- Barroso GM et al. (1999). Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: Editora UFV. 433p.
- Barth OM (1965). Catálogo sistemático dos polens das plantas arbóreas do Brasil Meridional – Glossário Palinológico. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 63(único): 133-162.
- Blackmore S (2007). Pollen and spores: Microscopic keys to understanding the earth's biodiversity. *Plant Systematics and Evolution*, 263(3): 3-12.

- Carneiro LT et al. (2012). Africanized honey bees pollinate and preempt the pollen of *Spondias mombin* (Anacardiaceae) flowers. *Apidologie*, 43(4): 474-486.
- Cassimiro CM et al. (2009). Avaliação de acessos de cajazeira (*Spondias mombin*) no Banco Ativo de Germoplasma da Emepa, PB. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, 3(3): 01-06.
- Cruz CD et al. (2016). Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum*, 38(4): 547-552.
- Erdtman G (1943). An introduction to pollen analysis. Waltham: CBC. 240p.
- Erdtman G (1945) Pollen morphology and plant taxonomy. III. Morina L. with na addition on pollen morphological terminology. *Svensk Botanisk Tidskr*, 39(3): 279-285.
- Erdtman G (1986). Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperm. 3 ed. Leiden: EJB. 553p.
- Fidalgo O et al. (1989). Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. São Paulo: Instituto de Botânica. 62p.
- Janick J et al. (2008). The Encyclopedia of fruit and nuts. Cambridge: Cambridge University Press. 180p.
- Justiniano MJ et al. (2001). Ecología y silvicultura de especies menos conocidas – azúcaró *Spondias mombin* L., Anacardiaceae. Santa Cruz: Editora El País. 43p.
- Karsburg IV et al. (2006). Meiose e número cromossômico de cinco espécies da família Urticacea do Rio Grande do Sul. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, 4(1): 47-60.
- Lira G (2011). Conhecendo o Estado de Mato Grosso – IV Microrregião de Alta Floresta, Mato Grosso. 38p.
- Lozano NB (1986a). Contribucion al estudio de la anatomia floral y de la polinizacion del jobo (*Spondias mombin* L.). *Caldasia*, 15(71-75): 369-380.
- Lozano NB (1986b). Desarrollo y anatomia del fruto del jobo (*Spondias mombin* L.). *Caldasia*, 14(68-70): 465-490.
- Luz CLS et al. (2013). Anacardiaceae. Martinelli G et al. (org.). Livro Vermelho da Flora do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 1100p.
- Martins KC et al. (2010). Morfologia polínica: aplicações, estudos e metodologias. 1 ed. Rio de Janeiro: CBJE. 75p.
- Mitchell JD et al. (2015). A revision of *Spondias* L. (Anacardiaceae) in the Neotropics. *Phytokeys*, 55: 1-92.
- Müller J (1979). Form and function in Angiosperm pollen. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 66(4): 593-632.
- Pinto WS et al. (2003). Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(9): 1059-1066.
- Punt W et al. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143(1-2): 1- 81.

- Radford AE et al. (1974). Vascular plant systematics. New York: Harper & Row. 916p.
- Ramos MC (2009). Ecologia da polinização de taperebá (*Spondias mombin* L., Anacardiaceae) em área de floresta secundária no município de Santo Antônio do Tauá, Pará, Brasil. Universidade Federal do Pará (Dissertação), Belém. 64p.
- Sacramento CK et al. (2000). Cajá (*Spondias mombin* L.). Jaboticabal: FUNEP. 42p.
- Salgado-Labouriau ML (1973). Contribuição à palinologia dos cerrados. Rio de Janeiro: Clíp Produções Gráficas e Jornalísticas. 293p.
- Silva LM (2003). Superação de dormência de diásporos de cajazeira (*Spondias mombin* L.). Universidade Federal de Lavras (Dissertação), Lavras. 82p.
- Silva Júnior JF et al. (2004). Collecting, *ex situ* conservation and characterization of “caja’-umbu” (*Spondias mombin* x *Spondias tuberosa*) germplasm in Pernambuco State, Brazil. Genetic Resources and Crop Evolution, 51(4): 343-349.
- Silva-Luz CL et al. (2020). Anacardiaceae in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB44>> Acesso em: 03/03/2021.
- Souza SAM (2010). Morfometria polínica: uma contribuição aos estudos de diversidade genética. Martins KC et al. (org.). Rio de Janeiro: CBJE. 75p.
- Stevens PF (2001 em diante). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since]. will do. Disponível em <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>> Acesso em: 03/03/2021.
- Takeda IJM et al. (2001). Catálogo polínico do Parque Estadual de Vila Velha, Paraná – 2º parte. Biological and Health Sciences, 7(1): 7-18.
- Tarifa JR (2011). Alterações climáticas resultantes da ocupação agrícola no Brasil. Revista do Departamento de Geografia, 8(1994): 15-27.
- Zappi DC et al. (2011). Plantas vasculares da região do Parque Estadual Cristalino, norte de Mato Grosso, Brasil. Acta Amazônica, 41(1): 29-38.
- Zortéa KÉM et al. (2019). Meiotic behavior and pollen viability of *Spondias mombin* L.: native fruit species of the Amazon. Floresta e Ambiente, 26(3): e20180375.

## Contribuição à taxonomia de *Zygia* (Leguminosae) no Estado de Mato Grosso

Recebido em: 15/03/2021

Aceito em: 20/03/2021

 10.46420/9786588319581cap7

Patrícia da Silva dos Santos<sup>1</sup> 

José Martins Fernandes<sup>1\*</sup> 

Anderson Alex Sandro Domingos de Almeida<sup>1,2</sup> 

Célia Regina Araújo Soares Lopes<sup>1</sup> 

### INTRODUÇÃO

O gênero *Zygia* foi descrito por Patrick Browne em 1756 e pertence a Leguminosae, considerada a terceira maior família com 766 gêneros e 19.580 espécies (Browne, 1756; LPWG, 2017; Stevens, 2021). A família que é considerada a segunda em maior importância econômica no mundo, devido a produção de alimento, madeira, fibra, medicamento, utensílio tecnológico, entre outros usos (Wojciechowski et al., 2004; Lewis et al., 2005; Fernandes et al., 2014), recebeu uma nova proposta de classificação para as subfamílias, sendo elas: Duparquetioideae, Cercidoideae, Detarioideae, Dialioideae, Caesalpinioideae e Papilionoideae (LPWG, 2017).

*Zygia* pertence a subfamília Caesalpinioideae, clado Mimosoide, e possui cerca de 60 espécies com distribuição neotropical, aproximadamente 70% na América do Sul (Rico-Arce, 1994; Barneby et al., 1997; Ståhl et al., 2010; LPWG, 2017). No Brasil, está representado por 22 espécies, 19 restritas ao domínio fitogeográfico da Amazônia (Garcia et al., 2020).

Os caracteres morfológicos mais importantes para o reconhecimento do gênero são as inflorescências caulifloras, flores homomórficas, disco nectarífero na base do ovário e sementes sem pleurograma (Barneby et al., 1997). O fruto folículo vem se confirmando como outra característica importante na unificação das espécies do gênero, no entanto, ainda são desconhecidos para várias espécies. Brown (2008) cita que mais de um terço das espécies ainda não teve o fruto descrito.

Em Mato Grosso são poucos os trabalhos que apresentam a ocorrência de *Zygia* para a flora do estado, dentre eles, o estudo das Leguminosae no Pantanal de Barão de Melgaço que citou *Zygia inaequalis*

<sup>1</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas, Herbário da Amazônia Meridional. Avenida Perimetral Rogério Silva, s/n, Bairro Jardim Flamboyant, Alta Floresta, MT, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos. Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Avenida Perimetral Rogério Silva, s/n, Bairro Jardim Flamboyant, Alta Floresta, MT, Brasil.

\* Autor(a) correspondente: jose.martins@unemat.br

(Willd.) Pittier e *Zygia latifolia* var. *comunis* Barneby & J.W. Grimes (Silva, 2011). O levantamento da flora arbórea de Mato Grosso e suas tipologias vegetais, que apresentou *Z. cataractae* (Kunth) L.Rico, *Z. divaricata* (Benth.) Pittier, *Z. inaequalis*, *Z. inundata* (Ducke) H.C.Lima ex Barneby & Grimes, *Z. juruana* (Harms) L.Rico, *Z. latifolia* var. *lasiopus* (Benth.) Barneby & J.W.Grimes, *Z. latifolia* var. *controversa* Barneby & J.W. Grimes, *Z. ramiflora* (Benth.) Barneby & J.W.Grimes, *Z. stipularis* (Benth.) L. Rico (Borges et al., 2014), além de *Pithecellobium cauliflorum* Mart., *Pithecellobium racemosum* (Ducke) Killip e *Pithecellobium unifoliolatum* Benth., que segundo Barneby et al. (1997) são sinônimos de táxons do gênero *Zygia*.

A revisão da coleção de Leguminosae do Herbário da Amazônia Meridional (HERBAM), localizado no município de Alta Floresta, que apresentou *Z. cataractae*, *Z. inaequalis*, *Z. latifolia* (L.) Fawc. & Rendle e *Z. unifoliolata* para o Mato Grosso (Fernandes et al., 2015). E, por fim, as informações disponibilizadas na Flora do Brasil por Garcia et al. (2020), que citam para o estado a ocorrência de *Z. cataractae*, *Z. inaequalis*, *Z. latifolia* var. *communis*, *Z. latifolia* var. *lasiopus*, *Z. racemosa* e *Z. unifoliolata*.

A contribuição do HERBAM para o conhecimento da flora do Mato Grosso é demonstrada por Lopes (2015), segundo ela, parte das amostras provem do norte de Mato Grosso (95%), e o restante do Sul do Pará, principalmente da bacia dos rios Teles Pires, Cristalino, Juruena e Xingu, incluindo as unidades de conservação dessas bacias, coletadas durante os projetos Flora Cristalino (FEC/KEW/UNEMAT), Pedopaisagens do Cristalino, Flora do Mantega, PPBio, além das coleções testemunhas das usinas hidrelétricas de Sinop, Colíder, Paranaíta (Teles Pires e São Manoel), do Complexo Apiacás (Alta Floresta) e Castanheira (Juara); o acervo possui amostras de todas as tipologias florestais do Bioma Amazônico, desde Floresta Ombrófila Densa a Campinaranas e Campos Rupestres da Amazônia.

Relacionando as informações apresentadas por Lopes (2015), onde a coleção do HERBAM é formada praticamente com espécimes provenientes do Norte de Mato Grosso, constantemente atualizada com um volume elevado de amostras da região, e que cerca de 86% das espécies de *Zygia* no Brasil estão na Amazônia, justificou a realização do trabalho de curso (TCC) da primeira autora.

O objetivo do trabalho foi oferecer uma contribuição à taxonomia de *Zygia* (Leguminosae, Clado Mimosoide) no Estado de Mato Grosso, acompanhada de uma chave para identificação dos táxons, diagnoses morfológicas, fotos e contribuições fitogeográficas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

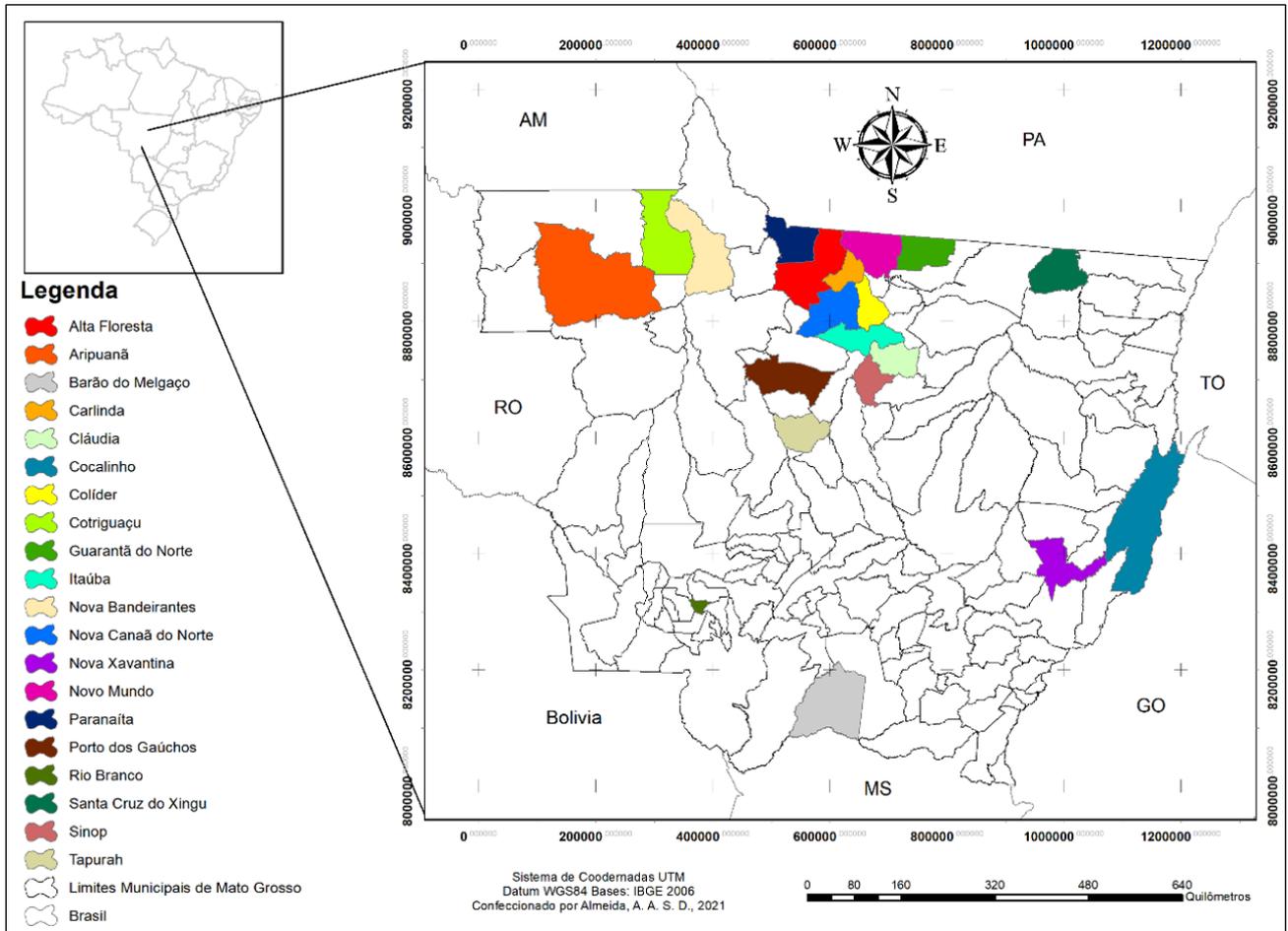
O Estado de Mato Grosso localiza-se no Centro-Oeste do Brasil, com uma área de 903.207,050 km<sup>2</sup>, distribuída em 141 municípios; é considerado o terceiro maior estado do país em extensão territorial, com população de 3.035.122 habitantes no censo de 2010 e estimativa de 3.526.220 em 2020 (IBGE, 2017).

O relevo do estado apresenta grandes superfícies aplainadas e abrange três regiões distintas: na porção centro-norte do estado, a dos chapadões sedimentares e planaltos cristalinos (com altitudes entre 400 e 800 metros), que integram o planalto central brasileiro; a do planalto arenito-basáltico, localizada no sul, simples parcela do planalto meridional e, a parte do Pantanal Mato-Grossense, na baixada da porção centro-ocidental; o estado é um dos lugares com maior volume de água doce no mundo, destacando-se as sub-bacias do Guaporé, do Aripuanã, do Juruena-Arinos, do Teles Pires e do Xingu (MT, 2016).

Possui os biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal: a Amazônia ocupa cerca de 50% do território, concentrada no norte do estado; o Cerrado cobre 38,29%, localizado principalmente nas depressões de Alto Paraguai - Guaporé, o sul e o sudeste do planalto dos Parecis e ao sul do paralelo 13°, até os limites de Mato Grosso do Sul; o Pantanal, localizado na região sul do estado, ocupa apenas 7,2% da área do estado (MT, 2016).

### ***Procedimentos metodológicos***

O trabalho foi realizado entre setembro de 2018 à setembro de 2019, utilizando-se, como base, a coleção do Herbário da Amazônia Meridional (HERBM), localizada na Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta, e exsicatas digitalizadas provenientes de coletas realizadas no Estado de Mato Grosso e disponibilizadas em bancos de dados online (REFLORA, 2019; SpeciesLink, 2019). Os dados foram atualizados em março de 2021, mediante a consulta da coleção do HERBAM e das exsicatas digitalizadas online, totalizando 20 municípios do estado com registros de *Zygia* (Figura 1).



**Figura 1.** Municípios do Estado de Mato Grosso com registros de *Zygia* utilizados no estudo. Fonte: Os autores.

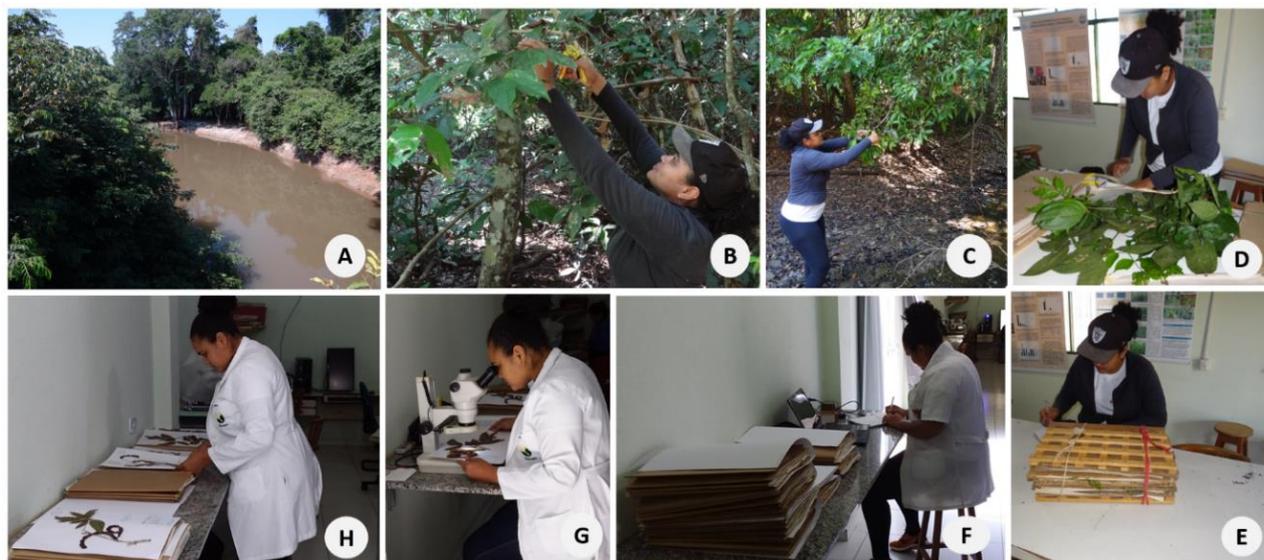
Expedições para coletas complementares foram realizadas em 2019 no município de Alta Floresta, nas margens do Rio Santa Helena, Reserva Florestal Retiro da Boa Nova, Comunidade Central e Comunidade São Bento. No município de Carlinda foi realizada na Comunidade Del Rey.

Para cada indivíduo de *Zygia* amostrado, foram coletados, em média, cinco ramos férteis com folhas, flores e/ou frutos (Figura 2A-C). Os materiais coletados foram herborizados de acordo com as técnicas usuais (Fidalgo et al., 1989), conforme Figura 2D-E e identificados no HERBAM com auxílio da revisão taxonômica de Barneby et al. (1997).

A chave para identificação dos táxons de *Zygia* em Mato Grosso, e as diagnoses morfológicas, foram realizadas com base em caracteres vegetativos e reprodutivos no Laboratório de Morfologia Vegetal, no HERBAM (Figura 2F-H), com auxílio de estereomicroscópio, papel milimetrado, régua e seringas com agulha. Os táxons *Zygia latifolia* var. *lasiopus* e *Zygia racemosa* tiveram as diagnoses oferecidas com informações adaptadas de Silva (2008), que realizou o estudo taxonômico de *Zygia* na Amazônia brasileira.

Essa prática metodológica foi adotada devido não ter exsicata depositada no HERBAM, nem imagens digitalizadas *online* de *Zygia racemosa*.

A terminologia empregada nas diagnoses foi baseada em Radford et al. (1974) e Barroso et al. (1999), com à análise morfológica das partes vegetativas e carpológicas em material desidratado, enquanto que as partes florais foram avaliadas após a reidratação.



**Figura 2.** Procedimentos metodológicos: coleta botânica nas margens do Rio Santa Helena, município de Alta Floresta (A–C); herborização no HERBAM (D–E); estudo morfológico no HERBAM (F–H). Fonte: J.M. Fernandes.

Os táxons e seus autores foram conferidos em sites especializados (Flora do Brasil, 2020; IPNI, 2021); os municípios foram verificados no site do IBGE (2017); os domínios fitogeográficos e os tipos de vegetação foram adaptados da Flora do Brasil (2020), sendo que os nomes populares e os tipos de vegetação no estado foram obtidos nas etiquetas das exsicatas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Zygia P. Browner, Civ. Nat. Hist. Jamaica 279. 1756*

Árvores ou arbustos; ramos inermes; gemas peroladas e catáfilos ausentes. Estípulas caducas. Folhas alternas, bipinadas, macrofilídias, 1 ou 4–7 pares de pinas; nectários entre os pares de pinas e foliólulos, sésseis ou raramente impressos, cupuliformes, planos; foliólulos 1–9 ou 15–35 por pina. Inflorescências com unidades capituliformes ou espiciformes congestas, reunidas em fascículos caulifloros ou pseudoracemos. Flores homomórficas, 5-meras; estames 16–58, tubo incluso ou exserto, monocores

ou bicolores; disco nectarífero presente ou ausente. Frutos tipo folículo, plano compressos, margens estreitas; sementes monocolors, testa membranácea, pleurograma ausente.

O trabalho apresenta para o Estado de Mato Grosso cinco espécies e três variedades, são elas: *Z. cataractae*, *Z. inaequalis*, *Z. latifolia* (*Z. latifolia* var. *communis*, *Z. latifolia* var. *controversa* e *Z. latifolia* var. *lasiopus*), *Z. racemosa* e *Z. unifoliolata*.

As espécies *Z. divaricata* e *Z. stipularis* citadas por Borges et al. (2014) para o estado são consideradas sinônimos segundo Barneby et al. (1997), sendo a primeira de *Z. cataractae*, e a segunda de *Z. latifolia* var. *communis*. Borges et al. (2014) também citaram *Z. Juruana* e *Z. ramiflora* para Mato Grosso, mas dentre os materiais examinados as espécies não foram encontradas. Silva (2008) e Garcia et al. (2020), não citam *Z. Juruana*, nem *Z. ramiflora* para o estado, apenas em estados da região norte do Brasil. No entanto, o extremo norte do estado é uma região potencial para novas ocorrências do gênero.

Os táxons de *Zygia* com ocorrência no Estado de Mato Grosso podem ser identificados na chave apresentada a seguir:

1. Folhas com 4–7 pares de pinas ..... 4. *Zygia racemosa*
- 1'. Folhas com 1 par de pina
  2. Pinas com 1 foliólulo ..... 5. *Zygia unifoliolata*
  - 2'. Pinas com 3–9 foliólulos
    3. Frutos tomentosos ..... 2. *Zygia inaequalis*
    - 3'. Frutos glabros a glabrescentes
      4. Corola com tubo e lobos puberulentos ... 3.3. *Zygia latifolia* var. *lasiopus*
      - 4'. Corola com tubo glabro e lobos glabros, esparso-seríceos ou seríceos
        5. Foliólulos 3(–5) por pina, nervura principal glabra; frutos glabros ..... 1. *Zygia cataractae*
        - 5'. Foliólulos (3-)5–7, nervura principal esparso-seríceo a seríceo; frutos glabrescentes
          6. Foliólulos até 7 por pina; raque da inflorescência 3-4,5 mm compr. .... 3.2. *Zygia latifolia* var. *controversa*
          - 6'. Foliólulos até 5 por pina; raque da inflorescência 1-2 mm compr. .... 3.1. *Zygia latifolia* var. *communis*

**Esquema 1.** Chave para identificação dos táxons de *Zygia* em Mato Grosso.

**1. *Zygia cataractae* (Kunth) L.Rico, *Kew Bull.* 46(3): 496. 1991. Sinônimo: *Zygia divaricata* (Benth.) Pittier. Figura 3 A-B.**

Arbustos ou árvores 3–20 m alt.; ramos jovens glabrescentes. Estípulas 0,8–1,8 mm compr., triangulares a estreitamento triangulares. Folhas com pecíolo 2,8–3,7 mm compr.; nectário entre o par de folíolo e foliólulos, impresso, plano, circular ou triangular; 1 par de pina, foliólulos 3(-5) por pina, foliólulo proximal 3,8–25 × 1,5–8,2 cm, foliólulos distais 6–29,7 × 1,7–9,4 cm, lanceolados ou elípticos, base oblíqua, ápice acuminado, faces adaxial e abaxial glabras. Inflorescência capituliforme, raramente espiciforme congesta, pedúnculo 5–7 mm compr., raque 2–7 mm compr., bráctea 0,3 mm compr., obtrulata, persistente. Flores sésseis, cálice 2,1–2,8 mm compr., campanulado, glabro a puberulento; corola 5,1–6,8 mm compr., infundibuliforme, tubo e lobos glabros; androceu 10–15,5 mm compr., tubo 5–7 mm compr., incluso, 34–43 estames, brancos; ovário 1,3–2,2 mm compr., glabro. Folículos 17–28 × 1,4–1,5 cm, lineares, glabros; sementes 10–13 × 14 mm compr., oblatas.

**Material selecionado:** Alta Floresta, PCH Cabeça-de-Boi, 05/IX/2014, fl., fr., C.R.A. Soares-Lopes et al. 8009 (HERBAM). Aripuanã, acima da cachoeira dos patos, 19/VI/1974, fl., M.D.R. Cordeiro 161 (NY, foto!). Carlinda, Nova Canaã do Norte, 02/IV/2012, fl., C.R.A. Soares et al. 7433 (HERBAM). Cláudia, 29/05/2010, fl., J. Dambroz 35 (UFMT, foto!). Colíder, Resgate de FLORA da UHE Colíder, Lote H de supressão, Beira Rio Teles Pires, 06/II/2015, fr., L.H. Berticelli et al. (HERBAM 21990). Nova Canaã do Norte, Resgate de FLORA da UHE Colíder, Lote A de supressão, 24/XI/2014, fl., fr., M.E. Engels 2928 (HERBAM). Nova Bandeirantes, margem do rio São João da Barra, s.d., fl., G.F. Árbocz et al. 3878 (ESA, foto!). Nova xavantina, Rio das Mortes, 26/VIII/1976, fl., fr., P.W. Richards 496 (NY, foto!). Paranaíta, 29/III/2012, fl., C.R.A. Soares et al. 6859 (HERBAM). Porto dos Gaúchos, margem do Rio Teles Pires, 23/IX/1985, fr., W.W. Thomas 3984 (NY, foto!). Santa Cruz do Xingu, Parque Estadual do Xingu, 07/III/2011, fr., D.C. Zappi et al. 3199 (HERBAM). Sinop, BR 163 km 7, margem do Rio Seleste, 18/IX/1985, fr., W.W. Thomas 3846 (NY, foto!). Tapurah, margem do córrego Falcão, s.d., fl., V.C. Souza et al. 17484 (ESA, foto!).

A espécie ocorre na Argentina, Brasil, Equador, Guiana, Paraguai, Venezuela e Peru, em mata ciliar sujeita à inundação, principalmente abaixo de 250 metros de altitude em relação ao nível do mar, mas atingindo até 475 metros entre Venezuela e Guiana (Barneby et al., 1997).

No Brasil, ocorre nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Roraima (norte), Maranhão (nordeste), Mato Grosso (centro-Oeste) e Minas Gerais (sudeste), nos domínios fitogeográficos da Amazônia e Cerrado, em floresta ciliar, floresta de galeria, floresta de igapó, floresta de terra firme e floresta de várzea (Garcia et al., 2020). É conhecida entre ribeirinhos na Amazônia como ingárana, ingá, ingárana-da-várzea, e serve como alimento para a fauna, madeira para lenha, madeira para casa e a casca é medicinal no tratamento de ferrada de arraia (Ammann, 2014).

Em Mato Grosso tem registro de coletada em floresta ciliar, floresta de várzea, floresta de terra firme e em vegetação sobre afloramento rochoso, nos domínios da Amazônica e do Cerrado. De acordo com Borges et al. (2014), a espécie ocorre no estado em formações savânicas, floresta ombrófila densa, floresta estacional semidecidual e vegetação de encrave pela proximidade com a floresta estacional decidual. Foi coletada com flor de março a outubro e com fruto de setembro a março.

**2. *Zygia inaequalis* (Willd.) Pittier, *Trab. Mus. Comercial Venezuela* 2: 69. 1927. Figura 3C-E.**

Arbustos ou árvores 3–12 m alt.; ramos jovens glabrescentes. Estípulas não observadas. Folhas com pecíolo 0,2–0,4 mm compr.; nectário entre o par de folíolo e foliólulos, impresso, plano, circular ou triangular; 1 par de pina, foliólulos 5–9 por pina, foliólulo proximal 4–8,6 × 2,2–3,4 cm, foliólulos distais 10,5–16,5 × 4,2–6,4 cm, base oblíqua, ápice acuminado, face adaxial glabra ou apenas com a nervura principal serícea, face abaxial glabra, hirsuta a esparso-serícea. Inflorescência capituliforme, pedúnculo 4–9 mm compr., raque 2–4 mm compr., bráctea 1–2 mm compr., obtrulata, persistente. Flores sésses, cálice 2,3–2,5 mm compr., campanulado, puberulento; corola 5–7,2 mm compr., infundibuliforme, tubo glabro, lobos puberulentos; androceu 14–26 mm compr., tubo 5–9 mm compr., exserto, estames 27–34, brancos; ovário 1,3–2,2, tomentoso. Folículos 5,5–13 × 1,3–2,1 cm, estreitamente oblongos, tomentosos, dourados. Sementes 0,8–2 × 1,9–2 cm, obovatas.

**Material examinado:** Barão de Melgaço, RPPN SESC Pantanal, IX/2007, fl., C.P. Caliari et al. 821 (ESA, foto!). Novo Mundo, Rio Cristalino, entre o Cristalino Jungle Lodge e o encontro com o rio Teles Pires, 28/XII/2006, fr., D. Sasaki et al. 407 (HERBAM). Paranaíta, 10/I/2012, fl., C.R.A. Soares et al. 5048 (HERBAM).

**Material adicional examinado.** PARÁ: Jacareacanga, UHE São Manoel- Reservatório UTM, 08/II/2017, fr., L.P. Zanzini 298 (HERBAM).

A espécie ocorre na Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru e Venezuela, com ampla distribuição nas florestas tropicais da América do Sul, principalmente em florestas sazonalmente inundadas e nas margens de rios entre 0 a 200 metros de altitude (Barneby et al., 1997).

No Brasil, ocorre nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima (norte) e Mato Grosso (centro-oeste), nos domínios da Amazônia e Cerrado, em área antrópica, floresta de igapó, floresta de terra firme e floresta de várzea (Garcia et al., 2020). A espécie é conhecida popularmente como ingá-de-sapo, ingarana e jarandeuca, e possui potencial para a arborização urbana pelo pequeno porte e especialmente pela vistosa cauliflora que desenvolve em suas ramas (Souza, 2012).

Em Mato Grosso foi coletada em vegetação sobre afloramento rochoso, floresta de várzea e floresta ciliar, nos domínios da Amazônia e Pantanal. Borges et al. (2014) citam a espécie em floresta

ombrófila densa, floresta estacional semidecidual, formações savânicas e em formações pioneiras. Floresceu de janeiro a julho e frutificou em fevereiro.

**3.1. *Zygia latifolia* (L.) Fawc. & Rendle var. *communis* Barneby & J.W.Grimes, *Mem. New York Bot. Gard.* 74(2): 119–120, map 35. 1997. (2 May 1997). Sinônimo: *Pithecellobium cauliflorum* Mart. Figura 3F-H**

Arbustos ou árvores 2,5–12 m alt.; ramos jovens glabrescentes ou puberulentos. Estípulas 1,1–3 mm compr., puberulentas. Folha com pecíolo 2–5,2 mm compr.; nectário entre o par de folíolo e foliólulos, impresso, plano, circular ou triangular; 1 par de pina, foliólulos 3-5 por pina, foliólulo proximal 3,5–8,5 × 1,9–3,9 cm, folíolos distais 6,6–15 × 2–5,3 cm, elípticos, raramente ovados, base oblíqua, ápice acuminado, faces adaxial e abaxial glabras a glabrescentes, nervura principal esparso-serícea a serícea. Inflorescência capituliforme, pedúnculo 4–9 mm compr., raque 1–2 mm compr., bráctea 0,3–0,1 mm compr., puberulenta, ovada. Flores sésseis, cálice 1,8–2,2 mm compr., tubular, glabrescente; corola 6–6,2 mm compr., infundibuliforme, tubo glabro, lobos esparso-seríceos; androceu 18–19 mm compr., tubo 8–9 mm compr., exserto, 21–24 estames, base esbranquiçada e região terminal rosada; ovário 1,9–3 mm compr., glabro. Folículos 7–13 × 1,3–2,2 cm, estreitamente oblongos, glabrescentes; 4–10 sementes, 11 × 12–13 mm, oblatas.

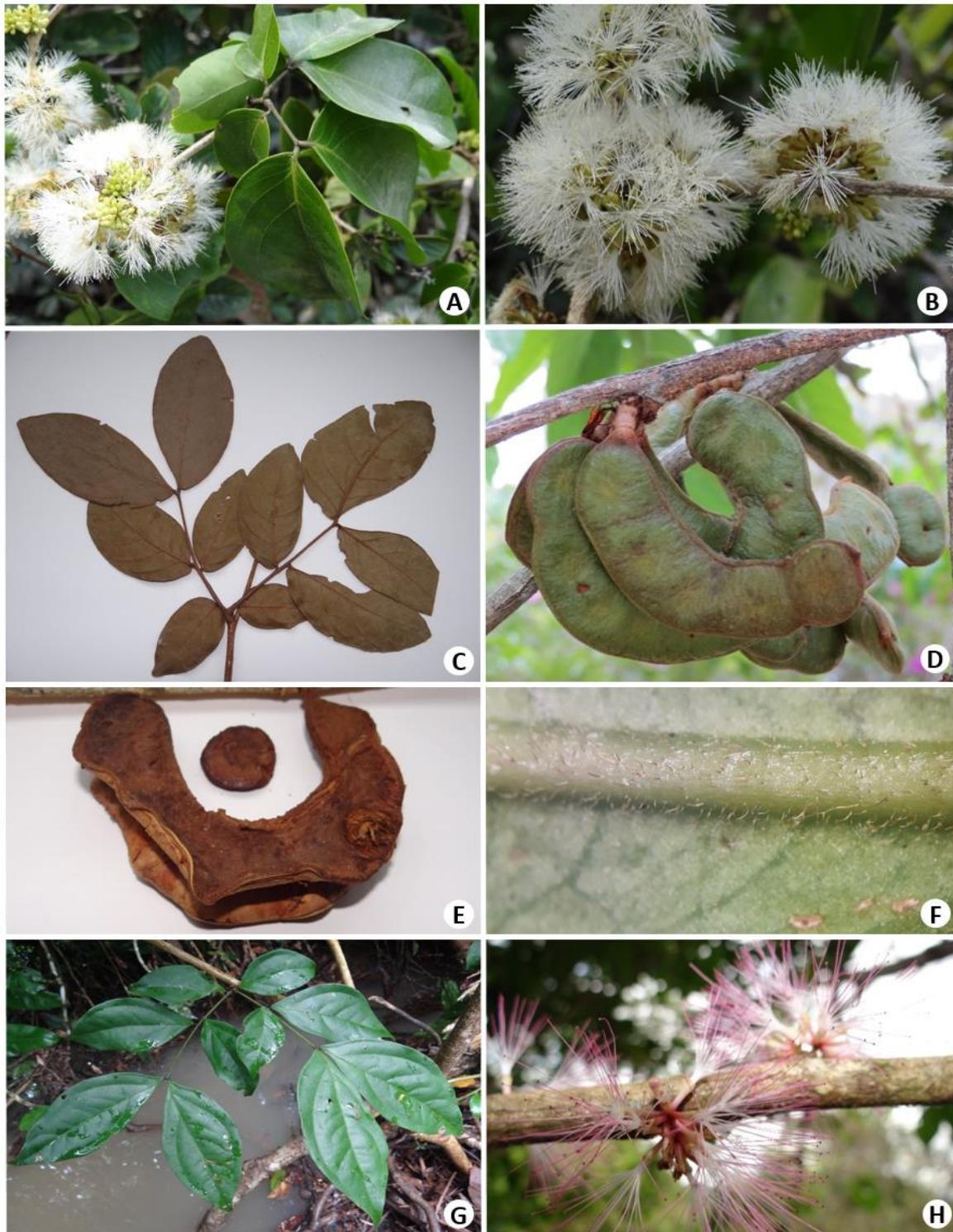
**Material selecionado:** Alta Floresta, Área estrutural da PCH cabeça-de-boi, 29/III/2014, fl., C.R.A. Soares et al. 7513 (HERBAM). Cotriguaçu, Fazenda São Nicolau, 25/II/2015, fr., J.P. Santos et al. 392 (HERBAM). Itaúba, Resgate de FLORA da UHE Colíder, Lote G de supressão, 02/IX/2015, fr., P.V. Oliveira et al. (HERBAM 14567). Novo Mundo, Parque Estadual Cristalino, Limite Sudeste do Parque, 23/VIII/2008, fl., D. Zappi et al. 1387 (HERBAM). Paranaíta, UHE São Manoel, 13/X/2008, fr., C.R.A. Soares et al. 1699 (HERBAM). Santa Cruz do Xingu, Parque Estadual do Xingu, 09/III/2011, fr., D.C. Zappi et al. 3247 (HERBAM). Sinop, 17/X/2007, fr., C.R.A. Soares et al. 283 (HERBAM).

O táxon é restrito à América do Sul, com ocorrência em floresta de várzea sazonalmente inundada, área pantanosa, floresta ciliar e floresta de galeria, chegando até 600 metros de altitude, principalmente na Amazônia (Barneby et al., 1997).

No Brasil, ocorre nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima (norte), Bahia (nordeste), Goiás e Mato Grosso (centro-oeste), nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga e Cerrado, em campinarana, floresta de igapó, floresta de terra firme e floresta de várzea (Garcia et al., 2020). É conhecida no Brasil como ararandeuca, canafistula-de-lagoa, ingá-de-sapo e jarandeuca (Souza, 2012).

Em Mato Grosso foi coletada em floresta de igapó, floresta de várzea, capoeira inundada, floresta ciliar e região de ecótono entre Amazônia e Cerrado. Borges et al. (2014) citam a ocorrência do táxon em

floresta ombrófila densa e aberta, floresta estacional semidecidual, formações savânicas e pioneiras. Foi coletada com flor de maio a agosto e com fruto entre setembro e dezembro.



**Figura 3.** O gênero *Zygia* no Estado de Mato Grosso: *Zygia cataractae* – folhas e inflorescências (A), inflorescências (B); *Zygia inaequalis* – folha (C), fruto fechado (D), fruto aberto e semente (E); *Zygia latifolia* var. *communis* – folha (F), indumento na nervura principal da face abaxial (G), inflorescência (H). Fonte: J.M. Fernandes – A, B, C (C.R.A Soares et al. 5048, HERBAM), D, E (L.P. Zanzini et al. 298, HERBAM), F, G, H.

**3.2. *Zygia latifolia* var. *controversa* Barneby & J. W. Grimes, Mem. New York Bot. Gard. 74(2): 121–122, map 37. 1997. Figura 4A-B.**

Arbustos 2,5–3 m alt.; ramos jovens esparso puberulentos. Estípulas 2,5–3 mm compr., estreitamente triangulares. Folhas com pecíolo 3,8–4 mm compr., puberulento; nectário entre o par de folíolo e foliólulos, impresso, plano; 1 par de pina, foliólulos 7 por pina, foliólulo proximal 3,1–5,5 × 1,9–2,2 cm, foliólulos distais 6–12,9 × 2,5–4,3 cm, elípticos, ovado-elípticos, oblanceolados a obovados, base oblíqua, ápice cuspidado ou agudo, faces adaxial e abaxial glabras a glabrescentes, nervura principal esparso-seríceo a seríceo. Inflorescência capituliforme, pedúnculo 4–5 mm compr., raque 3–4,5 mm compr. Flores sésseis, cálice 1,3–2 mm compr., campanulado, raramente tubuloso, seríceos; corola 7–8 mm compr., estreitamente infundibuliforme, tubo glabro e lobos seríceos; androceu 10–11 mm compr., tubo 4–8 mm compr., exserto, 17–20 estames, base esbranquiçada e região terminal rosada; ovário 1,2–1,4 mm compr.; glabro. Frutos e sementes não observados, mas segundo Barneby e Grimes (1997) apresentam as mesmas características de *Z. latifolia* var. *communis*.

**Material examinado:** Novo Mundo, Parque Estadual do Cristalino, 29/IX/2006, fl., P.F.C.D. Sasaki et al. 504 (HERBAM). Rio Branco, 10/V/1995, fl., G.G. Hatschbach et al. 62575 (NY, foto!).

O táxon possui ocorrência no Brasil e Bolívia, principalmente em floresta de galeria e de várzea sazonalmente inundada, com registros em planícies com floresta de terra firme (Barneby et al., 1997). No Brasil, ocorre nos estados do Acre, Amazonas, Rondônia (norte) (Barneby et al., 1997) e Mato Grosso, no centro-oeste (Borges et al., 2014).

Em Mato Grosso o táxon foi coletado em floresta de várzea e vegetação sobre afloramento rochoso, nos domínios da Amazônia e Pantanal. Borges et al. (2014) citam a ocorrência do táxon em formações savânicas. Foi coletada com flor nos meses de maio e setembro.

**3.3. *Zygia latifolia* var. *lasiopus* (Benth.) Barneby & J.W.Grimes, Mem. Nova York Bot. Gard. 74 (2): 120. 1997. Figura 4C-D.**

Árvore 10 m alt.; ramos jovens cilíndricos, puberulentos. Estípulas e nectários não observados. Folhas com pecíolo 2–4 mm compr., puberulento; 1 par de pina, 5 foliólulos por pina, folíolo proximal 4,3–6,3 × 1,8–2,6 cm, folíolos do par distal 8–9,5 × 3–3,5 cm, elípticos, base assimétrica a oblíqua, ápice acuminado a agudo. Inflorescências capituliformes. Flores sésseis, cálice 0,5 mm compr., campanulado; corola 4–5 mm compr., estreitamente infundibuliforme. Como complemento morfológico, Silva (2008) cita árvores 3–12 m alt.; estípulas 1,5–7 mm compr., nectários foliares sésseis, cupuliformes ou pateliformes, foliólulos com faces adaxial e abaxial glabras, exceto a nervura principal puberulenta; pedúnculo 1,5–12 mm compr., bráctea 1 mm compr.; cálice glabro a puberulento, corola com tubo e lobos puberulentos, androceu 14–30 mm compr., tubo 7–14,8 mm compr., exserto, 21–58 estames, base branca

e região terminal avermelhada, disco nectarífero presente, ovário 1–2 mm compr., tomentoso; frutos 6–17,8 × 1–2 cm, oblongos, lineares, coriáceos, glabrescentes; 4–11 sementes, 7,5–10 × 7–14 mm, plano-discóides.

**Material examinado:** Aripuanã, Rodovia do Estanho km 120, estrada da mineração São Francisco a 50 km do entroncamento com a mineração Igarapã, 21/IV/1985, fl., C.A. Cid-Ferreira 5667 (NY, INPA, fotos!).



**Figura 4.** O gênero *Zygia* no Estado de Mato Grosso: *Zygia latifolia* var. *controversa* – folha (A), inflorescência (B); *Zygia latifolia* var. *lasiopus* – folha (C), inflorescência (D); *Zygia racemosa* – folha, inflorescência e fruto imaturo (E); *Zygia unifoliolata* – folha (F), inflorescências (G). Fonte: adaptadas por J.M. Fernandes – A (G. Hatschbach et al. 62575, foto ESA), C-D (G. Pereira-Silva 16215, foto NY), E (G. Pereira-Silva et al. 16330, foto RON); J.M. Fernandes – B (P.F.C. et al. 504, HERBAM), F, G (C.R.A Soares et al. 6907, HERBAM).

O táxon ocorre no Brasil, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela, em floresta sazonalmente inundada, floresta ciliar e floresta de galeria, até 200 metros de altitude (Barneby et al., 1997).

No Brasil, ocorre nos estados do Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima (norte) e Mato Grosso (centro-oeste), no domínio da Amazônia, em floresta de terra firme e floresta de várzea (Garcia et al., 2020). É conhecida como ingá-xixica e ingá-da-praia (Silva, 2008).

Em Mato Grosso foi coletada no município de Aripuanã, extremo norte do estado, em floresta de terra firme com solo argiloso. Segundo Borges et al. (2014), o táxon ocorre em floresta ombrófila aberta. Foi coletada com flor em abril, a frutificação não foi observada.

**4. *Zygia racemosa* (Ducke) Barneby e J.W. Grimes, Mem. Nova York Bot. Gard. 74 (2): 71. 1997. Sinônimo: *Pithecellobium racemosum* (Ducke) Killip. Figura 4E.**

De acordo com Silva (2008), são árvores entre 6 a 35 m alt.; ramos jovens cilíndricos, puberulentos; estípulas 5-13 mm compr., lanceoladas; folhas com pecíolo 0,4-2,3 cm compr., raque 3,8-11 cm compr., nectário no pecíolo e entre os foliólulos, sésseis, cupuliformes, 4-7 pares de pinas, 15-35 foliólulos por pina, foliólulos distais 0,7-3 x 0,4-1,1 cm, assimétricos, oblongos, base oblíqua, ápice retuso, curtamente apiculado, faces adaxial e abaxial glabras; unidades de inflorescência capituliformes, reunidas em pseudoracemos, pedúnculo 3,5-15 mm compr., bráctea 0,5-1 mm compr., espatulada; flores sésseis, bractéola 0,4-0,5 mm compr., espatulada, cálice 0,6-1,2 mm compr., campanulado, lobos puberulentos, corola 3,5-5 mm compr., infundibuliforme, lobos puberulentos, androceu 8-15 mm compr., tubo 5,5-11,5 mm compr., exserto, 16-33 estames, amarelos ou brancos, disco nectarífero ausente, ovário 1-2 mm compr., glabro; frutos 3,7 x 0,6 cm, levemente falcados a falcados, margens sinuosas, coriáceos, densamente ferrugíneo-puberulentos.

A espécie ocorre no Brasil, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela, em florestas de terra firme, comumente em solos argilosos abaixo de 200 metros de altitude, chegando até 450-600 metros em florestas com solos arenosos (Barneby et al., 1997).

No Brasil, ocorre nos estados do Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia (norte), Maranhão (nordeste) e Mato Grosso (centro-oeste), nos domínios fitogeográficos da Amazônia, em área de campinarana e floresta de terra firme (Garcia et al., 2020). É conhecida popularmente como anjelim-rajado, anjelim-pintado, ingá-rana, faveira e urubuzeiro (Silva, 2008; Souza, 2012; Garcia et al., 2020). Possui várias potencialidades de uso na Amazônia: alguns povos tradicionais usam as folhas em rituais; a infusão da casca da árvore é ingerida contra a tosse; a vistosa cauliflora rosada que reveste a parte mais lenhosa dos galhos e ramos jovens sugere o seu aproveitamento para uso paisagístico e ornamental; possui capacidade de nodulação e fixação de N<sub>2</sub> (Souza, 2012); e, fonte de madeira para construção de casa, combustível e

confeção de utensílio tecnológico, além do uso da madeira para marcenaria de luxo (Ferreira et al., 2001; Brito et al., 2011).

Dentre os materiais examinados no presente trabalho, nenhum exsicata ou imagem digitalizada da espécie foi encontrada para Mato Grosso. No entanto, a espécie é citada para o estado por Silva (2008), que segundo ela ocorre no município de Aripuanã (MT), coletada com flor em 28 de setembro de 1975, por Lisboa, com o número de coleta 399, depositado no Herbário do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), mas indisponível *online*. Comparando o município de Aripuanã com os pontos de coleta de *Z. racemosa* no Brasil, disponíveis pelo *SpeciesLink*, observa-se que o município de Ariquemes, Estado de Rondônia, é o mais próximo com coleta da espécie (NY 01300474, foto!).

Borges et al. (2014) citam a espécie para o Estado de Mato Grosso, com ocorrência em floresta ombrófila densa e aberta, encrave de vegetação entre floresta estacional semidecidual e decidual.

**5. *Zygia unifoliolata* (Benth.) Pittier, *Third Conf. Interamer. Agric. Caracas 1: 359. 1945.*  
*Sinônimo: Pithecellobium unifoliolatum Benth. Figura 4F-G.***

Arbustos ou árvores 3–9 m alt.; ramos jovens puberulentos. Estípulas 0,3–1 mm compr., triangulares a estreitamente triangulares. Folhas com pecíolo 1–5 mm compr., glabrescente; nectário entre o folíolo, séssil, pateliforme; 1 par de pina, com um folíolo vestigial e outro expandido em cada pina, folíolo expandido 5–12,2 × 2–6,5 cm, elíptico, base oblíqua, ápice acuminado ou agudo, faces adaxial e abaxial glabras. Inflorescência capituliforme, pedúnculo 4,8–5 mm compr., raque 1–2 mm compr., bráctea 0,2–0,5 mm compr., lanceolada, lobos puberulentos; cálice 0,2–0,5 mm compr., campanulado a crateriforme, lobos ciliados; corola 4–5,5 mm compr., estreitamento infundibuliforme, tubo glabro, lobos glabros a puberulentos; androceu 1,6–2,3 mm compr., tubo 1,1–1,4 mm compr., exceto, 26–29 estames, brancos; ovário 1,2–1,6 mm compr., glabro. Folículos 5–14,5 × 0,5–1,5 cm lineares a oblongos, curvos, glabros, rugosos; 4–9 sementes, 1–1,4 × 1,7–2 cm, circulares a transversalmente elípticas.

**Material selecionado:** Alta Floresta, Sítio São Benedito, 29/XI/2008, fr., *C.R.A. Soares et al. 1843* (HERBAM). Cocalinho, Fazenda Volpe, margem Rio Cristalino, 29/VI/2000, fl., fr., *H.S. Lima et al. 25.380* (VIC, foto!). Garantã do Norte, propriedade do senhor Wilson Sttreg, balneário Sttreg, 26/VIII/2013, fr., *F. Bonadeu 762* (NY, foto!). Itaúba, Resgate de FLORA da UHE Colíder, 27/IV/2017, fr., fl., *A.S. Bezerra et al.* (HERBAM 20643). Novo Mundo, entorno do Parque Estadual Cristalino, 29/IX/2006, fr., *D. Sasaki et al.* (HERBAM 0593). Paranaíta, 21/VI/2012, fl., *C.R.A. Soares et al. 6907* (HERBAM).

A espécie apresenta distribuição neotropical, com registro de ocorrência na Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, México, Panamá, Peru e Venezuela, em margem de rio, floresta de galeria e floresta sujeita à inundação, distribuída entre 0–240 metros de altitude (Barneby et al., 1997).

No Brasil, ocorre nos estados do Amazonas, Pará (norte) e Mato Grosso (centro-oeste), no domínio fitogeográfico da Amazônia, em área antrópica, floresta ciliar, floresta de galeria, floresta de terra firme e floresta de várzea (Garcia et al., 2020). É conhecida popularmente no Brasil como favinha e favinha-do-igapó (Souza, 2012).

Em Mato Grosso tem registro de coleta em floresta ciliar, área de transição entre Amazônia e Cerrado, em solo inundável e arenoso, nos domínios da Amazônia e Cerrado. Segundo Borges et al. (2014), a espécie ocorre em floresta ombrófila densa, formações savânicas e em encrave de vegetação entre floresta estacional semidecidual e decidual. É popularmente conhecida como ingazinho. Foi coletada com flor de janeiro a abril e com fruto de setembro a novembro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresenta uma contribuição à taxonomia do gênero *Zygia* no Estado de Mato Grosso, baseado em uma coleção referência para a Amazônia Mato-grossense, com acréscimo de dados online, oferecendo uma chave para identificação dos táxons, diagnoses morfológicas, comentários fitogeográficos, contribuições sobre as utilizadas e período de floração e frutificação.

Dentre os materiais examinados, ficou claro que *Z. latifolia* var. *controversa*, *Z. latifolia* var. *lasiopus* e *Z. racemosa* precisam de mais coletas para possibilitar a compreensão da distribuição geográfica no estado, subsidiando práticas de manejo sustentável das áreas de floresta.

Também mostrou a complexidade taxonômica das variedades de *Z. latifolia*, demonstrando a necessidade de trabalhos filogenéticos.

## AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece à Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Alta Floresta, pela estrutura física e dados disponibilizados pelo Herbário da Amazônia Meridional para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), como exigência do curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ammann S (2014). Etnobotânica de árvores e palmeiras em três comunidades ribeirinhas do rio Jauaperi, na divisa entre Roraima e Amazonas. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Pós-Graduação em Botânica (Dissertação), Manaus. 83p.
- Barneby RC et al. (1997). Silk Tree, Guanacaste, Monkey's Earring. A Generic System for the Synandrous Mimosaceae of the Americas: part II. *Pithecellobium*, *Cojoba* and *Zygia*. *Memories of The New York Botanical Garden*, 74: 1-161.

- Barroso GM et al. (1999). Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: Imprensa Universitária. 443p.
- Borges HBN et al. (2014). Flora arbórea de Mato Grosso: tipologias vegetais e suas espécies. Cuiabá: Entrelinhas, 255p.
- Brito WRO et al. (2011). Potencial de uso dos recursos florestais não madeireiros no Baixo Rio Negro. Santos-Silva EN et al. (org.). Estrutura arbórea de uma floresta de igapó no lago Tupé. Vol. 3. Manaus: BioTupé. 99-122p.
- Brown GK (2008). Systematics of the tribe Ingeae (Leguminosae-Mimosoideae) over the past 25 years. *Muelleria*, 26(1): 27-42.
- Browne P (1756). The civil and natural history of Jamaica in three parts. London: Printed for the author, and sold by T. Osborne and J. Shipton in Gray's-Inn. 503p.
- Fernandes JM et al. (2014). Etnobotânica de Leguminosae entre agricultores agroecológicos na Floresta Atlântica, Araponga, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 65(2): 539-554.
- Fernandes JM et al. (2015). Leguminosae no acervo do Herbário da Amazônia Meridional, Alta Floresta, Mato Grosso. *Enciclopédia Biosfera*, 11(21): 2272-2293.
- Ferreira GC et al. (2001). Contribuição ao conhecimento de algumas espécies de Leguminosae, conhecidas na Amazônia brasileira como "angelim" e variações. Silva JNM et al. (org.). A Silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa - DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/ DFID. 55-81p.
- Fidalgo O et al. (1989). Técnicas de coleta, preservação e herborização do material botânico. São Paulo: Instituto de Botânica. 61p.
- Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 05/03/2021.
- Garcia FCP et al. 2020. *Zygia* in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23079>>. Acesso em: 05/03/2021
- IBGE (2017). Mato Grosso. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/panorama>. Acesso: 08/03/2021.
- IPNI (2019). International plant name index. Disponível em: <https://www.ipni.org/>. Acesso em: 05/08/2019.
- Lewis GP. et al. (2005). Leguminosae of the World. Kew: Royal Botanic Gardens. 577p.
- Lopes CRAS (2015). Herbário da Amazônia Meridional, Mato Grosso (HERBAM). *UNISANTA Bioscience*, 4(6): 36-38.
- LPWG (2017). A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon*, 66: 44-77.

- MT (2016). Geografia. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/geografia>. Acesso em: 15/01/2016.
- Radford AE et al. (1974). Vascular plant systematics. New York: Harper & Row. 891p.
- REFLORA (2019). Plantas do Brasil: resgate histórico e herbário virtual para o conhecimento e conservação da flora brasileira. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do>. Acesso em: 05/08/2019.
- Rico-Arce, ML (1994). Four new species of *Zygia* (Leguminosae: Mimosoideae). Kew Bulletin, 49(3): 547-554.
- Silva MCR (2008). *Zygia* P. Browne (Leguminosae-Mimosoideae) na Amazônia Brasileira. 84f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Botânica. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.
- Silva RR (2011). Leguminosae no Pantanal de Barão de Melgaço, Mato Grosso, Brasil. Biota Neotropica, 11(4): 00711042011.
- Souza LAG (2012). Guia da biodiversidade de Fabaceae do Alto Rio. Manaus: [s.n.]. 118p.
- SpeciesLink (2019). SpeciesLink Network. Disponível em: <http://www.splink.org.br/>. Acesso em: 05/08/2019.
- Ståhl B et al. (2010). *Zygia nubigena* sp. nov. (Leguminosae-Mimosoideae) from a submontane cloud forest in western Ecuador. Nordic Journal of Botany, 28: 453-456.
- Stevens PF (2021) Angiosperm phylogeny website, Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since]. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acesso: 23/03/2021.
- Wojciechowski MF et al. (2004). A phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid matK gene resolves many well-supported subclades within the family. American Journal of Botany, 91(11): 1846-1862.

#### **ANEXO: LISTA DE EXSICATAS ADICIONAIS EXAMINADAS**

**AG Nave** 1871 (1). **BS Pena** 476 (1). **CC Berg** 18493 (1). **CRA Soares** 1318, 1841, 1843, 2008, 2204, 3346, 5051, 6510, 8471 (1). **DC Zappi** 3247 (1). **F Bonadeu** 724 (1). **GT Prance** 18312 (1). **JM Fernandes** 1386 (1). **L Rodrigues** 8458 (1). **ME Engels** 5019, 5481 (1). **PS Santos** 02 (1.), 01 (3.1.). **SA Antoniazzi** 369 (1). **V Maioli** 706 (1). **JP Santos** 391 (3.1.). **D Sasaki** 1114 (3.1), 1492 (5.).

## Definição de área de coleta de sementes de *Parkia platycephala* com variabilidade genética adequada à restauração florestal

Recebido em: 15/03/2021

Aceito em: 20/03/2021

 10.46420/9786588319581cap8

Clarice Ribeiro Cardoso<sup>1\*</sup> 

Dandara Yasmim Bonfim de Oliveira Silva<sup>2</sup> 

Séfora Gil Gomes de Farias<sup>1</sup> 

Romário Bezerra e Silva<sup>1</sup> 

### INTRODUÇÃO

A degradação ambiental representa uma das maiores questões globais sobre o uso da terra. O Brasil é detentor de uma expressiva diversidade vegetal e animal, com potencial para usos múltiplos (Sousa et al., 2015), porém, esse importante patrimônio genético encontra-se ameaçado pelas ações antrópicas. Muitas são as áreas de florestas naturais que se encontram com déficit de vegetação, a exemplo das áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) no Brasil (Brasil, 2017). Estima-se, para essas áreas, um total de 21 milhões de hectares desprovidos de vegetação, sendo que 78% abrangem as RLs e 22% as APPs (Soares-Filho et al., 2014).

Uma série de ações e acordos mundiais voltados a conservação ambiental foram estabelecidos, a exemplo da contribuição nacionalmente determinada ao acordo de Paris, visando promover a restauração de paisagens florestais, vez que esta representa uma das formas mais baratas e eficazes, no âmbito dos esforços ao combate à mudança do clima (Rice et al., 2018; Busch et al., 2019). No Brasil, a criação da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei no 12.651/12), representa um marco, que exige a preservação, recuperação e compensação da vegetação de áreas situadas em Reserva Legal (RL) e áreas de Preservação Permanente (APP), além do Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG), criado para fortalecer as políticas públicas ambientais e recuperar áreas de vegetação nativa, principalmente de RL e APP, que prevê até o ano de 2030 a recuperação mínima de 12 milhões de hectares (Brasil, 2017).

<sup>1</sup> Campus Universitário Professora Cinobelina Elvas, Universidade Federal do Piauí, BR 135, Km 03, Planalto Horizonte Bom Jesus, Piauí, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Avenida Universitária, 3780, CEP 18610-034, Botucatu, SP, Brasil.

\* Autora correspondente: clara-ribeiro94@outlook.com

A restauração florestal requer sementes como insumo básico. Todavia, a escassez de sementes nativas de alta qualidade, que promovam a biodiversidade, é uma realidade mundial, apontada como um dos principais gargalos da restauração, com consequências deletérias para o vigor, produtividade e persistência a longo prazo das populações de árvores restauradas (Jalonen et al., 2017; Merritt et al., 2011). Estudo recente, evidência que a meta de restauração do Brasil exigiria uma estimativa de 3,6 a 15,6 mil toneladas de sementes nativas, dependendo da participação de cada método a ser adotado (Urzedo et al., 2020). Com base na análise desse estudo, a realidade atual de abastecimento de sementes está muito aquém para atender esta necessidade.

A fragmentação e a contínua perda de habitat reduzem a disponibilidade de fontes de sementes e sua diversidade genética (Vranckx et al., 2012). Nesse cenário dinâmico, cada vez mais se torna imprescindível envidar esforços que permitam explorar e/ou conservar a variabilidade genética das populações naturais, uma vez que tais estudos são a base para a produção e obtenção de sementes de boa qualidade genética (Mori et al., 2015), condição essencial à restauração florestal, haja visto o elevado nível de perturbação antrópica nas diferentes formações florestais brasileiras. Neste contexto, Urzedo et al. (2020) destacaram também algumas estratégias importantes para aumentar as fontes de sementes nativas, como: (a) incentivos e subsídios governamentais; (b) fiscalização da restauração do ecossistema; (c) participação da comunidade; (d) adaptação dos regulamentos de sementes; (e) desenvolvimento tecnológico; e (f) diversificação do mercado de semente.

De acordo com Gurjão (2020), dentre as regiões do Brasil, o Nordeste já possui mais de 60% de seu território alterado, com o Estado do Piauí apresentando, no ano de 2017, nível de degradação entre 11,85% e 74,46% (Gurjão, 2020), sendo essa degradação ocasionada, principalmente, pelo desmatamento e fragmentação (Oliveira et al., 2018). A fragmentação florestal gera impactos negativos para os processos adaptativos e evolutivos para muitas espécies em sua área de ocorrência natural, tais como o isolamento geográfico entre populações e redução da densidade populacional das espécies, os quais podem intervir diretamente na taxa de reprodução, fluxo gênico entre e dentro de populações e variabilidade genética existente (Kageyama et al., 1998). Tais efeitos, interferem no potencial de uso dessas áreas como fontes de sementes que atendam aos preceitos de qualidade adequada à restauração florestal, fator que dificulta ainda mais o fornecimento de sementes para atender as demandas atuais e futuras (Pupin et al., 2017), o que reforça a importância de pesquisas que visem conhecer a estrutura genética de populações naturais, com intuito de subsidiar a conservação dos recursos genéticos e obtenção de sementes nativas com fins ambientais.

Uma alternativa para assegurar a obtenção de sementes de qualidade para fins de restauração/recuperação ambiental é a definição de zonas de coletas de sementes (Biernaski et al., 2012), e o estabelecimento de áreas produtoras de sementes como os pomares de sementes por mudas, que

possibilitam a obtenção de sementes com ampla base genética (Aguiar et al., 2019). Para tanto, ensaios de teste de procedências e progênies são necessários, pois permitem monitorar a variação genética ao longo do tempo, conservar a espécie de forma *ex situ*, selecionar fenótipos superiores para o melhoramento genético, implantar pomares de sementes (Canuto et al., 2016; Pupin et al., 2017), obter informações quanto a distribuição da variabilidade genética dos progenitores a partir de suas progênies instaladas em campo e auxiliar na definição de estratégias que assegurem a coleta de sementes de melhor qualidade (Sousa et al., 2015).

Dentre as espécies arbóreas nativas do Brasil a *Parkia platycephala* Benth., de ocorrência natural na região Norte e Nordeste, conhecida popularmente como fava-de-bolota e visgueiro (Chaves et al., 2020; Lorenzi, 2013), destaca-se por se tratar de uma espécie de uso múltiplos, com ênfase na nutrição animal, dada a potencialidade nutritiva apresentada pelos seus frutos (Araújo et al., 2019). Por se tratar de uma pioneira pertencente à família Fabaceae é considerada espécie chave nos programas de restauração florestal, assumindo o papel de fixadora de nitrogênio e de facilitadora para o desenvolvimento de outras espécies (Cabral, 2017; Lorenzi, 2013). Espécie alógama, que possui mecanismo de autoincompatibilidade, com flores hermafroditas e funcionalmente masculinas, seu agente polinizador efetivo é o morcego (fluxo gênico a longa distância) (Chaves et al., 2020) e síndrome de dispersão autocórica (dispersão a curta distância) (Pilon et al., 2015). Tais fatores ecológicos são importantes na transmissão de material genético para as próximas gerações (Biernaski et al., 2012), e influenciam diretamente na distribuição da variabilidade genética de populações de espécies arbóreas florestais (Sousa et al., 2015).

Baseado na premissa de que o fluxo gênico da espécie via pólen é longo (polinização quiropterófila) e via sementes é curto, espera-se obter moderados níveis de divergência entre populações e um alto parentesco dentro das populações (populações estruturadas em famílias), devido a dispersão dos frutos próximos a planta mãe (Sousa et al., 2015). Nesse contexto, objetivou-se com este estudo avaliar a variabilidade genética existente entre e dentro de populações naturais de *P. platycephala*, a partir de caracteres juvenis em teste de procedências e progênies, e assim, indicar áreas para coleta e uso de sementes, como também gerar subsídios para conservação e pré-melhoramento genético da espécie.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

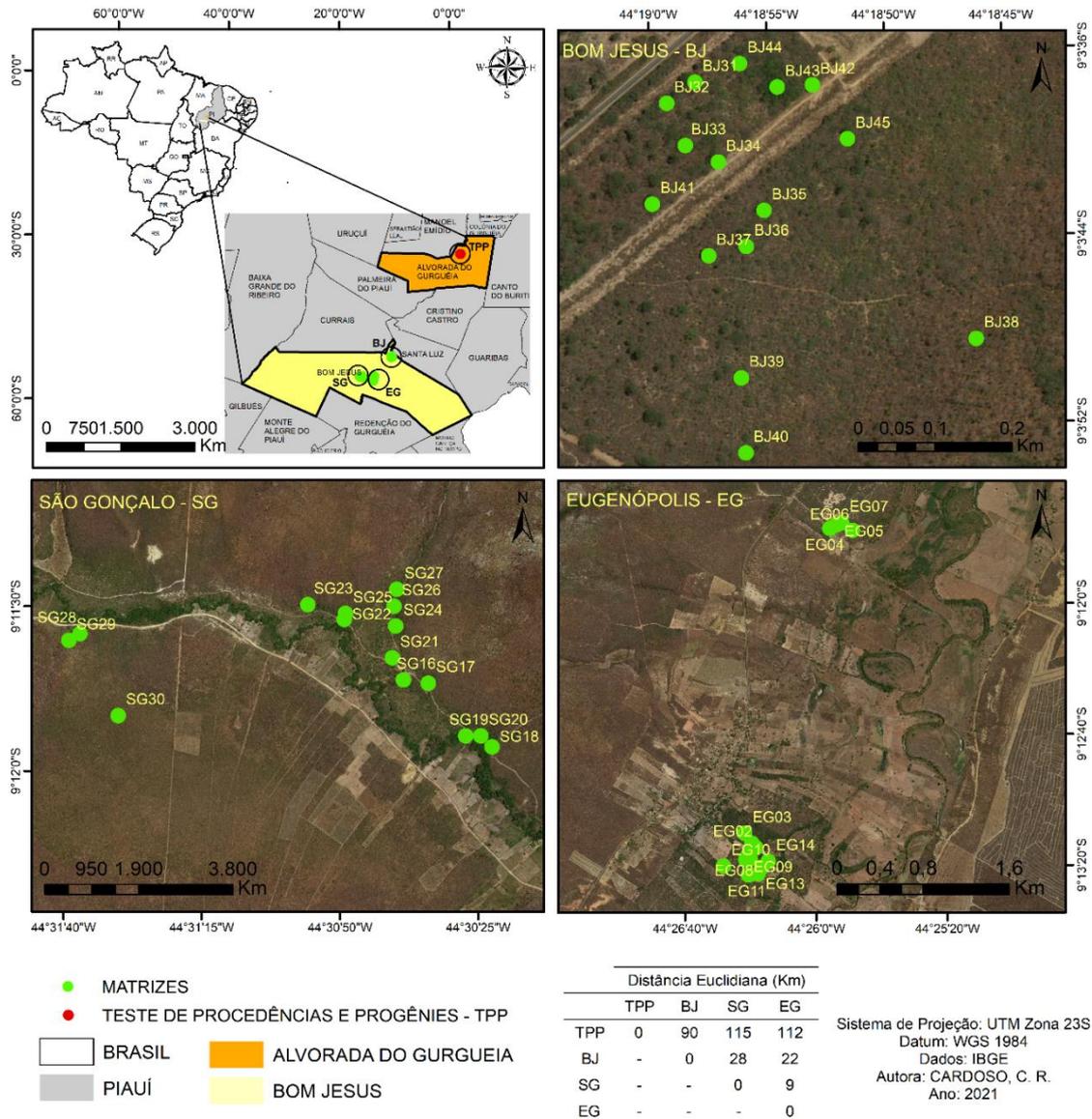
### ***Origem do material genético para implantação do teste de procedências e progênies***

As sementes utilizadas para a implantação do teste de procedências e progênies foram obtidas a partir da coleta de frutos de 45 árvores matrizes de *Parkia platycephala* de polinização livre (Figura 1), oriundas de três populações naturais em áreas de transição cerrado-caatinga, região sudoeste do Estado do Piauí, sendo elas: Eugenópolis, São Gonçalo e Bom Jesus (Figura 1).

Em cada população (procedência), foram amostradas 15 árvores matrizes, distanciadas entre si no mínimo 100 metros, que apresentavam características fenotípicas superiores como: aspectos sadios (livre de pragas e doenças); copa bem desenvolvida e boa produção de frutos (Figura 2a).

A coleta dos frutos de *P. platycephala* foi realizada no ano de 2015. Os frutos coletados foram destinados ao Laboratório de Ecofisiologia Florestal da Universidade Federal do Piauí – UFPI, *Campus* Professora Cinobelina Elvas – CPCE, onde foram identificados por árvore matriz, e armazenados em condições adequadas até realizar a produção das mudas.

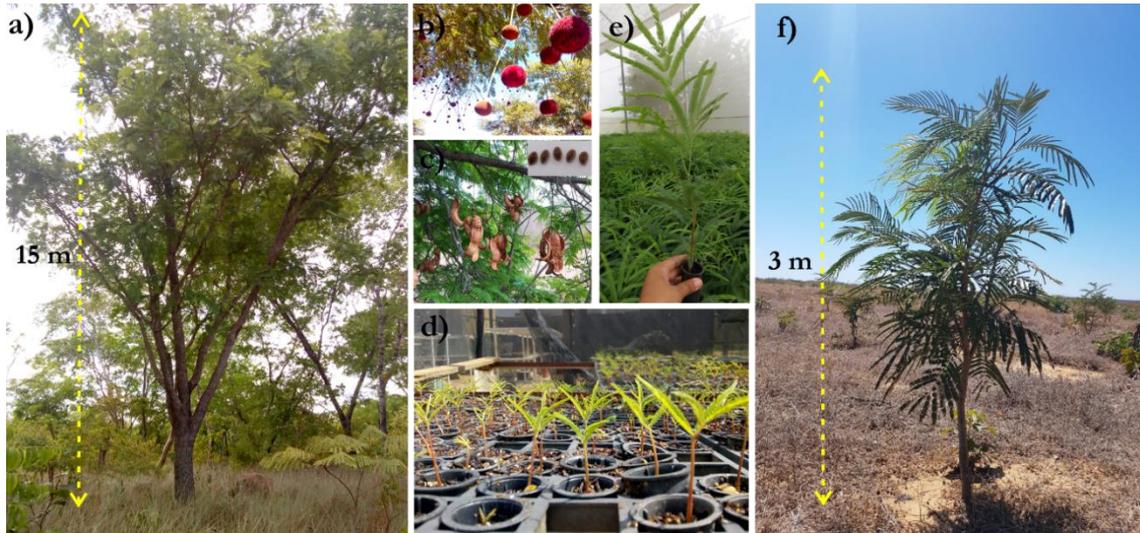
As mudas foram produzidas no viveiro florestal da UFPI/CPCE, situado em Bom Jesus, Piauí. Os recipientes utilizados para a produção das mudas foram tubetes de polipropileno de 100 cm<sup>3</sup> e substrato Carolina II (composto por turfa de Sphagno, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK). Para a nutrição das mudas foi utilizado 225 g de Osmocote 18:5:9 (adubo de liberação lenta) para cada saco de 8 kg (45 litros) de substrato. Antes da semeadura em tubetes, as sementes foram separadas e identificadas por matriz, posteriormente foram escarificadas no lado oposto a micrópila, com lixa para massa n° 80 para superação da dormência tegumentar (Nascimento et al., 2009). A profundidade de semeadura utilizada foi de aproximadamente 1 cm, com duas sementes por tubete e após a emergência realizou-se o raleio deixando-se apenas a plântula mais vigorosa por recipiente (Figura 2d).



**Figura 1.** Distribuição espacial das matrizes de *Parkia platycephala* Benth. e distância geográfica das populações amostradas (Bom Jesus – BJ; São Gonçalo-SG e Eugénópolis-EG) em comparação a área de implantação do teste de procedência e progênes (TPP). Fonte: Os autores.

Todos os tratamentos culturais essenciais para a ocorrência da emergência das plântulas e crescimento das mudas em casa de sombra (telado com sombrite de 50%) até o momento de plantio, como irrigação, monitoramento de fungos e formigas, foram realizados. Após seis meses no viveiro florestal, as mudas foram levadas ao local de plantio com altura total média de 28,5 cm e 6,43 mm de diâmetro ao nível do solo (DNS) (Figura 2e).

O teste de procedências e progênes de *P. platycephala* foi instalado em fevereiro de 2017, na Fazenda Experimental Alvorada do Gurgueia (FEAG), pertencente a Universidade Federal do Piauí, localizada no município de Alvorada do Gurgueia-PI, cujas coordenadas geográficas são 8°22'23.34" de Latitude Sul, 43°51'24.31" de Longitude Oeste e Altitude de 281 metros, região sudoeste do Estado do Piauí (Figura 1).

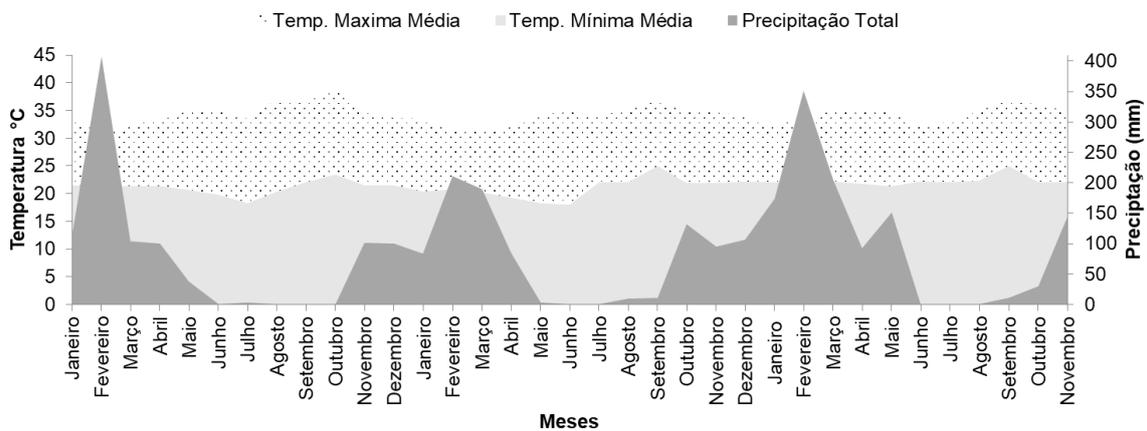


**Figura 2.** Detalhes da matriz de *Parkia platycephala* em campo (a), inflorescência (b), frutos e sementes (c), plântula (d), muda produzida em viveiro (aos seis meses de idade) (e), progênie em área experimental (aos três anos de idade) (f). Fonte: Os autores.

### *Implantação e avaliação do teste de procedências e progênies*

O clima da região onde o teste foi implantado é considerado semiárido quente, classificado por Köppen como BSh (Köppen; Geiger, 1928), apresenta precipitação pluviométrica média entre 700 e 1.200 mm/ano, distribuída entre os meses de novembro a abril, com temperatura média mínima de 26°C e máxima de 37 °C, e a classe de solo da região é o latossolo amarelo, associados com areias quartzosas e relevo plano a levemente ondulado (Aguiar et al., 2004).

A Figura 3 apresenta os dados de temperatura e precipitação média desde a implantação do teste até a avaliação aos três anos de idade. Os dados foram coletados no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).



**Figura 3.** Diagrama climático do município de Alvorada do Gurgueia-PI, local em que o teste de procedências e progênies de *P. platycephala*, encontra-se instalado. Dados referentes ao período de 2017 a 2019. Fonte: INMET (2020) – Estação 88975 e 82870 do Piauí. Elaboração: Silva (2020).

Antes do plantio das mudas de *P. platycephala* em campo, foi realizado o preparo da área por meio de gradagem, controle das formigas cortadeiras (aplicação de isca Mirex Sd), alinhamento dos blocos e marcação das covas para o plantio das mudas (Figura 4).



**Figura 4.** Demarcação de blocos e covas (a), plantio das mudas (b). Fonte: Os autores.

Em campo, o experimento foi disposto em delineamento de blocos ao acaso (DBC), espaçamento entre plantas de 3 m x 3,5 m, 20 repetições (Blocos) e uma planta por parcela, totalizando 582 plantas, com 45 progênies de *P. platycephala* oriundas de três populações (procedências). Após o plantio, as mudas foram submetidas à tratos silviculturais realizados, como o “coroamento” (capinas em torno das plantas) e roçadas entre linhas e blocos, para evitar competição com plantas invasoras, assim como também o controle das formigas cortadeiras com isca formicidas. A adubação foi realizada no momento do plantio e com um ano de idade.

Aos três anos de idade (Figura 2f), mensurou-se os caracteres silviculturais de crescimento, altura total (ALT, m) e diâmetro ao nível do solo (DNS, mm) das progênies, com o auxílio de uma vara graduada (cano de PVC adaptado com graduação de intervalos de 10 cm) e paquímetro digital, respectivamente (Figura 5). Determinou-se também a sobrevivência para avaliação da adaptação das plantas ao local de plantio.



**Figura 5.** Figura 5. Identificação dos blocos e anotação dos dados (a), mensuração da altura total (ALT, cm) (b) e mensuração do diâmetro ao nível do solo (DNS, mm) (c), progênies de *Parkia platycephala* Benth em campo. Fonte: Os autores.

### *Análises estatísticas*

Para determinar a sobrevivência das progênies em campo calculou-se a taxa de sobrevivência, para cada procedência estudada, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$S\% = \frac{N - n}{N} \times 100$$

em que:  $S\%$  = Taxa de sobrevivência da população;  $N$  = número de indivíduos plantados da população;  $n$  = número de indivíduos mortos da população.

Devido ao desbalanceamento experimental dos dados coletados, as análises genético-estatísticas foram realizadas a partir da metodologia de máxima verossimilhança restrita (REML), por meio do

software Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada (SELEGEN) (Resende, 2007). Optou-se por utilizar dois modelos estatísticos após verificar baixa diferença genética entre as procedências.

O modelo I, foi utilizado para verificar o efeito do fator procedência, sendo o seguinte modelo estatístico:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xr} + \mathbf{Za} + \mathbf{T}s + \mathbf{e}$$

em que:  $\mathbf{y}$ : é o vetor de dados;  $\mathbf{r}$ : o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral;  $\mathbf{a}$ : o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios);  $\mathbf{s}$ : o vetor dos efeitos de população (aleatórios); e  $\mathbf{e}$ : o vetor de erros ou resíduos (aleatórios).

As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência dos referidos efeitos (Resende, 2007).

O modelo II, foi utilizado para a estimativa dos componentes de variância e parâmetros genéticos, sendo o seguinte modelo estatístico:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xr} + \mathbf{Za} + \mathbf{e}$$

em que:  $\mathbf{y}$ : vetor de dados;  $\mathbf{r}$ : vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral;  $\mathbf{a}$ : vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios); e,  $\mathbf{e}$ : vetor de erros ou resíduos (aleatórios).

As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos (Resende, 2007). Os componentes de variância e parâmetros genéticos estimados foram:

$\hat{h}_r^2$  = Herdabilidade individual no sentido restrito, ou seja, dos efeitos aditivos;

$\hat{h}_m^2$  = Herdabilidade da média de progênies, ou seja, entre progênies;

$\hat{h}_{ad}^2$  = Herdabilidade aditiva para a seleção dentro de progênies;

$CV_{gi}(\%)$  = Coeficiente de variação genética aditiva individual;

$CV_{gp}(\%)$  = Coeficiente de variação genotípica entre progênies;

$CV_e(\%)$  = Coeficiente de variação experimental;

$CV_r$  = Coeficiente de variação relativa;

$r_{aa}$  = Acurácia da seleção de progênies.

Com o intuito de analisar a dissimilaridade genética das progênies e indicar a melhor estratégia para a coleta de sementes com alta variabilidade genética, realizou-se a análise de agrupamento pelo método de Tocher a partir da matriz de distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ). Para isso utilizou-se o programa software GENES (Cruz et al., 2011), utilizando os dados de altura total e diâmetro ao nível do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Diferenças genéticas entre populações/procedências de P. platycephala*

As progênes de *P. platycephala* apresentam, aos três anos de idade (Figura 2f), altura total (ALT) média variando de 3,18 a 3,19 m, diâmetro ao nível do solo (DNS) de 67,63 a 67,69 mm e sobrevivência de 57,66 a 68,66%, não havendo variação significativa entre as populações (procedências) estudadas.

**Tabela 1.** Média dos caracteres de crescimento das três procedências de *Parkia platycephala* Benth., aos três anos de idade, em Alvorada do Gurgueia-PI e significância pela Análise de Deviance. Fonte: Os autores.

Variável	ALT (m)	DNS (mm)	Sobrevivência %
Eugenópolis	3,18	67,63	67,00
São Gonçalo	3,18	67,68	57,66
Bom Jesus	3,19	67,69	68,66
Média	3,18	67,68	64,44
$\hat{c}_{proc}^2$ (%)	0,009	0,053	-
Sig Proc	ns	ns	-

Significância estatística dos efeitos das procedências (Eugenópolis, São Gonçalo e Bom Jesus) pela ANADEV (Sig Proc), coeficiente de determinação dos efeitos de procedências ( $\hat{c}_{proc}^2$ (%)), ns não significativo, altura total (ALT) e diâmetro ao nível do solo (DNS).

Considerando que Alves et al. (2016) encontraram médias de crescimento inicial menores que o presente estudo (altura  $\leq$  2,00 m e diâmetro do coleto  $\leq$  38,47 mm) para indivíduos de *P. platycephala* com aproximadamente dois anos de idade, em plantio localizado numa área de Cerrado, verifica-se que o crescimento das progênes neste estudo foi bem expressivo (Tabela 1).

A sobrevivência de plantas em campo é um fator de grande importância na área florestal, visto que avalia a adaptação das progênes ao local de estudo (Silva, 2015; Pupin et al., 2017). As progênes de *P. platycephala* apresentaram taxa de sobrevivência média aos três anos de idade, de 64,44%, com valores de 67% para Eugenópolis, 57,66% para São Gonçalo e 68,66% para Bom Jesus (Tabela 1). Pilon et al. (2013) ao estudarem o desempenho de 106 espécies arbóreas nativas em região de Cerrado encontraram taxa de sobrevivência mais promissoras, com uma média geral de 70%. Nota-se ainda, que as progênes de Bom Jesus apresentaram tendência de maior sobrevivência, o que implica, possivelmente, em melhor adaptação ao local de plantio. Como a procedência de Bom Jesus, dentre as três populações/procedências, possui a menor distância (90 km) até o local onde o teste de procedências e progênes foi implantado (Figura 1), acredita-se que as condições edafoclimáticas semelhantes entre as duas áreas tenham favorecido essa maior sobrevivência, evidenciando a importância da similaridade de fatores edafoclimáticos entre áreas de coleta de sementes e local de plantio, no sucesso da implantação florestal. Para Menegatti et al. (2016) plantas

estabelecidas em região com condições ambientais semelhantes ao local de origem apresentam maior adaptação.

Diante desses resultados, pressupõe-se que as condições de déficit hídrico no período de estiagem e altas temperaturas (Figura 3), associado ao tipo de solo da região (latossolo amarelo associados com areias quartzosas) tenham exercido forte pressão sobre as progênes de *P. platycephala*, o que resultou em grande número de plantas mortas. Outros fatores como má formação do sistema radicular após o plantio, competição com espécies invasoras e qualidade das mudas também podem ter influenciado para tal consequência (Canuto et al., 2015; Scalon, 2020).

O coeficiente de determinação dos efeitos de procedências ( $\hat{c}_{proc(\%)}^2$ ) determina o percentual médio de diferença entre procedências (Biernaski et al., 2012). Os valores obtidos para esse coeficiente ( $\hat{c}_{proc(\%)}^2$ ), aos três anos de idade, foram de 0,009 para altura total (ALT) e 0,053 para o diâmetro ao nível do solo (DNS) (Tabela 1).

Levando em consideração que outros pesquisadores, como Biernaski et al. (2012) com *Cedrela fissilis* VELL. ( $\hat{c}_{proc(\%)}^2 = 4,10$  para altura) aos 61 dias, Santos et al. (2013) com *Toona ciliata* ( $\hat{c}_{proc(\%)}^2 = 0,001$ ; 0,13 e 0,227 para altura aos 6, 16 e 31 meses de idade, respectivamente), e Cruz et al. (2020) com *Tachigali vulgaris* L. G. Silva & H. C. Lima ( $\hat{c}_{proc(\%)}^2 = 0,0360$  para altura e 0,0006 para o diâmetro do caule a 10 cm do solo aos 6 meses de idade, de 0,0570 para altura e 0,0015 para o diâmetro do caule a 10 cm do solo aos 12 meses), consideraram seus resultados como sendo de baixa magnitude, os valores de  $\hat{c}_{proc(\%)}^2$  obtidos para as populações/procedências de *P. platycephala* interpretados com base nesses trabalhos, para os dois caracteres analisados esse coeficiente foi considerado de baixa magnitude, demonstrando baixa diversidade genética entre as populações.

Biernaski et al. (2012) destacam que ao encontrar baixa divergência genética entre procedências, considera-se a existência de uma única zona de coleta de sementes. Tendo isso em vista, os dados sugerem que a coleta de sementes para fins de restauração ambiental poderá ser realizada em toda a área de abrangência do estudo ou apenas em uma única população, desde que sejam seguidos os princípios norteadores da amostragem para se garantir maior variabilidade genética do lote de sementes. Todavia, caso não haja limitação logística e econômica, a coleta de sementes nas três populações representa possibilidade de ganho em termos de variabilidade genética nos lotes.

Vale ressaltar que, como as progênes de *P. platycephala* ainda são jovens e estão em processo de adaptação, isso pode ter influenciado na obtenção de baixas estimativas de  $\hat{c}_{proc(\%)}^2$ . Silva (2020) ao estudar a divergência genética, utilizando o teste da razão de verossimilhança (LTR) pela aproximação Qui-quadrado, dessa mesma espécie, aos 34 meses, observou baixa diferenciação entre as

populações/procedências para ALT, porém, significativa para o DNS. Isso demonstra que há necessidade de continuação das avaliações para se obter informações mais precisas e concretas.

Moderada divergência genética entre as populações era esperado, tendo em vista que a espécie possui sistema reprodutivo do tipo alógamo, síndrome de polinização do tipo quiropterofilia (polinização a longa distância) e dispersão a curta distância (barocoria). Espécies que realizam polinização cruzada (alogamia), tendem a apresentar menor divergência genética entre populações e maior dentro, devido ao fluxo do pólen (Loveless et al., 1984). Como o agente polinizador efetivo da espécie é o morcego, e este pode alcançar longas distâncias (até 18 km) (Piña-Rodrigues et al., 2007), favorecendo o fluxo gênico entre populações, uma vez que a distância entre as populações de *P. platycephala* encontram-se entre 9 e 28 km (Figura 1).

A proximidade entre as populações também pode ter influenciado nos baixos níveis de diferenciação genética entre elas, uma vez que populações próximas tendem a sofrer pressão de seleção semelhantes, a qual promove características adaptativas parecidas, não favorecendo o aparecimento de genes específicos que promova diferenças genéticas entre as mesmas (Sebbenn et al., 1999; Cunningham, 1975)

Resultado mais promissor foi encontrado por Menegatti et al. (2016) em procedências de *Mimosa scabrella* Bentham aos 12 meses de idade, que para a altura total e diâmetro do coleto encontrou diferenças genéticas significativas.

### ***Parâmetros genéticos***

Após verificar, por meio da Análise de Deviance, baixa diversidade genética entre as populações para os dois caracteres analisados, realizou-se a estimativa dos parâmetros genéticos a nível de progênies.

De acordo com a classificação de Resende (2002) estimativas do coeficiente de herdabilidade entre 0,01 e 0,15 são consideradas baixas, entre 0,15 e 0,50, medianas, e superior a 0,50 são consideradas altas. Analisando os coeficientes de herdabilidade individual no sentido restrito ( $h_r^2$ ), observa-se valores de 0,15 e 0,23 para altura total (ALT) e diâmetro ao nível do solo (DNS), respectivamente (Tabela 2), sendo estes, considerados medianos. Observa-se ainda que o caractere diâmetro ao nível do solo (DNS) apresentou maior controle genético por apresentar maior valor estimado.

**Tabela 2.** Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de crescimento obtidos a partir do teste de procedências e progênies de *Parkia platycephala* Benth., aos três anos de idade, em Alvorada do Gurgueia-PI. Fonte: Os autores.

Parâmetros	Variáveis	
	ALT (cm)	DNS (mm)
$h_r^2$	0,15±0,09	0,23±0,11
$h_{mp}^2$	0,44	0,56
$h_{ad}^2$	0,12	0,19
$CV_{gi}(\%)$	7,64	10,55
$CV_{gp}(\%)$	3,82	5,27
$CV_e(\%)$	19,08	20,90
$CV_r$	0,20	0,25
$r_{aa}$	0,66	0,74
Média geral	316,83	67,55

herdabilidade individual no sentido restrito ( $h_r^2$ ), herdabilidade em nível de média de progênies ( $h_{mp}^2$ ) e herdabilidade aditiva dentro de progênies ( $h_{ad}^2$ ), coeficiente de variação genética individual ( $CV_{gi}(\%)$ ), genotípica entre progênies ( $CV_{gp}(\%)$ ), experimental ( $CV_e(\%)$ ) e relativa ( $CV_r$ ), acurácia seletiva de progênies ( $r_{aa}$ ), diâmetro ao nível do solo (DNS), altura total (ALT).

O coeficiente de herdabilidade tem o papel importante de expressar o grau de correspondência entre o valor fenotípico e o genético, permitindo assim avaliar se os caracteres analisados são hereditários (Falconer, 1987; Pires et al., 2011). Elevadas estimativas desse coeficiente indicam alto controle genético para o caractere estudado e que a população possui variação genética o bastante para responder à seleção natural (Sebbenn et al., 2007), ou ainda, para a seleção artificial em programa de melhoramento genético (Freitas et al., 2007), caso contrário, as estimativas expressam baixo controle genético e baixa probabilidade de se obter ganhos genéticos com a seleção dos melhores indivíduos (Araújo et al., 2014). Sendo assim, a estimativa desse coeficiente é essencial para verificar o potencial evolutivo de uma população para fins de melhoramento genético da espécie, conservação (Freitas et al., 2007), e transformação do teste em um pomar de sementes (Canuto et al., 2015).

A herdabilidade entre média de progênies ( $h_{mp}^2$ ) apresentou valores medianos para os caracteres avaliados (ALT=0,44 e DNS=0,56) (Tabela 2). A herdabilidade aditiva dentro de progênies ( $h_{ad}^2$ ) foi considerada de baixa magnitude para o caractere altura total (ALT=0,12) e moderada para o diâmetro ao nível do solo (DNS=0,19), apresentando valores semelhantes a herdabilidade individual no sentido restrito ( $h_r^2$ ) e inferiores a herdabilidade em nível de média de progênies ( $h_{mp}^2$ ). Isso demonstra que estratégias de seleção baseada na herdabilidade média de progênies ( $h_{mp}^2$ ) podem ser mais propícias para a seleção dos melhores indivíduos (Canuto et al., 2015).

Contudo, quando se deseja explorar o material (progênies) a partir de técnicas de melhoramento genético, visando futuramente a obtenção de ganhos genéticos com a seleção, a  $h_r^2$  e  $h_{ad}^2$  são as mais

importantes, uma vez que estas consideram somente a variância genética que é transmitida aos descendentes (Henriques et al., 2017). Como esses dois coeficientes não apresentaram altas magnitudes, não é indicado realizar uma seleção precoce de forma massal ou dentro de progênies/famílias (Senna et al., 2012), pois baixas estimativas desse coeficiente tendem a dificultar o processo de seleção e obtenção ganhos genéticos, devido a grande influência do ambiente sob esses caracteres (Carvalho et al., 2001, Senna et al., 2012) e assim limitar estratégias para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético.

Levando em consideração que a herdabilidade é influenciada pelas condições ambientais do local, o tipo de variável estudada, a espécie e a idade (Vencovsck et al., 1992; Almeida, 2011), presume-se que como as progênies de *P. platycephala* encontram-se em fase juvenil e se adaptando as condições do ambiente, estas não expressaram seus genes de forma ampla, levando a moderadas estimativas de herdabilidade individual no sentido restrito e dentro de progênies. Sendo assim, na medida que as plantas vão se tornando adultas, o genótipo passa a ter maior influência na expressão do fenótipo que o ambiente (Borges et al., 1980). Estas respostas foram observadas no trabalho de Henriques et al. (2017), em progênies de *Eucalyptus urophylla* aos 1, 2, 3, 5 e 7 anos de idade, com o aumento da idade as estimativas de herdabilidades ( $h^2$ ,  $h_{mp}^2$  e  $h_{ad}^2$ ) foram aumentando, demonstrando maior controle genético.

As estimativas de coeficiente de variação genética individual ( $CV_{gi(\%)}$ ) e genotípica entre progênies ( $CV_{gp(\%)}$ ) são importantes para verificar a variação genética existente (Kageyama; Vencovsky, 1983). Coeficientes de variação genética ( $CV_{g(\%)}$ ) acima de 7% são consideradas altas por Sebbenn et al. (1998). Dessa maneira, os valores de  $CV_{gi(\%)}$  foram considerados altos para os dois caracteres analisados (ALT=7,64 e DNS=10,55) (Tabela 2). Enquanto, para o coeficiente de variação genotípica entre progênies ( $CV_{gp(\%)}$ ) observou-se baixa magnitude (ALT=3,82 e DNS=5,27) (Tabela 2). Altas estimativas de  $CV_{gi(\%)}$  também foram verificadas por Menegatti et al. (2016) com a *Mimosa scabrella* Benth. aos 12 meses de idade (15,31 a 33,16 e 23,31 a 27,33 para altura da planta e diâmetro do coleto, respectivamente) e Pupin et al. (2017) com *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. aos 4 e 9 anos de idades (20,24 aos 4 anos e 12,69 aos 9 anos, para altura).

Alta estimativa de  $CV_{gi(\%)}$  já era esperado, uma vez que plantas de polinização livre podem originar sementes com diferentes graus de parentesco (meios-irmãos, irmãos-completos ou mesmo irmãos de autofecundação) numa única planta (Sebbenn et al., 2002), além de que, o agente polinizador efetivo da espécie (morcegos) pode alcançar longas distâncias e trazer pólen de plantas mais distantes que sejam geneticamente diferentes. Vale ressaltar que devido ao mecanismo de autoincompatibilidade da *P. platycephala* (Chaves et al., 2020), as populações naturais da espécie estão menos sujeitas a autofecundação, conseqüentemente, a um menor risco de redução da variabilidade genética entre os indivíduos das progênies/famílias.

Tais resultados evidenciam que existe variação genética na população (Santos et al., 2008), sendo que a nível individual (variação genética aditiva existente dentro da progênie), a variância mostra-se mais promissora para exploração. Isso é importante, pois para programas de conservação e melhoramento genético, preocupa-se com a existência de variabilidade genética (Borges et al., 1980), pois a partir desta, os indivíduos podem responder a alterações ambientais ou ser explorados em programas de melhoramento florestal (Freitas et al., 2007). Além disso, pode assegurar a transformação de testes de procedências e progênies em pomares de sementes por mudas (Canuto et al., 2015). Contudo, ressalta-se a necessidade de avaliações contínuas para verificar se esse padrão persiste.

O coeficiente de variação experimental ( $CV_{e(\%)}$ ) demonstrou um moderado controle ambiental (ALT=19,08 e DNS=20,90) (Tabela 2). Segundo a classificação de Pimentel-Gomes (1985), valores de  $CV_{e(\%)}$  dentro do intervalo  $10\% \geq CV_{e(\%)} \leq 20\%$ , são considerados moderados, indicando uma boa precisão nas estimativas dos parâmetros genéticos. No entanto, por se tratar de um experimento com plantas em estágio juvenil, as progênies estão mais sujeitas as adversidades do ambiente, e isso pode ter influenciado nas estimativas de  $CV_{e(\%)}$  (Canuto et al., 2015). Espera-se que em idades mais avançadas este coeficiente seja reduzido, e demonstre baixo controle ambiental.

O coeficiente de variação relativa ( $CV_r$ ) consiste na relação entre a variação genética ( $CV_{gp}$ ) e variação ambiental ( $CV_e$ ) (Henriques et al., 2017). Em progênies de meios-irmãos quando esse coeficiente atinge valor igual ou superior a 1, a seleção entre progênies é favorável (Vencovisky et al., 1992). A partir disso, observa-se que os valores de  $CV_r$  (ALT=0,20 e DNS=0,25) (Tabela 2), para os caracteres analisados foram inferiores a um, demonstrando variação ambiental maior que a genética, e pouco favorável para a obtenção de ganhos genéticos com a seleção entre progênies nesta idade.

Valores de  $CV_r$  maiores que 0,5 foram observados em estudos desenvolvidos com outras espécies florestais (Otsubo et al. (2015), a exemplo das espécies *Myracrodruon urundeuwa* Fr. All., *Astronium fraxinifolium* Schott e *Terminalia argentea* Mart. Et Succ. aos 14 anos de idade ( $CV_r > 0,50$  para altura), e *Dipteryx alata* Vogel aos 18 anos ( $CV_r \geq 0,50$  para altura) (Zamura et al., 2015), porém, apesar dos resultados de  $CV_r$  terem evidenciado um baixo controle genético para ALT e DNS, as estimativas de coeficiente de variação genética aditiva e as estimativas de herdabilidades (individual no sentido restrito, entre média de progênies e aditiva dentro de progênies) demonstraram que há possibilidade de explorar a variação genética existente e transformação futura do teste de procedências e progênies em um pomar de sementes. No entanto, é preciso ter cautela nas considerações por se tratar de uma avaliação precoce.

Com relação aos valores de acurácia seletiva de progênies ( $r_{\hat{a}a}$ ), estes foram classificados como moderados conforme Resende (2002) ( $0,25 \leq r_{\hat{a}a} \leq 0,75$ ), apresentando estimativas de 0,66 para altura total e 0,74 para o diâmetro ao nível do solo. Apesar de se tratar de uma análise obtida a partir de caracteres

de indivíduos em desenvolvimento juvenil, estes resultados indicam boa precisão no acesso à variação genética verdadeira a partir da variação fenotípica (Senna et al., 2012; Araújo et al., 2014), consequentemente eficácia na seleção e ganho genético, uma vez que a acurácia é diretamente proporcional ao ganho genético (Resende, 2002).

### *Agrupamento de progênies pelo método de Tocher*

O agrupamento das progênies pelo método de otimização de Tocher (Rao, 1952) foi realizado com o intuito de auxiliar na recomendação de melhor estratégia para a coleta de sementes com maior variabilidade genética. Esse método consiste em uma técnica de agrupamentos que adota o critério de que a distância média dentro do grupo deve ser menor que a distância entre os grupos (Cruz et al., 2011).

A análise de agrupamento de Tocher diferenciou as quarenta e cinco progênies em oito grupos (Tabela 3). O grupo I foi o que obteve maior número de progênies semelhantes entre si, contendo 26 progênies, o grupo II reuniu 5 progênies, grupo III e IV, ambos com 4 progênies, o grupo V com 3 progênies e, por fim, os grupos VI, VII e VIII reuniram apenas uma progênie (Tabela 3). Também é possível observar que os três últimos grupos foram os que se mantiveram mais distantes geneticamente, por possuir um único indivíduo isolado no grupo, demonstrando assim alta divergência genética em relação as demais progênies avaliadas.

**Tabela 3.** Formação de grupos das 45 progênies de *Parkia platycephala* Benth., com base no método de Tocher para os caracteres altura total e diâmetro ao nível do solo aos três anos de idade. Fonte: Os autores.

Grupo	Progênies	Total	população
I	1 3 4 5 6 8 9 10 11 12 13 17 18 19 20 22 23 31 32 34 38 39 42 43 44 45	26	Eugenópolis, São Gonçalo e Bom Jesus
II	15 25 26 27 33	5	São Gonçalo e Bom Jesus
III	2 30 37 40	4	Eugenópolis, São Gonçalo e Bom Jesus
IV	7 14 21 29	4	Eugenópolis de São Gonçalo
V	35 36 41	3	Bom Jesus
VI	24	1	São Gonçalo
VII	16	1	São Gonçalo
VIII	28	1	São Gonçalo

Esses resultados confirmam a existência de maior variabilidade genética entre as progênes e baixa divergência genética entre as populações/procedências, visto que a maioria dos grupos são formados por progênes oriundas das três populações (Tabela 3), e que a coleta de sementes nas matrizes estudadas é promissora para a utilização em projetos de restauração florestal e reflorestamento com fins ambientais. Quanto à similaridade entre as progênes dentro dos grupos, essa pode ser devida aos mesmos fatores indicados para a baixa divergência genética entre populações, resultando assim em um grupo grande de progênes similares entre si, como observado no grupo I.

Logo, visando a coleta de sementes com boa representatividade da variabilidade genética em habitat natural, para fins de restauração florestal, recomenda-se que essa atividade seja feita em matrizes dos diferentes grupos.

## CONCLUSÕES

Existe maior variação genética dentro do que entre populações de *P. platycephala*, sendo mais promissora à exploração a nível individual (variação genética aditiva existente dentro da progênie).

Para obtenção de sementes com maior representatividade genética adequada à restauração florestal e reflorestamento com fins ambientais, recomenda-se a coleta em toda a área de abrangência do estudo, ou apenas uma única população, desde que sejam considerados os princípios norteadores da amostragem para se garantir maior variabilidade genética do lote de sementes e a divergência genética existente entre as matrizes.

Entre os caracteres avaliados, o DNS mostra-se mais promissor para uma possível seleção futura das progênes, pois apresentou melhores estimativas de variâncias aditiva e herdabilidades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar RB et al. (2004). Projeto cadastro de fontes de abastecimento de água subterrânea: diagnóstico do município de Manoel Emídio. Estado do Piauí. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil. 19p.
- Aguiar B et al. (2019). Genetic control of silvicultural traits in *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.) ENGL. *Silva e Genetica*, 68(1): 73-78.
- Alves LR et al. (2016). Crescimento inicial de *Parkia platycephala* (Benth.) e *Enterolobium timbouva* (Mart.) sob condições de campo numa área de Cerrado. *Revista Ceres*, 63(2):154-164.
- Araújo DT et al. (2014). Variação genética para caracteres silviculturais em progênes de polinização aberta de *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae). *Revista Cerne*, Lavras, 20(1): 753-760.
- Araújo MJ et al. (2019). Effect of replacing ground corn with *Parkia platycephala* pod meal on the performance of lactating Anglo-Nubian goats. *Animal Feed Science and Technology*, 258: 114313.

- Biernaski FA et al. (2012). Variabilidade genética para caracteres juvenis de progênes de *Cedrela fissilis* Vell.: subsídio para definição de zonas de coleta e uso de sementes. *Revista Árvore*, 36 (1): 49-58.
- Borges RCG et al. (1980). Estimativas de parâmetros genéticos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Revista Árvore*, 4(2): 134-145.
- Brasil (2017). Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação. Planaveg: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Brasília, DF: MMA. 73p.
- Busch J et al. (2019). Potential for low-cost carbon dioxide removal through tropical reforestation. *Nature Climate Change* 9: 463–466.
- Carvalho FIF et al. (2001). Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção. Pelotas-RS: Universitária UFPEL. 98p.
- Canuto DSO et al. (2015). Caracterização genética de um teste de progênes de *Dipteryx alata* Vog. proveniente de remanescente florestal da Estação Ecológica de Paulo de Faria, SP, *Hoehnea*, 42(4): 641-648.
- Canuto DSO et al. (2016). Estabilidade e adaptabilidade em testes de progênes de *Myracrodruon urundeuva* sob quatro sistemas de plantio. *Revista Cerne*. 22(2): 171-180.
- Cabral ES (2017). Desempenho de três espécies arbóreas nativas de cerrado introduzidas em uma área antropizada no município de Porto Nacional. Mestrado em Ecologia de Ecótonos - Universidade Federal do Tocantins (Dissertação), Porto Nacional. 46p.
- Chaves et al. (2020). Reproductive biology of *Parkia platycephala* Benth (Leguminosae, Caesalpinioideae, clado mimosoide). *Brazilian Journal of Development*, 6(10): 79442-79458.
- Cruz CD et al. (2011). *Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética*. 1. ed. Viçosa, MG: Suprema. 620p.
- Cruz SL et al. (2020). Parâmetros genéticos e seleção inicial de procedências e progênes de taxi-branco (*Tachigali vulgaris*) em Roraima. *Ciência Florestal*, 30(1): 258-269.
- Cunningham RA (1975). Provisional tree and shrub seed zones for the Great Plains. Great Plains Agricultural Council Publication, Fort Collins, Colorado, 71: 1-15.
- Falconer DS (1987). *Introdução à genética quantitativa*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 279p.
- Freitas MLM et al. (2007). Pomar de sementes por mudas a partir da seleção dentro em teste de progênes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, 19(2): 65-72.
- Gurjão NO (2020). Avanços da degradação ambiental na região nordeste do Brasil. Pós-graduação em Economia Rural, Universidade Federal do Ceará (Dissertação), Fortaleza. 133p.

- Henriques EP et al. (2017). Estimativa de parâmetros genéticos para caracteres silviculturais e densidade do lenho em teste de progênies de *Eucalyptus urophylla*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, 45(113): 119-128.
- Jalonen R et al. (2017). Forest and landscape restoration severely constrained by a lack of attention to the quantity and quality of tree seed: Insights from a global survey. *Conservation Letters*, 11: 1–9.
- Kageyama PY; Vencovsky R (1983). Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (HILL) Maiden. IPEF, Piracicaba, SP, (24):9-26.
- Kageyama PY et al. (1998). Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. *Série Técnica - IPEF*. 12(32): 65-70.
- Köppen W; Geiger R (1928). “Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes”, Wallmap 150cmx200cm.
- Lorenzi H (2013). Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. São Paulo: Instituto Plantarum. 368p.
- Loveless MD; Hamrick JL (1984). Ecological determinants of genetic structure in plant populations. *Annual Review Ecology Systematics*, 15: 65-95.
- Menegatti RD et al. (2016). Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento inicial em progênies de bracatinga. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 36 (87): 235-243.
- Merritt DJ et al. (2011). Restoration Seed Banks-A Matter of Scale. *Science*, 332: 424–425.
- Mori ES et al. (2015). Conservação de recursos genéticos: a base para produção de sementes de qualidade. Piña-rodrigues FCM et al. *Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção*. Londrina: ABRATES, 153-166p.
- Nascimento IL et al. (2009). Superação da dormência em sementes de faveira (*Parkia platycephala* Benth). *Revista Árvore*, 33 (1): 35-45.
- Otsubo HCB et al. (2015). Variação genética para caracteres silviculturais em três espécies arbóreas da região do bolsão sul-mato-grossense. *Revista Cerne*, 21(4): 535-544.
- Oliveira, TJJF et al. (2018). Banco de sementes do solo para uso na recuperação de matas ciliares degradadas na região noroeste fluminense. *Ciência Florestal*, 28 (1): 206-217.
- Pimentel GF (1985). Curso de estatística experimental. São Paulo: ESALQ. 467p.
- Piña-Rodrigues FCM et al. (2007). Parâmetros genéticos para colheita de sementes de espécies florestais. Piña-Rodrigues FCM et al. *Parâmetros técnicos para produção de sementes florestais*. 1ª edição. Seropédica: EDUR. 186p.
- Pires IE et al. (2011). *Genética Florestal*. Viçosa-MG: Arka. 318p.
- Pilon NAL et al. (2013). Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado. *Scientia Forestalis*, 41(99): 389-399.

- Pilon NAL et al. (2015). Padrões fenológicos de espécies de Cerrado em condições de cultivo. *Hoehnea*, 42(3): 425-443.
- Pupin S et al. (2017). Variabilidade genética e ganhos de seleção em progênes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. *All. Revista Nativa*, 5 (1): 59-65.
- Rao NKS et al. (1981). Differentiation of plantlets in hybrid embro callus of pineapple. *Scientia Horticultura*, 15: 235-238.
- Resende MDV (2002). Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Brasília: EMBRAPA. Informação Tecnológica. 975p.
- Resende MDV (2007). Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético. Colombo: Embrapa Florestas. 561p.
- Rice J et al. (2018). Summary for policymakers of the regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES Book, 9(44).
- Santos AM et al. (2013). Estimacão de Parâmetros Genéticos em Teste de Procedência e Progênie de Cedro Australiano. In: 7º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas. Uberlândia, Anais...Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88358/1/Alisson-CBMP-Estimacao.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2021.
- Sebbenn AM et al. (1998). Parâmetros genéticos na conservação da cabreúva - *Myroxylon peruiferum* L.F. Allemão. *Scientia Forestalis*, (53): 31-38.
- Sebbenn AM et al. (1999). Variação genética entre e dentro de populações de amendoim - *Pterogyne nitens*. *Scientia Forestalis*, (56): 29-40.
- Sebbenn AM (2002). Número de árvores matrizes e conceitos genéticos na coleta de sementes para reflorestamentos com espécies nativas. *Revista do Instituto Florestal*. São Paulo, 14(2): 115-132.
- Sebbenn AM et al. (2007). Conservação *ex situ* e pomar de sementes em banco de germoplasma de *Balfourodendron riedelianum*. *Revista do Instituto Florestal*, 19(2): 101-112.
- Senna SN et al. (2012) Variação e parâmetros genéticos em teste de progênes de polinização livre de *Peltophorum dubium* (Sprengel) taubert em Luiz Antonio, SP. *Scientia Forestalis*. 40(95): 345-352.
- Silva LE (2015). Variabilidade e estimacão de parâmetros genéticos via modelos mistos em Canafistula. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados (Dissertação), Dourados. 54p.
- Silva DYBO (2020). Variabilidade genética de teste de procedências e progênes de *Parkia platycephala* Benth. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas (Dissertação), Botucatu. 89p.

- Scalon SPQ (2020). Frutas do Cerrado: sementes e mudas. Ponta Gossa - PR: Atena. 71p.
- Sousa VA et al. (2015). Fluxo gênico e estrutura genética espacial intrapopulacional e suas implicações para a coleta de sementes de espécies arbóreas tropicais. Piña-rodrigues et al (2015). Sementes Tropicais Florestais: da ecologia à produção. Londrina: ABRATES, p.128-152.
- Soares-Filho B et al. (2014). Cracking Brazil's Forest Code. Science, 344: 363-364.
- Urzedo DI et al. (2020). Seed Networks for Upscaling Forest Landscape Restoration: Is it Possible to Expand Native Plant Sources in Brazil? Forests, 11: 259.
- Vencovsky R et al. (1992). Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética. 496p.
- Vranckx G et al. (2012). Metaanalysis of susceptibility of woody plants to loss of genetic diversity through habitat fragmentation. Conservation Biology, 26: 228– 237.
- Zamura DUG et al. (2015). Variabilidade genética em procedências e progênes de *Dipteryx alata* Vogel para fins de conservação genética e produção de sementes. Scientia Forestalis, 43(107): 609-615.

# O Sistema Bragantino de Produção de Grãos e Culturas Industriais apresenta efeito benéfico na renda e na agricultura sustentável

Recebido em: 19/03/2021

Aceito em: 20/03/2021

 10.46420/9786588319581cap9

Jhonatah Albuquerque Gomes<sup>1</sup> 

Alasse Oliveira da Silva<sup>2\*</sup> 

Aline Oliveira da Silva<sup>3</sup> 

Carla Nadiele Alves de Oliveira<sup>4</sup> 

Fernando Soares Santos<sup>5</sup> 

Diocléa Almeida Seabra Silva<sup>6</sup> 

Tamires Freitas da Silva<sup>7</sup> 

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de produtos agrícolas e pecuários, e parte desta produção é oriunda do trabalho de agricultores familiares, que algumas vezes fazem uso de queimadas, para gerir a terra de sua propriedade (MAPA, 2021; IBGE, 2019).

O sistema de derruba e queima é utilizado como forma de limpeza da área, diminuição de custo de produção e por muitas vezes é um método hereditário utilizado nessa região nordeste paraense; a ineficiência no uso de outros métodos está ligando ao déficit em políticas públicas eficientes e extensão rural para essas localidades (Silva et al., 2021). Destaca-se, que essa prática é insustável para os dias atuais, por culminar em prejuízos para a fauna e a flora (Silva et al., 2021).

<sup>1</sup> Graduando da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Campus Capanema, Curso de Graduação em Agronomia, Capanema, PA, Brasil.

<sup>2</sup> Graduando da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Campus Capanema, Curso de Graduação em Agronomia, Capanema, PA, Brasil.

<sup>3</sup> Graduanda da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Campus Capanema, Curso de Graduação em Agronomia, Capanema, PA, Brasil.

<sup>4</sup> Graduanda da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Campus Capanema, Curso de Graduação em Agronomia, Capanema, PA, Brasil.

<sup>5</sup> Graduando da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Campus Capanema, Curso de Graduação em Agronomia, Capanema, PA, Brasil.

<sup>6</sup> Professora Adjunta da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Campus Capanema, Curso de Graduação em Agronomia, Capanema, PA, Brasil.

<sup>7</sup> Graduanda da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Campus Capanema, Curso de Graduação em Agronomia, Capanema, PA, Brasil.

\*Autor correspondente: [alasse.oliveira77@gmail.com](mailto:alasse.oliveira77@gmail.com)

Desta forma, como mostra as pesquisas da Embrapa (2012), onde cerca de 65% das despesas agrícolas se dão por meio dos insumos e maquinários. Diante disto, o modelo de sistema agrícola adotado no Nordeste Paraense, se dá de forma itinerante, com a derruba da capoeira e posteriormente, queima da vegetação, o que ocasiona a perda de nutrientes (Silva et al., 2020; Silva et al., 2021).

Porém, é notório que nos últimos anos, pequenos produtores, com auxílio de cooperativas, associações ou muitas vezes com recursos próprios vêm intensificando a utilização da mecanização agrícola, para o preparo de áreas para o cultivo (Conto et al., 1999).

Para Cravo et al. (2008), o processo de mecanização em consonância com a rotação e consorciação de culturas pode ser entendido com o Sistema de Cultivo Bragantino (SCB), que consiste na recuperação da fertilidade do solo, utilizando rotação de cultura, como o feijão-caupi, mandioca e até mesmo culturas perenes, rompendo então, com sistema itinerante de derruba e queima, como ocorre na macrorregião dos Caetés, na Cidade de Tracuateua (Souza, 2008; Silva et al., 2020).

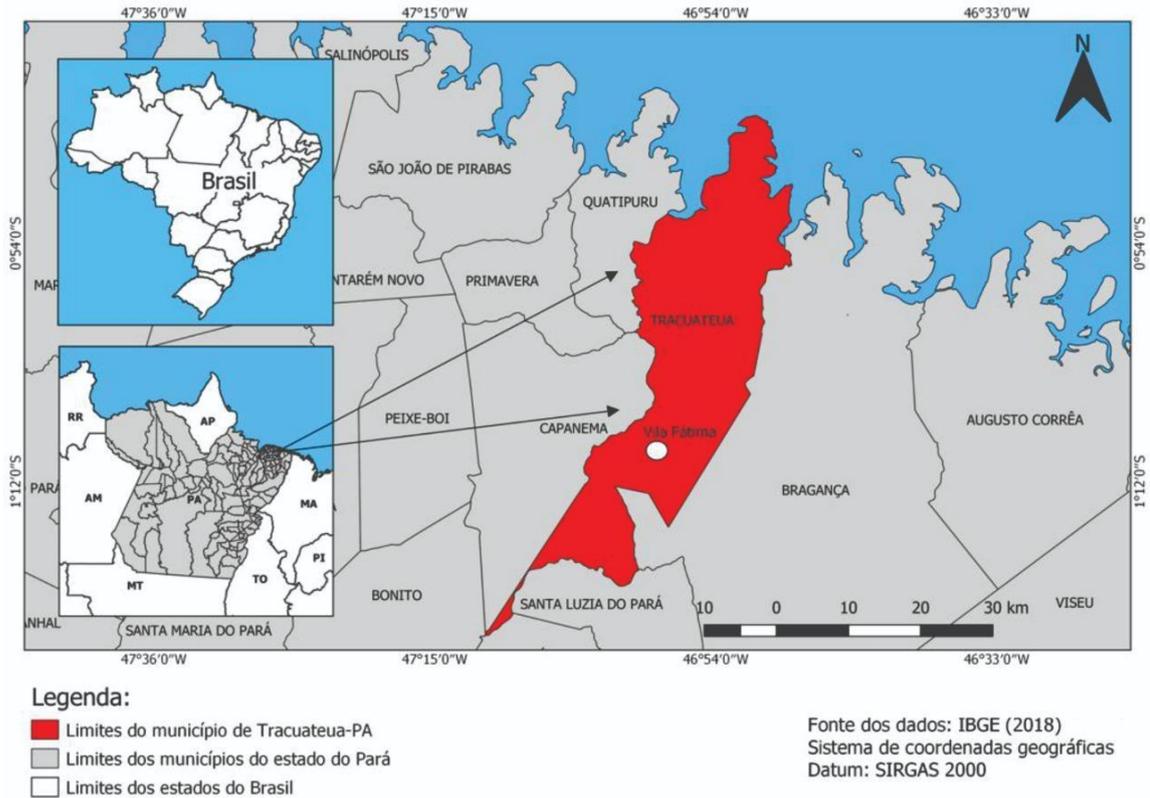
Estas lavouras temporárias, geralmente consorciadas, são responsáveis pela maior fonte de renda da região, com destaque para o feijão-caupi (Barbosa et al., 2010), com uma área cultivada de 3.800 ha e produção de 3.056 t, nesta região (IBGE, 2008). Entretanto, no ano de 2009, com a redução da área cultivada de feijão-caupi, a mandioca passou a ter maior importância econômica na cidade de Tracuateua, com um aumento significativo de 63,53% em relação à produção de anos anteriores (IBGE, 2009), principalmente em Vila Fátima, uma das maiores e mais importantes agrovilas de Tracuateua (Ferreira, 2003). Nesta Vila, cerca de 82% da produção de mandioca se deu por meio da agricultura familiar, que a partir de 2009 passou a adotar o Sistema Bragantino como principal forma de cultivo (IBGE, 2010).

Logo, devido às características de baixa fertilidade natural nos Latossolos da região Nordeste Paraense, baixa saturação de bases, o Sistema Bragantino torna-se uma ferramenta de importância para o pequeno produtor (Lima et al., 2018; Silva et al., 2018; Lima et al., 2020; Viéguas et al., 2020; Silva et al., 2020; Silva et al., 2020; Silva et al., 2020; Tanaka et al., 2020).

Objetivou-se avaliar os benefícios econômicos e produtivos, na adoção do Sistema de Cultivo Bragantino, por agricultores familiares no Distrito de Vila Fátima, região Nordeste Paraense, Brasil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada em fevereiro de 2019, no Distrito de Vila Fátima, cuja localização pertence ao município de Tracuateua, nas coordenadas geográficas 01° 11' de latitude sul e 46° 56' de longitude oeste, às margens da BR-308, entre Capanema e Tracuateua-PA.



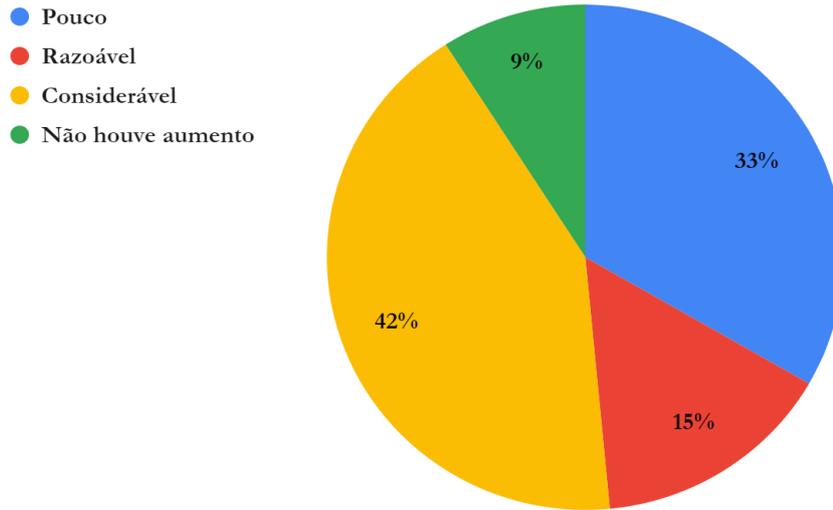
**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo. Fonte: os autores (2021).

Os aspectos metodológicos adotados para este trabalho foram realizados da seguinte forma:

- a) Reunião de sensibilização com 33 produtores envolvidos, explanando sobre a importância da melhoria do sistema de produção;
- b) Após esse primeiro contato, foi realizada a aplicação de questionários, no qual abordou questões relacionadas ao aumento na produção com o uso do Sistema Bragantino de Cultivo, se há diferença entre o sistema bragantino e sistema itinerante, se houve aumento em sua renda mensal com o uso deste sistema e quais as principais culturas que se trabalha neste sistema.
- c) Em seguida foi realizada a tabulação dos dados obtidos utilizando-se o *software* Excel<sup>®</sup> 2013, e posteriormente foi realizada análise estatística descritiva. Tendo como base os dados coletados via questionário semiestruturado, aplicado na comunidade de Vila Fátima. Foram realizadas análises estatísticas descritivas, adaptadas às condições específicas aos resultados obtidos, como descreve Chagas (1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

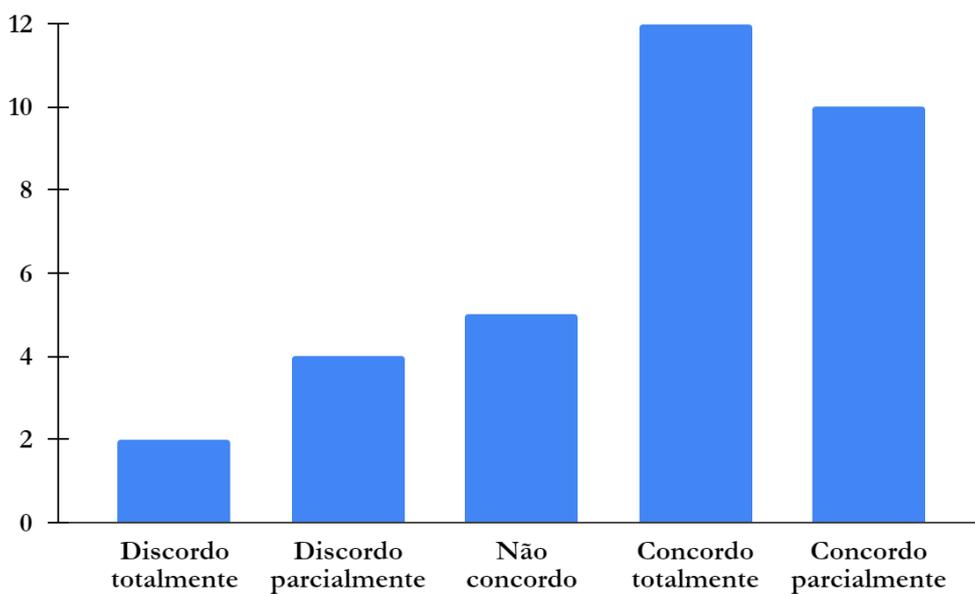
Pelos resultados obtidos observou-se que, cerca de 42% dos agricultores afirmaram que a produção aumentou com a adoção do Sistema Bragantino de Cultivo, enquanto 33% dos entrevistados afirmam que o aumento pouquíssimo, como pode ser observado na Figura 2.



**Figura 2.** Representação em percentual dos produtores rurais sobre o aumento da produção referente a adoção do Sistema Bragantino de Cultivo. Fonte: os autores (2021).

De acordo com Souza (2016), o Sistema Bragantino proporciona um incremento de renda de cerca de 14%, fator este que explica o fato de que 42% dos produtores afirmarem que sua produção aumentou comparada com o Sistema Itinerante.

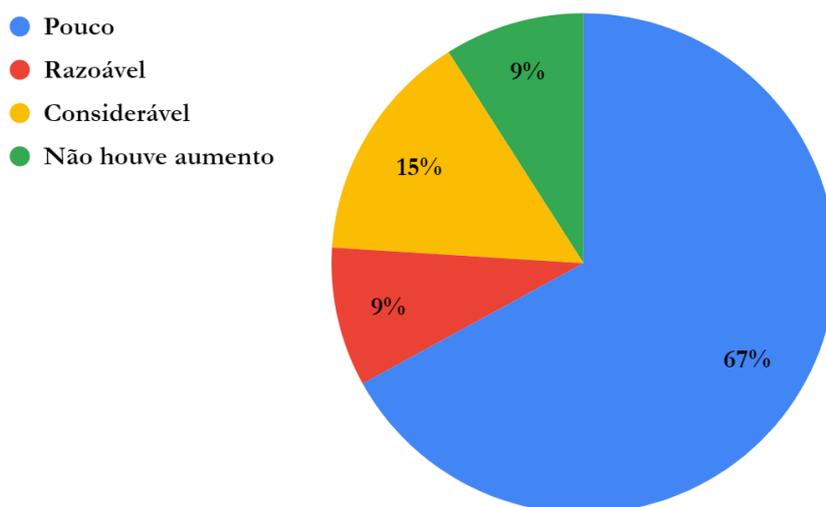
Com base nesses resultados, observou-se que os agricultores utilizam uma quantidade reduzida de insumos agrícolas, o que pode ter proporcionado a redução ou a baixa produção de grãos e das culturas industriais no sistema bragantino. A segunda pergunta realizada aos produtores faz alusão à eficiência do SBC sobre o Sistema Tradicional, onde se obteve que cerca de 36% dos entrevistados concordam totalmente e/ou parcialmente com a eficiência do Sistema Bragantino, como observa-se na Figura 3.



**Figura 3.** Eficiência do Sistema Bragantino sobre o Sistema Tradicional. Fonte: os autores (2021).

De acordo com a maior parte do público questionado, o Sistema Bragantino se mostra mais eficiente se comparado com o Sistema Tradicional onde apenas houve incremento de adubos e fertilizantes ao solo. Segundo um dos produtores entrevistados, no Sistema Tradicional, é possível colher uma safra de feijão sem a necessidade de adubação. Acredita-se que, este fato se dá por motivo das cinzas vegetais, oriunda da queima da mata secundária, conter cálcio, magnésio, fósforo e outros elementos que podem ter influência no desenvolvimento das plantas, dos quais estão elementos essenciais, alguns são micronutrientes essenciais para o desenvolvimento dos seres vivos, como, por exemplo, cobre, zinco, manganês, ferro e boro (Sá et al., 2007).

Com esta abordagem metodológica, ainda se pode ressaltar que, a redução do capital destes produtores, oriundos da agricultura, sofre declínio quando os gastos com insumos e implementos agrícolas superam a margem de lucro, haja vista que, para se obter alta rentabilidade no Sistema Bragantino, é necessário o uso destes meios, por conta da mecanização, responsável por homogeneizar os horizontes do solo, na Figura 4, é possível observar a rentabilidade econômica do SBC.

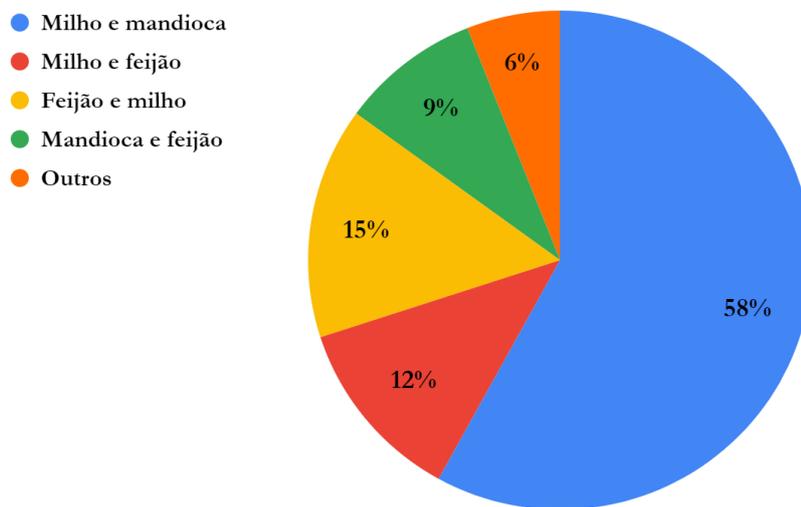


**Figura 4.** Aumento de renda com o uso do SBC. Fonte: os autores (2021).

Observa-se que 67% dos entrevistados ressaltam que o SBC não melhora sua renda, fator desencadeado pelos custos mais elevados com a produção, em consonância com os gastos com máquinas agrícolas, necessárias para arar o solo (Figura 4); 15% destacam que seu lucro aumenta consideravelmente, entretanto, recebem auxílio de cooperativas, que disponibilizam máquinas e insumos a preço mais baixos para os filiados, tendo assim redução no investimento inicial para cultivar área, aumentando ainda a taxa de sucesso, haja vista o incremento de fertilizantes ao solo, que dependo da cultura estacionada no solo, aumenta sua rentabilidade.

É destacável a presença do consórcio de mandioca e milho com maior frequência nesta região. Este fato ocorre por motivo da mandioca e milho não apresentarem substâncias alopatóicas entre si, como também a competição por nutrientes é reduzida, se comparado a outras culturas, como milho e feijão-caupi, que por apresentarem ciclo rápido, necessitam de uma maior quantidade de luz e nutrientes para seu metabolismo. Segundo dados coletados via entrevista, a interação mandioca-milho, é a mais lucrativa no momento, devido o preço dos produtos estarem em alta.

A mandioca e feijão apresentaram baixo uso (9%), por motivo de dificuldade para a colheita do feijão, que ainda é realizada de forma manual. Segundo produtores, geralmente se a mandioca for cultivada em consórcio com o feijão, há aumento significativo da dificuldade para a colheita, sendo necessário o uso com mão de obra, o que acaba custeando a produção, que muitas das vezes não apresentam rentabilidade alguma.



**Figura 5.** Principais culturas presentes no sistema bragantino. Fonte: os autores (2021).

Ainda, observa-se que produtores que cultivam neste sistema, outras culturas (Figura 5), representado por “outros”, com resultado de 6% das áreas cultivadas. Nestas áreas estão presentes o amendoim e a macaxeira, interação esta que, apresenta bom desenvolvimento da leguminosa. A macaxeira (mandioca mansa) também apresentava bom desenvolvimento. Segundo Viégas (2003), as leguminosas como o amendoim, possuem a capacidade de fixar biologicamente o nitrogênio ao solo. Sabendo que o N é um macronutriente essencial para o desenvolvimento das plantas, destaca-se então o bom desenvolvimento da macaxeira nesta área. Logo, as culturas mais bem adaptadas e rentáveis ao Sistema Bragantino, são a interação entre milho e mandioca, haja vista maior valor de mercado, facilidade de colheita, de recuperação da fertilidade do solo.

## CONCLUSÃO

O Sistema Bragantino de Cultivo implicou diretamente na produção e renda de agricultores familiares; a taxa de produção foi diretamente proporcional ao incremento de insumos agrícolas, o que diferiu do Sistema Itinerante.

O SBC foi mais eficiente que o Sistema Tradicional, proporcionando colheita em menor tempo. O Sistema Bragantino foi mais eficiente e rentável que o sistema itinerante, todavia, exigiu maior gasto com adubos, fertilizantes e mecanização.

O consórcio mais frequente no Sistema Bragantino foi milho e mandioca, apresentando maior rendimento ao pequeno produtor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramovay R (1992). Paradigmas do capitalismo agrário em questão. São Paulo: Hucitec/ANPOCS/UNICAMP. 275p.
- Amaral DD et al. (2008). Restinga do litoral amazônico, Estados do Pará e Amapá, Brasil. Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, 3(1): 35-67.
- Barbosa MS et al. (2010). Análise socioeconômica e tecnológica da produção de feijão-caupi no município de Tracuateua, Nordeste Paraense. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, 5(10): 7-25.
- Conto AJ et al. (1999). Arraial de São João: comunidade em processo de mudança tecnológica na microrregião bragantina, Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 57p.
- Costa MBB (1986). Adubação orgânica: nova síntese e novo caminho para agricultura. São Paulo: Ícone. 104p.
- Cravo MS et al. (2005). Sistema Bragantino: agricultura sustentável para a Amazônia. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 93p.
- Cravo MS (1997). Manejo sustentado da fertilidade de um Latossolo da Amazônia central sob cultivos sucessivos. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 21: 607-616.
- Ferreira JCV (2003). O Pará e seus municípios. Belém. 686p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades: produção agrícola municipal; lavouras temporárias e permanentes. 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 09/12/2018.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades: produção agrícola municipal; Lavouras Temporárias e Permanentes. 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 09/12/2018.
- Kautsky KA (1980). Questão agrária. São Paulo: Proposta Editorial. 329p.

- Oliveira Junior RC et al. (1999). Zoneamento agroecológico do município de Tracuateua, Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 45p.
- Lima RF (2018). O cultivo de *Aster ericoide* cv. renna primeiro corte a partir do substrato de Latossolo Amarelo textura média na região nordeste paraense. In: III Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 2018, João Pessoa. III Congresso Internacional das Ciências Agrárias.
- Lima SKS et al. (2020). Influência da nutrição mineral com cobre na produtividade de grãos de feijão-caupi, cultivar canapu e br3 tracuateua. In: congresso internacional de ciências agrárias. V Congresso Internacional das Ciências Agrárias.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Produção agrícola e pecuária deve atingir R\$ 1 trilhão em 2021. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/03/producao-agricola-e-pecuaria-deve-atingir-r-1-trilhao-em-2021>>. Acesso em: 06/03/2021.
- Sá TDA et al. (2007). Queimar ou não queimar? de como produzir na Amazônia sem queimar. São Paulo: Revista USP: 72: 90-97.
- Salamoni G (2000). Produção familiar: possibilidades e restrições para o desenvolvimento sustentável – o exemplo de Santa Silvana – Pelotas/RS. Tese de Doutorado em Geografia. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, 331p.
- Silva AO et al. (2021). Da tradição a técnica: perspectivas e realidades da agricultura de derruba e queima na Amazônia. *Research, Society and Development*, 10(1): e38310111799.
- Silva AO et al. (2020). Produção de massa seca em plantas jovens de açaizeiro (*euterpe oleracea* mart.) na nova cultivar brs pai d'égua e níveis de concentração de ca, mg, s e b em latossolo amarelo textura média, em função da calagem. *International Journal of Development Research*, 10(3): 33128-33132.
- Silva AO et al. (2020). Produção de biomassa de murucizeiro (*byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K) em função da fertilidade do latossolo amarelo. In: congresso internacional de ciências agrárias, 2020, Recife. V Congresso Internacional das Ciências Agrárias.
- Silva AO et al. (2020). Produção de matéria seca em mudas de açaizeiro (*euterpe oleracea* mart.) cultivar brs pai d'égua, cultivados em latossolo amarelo textura média, em função da calagem. In: congresso internacional de ciências agrárias, 2020, Recife. V Congresso Internacional das Ciências Agrárias.
- Silva AO et al. (2021). From tradition to technique: perspectives and realities of felling and burning agriculture in Amazon. *Research, Society and Development*, 10(1): e38310111799.
- Silva OH (1986). Alguns comentários sobre o destino do campesinato em Marx. *Revista Economia Rural*, 24(1): 101-116.
- Silva SP et al. (2018). Growth and Micronutrients Contents of Smell Pepper (*Capsicum chinense* Jac.). Submitted to *Organic Fertilizer. Journal of Agricultural Science*, 10(11): 425-435.

Tanaka AHA et al. (2020). Different pre-cleaning times and types of packages in the conservation of chili pepper (*Capsicum chinense* Jacq). *Research, Society and Development*, 9(11): e7799118964.

Viégas IJM et al. (2020). Chlorine Nutrition of Oil Palm Tree (*Elaeis Guinç* Jacq) in Eastern Amazon. *Journal of Agricultural Studies*, 8(3): 704-720.

## Influência de fertilizantes de liberação lenta sobre o acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea de pimenta malagueta

Recebido em: 22/03/2021

Aceito em: 24/03/2021

 10.46420/9786588319581cap10

Leandro Alves Macedo<sup>1\*</sup> 

Letícia Lopes de Oliveira<sup>2</sup> 

Ana Flávia Leão<sup>2</sup> 

Andreza Aparecida Alves Campos<sup>2</sup> 

Brendo de Oliveira Ferreira<sup>2</sup> 

André Cabral França<sup>2</sup> 

Levy Tadin Sardinha<sup>2</sup> 

### INTRODUÇÃO

Dentre as hortaliças, as pimentas possuem uma grande importância, sendo amplamente cultivada pelo país, principalmente por pequenos produtores na agricultura familiar, sua produção tem sido potencializada uma vez que possui um amplo mercado e diversas utilidades na culinária, indústria farmacêutica e cosmética (Bento et al., 2007).

Sabe-se que as hortaliças são extremamente exigentes quanto a necessidade de nutrientes, seja de fontes orgânicas ou minerais. Todavia, parte dos nutrientes, fornecidos pelos fertilizantes, não é aproveitada pelas plantas, uma vez que ocorre perdas por diversos fatores, como fixação, adsorção, lixiviação, dentre outros.

Com objetivo de reduzir essas perdas de nutrientes, têm-se buscado alternativas que otimize o uso dos nutrientes e que forneça o mesmo de forma gradual para a planta, aumentando a eficiência das adubações. Dentre essas alternativas, temos os fertilizantes de liberação lenta, que possuem um mecanismo com o intuito de liberar o nutriente de forma gradual para a planta e promover uma maior absorção pela planta (Zavaschi, 2010). O organomineral é um exemplo de adubo de liberação lenta, consistindo na mistura de fertilizantes minerais e orgânicos (Novais et al., 2007).

---

Os dados apresentados neste capítulo são parte de um trabalho publicado na revista Brazilian Journal of Development.

<sup>1</sup> Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa, Campus Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n -Campus Universitário, Viçosa -MG, 36570-900, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK, Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5.000, Alto da Jacuba, Diamantina -MG, 39100-000, Brasil.

\* Autor correspondente: alvesleandro37@gmail.com

O fósforo (P) é um elemento que influencia diretamente no desenvolvimento das plantas, sendo que sua deficiência pode acarretar em retardamento do desenvolvimento da cultura (Epstein et al., 2006; Santos et al., 2011). O P desempenha papel no desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, na eficiência na absorção de nutrientes (Fageria et al., 2011).

Portanto, buscou-se avaliar a influência de fertilizantes fosfatados de liberação lenta sobre os teores de nutrientes na parte aérea de pimenta malagueta.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### ***Localização da Área Experimental***

O experimento foi realizado no período de outubro de 2018 a março de 2019, casa de vegetação no Setor de Olericultura da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus JK em Diamantina - MG (18°12'12"S; 43°34'16"O; 1384 m de altitude). Segundo a classificação Köppen (Alvares et al., 2013), o clima local é classificado como Cwb, apresentando verões brandos e úmidos (outubro a abril) e invernos mais frescos e secos (junho a agosto). A precipitação anual varia de 1.250 a 1.550 mm e a temperatura média anual situa-se entre 18° a 19°C, sendo predominantemente amenas durante todo o ano (Gianotti et al., 2013).

### ***Substrato***

O substrato utilizado foi caracterizado como sendo um Latossolo Amarelo distrófico (Santos et al., 2013), de textura franco argilo-siltosa, proveniente da fazenda experimental da UFVJM em Curvelo-MG. O solo apresentou as seguintes características químicas e físicas:  $\text{pH}_{(\text{água})} = 5,34$ ;  $\text{P} = 3,55$ ;  $\text{K} = 34,98 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{2+} = 1,13$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 0,44$  e  $\text{Al}^{3+} = 0,26$ ;  $(\text{H}+\text{Al}) = 2,16$ ;  $\text{SB} = 1,66$ ;  $\text{CTC}_{(0)} = 1,92$  e  $\text{CTC}_{(1)} = 3,82 \text{ cmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ;  $\text{V} = 43 \%$ ;  $\text{m} = 14,0$  e  $\text{M.O} = 6,62 \text{ dag kg}^{-1}$ ; areia = 19; silte = 45 e argila = 36%.

### ***Material Vegetal***

As mudas de pimenta malagueta, cultivar Malagueta da ISLA Sementes LTDA., foram produzidas em casa de vegetação em bandejas de poliestireno expandido (128 células), contendo substrato comercial Tropstrato®. Foram realizadas três irrigações por dia. O transplanto foi realizado quando as mudas apresentaram de três a quatro pares de folhas verdadeiras.

### ***Delimitação Experimental e Tratamentos***

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com onze tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em: Ausência de Adubação (Testemunha), Adubação Mineral (AM), Adubação Orgânica (AO), Organomineral Peletizado (OMP), Organomineral Granulado (OMG), MAP Revestido (MAP R) e Formulado Triplo (FT). Para os tratamentos OMP, OMG, MAP R e FT, foram utilizadas as doses de 150 e 300 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1). Sendo a parcela experimental constituída por um vaso de polietileno com capacidade para 9 dm<sup>3</sup> de solo.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos em que a pimenta malagueta foi submetida. Fonte: os autores.

<b>Tratamento</b>	<b>Descrição</b>
Testemunha	Ausência de adubação
Organomineral Peletizado (OMP)	300 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Organomineral Peletizado (OMP 50%)	150 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Organomineral Granulado (OMG)	300 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Organomineral Granulado (OMG 50%)	150 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
MAP Revestido (MAP R)	300 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
MAP Revestido (MAP R 50%)	150 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Formulado Triplo (FT)	300 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Formulado Triplo (FT 50%)	150 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Adubação mineral (Super fosfato simples) (AM)	300 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Adubação orgânica (Torta de filtro) (AO)	20 ton ha <sup>-1</sup>

### ***Condução do Experimento***

As plantas foram irrigadas diariamente, a fim de se manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo. Foi realizado o monitoramento de pragas, doenças e plantas daninhas, sendo feito o controle das mesmas quando necessário.

### ***Mensuração das Avaliações***

Aos 180 dias, após o transplântio das mudas, o experimento foi desmontado, onde seccionou-se o caule das plantas na região do coleto, separando parte aérea do sistema radicular. Em seguida a parte aérea foi submetida a secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até massa constante (72 horas).

A parte aérea foi então moída em moinho tipo Willey com peneira 40 mesh e realizadas as análises químicas. Para quantificação do teor de Fósforo (P), foi seguida a metodologia descrita por Embrapa (2009). Potássio (K) por fotometria de chama. Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) por espectrofotometria de absorção atômica (AOAC, 1975).

### *Análises Estatísticas*

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas através de teste Scott Knott a 5% de probabilidade. Para a realização da análise estatística, foi utilizado o programa computacional SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de macronutrientes (dag kg<sup>-1</sup>) na parte aérea em ordem decrescente foram: K (3,79), Ca (1,11), Mg (0,54) e P (0,30) (Tabela 2). Segundo Pinto et al. (2006), os macronutrientes mais absorvidos na cultura da pimenta são K (0,64), Ca (0,26), Mg (0,13) e P (0,07), onde o presente trabalho apresentou na mesma sequência, porém com teores maiores.

**Tabela 2.** Teores de macro nutrientes na parte aérea de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) submetidas a diferentes manejos de adubação fosfatada. Fonte: os autores.

Tratamento	P (dag kg <sup>-1</sup> )	K (dag kg <sup>-1</sup> )	Ca (dag kg <sup>-1</sup> )	Mg (dag kg <sup>-1</sup> )
Testemunha	0,2947 e	3,7085 c	0,7517 e	0,5030 c
AM	0,3800 a	4,0345 b	1,0562 c	0,8362 a
AO	0,2585 f	3,5610 d	1,2777 a	0,4980 c
OMP 50%	0,2605 f	3,5432 d	1,1455 b	0,5142 c
OMP	0,2485 f	3,9042 b	0,9442 d	0,3897 d
OMG 50%	0,3212 d	4,2782 a	0,8857 d	0,5135 c
OMG	0,3037 e	3,8522 b	1,2030 b	0,6057 b
MAP R 50%	0,3425 c	3,6722 c	1,3865 a	0,6090 b
MAP R	0,2560 f	3,3842 e	1,0777 c	0,4015 d
FT 50%	0,3625 b	3,9207 b	1,1545 b	0,5537 c
FT	0,3400 c	3,8870 b	1,3320 a	0,6045 b
Média	0,3062	3,7951	1,1104	0,5481
CV (%)	2,40	2,67	5,23	5,37

Testemunha: ausência de adubação; AM: adubação mineral (super fosfato simples); AO: adubação orgânica (torta de filtro); OMP: organomineral pelotizado; OMG: organomineral granulado; MAP R: MAP revestido; FT: formulado triplo. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

Com relação ao Fósforo (P), nota-se que adubação mineral (AM), que possui rápida liberação do nutriente, apresentou o melhor resultado. Isso pode ser justificado devido ao tempo em que foi feito as avaliações, onde para as adubações de liberação lenta, não foi suficiente para demonstrar seu potencial. Porém, todos os valores encontrados para P, foram superiores aos encontrados por Pinto et al. (2006).

Para o Potássio (K), a adubação com OMG 50% apresentou maior teor do nutriente na folha, se mostrando uma ótima alternativa com relação absorção desse nutriente.

Com relação ao Cálcio (Ca), nota-se a importância da adubação, onde a testemunha apresentou menor teor do nutriente.

Os tratamentos OMG e AM, proporcionaram os maiores teores de Ferro (Fe) na parte aérea (Tabela 3). A ordem do teor foliar, encontrada no presente estudo, corrobora com a obtida por Veloso et al. (1998), em trabalho realizado com mudas de pimenta-do-reino (variedade Bragantina) e Viégas et al. (2013), com mudas de pimenta longa, cultivadas em ambiente protegido. Em que, o Fe apresentou teor superior ao Mn, seguidos pelo Zn.

O Fe e Mn se encontraram dentro da faixa adequada segundo Trani (2007), a faixa de concentração de Fe nas folhas varia de 50 a 300 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto a de Mn varia de 30 a 250 mg kg<sup>-1</sup> na cultura do pimentão. Os teores de Zn (14 a 17 mg kg<sup>-1</sup>) foram correspondentes aos encontrados por Bhat et al. (2009) e por Nwofia et al. (2013), em estudo realizado com nove variedades de *P. nigrum*, na Nigéria, onde os teores de Zn variaram de 14,5 a 16,3 mg kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 3.** Teores de micro nutrientes na parte aérea de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) submetidas a diferentes manejos de adubação fosfatada. Fonte: os autores.

Tratamento	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (dm kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
Testemunha	130,4800 g	44,1662 c	17,7815 a
AM	184,1187 a	57,9285 a	17,0895 b
AO	140,7742 f	30,5610 f	11,8557 h
OMP 50%	156,6572 d	34,0275 e	14,8515 e
OMP	141,2185 f	30,6582 f	14,1247 f
OMG 50%	177,3030 b	30,5860 f	16,3085 c
OMG	188,3365 a	40,8992 d	13,3850 g
MAP R 50%	156,3362 d	49,1652 b	15,5292 d
MAP R	146,3027 e	28,9250 f	9,6542 i
FT 50%	161,8115 c	28,8805 f	15,5747 d
FT	173,8275 b	33,9465 e	14,8045 e
Média	159,7424	37,2494	14,6326
CV (%)	2,07	3,83	3,16

Testemunha: ausência de adubação; AM: adubação mineral (super fosfato simples); AO: adubação orgânica (torta de filtro); OMP: organomineral pelotizado; OMG: organomineral granulado; MAP R: MAP revestido; FT: formulado triplo. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, podemos notar que o tratamento Adubação Mineral (AM) apresentou os melhores resultados para fósforo, magnésio, ferro e manganês na parte aérea de plantas de pimenta malagueta. Para potássio, o melhor resultado foi com o tratamento Organomineral Granulado (OMG 50%). Os tratamentos Adubação Orgânica (AO), MAP Revestido (MAP R 50%) e Formulado

Triplo (FI) apresentaram os maiores teores de cálcio, enquanto que para zinco o melhor resultado foi observado na Testemunha.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares CA et al. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.
- Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1975). *Official methods of analysis*. 12.ed. Washington. 1094p.
- Bento CS et al. (2007). Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. *Scientia Agraria*, 8(2): 149-156.
- Bhat R et al. (2009). Determination of mineral composition and heavy metal content of some nutraceutically valued plant products. *Food Analytical Methods*, 3(3): 181–187.
- Embrapa (2009). *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 627p.
- Epstein E et al. (2006). *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. 2.ed. Londrina: Editora Planta. 403p.
- Fageria NK et al. (2011). The role of mineral nutrition on root growth of crop plants. *Advances in Agronomy*, 110(1): 251-331.
- Ferreira DF (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência & Agrotecnologia*, 35(6): 1036-1042.
- Gianotti ARC et al. (2013). Análise microclimática em duas fitofisionomias do cerrado no Alto do Vale Jequitinhonha – Minas Gerais. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 28(3): 246-256.
- Novais RF et al. (2007). Fósforo. In: Novais RF et al. (2007). *Fertilidade do solo*. 1 ed. Viçosa, SBCS. 1017p.
- Nwofia GE et al. (2013). Nutritional composition of some *Piper nigrum* (L.) accessions from Nigeria. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 3(2): 2249–4340.
- Pinto CMF et al. (2006). Nutrição mineral e adubação para pimenta. *Informe agropecuário*, 27(235): 50-57.
- Santos DH et al. (2011). Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(5): 443–449.
- Santos HG et al. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa. 353p.

- Trani PE (2007). Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/artigos/2007\\_1/cp/index.htm/](http://www.infobibos.com/artigos/2007_1/cp/index.htm/)>. Acesso em: 03/08/2020.
- Veloso CAC et al. (1998). Deficiências de micronutrientes em pimenteira do reino. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 33(11): 1883-1888.
- Viegas IJM et al. (2013). Composição mineral e sintomas visuais de deficiências de nutrientes em plantas de pimenta-longa (*Piper hispidinervum*). Acta Amazônica, 43(1): 43-50.
- Zavaschi E (2010). Volatilização de amônia e produtividade do milho em função da aplicação de ureia revestida com polímeros. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

## Teores de nutrientes em frutos de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) sob diferentes manejos de adubação fosfatada

Recebido em: 22/03/2021

Aceito em: 24/03/2021

 10.46420/9786588319581cap11

Leandro Alves Macedo<sup>1\*</sup> 

Letícia Lopes de Oliveira<sup>2</sup> 

Ana Flávia Leão<sup>2</sup> 

Andreza Aparecida Alves Campos<sup>2</sup> 

Brendo de Oliveira Ferreira<sup>2</sup> 

André Cabral França<sup>2</sup> 

Levy Tadin Sardinha<sup>2</sup> 

### INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum*, pertencente à família das Solanáceas, desempenha um grande papel na culinária mundial, apresentando grande diversidade de cores e formas, aromas e sabores, doces a picantes, sendo consumido *in natura*, conservas, pápricas, molhos e desidratados (Reifschneider et al., 2004). Sendo extremamente exigentes em nutrientes, as hortaliças necessitam de grandes quantidades de fertilizantes orgânicos e minerais para o seu cultivo. Os fertilizantes minerais solúveis permitem o fornecimento imediato dos nutrientes às plantas. Porém, sabe-se que uma parte dos nutrientes adicionados ao solo geralmente não é aproveitada pelas plantas devido a diversas causas, como perdas por fixação e lixiviação, absorção, entre outros.

Assim, a utilização de adubos que apresentam liberação lenta tem se tornado uma alternativa para se buscar o aumento da eficiência das adubações, uma vez que propiciam uma disponibilidade contínua de nutrientes para as plantas. Esses fertilizantes consistem em atrasar a disponibilidade inicial dos nutrientes por meio de diferentes mecanismos. Com a finalidade de ofertar nutrientes para as culturas por maior período de tempo e otimizar a absorção pelas plantas, reduzindo perdas (Zavaschi, 2010). O fertilizante organomineral possuem características de liberação lenta, também chamada de *slow release*, que

---

Os dados apresentados neste capítulo são parte de um trabalho publicado na revista Brazilian Journal of Development.

<sup>1</sup> Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa, Campus Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n -Campus Universitário, Viçosa –MG, 36570-900, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK, Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5.000, Alto da Jacuba, Diamantina -MG, 39100-000, Brasil.

\* Autor(a) correspondente: [alvesleandro37@gmail.com](mailto:alvesleandro37@gmail.com)

resulta na mistura de fertilizantes minerais e orgânicos, onde o objetivo é aumentar o teor de nutrientes dos materiais orgânicos e a eficiência dos fertilizantes minerais (Novais et al., 2007).

O fósforo (P) é o elemento que mais influência no tamanho dos frutos e sua deficiência causa redução no desenvolvimento do sistema radicular e retardamento no crescimento (Epstein et al., 2006; Santos et al., 2011). Segundo Vilela et al. (1984), a baixa concentração de P no solo provoca diminuição no comprimento e o engrossamento das raízes de soja. Estudos de adubação fosfatada têm demonstrado aumento da massa seca de raiz com incremento na absorção de nutrientes nas culturas do milho, soja, algodão (Fageria et al., 2006; Fageria et al., 2011).

Adicionalmente, com a modernização e racionalização da agricultura brasileira, a utilização de uma adubação adequada torna-se fator de destaque (Nascente et al., 2011), uma vez que, o fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes, pelo uso de fertilizantes, favorece o bom desenvolvimento das culturas (Fageria et al., 2008; Fageria et al., 2011; Nascente et al., 2011).

Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência de diferentes manejos de adubação fosfatada sobre os teores de macro e micronutrientes nos frutos de pimenta malagueta.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Localização da Área Experimental*

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2018 a março de 2019, em casa de vegetação do Departamento de Agronomia – DAG/UFVJM, em Diamantina – MG. A precipitação média anual varia de 1.250 a 1.550 mm e a temperatura média anual situa-se na faixa de 18° a 19°C, sendo predominantemente amenas durante todo o ano (Neves et al., 2005).

### *Delineamento Experimental e Tratamentos*

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com onze tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos encontram-se descrito abaixo (Tabela 1). Sendo a parcela experimental constituída por um vaso de polietileno com capacidade para 9 dm<sup>3</sup> de solo.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos em que a pimenta malagueta foi submetida. Fonte: os autores.

<b>Tratamento</b>	<b>Descrição</b>
Testemunha	Ausência de adubação
Organomineral Peletizado (OMP)	300 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Organomineral Peletizado (OMP 50%)	150 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Organomineral Granulado (OMG)	300 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Organomineral Granulado (OMG 50%)	150 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
MAP Revestido (MAP R)	300 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

MAP Revestido (MAP R 50%)	150 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Formulado Triplo (FT)	300 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Formulado Triplo (FT 50%)	150 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Adubação mineral (Super fosfato simples) (AM)	300 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Adubação orgânica (Torta de filtro) (AO)	20 ton ha <sup>-1</sup>

### *Implantação e Condução do Experimento*

As mudas foram produzidas em casa de vegetação utilizando sementes de pimenta malagueta, cultivar Malagueta em bandejas de poliestireno expandido (128 células), contendo substrato comercial, sendo transplantadas ao apresentarem de três a quatro pares de folhas definitivas.

O solo utilizado foi um latossolo amarelo distrófico, de textura franco argilo-siltosa, com análise química e textural apresentada na Tabela 2 (Santos et al., 2013).

**Tabela 2.** Resultados da análise química e física do experimental, realizada em agosto de 2018. UFVJM. Diamantina – MG, 2018.

<b>Análise química</b>												
pH	P(rem)	K	Al	Ca	Mg	H+Al	Sb	T	T	V	M	M.O.
	-- mg dm <sup>-3</sup> --		-----cmolc dm <sup>-3</sup> -----						%	%	dag kg <sup>-1</sup>	
5,34	3,55	34,98	0,26	1,13	0,44	2,16	1,66	1,92	3,82	43	14	0,62
<b>Análise textural</b>												
Areia			Silte				Argila					
-----%												
19			45				36					

As plantas foram irrigadas diariamente, a fim de se manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo. Foi feito o monitoramento de pragas, doenças e plantas daninhas, sendo realizado o controle das mesmas quando necessário.

### *Mensuração das Avaliações*

Aos 130 dias, após o transplante das mudas, deu-se o início às colheitas dos frutos, que foram realizadas por um período de 50 dias. Os frutos foram armazenados em sacos de papel e levados para estufa com circulação forçada de ar a 65°C até massa constante (72 horas). Posteriormente, os frutos foram moídos em moinho tipo Willey com peneira de 40 mesh e submetidas a análises químicas. O teor de Fósforo (P) foi determinado pela metodologia descrita por Embrapa (2009). O teor de Potássio (K) por fotometria de chama. Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) por espectrofotometria de absorção atômica (AOAC, 1975).

### *Análises Estatísticas*

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas através de teste Scott Knott a 5% de probabilidade. Para a realização da análise estatística, foi utilizado o programa computacional SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O magnésio (Mg) foi o macro nutriente menos exportado pelo fruto (Tabela 3). Segundo Veloso et al. (1999), o magnésio, assim como o fósforo, é necessário em pequena quantidade nos frutos da pimenta-do-reino, corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho. Os autores relatam ainda que, os teores de Mg presentes nos frutos foram de 0,19 dag kg<sup>-1</sup>, sendo os valores obtidos nesse estudo superiores. Os tratamentos OMP 50% e OMG 50% e AO apresentaram os melhores teores de Mg, mostrando o benefício que a matéria orgânica pode apresentar para absorção desse nutriente.

O potássio (K) é macro nutriente que apresenta o maior teor nos frutos de pimenta malagueta, uma vez que desempenha importante papel na formação dos frutos e é frequentemente descrito como um elemento de suma importância para a produção agrícola. De modo geral, todos os tratamentos apresentaram bons resultados e teores próximos. Por estar diretamente no transporte de fotoassimilados no floema (Pandey, 2015), explicando o motivo de ser um dos nutrientes mais encontrados nos frutos.

O Cálcio (Ca) por sua vez apresentou o maior teor nos frutos na Testemunha. O OMP 50% apresentou o menor teor de Ca, podendo ser justificado pela sua liberação mais lenta do nutriente e pela quantidade do mesmo disponibilizada. O cálcio é um nutriente com relevante desempenho em funções ligadas à composição estrutural de macromoléculas, principalmente nas paredes celulares e nas membranas celulares (Pandey, 2015), indispensável para o bom crescimento dos frutos logo após a fecundação e até sua maturidade fisiológica (São José et al., 2014).

**Tabela 3.** Teores de macro nutrientes em frutos de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) submetidas a diferentes manejos de adubação fosfatada. Fonte: os autores.

Tratamento	P (dag kg <sup>-1</sup> )	K (dag kg <sup>-1</sup> )	Ca (dag kg <sup>-1</sup> )	Mg (dag kg <sup>-1</sup> )
Testemunha	0,4122 a	2,8192 b	0,6375 a	0,2955 b
AM	0,3370 d	2,9260 a	0,5712 b	0,2807 c
AO	0,3820 b	2,8702 a	0,5255 c	0,3137 a
OMP 50%	0,3542 c	2,7682 b	0,4925 d	0,3055 a
OMP	0,3202 e	2,7382 b	0,5845 b	0,2682 d
OMG 50%	0,3550 c	2,8930 a	0,5837 b	0,3100 a
OMG	0,3005 f	2,5640 c	0,5270 c	0,2815 c
MAP R 50%	0,3225 e	2,8005 b	0,5387 c	0,2465 e
MAP R	0,3765 b	3,0092 a	0,5287 c	0,2645 d

FT 50%	0,3317 d	2,8677 a	0,5252 c	0,2982 b
FT	0,3545 c	2,9390 a	0,4700 d	0,2522 e
Média	0,3496	2,8359	0,5441	0,2833
CV (%)	1,57	4,53	4,62	2,73

Testemunha: ausência de adubação; AM: adubação mineral (super fosfato simples); AO: adubação orgânica (torta de filtro); OMP: organomineral peletizado; OMG: organomineral granulado; MAP R: MAP revestido; FT: formulado triplo. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

Segundo Pandey (2015), o fósforo e magnésio são encontrados em menor abundância nas frações do fruto da pimenta-do-reino, no entanto possuem papéis importantes no metabolismo das plantas. O P, por exemplo, é armazenado nas sementes como ácido fítico, atuando no desenvolvimento do embrião, germinação de sementes e crescimento de plântulas.

Os tratamentos OMG 50%, OMP 50% e FT 50%, apresentaram os maiores teores de micro nutrientes para o fruto de pimenta (Tabela 4), proporcionando ao produtor economia com adubação e melhor qualidade nutricional para cultura. O organomineral granulado (OMG) apresentou melhores teores de Ferro (Fe) para os frutos de pimenta, onde nota-se que mesmo com a redução da dose para 50%, o resultado foi satisfatório. Para Mn, o tratamento OMP 50% apresentou o melhor resultado, enquanto que o FT 50% apresentou o maior teor de zinco (Zn).

Covre et al. (2018) e Dubberstein et al. (2019) também observaram maior acúmulo de Fe entre todos os micronutrientes em frutos de café Robusta. Acredita-se que, esse maior acúmulo de Fe, está relacionado às suas importantes funções nas plantas, em que aproximadamente 80% do Fe ocorre nos cloroplastos, onde tem um papel importante na fotossíntese e biossíntese de proteínas e clorofila, é um constituinte enzimático de diversas proteínas, tais como, as heme proteínas e ferrosulfoproteínas, além de enzimas, como as lipoxigenases (Bragança et al., 2007).

**Tabela 4.** Teores de micro nutrientes em frutos de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) submetidas a diferentes manejos de adubação fosfatada. Fonte: os autores.

Tratamento	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (dm kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
Testemunha	41,6400 e	10,1827 c	11,8430 c
AM	52,1682 c	6,8015 e	11,8530 c
AO	52,0602 c	6,7235 e	13,3157 b
OMP 50%	52,1112 c	15,2592 a	12,5815 c
OMP	47,1235 d	13,6182 b	9,6617 e
OMG 50%	62,6707 a	10,1942 c	8,1577 f
OMG	62,5872 a	13,5892 b	10,3782 d
MAP R 50%	52,2282 c	6,8002 e	11,8710 c
MAP R	57,5812 b	6,8200 e	10,4175 d
FT 50%	57,1877 b	8,4612 d	14,0362 a
FT	52,0602 c	8,4762 d	13,3212 b

Média	53,5835	9,7206	11,5852
CV (%)	1,81	3,45	4,17

Testemunha: ausência de adubação; AM: adubação mineral (super fosfato simples); AO: adubação orgânica (torta de filtro); OMP: organomineral peletizado; OMG: organomineral granulado; MAP R: MAP revestido; FT: formulado triplo. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

## CONCLUSÃO

Para fósforo e cálcio, os melhores resultados foram obtidos na Testemunha. Potássio, por sua vez, teve os melhores resultados com os tratamentos Adubação Mineral (AM), Adubação Orgânica (AO), Organomineral Granulado (OMG 50%), MAP Revestido (MAP R), Formulado Triplo (FT 50%) e Formulado Triplo (FT). Os tratamentos AO, Organomineral Peletizado (OMP 50%) e OMG 50% apresentaram os maiores teores de magnésio na parte aérea. OMG e OMG 50% tiveram os maiores teores de ferro, enquanto os melhores resultados para manganês e zinco foram observados em OMP 50% e FT 50%, respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1975). Official methods of analysis. 12.ed. Washington. 1094p.
- Bragança SM et al. (2007). Acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelo cafeeiro conilon. *Revista Ceres*, 54(314): 398-404.
- Covre AM et al. (2018). Micronutrients in the fruits and leaves of irrigated and nonirrigated coffee plants. *Journal of Plant Nutrition*, 41(9): 1119–1129.
- Dubberstein D et al. (2019). Concentration and accumulation of micronutrients in robust coffee. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 41.
- Embrapa (2009). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 627p.
- Epstein E et al. (2006). Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 2.ed. Londrina: Editora Planta. 403p.
- Fageria NK et al. (2006). Physical, chemical, and biological changes in the rhizosphere and nutrient availability. *Journal of Plant Nutrition*, 29(7): 1327-1356.
- Fageria NK et al. (2008). The role of nutrient efficient plants in improving crop yields in the twenty first century. *Journal of Plant Nutrition*, 31(6): 1121-1157.
- Fageria NK et al. (2011). The role of mineral nutrition on root growth of crop plants. *Advances in Agronomy*, 110(1): 251-331.

- Fageria NK et al. (2011). Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. *Journal of Plant Nutrition*, 34(1): 361-370.
- Nascente AS et al. (2011). Desenvolvimento e produtividade de cultivares de arroz de terras altas em função do manejo do solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41(2): 186-192.
- Neves SC et al. (2005). Fisiografia. In: Silva AC et al. (2005). *Serra do Espinhaço Meridional - Paisagens e Ambientes*. 1 ed. Diamantina: UFVJM - Faculdade de Ciências Agrárias, p.45-58.
- Novais RF et al. (2007). Fósforo. In: Novais RF, Alvarez VVH, Barros NF, Fontes RLF, Cantarutti RB, Neves JCL (2007). *Fertilidade do solo*. 1 ed. Viçosa, SBCS, 1017p.
- Pandey R (2015). Mineral nutrition of plants. In: Bahadur B, Rajam MV, Sahijram L, Krishnamurthy KV (2015). *Plant Biology and Biotechnology*. New Delhi: Springer, 2015. p.499-538.
- Reifschneider FJB et al. (2004). Sistema de produção de pimentas (*Capsicum spp.*): introdução e importância econômica. Embrapa Hortaliças. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.sisprod/pimenta/index.htm>>. Acesso em: 03/08/2020.
- Santos DH et al. (2011). Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(5): 443–449.
- Santos HG et al. (2013). Sistema brasileiro de classificação de solos. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 353p.
- São José AR et al. (2014). Marcha de absorção de nutrientes em anonáceas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36: 176-183.
- Veloso CAC et al. (1999). Absorção e extração de alguns nutrientes pela cultivar “guajarina” de pimentado-reino. *Scientia Agrícola*, 56(2): 443–447.
- Vilela L et al. (1984). Morfologia do sistema radicular e cinética de absorção de fósforo em cultivares de soja afetadas pela interação alumínio fósforo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 8(1): 91-96.
- Zavaschi E (2010). Volatilização de amônia e produtividade do milho em função da aplicação de ureia revestida com polímeros. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

## Tratamentos pré-germinativos em aquênios de morango do cultivar ‘San Andreas’

Recebido em: 26/03/2021

Aceito em: 27/03/2021

 10.46420/9786588319581cap12

Joabe Meira Porto<sup>1\*</sup> 

Jéssica Aguiar Santos<sup>2</sup> 

Cleide Caires Soares<sup>2</sup> 

Débora Leonardo dos Santos<sup>3</sup> 

### INTRODUÇÃO

O morangueiro possui grande importância econômica e social, na geração de emprego e renda para as comunidades envolvidas em sua produção (Antunes et al., 2017). O fruto é amplamente apreciado pelos consumidores, devido ao seu sabor, coloração e aroma agradável, além de apresentar propriedades nutricionais e medicinais, entre elas, um elevado teor de vitamina C, ácido fólico e alta quantidade de ácido elágico, componente este que apresenta propriedades antimutagênicas e anticancerígenas (Cocco, 2010).

A produção no Brasil vem crescendo nos últimos anos, alcançando uma área total de aproximadamente de 4.300 ha, com uma produção anual de cerca de 155.000 toneladas, na sua maioria de pequenos produtores, com cultivos subdivididos em áreas médias de 0,5 a 1 hectare. No entanto, existem também, grandes empresas com áreas superiores a 15 ha (Antunes et al., 2017).

Com a introdução de novas cultivares que apresentam características de dias neutros, a produção de morango tem se tornado possível nos períodos considerados como entressafra. Entretanto, existe a necessidade de estudos e pesquisas para avaliar as melhores cultivares e indicar as que melhor se adequem as épocas de transplântio das mudas, em relação a sua região produtora (Pereira et al., 2013).

Um das cultivares recentemente introduzidas no Brasil foi a ‘San Andreas’ (Antunes et al., 2011). Esta cultivar foi primeiramente lançada em 2008 nos Estados Unidos. E por essa ser ainda recente, poucos são os estudos que a retratam para as condições de cultivo no Brasil. Sabe-se apenas que é uma cultivar de dias neutros e que possui frutos grandes de bom formato, elevados valores de coloração e elevada firmeza de polpa (Fagherazzi, 2013).

Apesar do cultivo do morango ser realizado por propagação vegetativa, a germinação de seus aquênios tem grande importância nos estudos de novas cultivares. Com o aumento da demanda na

<sup>1</sup> Mestrando em Botânica Aplicada, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup> Graduadas do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista, Bahia, Brasil.

<sup>3</sup> Docente do Departamento de Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista, Bahia, Brasil.

\* Autor correspondente: joabemporto@gmail.com

produção, novas áreas que antes seriam inviáveis para as cultivares tradicionais, poderão ser ocupadas por mudas provenientes de cruzamentos que produzam indivíduos mais adaptados a novas condições ambientais. No entanto, apesar do morango de possuir uma elevada produção de sementes, estas apresentam dormência e faz-se necessário o uso de métodos para quebra de dormência, que pode ser realizada por métodos mecânicos, térmicos ou químicos, promovendo o rompimento do pericarpo que envolve o aquênio permitindo a permeabilidade à água e aos gases necessários ao processo fisiológico de germinação (Trindade et al., 2019).

Uma das metodologias mais utilizadas e que têm se mostrado muito eficiente na germinação dos aquênios do morango é o uso do ácido sulfúrico para melhorar o desempenho germinativo das sementes (El Hamdouni et al., 2001; Ito et al., 2011; Galvão et al., 2014; Gemeli, 2016; Chapieski, 2017; Trindade et al., 2019). No entanto, de acordo com alguns trabalhos, a eficiência do seu emprego pode variar entre as cultivares (Gusmão, 2018).

A germinação dos aquênios é relativamente muito baixa, desuniforme e lenta (Nakamura, 1972; Yanagi et al., 2004). E com isso, faz-se necessário determinar a contagem dos aquênios fecundados e não fecundados. Para a realização dessa contagem, uma das metodologias propostas é a de Thompson (1971), que consiste em separar os aquênios viáveis dos não viáveis através de sua capacidade de flutuação. Através desse teste, o autor verificou que os aquênios viáveis afundam em solução aquosa, enquanto os não viáveis flutuam. No entanto, não existem relatos na literatura que abordem a quantificação da taxa de fecundação dos aquênios ditos “não viáveis” utilizando testes de germinação.

Desse modo, este trabalho teve como objetivo estudar a germinação de aquênios de morango da cv. ‘San Andreas’ frescos e armazenados, avaliar a permeabilidade do tegumento, a taxa de fecundação e a germinabilidade de sementes intactas e escarificadas com ácido sulfúrico concentrado.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biodiversidade do Semiárido – LABISA da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus* Vitória da Conquista.

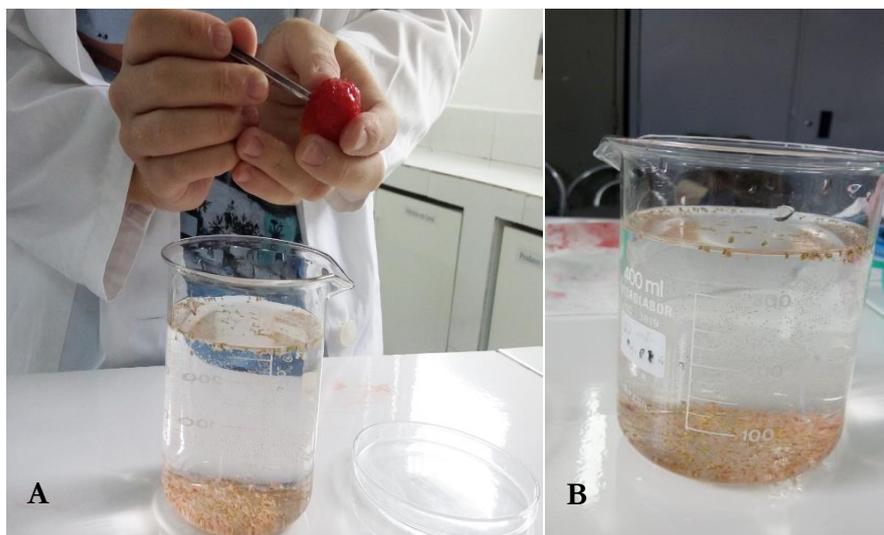
Aquênios obtidos de frutos de Morango da cultivar ‘San Andreas’ produzidos na Fazenda Rancho Alegre na cidade de Barra da Estiva – Bahia (13°37'34" Latitude Sul e 41° 19' 37" Longitude Oeste) na região da Chapada Diamantina, cultivados em estufa no sistema tipo semi-hidropônico suspenso e livre de agrotóxicos, foram beneficiados e armazenados em geladeira.

### *Coleta e Beneficiamento dos Aquênios*

Foram considerados maduros, frutos que apresentaram desde 70% da superfície externa na coloração vermelha até os completamente maduros. Após a colheita os morangos, foram levados ao Laboratório de Biodiversidade do Semi-Árido (LABISA/UESB) para a retirada manual dos aquênios (Figura 1 A) e beneficiamento.

### *Taxa de fecundação*

Para determinar a taxa de fecundação, foi utilizada a metodologia proposta por Malagodi-Braga et al. (2004), que consistiu em remover os aquênios das frutas maduras de morango manualmente, com auxílio de uma pinça entomológica e colocando-os em recipientes com água, para avaliação da sua capacidade de flutuação, separando assim, os aquênios viáveis dos não viáveis através da capacidade de flutuação (Figura 1 A e B) (Chandler et al., 2012).



**Figura 1.** (A) Remoção dos Aquênios de Morango cv. ‘San Andreas’ e (B) Determinação da taxa de fecundação pela flutuação dos aquênios “não viáveis”. Fonte: os autores.

A taxa de fecundação foi calculada de acordo com a proporção entre o número de aquênios fertilizados, dividido pelo número de aquênios por morango, expresso em porcentagem.

Os testes de germinação dos aquênios considerados viáveis e não viáveis foram realizados logo após o beneficiamento (frescas), com as sementes frescas e após 60 dias de armazenamento em geladeira.

### ***Análise dos dados***

Foi estimada a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos para a caracterização do lote de sementes.

### ***Quebra de dormência: escarificação com Ácido Sulfúrico***

Para escarificação química, os aquênios foram imersos em ácido sulfúrico concentrados ( $H_2SO_4$  (98%) por 0 (controle), 5, 10 e 15 min. Posteriormente os aquênios foram esterilizados em hipoclorito (2%) por 3 min e em seguida lavados em água destilada para retirar completamente os resíduos. Os tratamentos com os aquênios ‘não viáveis’ foram escarificados no tempo de 5 min. O tratamento controle) foi imerso em água pelo mesmo tempo da imersão dos aquênios em ácido.

### ***Testes de germinação***

Para cada tratamento foram empregadas quatro repetições com 30 aquênios (total= 120 sementes por tratamento).

Os aquênios foram colocados para germinar em placas de Petri, esterilizadas, forradas com duas folhas de papel filtro, tipo Germitest saturadas com água destilada.

Os experimentos foram mantidos em condição de laboratório, com temperaturas entre 16,5 e 26,6 °C, sob luz constante.

O acompanhamento do experimento foi diário. Foram considerados germinados os aquênios com protrusão radicular de 1 mm, e o experimento foi finalizado quando a germinação foi nula por três dias seguidos (Figura 2).

Após este período foi feita a contagem final do número de plântulas normais, plântulas anormais, aquênios mortos e aquênios duros, conforme instruções das RAS. Foram consideradas plântulas normais àquelas que apresentam suas estruturas íntactas, com defeitos em menos de 50%. As plântulas consideradas anormais foram aquelas que apresentaram suas estruturas danificadas, deformadas, deterioradas por fungo. Os aquênios duros foram os que não germinaram e mantiveram o tegumento intacto e duro quando pressionado pelo estilete. Os aquênios considerados mortos foram os que apresentaram infestação por patógenos e moles quando pressionada pelo estilete (Brasil, 2009).



**Figura 2.** Germinação dos Aquênios até o desenvolvimento da plântula. Fonte: os autores.

Os parâmetros avaliados foram: porcentagem de germinação (%), índice de velocidade de germinação de plântulas (IVG), Frequência Relativa (FR) e % médias de plântulas normais, anormais, aquênios duros e mortos.

### ***Delineamento Experimental e Análise Estatística***

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 2 x 4, sendo duas condições de aquênios (frescos e armazenados) e quatro períodos de exposição ao ácido de escarificação (0, 5, 10 e 15 min), com quatro repetições de 30 sementes cada.

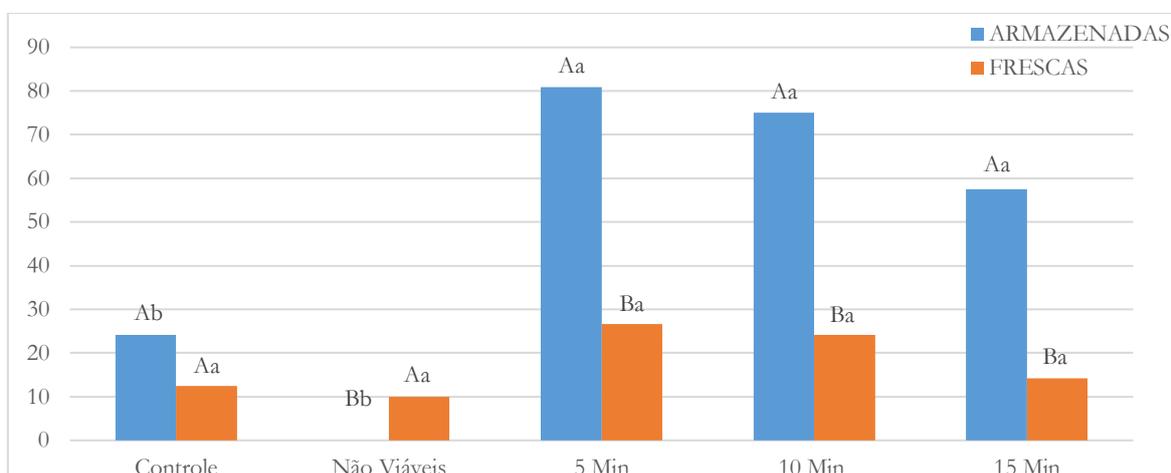
Os dados foram avaliados pela análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade, utilizando o Programa PAST (Paleontological Statistics) versão 3.22 (Hammer et al., 2001) e o Programa R versão 3.5.2 (R Development Team, 2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Porcentagem, velocidade e frequência de germinação*

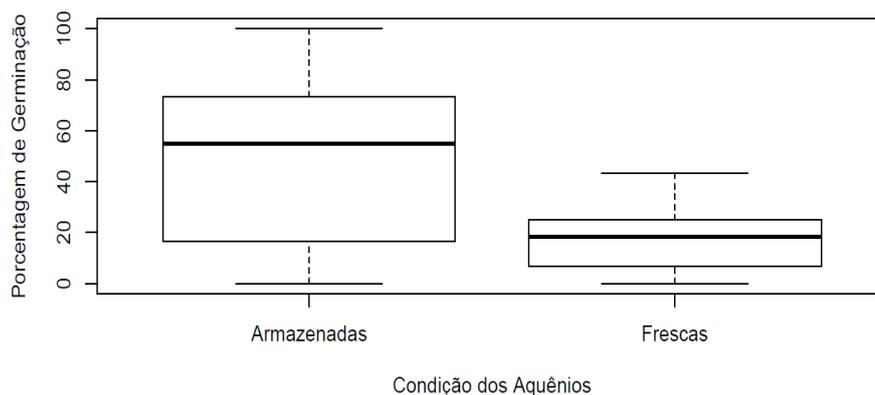
Os dados referentes à Porcentagem de Germinação dos aquênios de Morango, sob o efeito dos tratamentos nas diferentes condições estão na Figura 3.

As análises demonstraram que os tratamentos, a condição dos aquênios e a interação entre eles foram significativos, com valores inferiores ( $p < 0,05$ ). A germinação do controle de aquênios armazenados e frescos, e os aquênios frescos ‘não viáveis’ e escarificados nos três tratamentos não diferiram do controle, o armazenamento foi letal para os aquênios ‘não viáveis’, ou seja, a germinação foi nula, no entanto os aquênios escarificados tiveram uma alta porcentagem de germinação nos três tratamentos com ácido sulfúrico.



**Figura 3.** Porcentagem de germinação de Aquênios de Morango Armazenados e Frescos submetidos a diferentes períodos (min) de escarificação com ácido sulfúrico. As letras maiúsculas comparam os tratamentos entre sementes armazenadas e sementes frescas. As letras minúsculas comparam os tratamentos dentro da mesma condição da semente.

O aumento do tempo de imersão em ácido sulfúrico não foi eficiente, os tratamentos com 10 (70%) e 15 (58%) minutos obtiveram porcentagem de germinação menor que o de 5 minutos (81%), no entanto, não houve diferença significativa entre os tratamentos com escarificação ácida. Na condição de aquênios frescos os tratamentos com ácido sulfúrico não conseguiram aumentar a porcentagem de germinação. Quanto à condição de armazenagem, houve diferença significativa entre os tratamentos. Evidenciando que, quando o aquênio é há uma maior porcentagem de germinação (Figura 4).



**Figura 4.** Influência da Condição dos Aquênios na Porcentagem de Germinação.

O mesmo foi verificado por Zarantin et al. (2006) com sementes de maracujá doce e por Takata (2008) com sementes de romã. Nos dois casos, foi observado que a baixa temperatura influenciou positivamente a porcentagem de germinação das sementes quando comparadas com as sementes que foram armazenadas em temperatura ambiente.

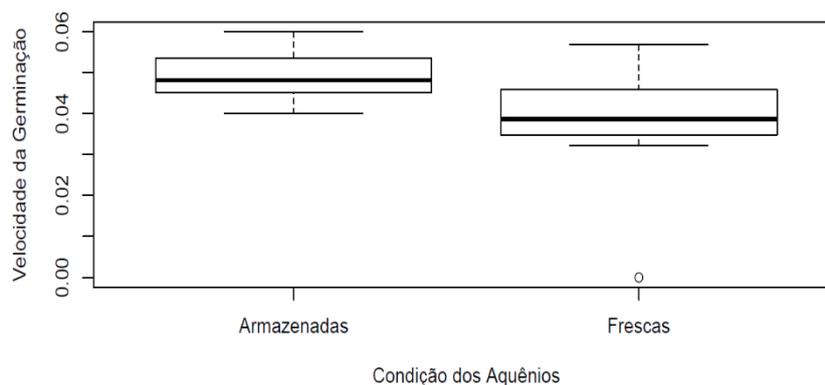
Picolotto et al. (2007) também relataram que em sementes de jabuticaba a baixa temperatura propicia a redução da formação de compostos fenólicos e estimulando a germinação com a quebra de sua dormência.

De uma forma geral, fica evidente que a condição de armazenamento dos aquênios à baixa temperatura é importante para promover a germinação, potencializando seu efeito quando associado com o ácido sulfúrico concentrado.



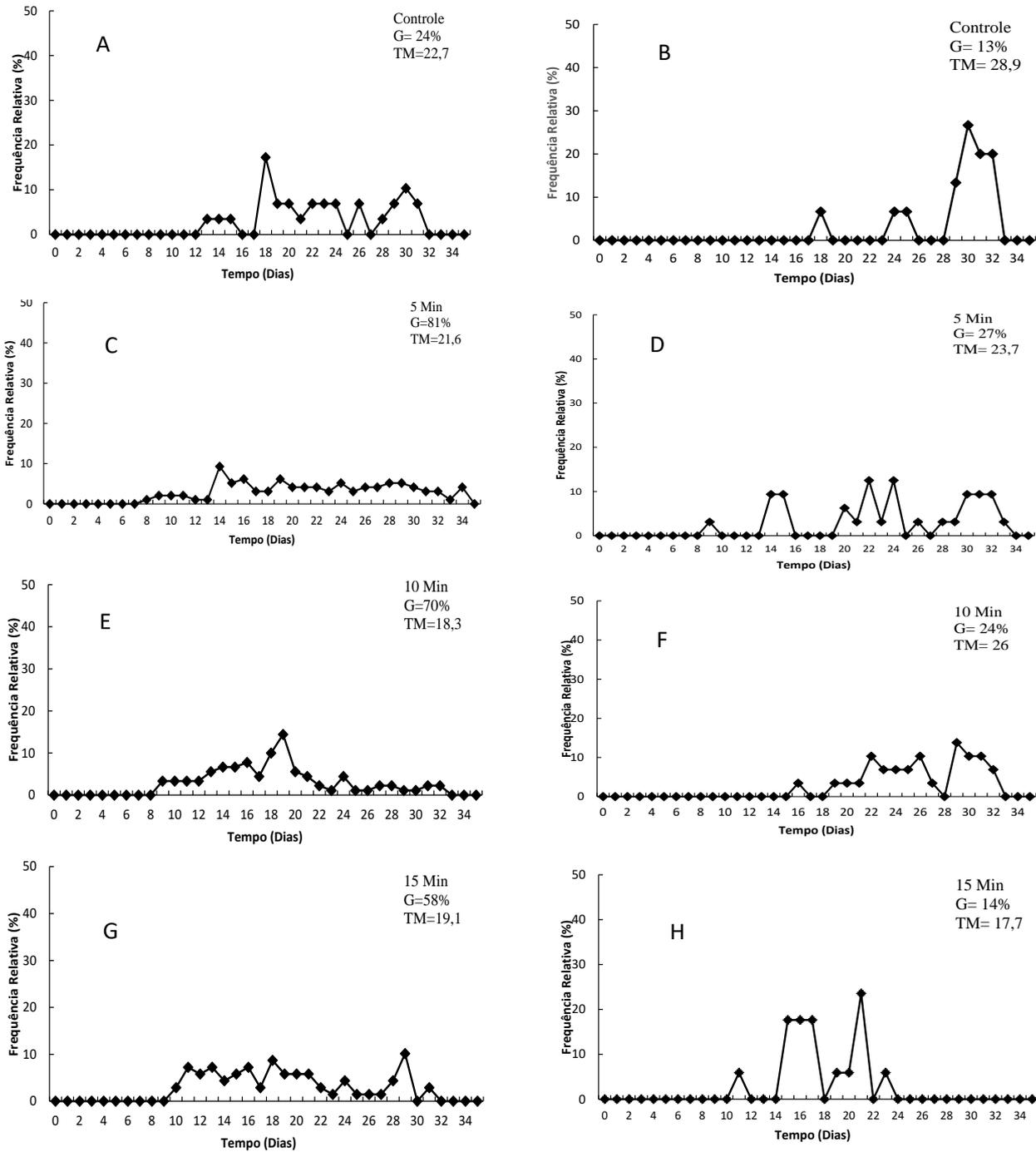
**Figura 5.** Aquênios de morango (*Fragaria x ananassa Duch*) cv. 'San Andreas', escarificadas nos diferentes tratamentos controle (0), 5, 10 e 15 min com Ácido Sulfúrico. Fonte: os autores.

Não houve diferença significativa na velocidade de germinação entre as condições dos aquênios (Figura 6).



**Figura 6.** Velocidade de Germinação de Aquênios de Morango Armazenados e Frescos submetidos a diferentes períodos (min) de escarificação com ácido sulfúrico.

A pouca diferença entre as velocidades de germinações fica evidente quando se analisam os polígonos de frequência relativa na Figura 7, onde observa-se que a distribuição da germinação dos aquênios é no geral lenta e irregular, o que resulta em polígonos polimodais com caudas longas na direita quando um grupo apresenta germinação mais lenta e na esquerda quando algumas germinações ocorrem mais rápido devido ao tratamento de escarificação. Comparando os polígonos da condição fresca e armazenado, observa-se que houve uma melhor distribuição das germinações dos aquênios após o armazenamento, como a antecipação do início da germinação e conseqüentemente diminuição do tempo médio. O final das germinações foi entre 32° e 34° dia, exceto para a condição fresca de 15 min que obteve baixa germinação (14%) que foi lenta e terminou no dia 24.

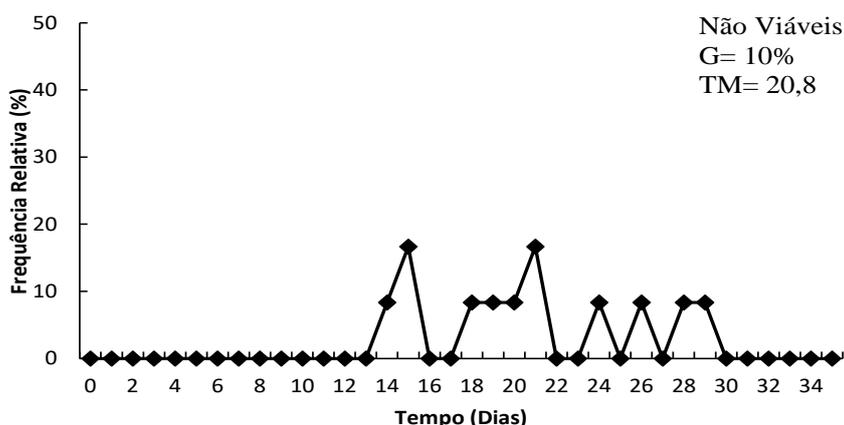


**Figura 7.** Polígonos de frequência relativa (FR) da germinação de Morangos em diferentes tratamentos (Controle, 5 Min, 10 Min e 15 Min) na Condição de Armazenamento (A, C, E e G) e na Condição de Fresco (B, D, F e H). G= porcentagem final de germinação, TM = tempo médio de germinação.

Os aquênios considerados não viáveis pelo teste da taxa de fecundação proposto por Malagodi-Braga et al. (2004) teve baixa germinação (10%) quando em condição de fresca, a baixa germinação pode ter sido causada pelo tratamento em ácido sulfúrico por 5 minutos, devido ao número reduzido de

aquênios obtidos nessa condição, optou-se por fazer o tratamento recomendado na literatura, e como o armazenamento foi letal, podemos inferir que esses aquênios por possuírem alto grau de umidade, menor tamanho e peso não possuam tegumento tão resistente quanto às ditas ‘férteis’.

Observa-se na Figura 8, que o início da germinação ocorreu no 14º dia após a semeadura semelhantemente aos outros tratamentos, e com o Tempo Médio de Germinação de 20,8 dias. No entanto, o polígono é também polimodal, apresentando o mesmo padrão de germinação lenta e irregular dos outros tratamentos.



**Figura 8.** Polígono de frequência relativa (FR) das germinações dos aquênios “Não Viáveis” de Morangos na Condição de Fresco. G= porcentagem final de germinação, TM = tempo médio de germinação.

### *Plântulas normais, anormais, aquênios duros e mortos*

Houve efeito significativo entre o Tratamento, a Condição e a Interação com as plântulas normais, plântulas anormais, aquênios duros e aquênios mortos usando o ácido sulfúrico, com valores inferiores a ( $P < 0,05$ ).

Nas Plântulas Normais, o Tratamento de 5 e 10 minutos na condição de Armazenamento foram os que apresentaram a maior porcentagem em comparação com o de 15 minutos. Sendo que nas Plântulas Anormais a porcentagem foi bem maior no tratamento de 15 minutos. Como pode ser observado na Tabela 1 e na Figura 9.

Aquênios Duros Frescos apresentaram alta porcentagem em comparação com os Aquênios Duros Armazenados, sendo que o ácido sulfúrico mais eficiente nos aquênios armazenados no tratamento de 5 minutos. Por isso que o número de Plântulas Normais foi maior.

Em 10 min os Aquênios Duros continuaram o mesmo do controle não sendo influenciada pelo ácido sulfúrico. Já em 15 min houve aumento no número de Aquênios Mortos. Significando que 15 minutos é muito tempo e 5 minutos é pouco para os aquênios frescos, porque não tem o Fator da

Condição do Armazenamento em baixas temperaturas. Indicando que o ácido sulfúrico apresentou maior eficiência nos aquênios armazenados.

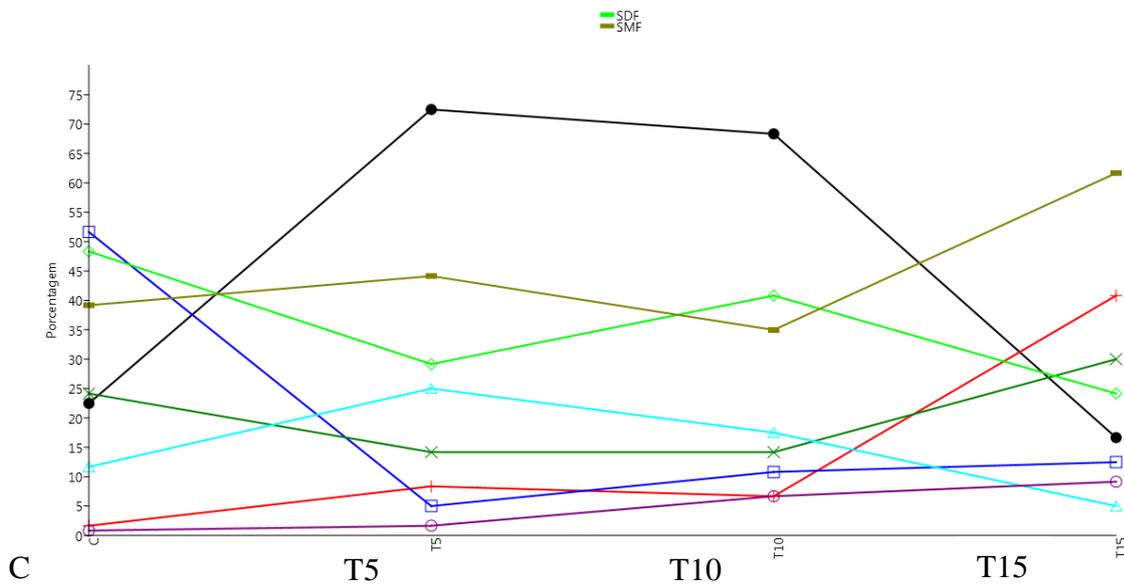
Apesar que a escarificação com o ácido sulfúrico tenha o objetivo de melhorar o desempenho germinativo, esses resultados demonstram que quanto maior for o tempo de exposição dos aquênios com o ácido sulfúrico, o ácido se torna de certa forma danoso para o tegumento do aquênio.

Esse fato pode estar relacionado aos efeitos prejudiciais do ácido sulfúrico no embrião, uma vez que a escarificação ácida proporciona a degradação do tegumento e pode causar ruptura das células, favorecendo as injúrias mecânicas e a proliferação de fungos, prejudicando, assim, a germinação (Alves, 2006).

**Tabela 1.** Valores médios em porcentagem de Plântulas normais (PN), Plântulas anormais (PA), Aquênios duros (AD) e Aquênios mortos (AM) na condição de frescos (F) e armazenados em geladeira por 60 dias (A), escarificados por 0, 5, 10 e 15 minutos em ácido sulfúrico concentrado.

	Controle		5 min		10min		15min	
	F	A	F	A	F	A	F	A
PN	11,67b	22,50b	25,00b	72,50a	17,50b	68,33a	5,00b	16,67b
PA	0,83b	1,67b	1,67b	8,33b	6,67b	6,67b	9,17b	40,83a
AD	48,33a	51,67a	29,17a	5,00b	40,83a	14,67b	24,17b	12,50b
AM	39,17bc	24,17c	44,2bc	14,17d	35,00c	10,83d	61,7ab	30,00c

As letras comparam as condições de frescos e armazenados dentro de cada tratamento nas linhas.



**Figura 9.** Influência do Ácido Sulfúrico nos diferentes Tratamentos e Condições das Plântulas e Aquênios. Plântulas Normais Armazenadas ●; Plântulas Anormais Armazenadas +; Aquênios Duros Armazenados x; Aquênios Mortos Armazenados □.

☒; Aquênios Mortos Armazenados ☒; Plântulas Normais Frescas ▲; Plântulas Anormais Frescas ☒; Aquênios Duros Frescos ◆; Aquênios Mortos Frescos —.

## CONCLUSÃO

O tratamento com ácido sulfúrico por 5 minutos foi eficiente para promover aumento na porcentagem de germinação de sementes armazenadas em geladeira por 60 dias, produzindo um número satisfatório de plântulas normais. Contudo, os tratamentos com ácido sulfúrico, não uniformizaram a germinação, que se manteve lenta e irregular.

Não houve efeito do armazenamento sobre a germinação de aquênios não escarificados.

Houve interação entre dormência, armazenamento e escarificação, indicando que após o armazenamento o tegumento dos aquênios ficam mais suscetíveis ao tratamento, portanto, menos duros.

Os aquênios ditos ‘não Viáveis’ germinaram quando frescos, mas como não germinaram após o armazenamento, pode-se considerar que devam ser eliminados do lote de sementes, pois não toleram o armazenamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves EU et al. (2006). Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). Revista *Árvore* 30(2): 187-195.
- Antunes LEC et al. (2011). A cultura do morango. 2. ed. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica, (Coleção Plantar). 52p.
- Antunes LEC et al. (2017). Morango tem produção crescente. Embrapa Clima Temperado-Artigo em periódico indexado (Alice). 96-102p.
- Brasil (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS. 399p.
- Chandler CK et al. (2012). Strawberry. In: Badenes, ML et al. (Org). Fruitbreeding. New York: Springer, 1ª ed. 305-325p.
- Chapiski PCQ (2017). Concentrações de ácido sulfúrico na superação de dormência de sementes de *Fragaria x ananassa* Duch. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul. 27p.
- Cocco C (2010). Qualidade fisiológica das mudas na produção de frutas do morangueiro. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 48p.
- El Hamdouni EM et al. (2001). In vitro germination of the achenes of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cvs ‘Chandler’ and ‘Tudla’. Bulletin-Societe de Pharmacie de Bordeaux, 140(1/4): 31-42.

- Fagherazzi AF et al. (2013). Avaliação de cultivares de morangueiro no planalto sul catarinense. (Mestrado em Produção Vegetal). 147p.
- Galvão AG et al. (2014). Overcoming strawberry achene dormancy for improved seed ling production in breeding programs. *Idesia*, 32(4): 57-62.
- Gemeli MS (2016). Caracterização e seleção de genótipos agronomicamente superiores de morangueiro com base no inter-relacionamento de características de importância agrônômica. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 64p.
- Gusmão ALJ (2018). Polinização e Germinação em cultivo de morango convencional sob proteção de túneis baixos. (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 75p.
- Hammer ØY et al. (2001). Past: paleontological statistics software package for Education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 1-8.
- Ito Y et al. (2011). Effects of scarification with sulfuric acid and matric priming on seed germination of seed propagation type of F1 hybrid strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 80(1): 32-37.
- Malagodi-Braga KS et al. (2004). Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator in greenhouses? *Australian Journal of Agricultural Research*, 55: 771-773.
- Nakamura S (1972). Germination of strawberry seeds. *Japanese Journal for Horticultural Society*, 41: 367-375.
- Pereira WR et al. (2013). Produtividade de cultivares de morangueiro, submetidas a diferentes épocas de plantio. *Horticultura Brasileira*, 31(3): 500-503.
- Picolotto L et al. (2007). Efeito do hipoclorito de sódio, fotoperíodo e temperatura no estabelecimento in vitro de jabuticabeira. *Scientia Agraria*, 8(1): 19-23.
- R Development Core Team (2018). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://http://www.R-project.org>>. Acesso em: 07 mar. 2019.
- Thompson PA (1971). Environmental effects on pollination and receptacle development in strawberry. *Journal of Horticultural Science*, 46: 1-12.
- Trindade BG et al. (2007). Germinação de aquênios de morangos e obtenção de seed lings *in vitro* (anais).
- Yanagi T et al. (2004). Germination Characteristics of Pincette Harvested Seeds in Strawberry Cultivars (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). *Japanese Society of Agricultural Technology Management*, 11: 1-5.
- Zaratin CA (2006). Efeito da temperatura de armazenamento e de fitoreguladores na germinação de sementes de maracujá doce e desenvolvimento inicial de mudas. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 28(3): 9.

## Efeito da água tratada magneticamente na emergência e desenvolvimento de mudas de pimentão amarelo

Recebido em: 04/03/2021

Aceito em: 09/03/2021

 10.46420/9786588319581cap13

Jorge González Aguilera<sup>1\*</sup> 

José Carlos Nogueira<sup>1</sup> 

Regimar Garcia dos Santos<sup>1</sup> 

Karen Annie Dias de Morais<sup>1</sup> 

Roney Eloi Lima<sup>1</sup> 

Alan Mario Zuffo<sup>2</sup> 

Rafael Felipe Ratke<sup>1</sup> 

Yilan Fung Boix<sup>3</sup> 

Leandris Argentel-Martínez<sup>4</sup> 

### INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annum* L.) constitui uma importante hortaliça muito apreciada na culinária como condimento pelo seu sabor, aroma e aporte de minerais na dieta humana, sendo a terceira solanacea mais cultivada no Brasil, atrás apenas do *Solanum lycopersicum* L. e batata (IBGE, 2010). A produção desta hortaliça é principalmente realizada em condições controladas o a campo, onde uma boa produção é determinada em um primeiro momento pelo emprego de uma muda de qualidade que garanta o desenvolvimento inicial da cultura no campo (Silva et al., 2020). A produção de mudas, constitui assim, uma determinante etapa que deve dar como resultado mudas de tamanho e desenvolvimento adequado (Araújo Neto et al., 2009).

Uma muda de pimentão tem que estar bem formada e isso garante um bom desenvolvimento das folhas em número e tamanho, que garantam uma área fotossinteticamente ativa capaz de produzir os fotoassimilados necessários para a planta (Araújo Neto et al., 2009). Altura da planta em equilíbrio com o desenvolvimento das raízes também promovem a boa adaptabilidade das mudas no campo (Silva et al., 2020).

A obtenção de mudas depende também da irrigação e da disponibilidade de nutrientes capaz de garantir a boa nutrição das plantas e seu posterior desenvolvimento. A irrigação na produção de mudas

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), *campus* Chapadão do Sul (CPCS).

<sup>2</sup> Editor chefe da Pantanal Editora, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil.

<sup>3</sup> Universidad de Oriente (UO), Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA).

<sup>4</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui. Calle 600, Block 611, Bácum, San Ignacio Río Muerto, Sonora, México. C. P. 85275.

\* Autor correspondente: j51173@yahoo.com

tem sido acompanhada de tratamento magnético da água como um médio de promover um desenvolvimento de mudas (Aguilera et al., 2016) e de plantas no geral (Maffei, 2014; Zúñiga et al., 2016; Boix et al., 2019). O tratamento magnético a água causa entre outros efeitos a força que é denominado pelos físicos a força de Lorentz que é exercida entre os íons que compõem uma solução, causando o redirecionamento deles, incrementando a frequência de colisão entre os íons, combinado com a formação de precipitados minerais os compostos insolúveis (Abedinpour et al., 2017).

O tratamento magnético de fluidos e da água de irrigação em particular tem sido testada em diferentes espécies de plantas: *Spathoglottis plicata* (Aguilera et al., 2018), *S. lycopersicum* (Aguilera et al., 2016), *Ananas comosus* merr var. MD-2 (Alemán et al., 2018), *Cucumis melo* (Ali et al., 2019), *Justicia pectoralis* Jacq (Boix et al., 2012), *Triticum aestivum* (Massah et al., 2019), *Allium cepa* L. (Méndez et al., 2005), *Setaria italica* (Ramesh et al., 2020), *Glycine max* L. (Shine et al., 2011), *Solanum melongena* L. (Souza et al., 2019), entre outros. Todos estes trabalhos mostram como os efeitos do tratamento magnético a água de irrigação estimula o desenvolvimento desde a germinação até a produção final de metabolitos obtidos em diversas condições de manejo e regiões no mundo, mostrando assim a importância de se aplicar esta tecnologia em espécies vegetais.

Partindo desses antecedentes, o trabalho tem como objetivo pesquisar os efeitos que promove na germinação e desenvolvimento de mudas de pimentão amarelo em condições de casa de vegetação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Localização e caracterização da área experimental*

O experimento foi realizado em casa de vegetação na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em Chapadão do Sul, MS, Brasil (18 ° 47'39 "S; 52 ° 37'22" W, altitude 790 m), no período de setembro a outubro de 2020. O clima regional, de acordo com a classificação de Köppen, é caracterizado como tropical chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco, com verões quentes e tendência a altos níveis de chuvas, e invernos secos, com uma estação seca entre maio e setembro. A temperatura média anual é de 23,9 °C, com precipitação média anual de 1.261 mm e umidade relativa média anual de 64,2%.

### *Delineamento experimental e tratamentos*

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados com dois tratamentos e doze repetições. Cada unidade experimental foi constituída por 6 plantas cada. Os tratamentos consistiram em duas condições de irrigação: água com tratamento magnético, ACTM, e água sem tratamento magnético, respectivamente. No tratamento magnético se utilizo um dispositivo magnético composto por ímãs permanentes que foram concebidos, construídos e caracterizados no Centro Nacional de

Eletromagnetismo Aplicado (CNEA) de Santiago de Cuba, Cuba (Guilart et al., 2013). Esses equipamentos possuem um rango de indução magnética entre 20 e 200 mT. Na irrigação o magnetizador foi instalado numa mangueira de ½” com micro aspersores do tipo bailarina com vazão de 70 L h<sup>-1</sup> e diâmetro de molhamento de 3 m.

### ***Material vegetal***

Se utilizaram sementes de pimentão amarelo SF 134 – Sweet Pepper Yellow Giant na produção de mudas, em tubetes de polipropileno com dimensões de 100 cm<sup>3</sup> (140 mm de comprimento e 40 mm de diâmetro) em suportes de 96 células. Uma semente foi semeada por tubete a 0,5 cm de profundidade, seguido do umedecimento do substrato e mantido por três dias no escuro para garantir uma germinação uniforme. Após esse período, os tubetes foram transferidos para casa de vegetação. O substrato empregado foi Carolina Soil constituído por turfa, vermiculita, resíduo orgânico agroindustrial classe A e calcário.

A emergência das mudas foi avaliada a partir dos três dias após semeadura (DAS). O número de mudas emergidas foi registrado diariamente, e a porcentagem final de emergência determinada até os 16 DAS quando ocorreu a estabilização da germinação. Ao avaliar a emergência foi considerada a totalidade das sementes semeadas, 96% por tratamento.

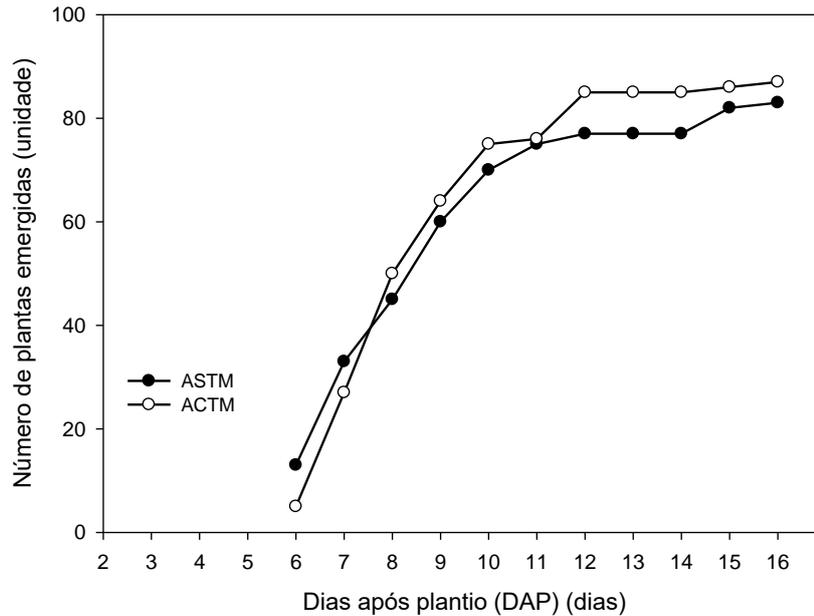
A partir de 16 DAS, foram mensuradas semanalmente em seis mudas por repetição dentro das três repetições por tratamento as características: número de folhas (NF) - contando as folhas expandidas; altura da parte aérea (AP) e diâmetro do coleto (DC) ambas em mm - medido usando um paquímetro digital (Clarke-150 mm) com precisão de  $\pm 0,01$  mm.

Os dados foram submetidos aos testes das premissas de normalidade e homogeneidade de variâncias. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando significativas as médias foram comparada pelo teste de Tukey em nível de probabilidade de 95%. usando o programa estatístico Rbio (Bhering, 2017).

## **RESULTADOS**

### ***Efeito da água tratada magneticamente na velocidade da emergência de sementes de pimentão amarelo***

A velocidade da emergência de sementes de pimentão amarelo submetidas a tratamento de irrigação com água com tratamento magnético (ACTM) e sem tratamento magnético (ASTM) é mostrada na Figura 1. Observa-se inicialmente, nas duas primeiras datas de avaliação, que o estímulo do tratamento magnético não foi constatado e depois dessas datas até o final (16 DAS) do experimento o tratamento magnético estimulou as plantas com um acréscimo de 1 até 8% para a ACTM durante o período aferido.



**Figura 1.** Emergência de sementes de pimentão amarelo irrigadas com água tratada magneticamente em condições de casa de vegetação. ASTM: água sem tratamento magnético; ACTM: água com tratamento magnético. (n=96).

#### *Efeito da água com tratamento magnético no desenvolvimento de mudas de pimentão amarelo*

Em condições controladas de casa de vegetação as mudas de pimentão amarelo foram avaliadas a partir da mensuração de variáveis que caracterizam o desenvolvimento das mudas e o resultado da ANOVA é mostrada nas tabelas Tabela 1 até Tabela 3. O resultado das análises estatísticas mostrou que não existiram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados ao longo de todo o período testado para a variável NF (Tabela 1). Os coeficientes de variação experimental se mostraram adequados para experimentos em condições de casa de vegetação com valores inferiores a 25% mostrando a precisão dos dados obtidos. Observou-se um desenvolvimento adequado das mudas manifestando uma taxa de crescimento que favoreceu a qualidade das mudas obtidas ao final do período testado (43 DAS) com valores médios de 5,21 folhas. Entretanto, não se manifestaram diferenças estatísticas entre os tratamentos com a exceção da data aos 29 DAS, no restante das datas avaliadas a ACTM manifestou-se com valores superiores ao ASTM (Tabela 1).

**Tabela 1.** Efeito da água com tratamento magnético no desenvolvimento de mudas de pimentão amarelo para o número de folhas (NF).

Tratamento	NF (unidade)				
	15 DAS	22 DAS	29 DAS	36 DAS	43 DAS
ASTM	2,23	3,25	5,12 *	5,22	5,20
ACTM	2,28	3,56	4,83	5,56	5,22
CV (%)	21,73	24,40	18,48	24,01	20,35
Média	2,26	3,40	4,98	5,39	5,21
Mínimo	2,00	2,00	3,00	3,00	4,00
Máximo	4,00	5,00	7,00	9,00	7,00

ASTM: água sem tratamento magnético; ACTM: água com tratamento magnético; DAS: dias após semeadura; ANOVA-Tukey ( $P<0,05$ ). (n=18)

**Tabela 2.** Efeito da água com tratamento magnético no desenvolvimento de mudas de melão amarelo para a altura da planta (AP).

Tratamento	AP (cm)				
	15 DAS	22 DAS	29 DAS	36 DAS	43 DAS
ASTM	3,40	3,52	5,86	3,78	5,00
ACTM	3,46	3,48	6,16	4,12	5,08
CV	14,42	20,24	18,56	26,26	23,65
Média	3,43	3,50	6,01	3,95	5,04
Mínimo	2,60	2,09	3,86	2,00	2,45
Máximo	4,80	5,16	8,45	6,50	7,49

ASTM: água sem tratamento magnético; ACTM: água com tratamento magnético; DAS: dias após semeadura; ANOVA-Tukey ( $P<0,05$ ). (n=18)

A altura da planta (Tabela 2) foi avaliada e a ACTM manifestou crescimento superior sem diferenças significativas para todo o período avaliado, apenas com a exceção da data aos 22 DAS que o ASTM foi superior. Os coeficientes de variação para esta variável foram adequados para todas as datas amostradas, e próximos de 27% mostrando a variação dos dados obtidos para esta variável nas condições testadas.

O diâmetro do coleto é uma importante variável na produção de mudas. Ao avaliar o DC no desenvolvimento de mudas de pimentão amarelo irrigadas com e sem água trata magneticamente, os resultados são mostrados na Tabela 3. Com a exceção das datas 15 e 43 DAS, o tratamento com ACTM resultou ser superior ao ASTM, entretanto, apenas aos 22 DAS essas diferenças foram estatisticamente significativas ( $P<0,05$ ). A variação dos dados manifestou coeficientes de variação menores de 20%, mostrando-se assim a precisão dos dados obtidos nas condições avaliadas de casa de vegetação.

**Tabela 3.** Efeito da água com tratamento magnético no desenvolvimento de mudas de pimentão amarelo para a variável diâmetro do coleto (DC).

Tratamento	DC (mm)				
	15 DAS	22 DAS	29 DAS	36 DAS	43 DAS
ASTM	1,15	1,10**	1,31	1,37	1,27
ACTM	1,07	1,22	1,36	1,48	1,27
CV	11,59	11,21	9,86	15,36	19,93
Média	1,11	1,16	1,33	1,43	1,27
Mínimo	0,90	0,80	1,10	1,00	0,90
Máximo	1,50	1,40	1,70	1,90	2,00

ASTM: água sem tratamento magnético; ACTM: água com tratamento magnético; DAS: dias após semeadura; \*\* representa presença de diferenças altamente significativas ao  $P < 0,05$  ( $n=18$ )

## DISCUSSÃO

Na cultura do pimentão a produção de mudas se constitui uma importante atividade que garante a produção de esta importante hortaliça (Aráujo Neto et al., 2009; Silva et al., 2020). Em sistemas intensivos de produção a qualidade de muda tem que ser almejada e por isso a necessidade de se pesquisar por novos métodos que permitam estimular o desenvolvimento das mudas aproveitando assim tecnologias e recursos que potencializem a produção.

Os resultados da pesquisa mostraram que na produção de mudas de pimentão amarelo com ACTM se obteve uma estimulação de todas as variáveis mesuradas em relação ao controle empregado (ASTM), entre tanto, as diferenças estatísticas foram pouco evidenciadas, manifestadas em apenas uma data de avaliação para o DC na condição da ACTM (Tabela 3). Resultados similares têm sido obtidos ao produzir mudas de tomate (Aguilera et al., 2016) e produção de cebola (Mendez et al., 2005) quando empregada uma indução magnética de 120 mT próxima a empregada em nosso trabalho. Similares induções foram empregadas em experimento com melão (Ali et al., 2019), assim como, plantas de milho (Ramesh et al. 2020) e trigo (Massah et al., 2019) obtendo-se resultados estimulantes a favor do tratamento magnético. A estimulação que promove o uso da ACTM ainda que variável em dependência da espécie e do momento e intensidade de aplicação (Boix et al., 2019), torna-se uma importante técnica a ser empregada na agricultura atual, promovendo qualidade do produto obtido com uso de menos recursos (Ali et al., 2019, Boix et al., 2019), assim como a otimização do emprego de fertilizantes.

Na produção de mudas a irrigação é uma importante ferramenta a ser empregada por produtores que procuram um padrão homogêneo das mudas e sua posterior sobrevivência no campo (Aráujo Neto et al., 2009; Silva et al., 2020). O recurso água empregado na irrigação é o principal meio de nutrição das plantas, e por meio dele que as raízes das plantas absorvem os nutrientes essenciais para seu desenvolvimento (Taiz et al., 2017). Os resultados obtidos mostram que nas condições testadas para pimentão amarelo a nutrição se consideramos as variáveis mesuradas foi pouco estimulada com o tratamento magnético e em particular o diâmetro do coleto foi o mais estimulado. Pouco estimulada se

consideramos que ao produzir mudas de tomate foi obtido um incremento de até 36% da germinação, 97% na altura da planta, 12% do diâmetro do coleto, e 5% no número de folhas segundo resultados de Aguilera et al. (2016). A irrigação com água tratada magneticamente tem sido mostrada como uma importante ferramenta e alternativa que promove o uso eficiente da água e a estimulação do desenvolvimento de plantas desde a germinação até a produção final em diversas condições e sistemas de produção.

## CONCLUSÃO

O uso da ACTM resultou em uma mais rápida emergência e na estimulação do desenvolvimento de mudas de pimentão amarelo produzidas em condições de casa de vegetação.

## AGRADECIMENTOS

A UFMS pela disponibilidade das instalações que permitiram realizar o experimento. Ao Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA) na Universidade de Oriente (UO) pela disponibilidade do magnetizador empregado nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abedinpour M et al. (2017). Effects of magnetized water application on soil and maize growth indices under different amounts of salt in the water. *Journal of Water Reuse and Desalination*, 7(3): 319-325.
- Aguilera JG et al. (2018). Água de riego tratada magnéticamente mejorado la adaptación de *Spathoglottis plicata* producido in vitro. *Amazonian Journal of Plant Research*, 2: 195-200.
- Aguilera JG et al. (2016). Água tratada magneticamente estimula a germinação e desenvolvimento de mudas de *Solanum lycopersicum* L. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 6(1): 47-53.
- Alemán EI et al. (2018). The acclimatization of plants of *Ananas comosus* merr var. MD-2 is stimulated with irrigation with magnetically treated water. *Revista Agrária Acadêmica*, 1: 10-16.
- Ali AF et al. (2019). Impact of bio fertilizer and magnetic irrigation water on growth and yield of melon *Cucumis melo* L. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 388: 1-11.
- Araújo Neto SED et al. (2009). Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. *Ciência Rural*, 39(5): 1408–1413.
- Bhering LL (2017). Rbio: a tool for biometric and statistical analysis using the R Platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 17: 187-190.
- Boix YF et al. (2012). Supervivencia del tilo (*Justicia pectoralis* Jacq.) con agua tratada magnéticamente *Investigación y Saberes*, 1: 20-24.

- Boix YF et al. (2019). Static Magnetic Treatment Of Irrigation Water On Different Plants Cultures Improving Development. In: Santos CC (Org.) Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 1. 76-84.
- de Souza AHC et al. (2019). Application of magnetically treated water to eggplant seedlings. African Journal of Agricultural Research, 14(33): 1635-1640.
- IBGE (2010). SIDRA. Sistema IBGE de recuperação automática. Brasília. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 02/04/2021.
- Gilart F et al. (2013). High flow capacity devices for anti-scale magnetic treatment of water. Chemical Engineering Processing: Process Intensification, 70: 211-216.
- Maffei M (2014). Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution Front Plant Science, 5: 1-15.
- Massah J et al. (2019). Effects of water magnetic treatment on seed germination and seedling growth of wheat, Journal of Plant Nutrition, 42(11-12): 1283-1289.
- Méndez OA et al. (2005). Influencia del agua tratada magnéticamente en el crecimiento y desarrollo de la cebolla (*Allium cepa* L.) variedad red creole. Ciencia en su PC, 3: 1-7.
- Ramesh B et al. (2020). Effect of Extremely Low Power Time-Varying Electromagnetic Field on Germination and Other Characteristics in Foxtail Millet (*Setaria italica*) Seeds. Bioelectromagnetics 00: 1-14.
- Shine M et al. (2011). Enhancement of germination, growth, and photosynthesis in soybean by pre-treatment of seeds with magnetic field. Bioelectromagnetics, 32: 474–484.
- Silva JRS et al. (2020). Produção de pimentão em ambiente protegido sob diferentes concentrações de microrganismos eficientes. Enciclopédia Biosfera, 17(34): 408-416.
- Taiz L. et al. (2017). Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6 ed. Porto Alegre, RS: ARTMED. 888p.
- Zúñiga O et al. (2016). Magnetic treatment of irrigation water and seeds in agriculture. Ingeniería y Competitividad, 18(2): 217-232.

## ÍNDICE REMISSIVO

**A**

abobrinha, 4, 68, 69, 70, 71  
 acetólise, 74, 76, 80  
 ácido sulfúrico, 146, 148, 150, 151, 152, 153,  
 154, 155, 156  
 adubação, 34, 36, 37, 40, 41, 43, 44, 69, 71, 72,  
 107, 126, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139,  
 141, 142, 143, 144  
 agroecologia, 7, 8, 9, 10, 23, 24, 26, 28, 29, 30  
 água tratada magneticamente, 4, 158, 160, 161,  
 164  
 alimentos, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20,  
 23, 26, 29, 33, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66,  
 67, 68, 69  
 alimentos alternativos, 8, 12, 13, 14, 16, 17, 18,  
 23, 26, 29  
 aquênios, 4, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151,  
 152, 153, 154, 155, 156, 157  
*Azospirillum brasilense*, 4, 32, 33, 41, 42, 43

**B**

bactérias diazotróficas, 33  
 bem-estar animal, 7, 11, 20  
 biofortificação, 4, 59, 60, 64, 65, 66, 67  
 bragantino, 4, 124, 125, 127

**C**

*Capsicum annum* L., 158  
 casa de vegetação, 132, 139, 140, 159, 160, 161,  
 162, 164  
 criação animal agroecológicas, 21

**D**

diagnose morfológica, 77  
 diversidade genética, 80, 83, 102, 111, 112, 118

**E**

escarificação, 148, 149, 150, 152, 155, 156

**F**

fava-de-bolota, 103

fertilizantes, 4, 32, 33, 43, 126, 128, 131, 132,  
 136, 138, 139, 143, 163  
 fome oculta, 4, 59, 60, 63, 64, 66  
*Fragaria x ananassa Duch*, 151, 156, 157  
 fragmentação, 102, 119

**G**

germinação, 70, 142, 145, 146, 147, 148, 149,  
 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 159,  
 160, 164  
 grãos, 4, 14, 15, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 62,  
 73, 74, 76, 79, 80, 81, 125, 129

**I**

irrigação, 10, 105, 158, 159, 160, 163

**M**

malagueta, 4, 131, 132, 133, 134, 135, 138, 139,  
 140, 141, 142  
 mandioca, 16, 17, 60, 66, 69, 70, 71, 123, 127,  
 128  
 manipueira, 4, 68, 69, 70, 71, 72  
 milho, 4, 13, 14, 15, 24, 32, 33, 34, 35, 36, 37,  
 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 60, 127, 128, 137,  
 139, 144  
 morfologia do pólen, 74, 76, 80

**N**

nitrogênio, 4, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41,  
 42, 43, 44, 69, 70, 103, 127  
 Nordeste Paraense, 123, 128  
 nutrição, 11, 12, 14, 16, 26, 30, 33, 61, 71, 103,  
 104, 129, 158, 163  
 nutriente, 32, 39, 41, 131, 134, 135, 141

**P**

pecuária sustentável, 14, 17  
 pimenta, 4, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137,  
 138, 139, 140, 141, 142, 144  
 plântulas, 105, 142, 148, 149, 154, 156

**R**

rendimento, 32, 33, 42, 128  
restauração ambiental, 111

**S**

sementes, 91, 119, 121, 132

sementes florestais, 119

sistema reprodutivo, 74, 112

*Spondias mombin* L., 73, 77, 78, 80, 82, 83

**Z**

*Zea mays*, 32, 41, 46, 57

## SOBRE OS ORGANIZADORES



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 150 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 124 resumos simples/expandidos, 52 organizações de e-books, 32 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com).



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnología (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 52 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 33 organizações de e-books, 20 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: [j51173@yahoo.com](mailto:j51173@yahoo.com), [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.br).

**A**s áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

ISBN 978-658831958-1



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

