



CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

Desafios e Perspectivas

Khyson Gomes Abreu
Joyce Naiara da Silva
João Manoel da Silva
João Henrique Barbosa da Silva
Allan Sales de Sousa
João Paulo de Oliveira Santos

Organizadores

 editora
itacaiúnas

Khyson Gomes Abreu
Joyce Naiara da Silva
João Manoel da Silva
João Henrique Barbosa da Silva
Allan Sales de Sousa
João Paulo de Oliveira Santos
(Organizadores)

CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS:
Desafios e Perspectivas

1ª edição

Editora Itacaiúnas
Ananindeua – PA
2023

©2023 por Khyson Gomes Abreu; Joyce Naiara da Silva; João Manoel da Silva; João Henrique Barbosa da Silva ; Allan Sales de Sousa e João Paulo de Oliveira Santos. (orgs.)

© 2023 por diversos autores

Todos os direitos reservados.

1ª edição

Conselho editorial / Colaboradores

Márcia Aparecida da Silva Pimentel – Universidade Federal do Pará, Brasil
José Antônio Herrera – Universidade Federal do Pará, Brasil
Márcio Júnior Benassuly Barros – Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Wildoberto Batista Gurgel – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil
André Luiz de Oliveira Brum – Universidade Federal de Rondônia, Brasil
Mário Silva Uacane – Universidade Licungo, Moçambique
Francisco da Silva Costa – Universidade do Minho, Portugal
Ofélia Pérez Montero - Universidad de Oriente – Santiago de Cuba, Cuba

Editora-chefe: Viviane Corrêa Santos – Universidade do Estado do Pará, Brasil
Editor e web designer: Walter Luiz Jardim Rodrigues – Editora Itacaiúnas, Brasil
Editor e diagramador: Deivid Edson Corrêa Barbosa - Editora Itacaiúnas, Brasil

Editoração eletrônica/ diagramação: Walter Rodrigues

Projeto de capa: dos organizadores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

C569 Ciências Agrárias e Ambientais: Desafios e Perspectivas [recurso eletrônico] / vários autores; organizado por Khyson Gomes Abreu; Joyce Naiara da Silva; João Manoel da Silva; João Henrique Barbosa da Silva ; Allan Sales de Sousa e João Paulo de Oliveira Santos. - Ananindeua: Editora Itacaiúnas, 2023.

193 p.: il.: PDF , 3,0 MB.

Inclui bibliografia e índice.

ISBN: 978-85-9535-220-9 (Ebook)

DOI: 10.36599/itac-978-85-9535-220-9

1. Produção Vegetal; 2. Meio Ambiente; 3. Sementes; 4. Grandes Culturas; 4. Fitopatologia; 5. Entomologia; 6. Agroecologia.. I. Título.

CDD 630

CDU 631

Índice para catálogo sistemático:

1. Agricultura e tecnologias relacionadas 630
2. Agricultura 61

E-book publicado no formato PDF (Portable Document Format). Utilize o software [Adobe Reader](#) para uma melhor experiência de navegabilidade nesta obra.

O conteúdo desta obra, inclusive sua revisão ortográfica e gramatical, bem como os dados apresentados, é de responsabilidade de seus participantes, detentores dos Direitos Autorais.

Esta obra foi publicada pela [Editora Itacaiúnas](#) em junho de 2023.

Sumário

APRESENTAÇÃO	8
Khyson Gomes Abreu, Joyce Naiara da Silva, João Manoel da Silva, João Henrique Barbosa da Silva, Allan Sales de Sousa e João Paulo de Oliveira Santos	
MÉTODOS EMPREGADOS NA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA TEGUMENTAR DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS DA CAATINGA-UMA REVISÃO	9
Débora Purcina de Moura, Monalisa Alves Diniz da Silva, Joyce Nayara Silva e Rafael Mateus Alves	
TERMOTERAPIA EM SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS	17
Lucy Gleide da Silva, Severino Moreira da Silva, Hilderlande Florêncio da Silva, Edcarlos Camilo da Silva, Jakeline Florencio da Silva, Robevania da Silva Alves Almeida e Severino de Carvalho Neto	
GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Hymenaea martiana</i> HAYNE EM CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO INDUZIDO POR PEG 6000	24
Caroline Marques Rodrigues, Cosma Layssa Santos Gomes, Geisa Emanuelle Silva Farias, Joyce Naiara da Silva, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua, João Henrique Constantino Sales Silva, Maria da Conceição Leite da Silva e Edna Ursulino Alves	
GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst EM DIFERENTES TEMPERATURAS	32
Eryadison Flávio Bonifácio de Araújo, Bruna Thalia Silveira Sabino, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua, Joyce Naiara da Silva, Caroline Marques Rodrigues, Eduardo Luã Fernandes da Silva, João Henrique Constantino Sales Silva e Edna Ursulino Alves	
USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE MICRORGANISMOS FITOPATOGÊNICOS	38
Severino Moreira da Silva, Lucy Gleide da Silva, Daniela Rosario de Mello, Robervania da Silva Alves Almeida e Hilderlande Florêncio da Silva	
PODRIDÃO DO COLMO EM PLANTAS DE <i>Sorghum bicolor</i>: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	44
Jakeline Florencio da Silva, Hilderlande Florêncio da Silva, Edcarlos Camilo da Silva, Severino de Carvalho Neto, Mirelly Côelho de Souza, Lucy Gleide da Silva e Luciana Cordeiro do Nascimento	
PRINCIPAIS DOENÇAS DO ABACAXIZEIRO: UMA REVISÃO DE LITERATURA .50	
Adjair José da Silva, João Henrique Barbosa da Silva, Geni Caetano Xavier Neta, Vinicius Rodrigues dos Santos Sena, Caique Palacio Vieira, Khyson Gomes Abreu, Daniele Batista Araújo e Luciana Cordeiro do Nascimento	

ALELOPATIA DE EXTRATO DE FRUTOS DE JUAZEIRO (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild) SOBRE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE RÚCULA58

Monalisa Alves Diniz da Silva, Carmem Kelly dos Santos Oliveira, Karmile Maria da Silva, Enzo Viana Batista, Edilma Pereira Gonçalves, Jeandson Silva Viana e Joyce Naiara da Silva

EXISTE INFLUÊNCIA ALELOPÁTICA DO EXTRATO AQUOSO DE *Sarcomphalus joazeiro* SOBRE A EMERGÊNCIA E O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE *Anadenanthera colubrina*?65

Joyce Naiara da Silva, Monalisa Alves Diniz da Silva, Rivonaldo Batista da Cruz, Rafael Mateus Alves, Elania Freire da Silva, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua e Ariana Veras de Araújo

CARACTERIZAÇÃO MORFOFISIOLÓGICA DE FRUTOS E SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS: UM ESTUDO DE REVISÃO73

Joyce Naiara da Silva, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua, Caroline Marques Rodrigues, João Henrique Constantino Sales Silva, Maria Karoline Ferreira Bernardo, Geisa Emanuelle Silva Farias, Cosma Layssa Santos Gomes e Edna Ursulino Alves

ENCAPSULAMENTO EM PLANTAS: SEMENTES SINTÉTICAS EM ORQUÍDEAS .81

Ana Carolina Sobreira Soares, Núbia Pereira da Costa, Khyson Gomes Abreu e Andrezza Maddalena

***Beauveria bassiana* (BALSAMO) VUILLEMIN E *Metarhizium anisopliae* (METSCHNIKOFF) SOROKIN NO CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**.....90

Andrezza Maddalena, Khyson Gomes Abreu, Bianca Marina Costa Nascimento, Mariana de Melo Silva, Manoel Cícero de Oliveira Filho, Lylian Souto Ribeiro, Denilson de Lima Santos e Carlos Henrique de Brito

RESISTÊNCIA DE *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN, 1824) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) A DELTAMETRINA98

Andrezza Maddalena, Khyson Gomes Abreu, Angélica da Silva Salustino, Aíla Rosa Ferreira Batista, Lylian Souto Ribeiro, Marília de Macedo Duarte Moraes, Francyel Mateus Alves e Carlos Henrique de Brito

INSETOS DA ORDEM DERMAPTERA NO CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797): UMA REVISÃO105

Andrezza Maddalena, Lylian Souto Ribeiro, Bianca Marina Costa Nascimento, Mariana de Melo Silva, Anne Kétyla Monte Diógenes, José Danrley Cavalcante dos Santos, Wanderlecio Rodrigues da Silva e Khyson Gomes Abreu

DIETAS ARTIFICIAIS PARA CRIAÇÃO DE INSETOS PREDADORES: UMA REVISÃO 113

Manoel Cícero de Oliveira Filho, Rhaldney Felipe de Santana, Khyson Gomes Abreu, Lylian Souto Ribeiro, Anderson Delfino Mauricio Nunes, Francyel Mateus Alves, Wanderlecio Rodrigues da Silva e Matheus de Sousa Rodrigues

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS SOBRE *Diaspis echinocacti* (BOUCHÉ, 1833) (HEMIPTERA: DIASPIDIDAE) E *Dactylopius opuntiae* (COCKERELL, 1896) (HEMIPTERA: DACTYLOPIIDAE).....121

Anderson Delfino Mauricio Nunes, Anne Kétyla Monte Diógenes, Andrezza Maddalena, Caio César Batista Santos Nóbrega, Evilásio Vieira Silva, Francyel Mateus Alves, Marília de Macedo Duarte Morais e Khyson Gomes Abreu

O PAPEL DAS RIZOBACTÉRIAS NÃO SIMBIÓTICAS NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA128

Saul de Campos de Melo Almeida, Arthur Costa Pereira Santiago de Almeida, Clara Beatriz de Ataíde, Tania Marta Carvalho dos Santos, Elizabeth Simões do Amaral Alves, Paula Cibelly Vilela da Silva e João Manoel da Silva

BIOESTIMULANTES EM MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR: UMA REVISÃO DE LITERATURA.....136

Augusto Oliveira Guedes Soares, Vinicius Rodrigues dos Santos Sena, Adiel Felipe da Silva Cruz, Fernanda Borges Martins, José Matheus da Silva Barbosa, Rhadija Gracyelle Costa Sousa, Helder Windson Gomes dos Santos Oliveira e João Victor Ribeiro da Silva

USO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA DE ORIGEM ANIMAL EM PLANTAS DE *SYZYGium MALACCENSIS*: UMA VISÃO GERAL143

Vinicius Rodrigues dos Santos Sena, Domingos Francisco Correia Neto, Denilson de Lima Santos, Karla Mariana Silva, Dalva Maria de Almeida Silva, Francisco Gledson da Silva, Isabel Lopes de Medeiros e Gisele Lopes dos Santos

ADUBAÇÃO FOLIAR EM CANA-DE-AÇÚCAR: UMA REVISÃO DE LITERATURA150

João Henrique Barbosa da Silva, Mayra Alves do Nascimento, Vinicius Rodrigues dos Santos Sena, Santiago Alves de Oliveira, Esthepany Vitória Batista Cardoso, Sthefany da Silva Vasconcelos, José Matheus da Silva Barbosa e Fabio Mielezrski

PRODUTIVIDADE DE CINCO CULTIVARES DE SOJA NO CERRADO DE RORAIMA, SAFRA 2022.....157

Lúcio Mauro Félix, Pedro Henrique Santos de Menezes, João Henrique Barbosa da Silva, Vinicius Rodrigues dos Santos Sena, Fernanda Borges Martins, Antônio Veimar da Silva, Carla Michelle da Silva e Ellen Vitória Barbosa do Carmo

ASPECTOS FENOLOGICOS DE FEIJÃO-CAUPI (IPA 207) EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO COM *BRADYRHIZOBIUM* E DIFERENTES DOSES DE MOLIBDÊNIO164

Mateus Ferreira Andrade, Josimar Bento Simplício, Monalissa Alves Diniz Silva, José Nildo Tabosa, Tania da Silva Siqueira, José de Paula Oliveira e Eric Xavier de Carvalho

ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO SORGO: UMA REVISÃO 172

Jakeline Florêncio da Silva, Hilderlande Florêncio da Silva, Edcarlos Camilo da Silva, Maria Silvana Nunes, Severino de Carvalho Neto, Mirelly Côelho de Souza e Luciana Cordeiro do Nascimento

EFEITOS DA SALINIDADE NA CULTURA DO RABANETE (<i>RAPHANUS SATIVUS</i> L.): MINI-REVISÃO	178
João Henrique Barbosa da Silva, Antônio Veimar da Silva, Carla Michelle da Silva, Karla Mariana Silva, Dalva Maria de Almeida Silva, Talita Regina Veloso Ribeiro Gomes, Jade Irg-ma de Oliveira Litran dos Santos e Denilson de Lima Santos	
AS AGRICULTURAS E OS CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO E CONSUMO	184
João Manoel da Silva, Jayne Nere Mendes, Aglair Cardoso Alves, Alcilane Arnaldo Silva, Fábio Nascimento de Jesus e Elizabeth Simões do Amaral Alves	
ORGANIZADORES	192

APRESENTAÇÃO

O agronegócio e o meio ambiente do Brasil são temas fundamentais que devem ser estudados para compreender a realidade socioeconômica e ambiental do país. O Brasil é reconhecido mundialmente como uma potência agrícola e um dos principais exportadores de commodities agrícolas, como soja, milho, carne bovina e suína. Além disso, o país abriga uma das maiores biodiversidades do planeta, com uma riqueza de espécies animais e vegetais que despertam o interesse da comunidade científica e de conservação.

A pujança do agronegócio brasileiro se deve, em grande parte, ao desenvolvimento de tecnologias e pesquisas na área de ciências agrárias. No entanto, esse avanço deve estar sempre alinhado à conservação dos recursos naturais e da biodiversidade, garantindo a produção de alimentos de forma sustentável. Nesse contexto, o e-book "Ciências Agrárias e Ambientais: Desafios e Perspectivas" surge como uma importante fonte de informações sobre esses temas. Com 26 capítulos, este e-book apresenta abordagens em diferentes pontos relacionados às ciências agrárias e ao meio ambiente, trazendo reflexões e resultados sobre áreas abrangidas por essas temáticas.

Entre os temas abordados, estão questões relacionadas à produção de grandes culturas, uso de controle biológico para o controle de pragas, utilização de óleos essenciais no controle de microrganismos fitopatogênicos, superação de dormência em sementes florestais, dentre outros. Assim, espera-se que este e-book sirva como uma ferramenta para dar suporte a estudantes, pesquisadores, profissionais e demais interessados que atuam com essas áreas e buscam o desenvolvimento de estratégias e soluções que garantam a sustentabilidade e a preservação desses recursos para as gerações futuras.

Os organizadores

MÉTODOS EMPREGADOS NA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA TEGUMENTAR DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS DA CAATINGA-UMA REVISÃO

Débora Purcina de Moura^{1*}, Monalisa Alves Diniz da Silva¹, Joyce Nayara Silva²,
Rafael Mateus Alves³

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Serra Talhada-PE, *e-mail:

deborapurcinad@gmail.com

²Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB

³Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Brasil

RESUMO

A Caatinga é o principal domínio vegetal da região semiárida, mas ao longo do tempo vem passando por um intenso processo de desmatamento e degradação, principalmente pela ação antrópica. Portanto, estratégias para o reflorestamento e restauração com espécies florestais nativas são necessárias. A produção de mudas de espécies florestais nativas é limitada devido à presença de dormência tegumentar, para cada espécie existem tratamentos mais adequados para superar essa dormência, pois o nível de eficiência dependerá da espessura da camada impermeável, da presença de substâncias inibidoras e dos componentes presentes nessa camada. Desta forma o objetivo foi avaliar as publicações em forma de artigos científicos compreendendo o período de 10 anos (2011-2021), sobre o emprego de métodos de superação de dormência para sementes florestais da Caatinga. A busca pelos artigos publicados baseou-se nas plataformas de pesquisas Google Acadêmico, Science Direct, Scielo e Periódicos Capes; considerando três idiomas (português, inglês e espanhol). Foram encontrados 328 artigos, o destaque de publicações foi na plataforma Google Acadêmico com um total de 150 acervos. Os artigos foram publicados principalmente no idioma português. Dentre os métodos mais empregados a escarificação mecânica com lixa foi o tratamento que proporcionou maior porcentagem de germinação ou emergência de plântulas. Com relação a toda abordagem realizada, verifica-se que há necessidade de desenvolver mais pesquisas, buscando por métodos de superação de dormência que sejam eficientes e eficazes, que não agridam o meio ambiente, considerando a importância de desenvolver projetos de restauração e reflorestamento em condições semiáridas, como a Caatinga.

PALAVRAS-CHAVE: Diásporos, Estratégia de sobrevivência, Produção de mudas.

INTRODUÇÃO

O domínio vegetal Caatinga, vem passando por um longo e grave processo de degradação e desmatamento provocado pela ação antrópica, como a queima e retirada da vegetação nativa, atividades agrícolas e pecuárias mal manejadas. Dessa forma, essas práticas têm provocado o desequilíbrio da flora, fauna e degradação do solo. O conjunto desses fatores acabam implicando diretamente no estoque de sementes no solo (FERREIRA et al., 2014).

Em todo o mundo verifica-se que as terras de clima seco vêm sofrendo com o avanço do processo de degradação ambiental, o qual a partir da década de 1970, passou a ser conhecido internacionalmente como desertificação. O processo de desertificação é verificado com maior frequência em regiões de clima árido, semiárido e subúmido seco,

em decorrência das variações climáticas e atividades humanas que acabam atingindo os recursos hídricos, solo, vegetação e qualidade de vida (SOUZA et al., 2015).

Em decorrência de uma grande necessidade em desenvolver projetos de restauração ambiental, tem aumentado a demanda pelo conhecimento sobre a propagação de espécies nativas, tornando-se cada vez mais necessários estudos que visem à produção de mudas com os menores custos e com alta qualidade (DUTRA et al., 2013).

Para produção de mudas é necessário o conhecimento sobre os métodos de propagação. Quanto a propagação sexuada, é indispensável saber sobre os possíveis fatores que interferem no processo germinativo (SILVA et al., 2020).

Em várias espécies florestais é frequente encontrar sementes que permanecem viáveis no banco de sementes no solo por um longo período de tempo, ou que apresentem uma germinação lenta e irregular, mesmo quando as condições ambientais são favoráveis. Esse fenômeno é conhecido como dormência, que é uma estratégia natural de sobrevivência da semente no solo, após a maturação e dispersão para assim assegurar a perpetuação de várias espécies (PIVETA et al., 2014).

A dormência é considerada uma grande barreira para a produção de mudas ou até mesmo para a semeadura direta, pois acaba provocando uma germinação desuniforme e ainda pode deixar a semente um maior tempo exposta a condições adversas, dentre elas o ataque de microrganismos, podendo assim torna-las inviáveis (MOURA et al., 2021).

Entre os vários tipos de dormência, destaca-se a dormência tegumentar ou física, caracterizada pela impermeabilidade do tegumento em absorver água ou oxigênio, isso pode ser atribuído a presença de células esclerenquimatosas com grossas paredes secundárias de lignina (BASKIN & BASKIN, 2014).

O sucesso de um projeto de reflorestamento ou restauração, independentemente de ser para fins comerciais ou conservacionistas, depende da escolha da espécie vegetal e da definição de métodos e estratégias que garantam a produção de mudas de qualidade em curto espaço de tempo. Sabe-se que uma das dificuldades enfrentadas na produção de mudas é o lento e desuniforme crescimento presente em muitas espécies florestais. Dessa forma torna-se importante buscar por estratégias que favoreçam a produção com qualidade e em curto espaço de tempo (ROS et al., 2015).

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho optou-se por uma revisão de bibliográfica do tipo sistemática, que permite uma análise crítica e sistêmica do assunto das publicações, de modo que seja possível realizar um levantamento para debater os resultados encontrados.

Os dados foram coletados por meio das bases de dados Google Acadêmico, Science Direct, Scielo e Periódicos Capes. Os artigos que compuseram a base de dados foram os publicados durante o período de 2011 até 2021, totalizando 10 anos, em três idiomas (Português, Inglês e Espanhol). Para compor a base de dados de artigos científicos a pesquisa foi realizada empregando no título as seguintes palavras chave: superação de dormência, dormência tegumentar ou física, germinação, produção de mudas, Caatinga e espécies florestais.

Posteriormente, realizou umas análises dos resultados para assim discutir os dados, os artigos foram submetidos a leitura descritiva, para análise e discussão dos dados. A discussão foi realizada por meio de gráficos elaborados quanto as temáticas avaliadas com relação à base de dados, ano de publicação e idiomas (português, inglês e espanhol) e melhores métodos de superação de dormência tegumentar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fazendo uso de palavras-chave e expressões descritas na metodologia, foram encontrados do período de 2011 a 2021 um total de 328 artigos publicados nas plataformas do Google Acadêmico, Scielo, Periódicos Capes e Science Direct. Sendo que deste total de artigos 150 foram publicados na plataforma Google Acadêmico (Figura 1), enquanto 42, 55 e 81 artigos nas plataformas Science Direct, Scielo e Periódicos Capes, respectivamente.

Dentre as plataformas utilizadas para revisão de literatura o Google Acadêmico foi a que apresentou maior número de artigos, sendo assim uma base de dados muito procurada.

Destaca-se que a plataforma Scielo foi desenvolvida com o intuito de facilitar e responder as necessidades de comunicação da comunidade científica da América Latina e Caribe. Isso devido a facilidade de proporcionar uma solução eficiente na viabilidade e acesso ao conhecimento científico.

A plataforma Periódicos Capes é vinculada ao Ministério da Educação (MEC) e tem como objetivo disponibilizar produções científicas para difusão do conhecimento científico.

Google Acadêmico e Periódicos Capes foram as fontes/plataformas que apresentaram o maior número de artigos publicados durante o período compreendido entre 2011 e 2021.

Science Direct é uma base de dados mais restrita pois alguns artigos não são gratuitos para leitura. Verificou-se que nesta plataforma houve um menor número de acervos encontrados com a temática voltada para superação de dormência tegumentar. Verificou-se a presença de artigos associando dormência tegumentar com outros assuntos, entre eles hidrocondicionamento.

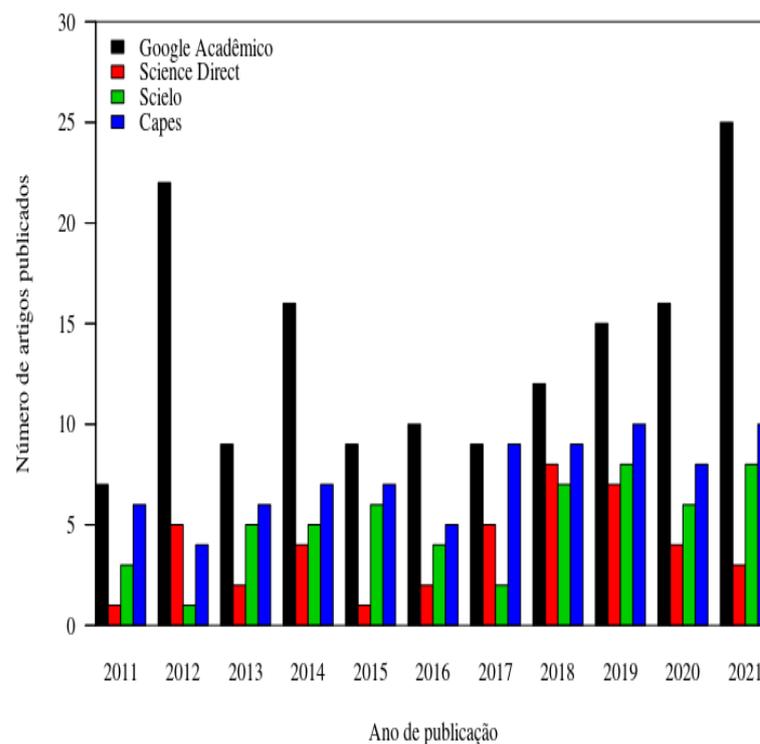


Figura 1. Número de publicações com as palavras chave e expressões (superação de dormência, dormência tegumentar ou física, germinação, produção de mudas, Caatinga e espécies florestais), no período de 2011 à 2021, nas bases de dados Google Acadêmico, Science Direct, Scielo e Periódico Capes.

Fonte: Autor (2023).

Do total de artigos encontrados observa-se uma predominância das publicações em português (69,22%), seguidas de 28,35% em inglês e por fim em espanhol com apenas 2,43% (Figura 2).

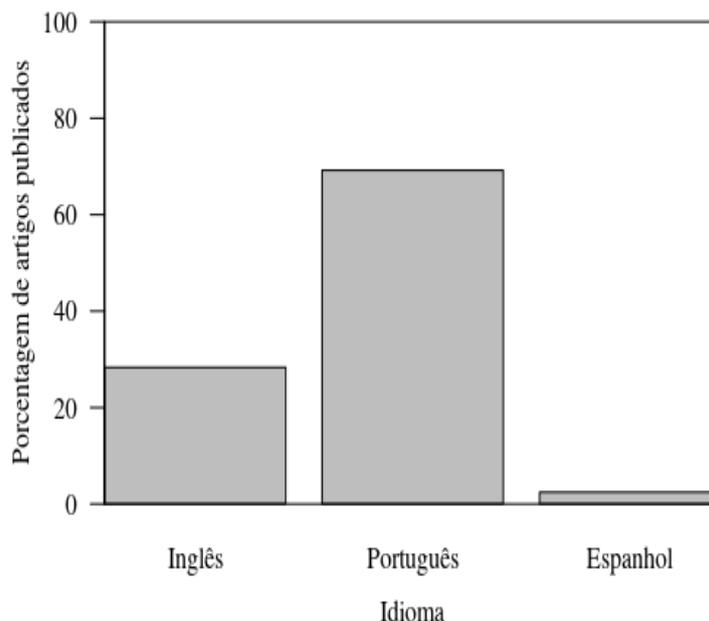


Figura 2. Porcentagem de artigos publicados, quanto ao idioma com as palavras chave e expressões (superação de dormência, dormência tegumentar ou física, germinação, produção de mudas, Caatinga e espécies florestais), no período de 2011 à 2021, em todas as bases de dados Google Acadêmico, Science Direct, Scielo e Periódico Capes.

Fonte: Autor (2023).

A Figura 3, dispõe dos métodos pré germinativos que foram encontrados na presente revisão bibliográfica. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se uma diversidade de tratamentos químicos e físicos. Destaca-se que os tratamentos físicos foram os que proporcionaram os melhores resultados em relação a porcentagem de germinação e emergência, principalmente a escarificação mecânica com lixa seguida do desponte do tegumento.

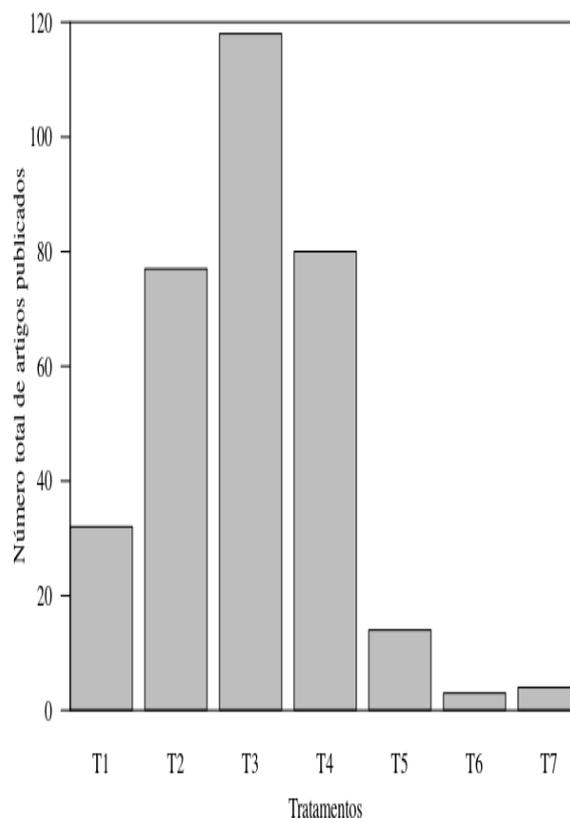


Figura 3. Métodos mais eficientes para superação de dormência tegumentar em espécies florestais da Caatinga, no período de 2011 à 2021, em todas as bases de dados Google Acadêmico, Science Direct, Scielo e Periódicos Capes. Legenda: T1: Imersão em soda cáustica, T2: Imersão em ácido sulfúrico, T3: Escarificação mecânica com lixa, T4: Desponte no tegumento, T5: Imersão em água quente a 100°C, T6: Desponte com imersão em água a 100°C, T7: Imersão em água na temperatura ambiente. **Fonte:** Autor (2023).

De modo geral, o número total de artigos publicados com o tema de superação de dormência tegumentar de espécies florestais da Caatinga é considerado baixo, levando em consideração a diversidade de espécies vegetais propagadas por meio de sementes, presentes neste domínio vegetal, que apresentam esse impedimento para germinação e a importância de empregar essas espécies para reflorestamento e restauração de áreas degradadas. A conservação dos recursos naturais é uma preocupação que vem crescendo nas últimas décadas, desse modo, o desenvolvimento de pesquisas para fornecer informações dos fatores que afetam a sobrevivência das espécies florestais é fundamental (MATOS et al., 2015).

A propagação da maioria das espécies florestais é por meio da via sexual, característica que pode assegurar ou ampliar a base genética das próximas populações de plantas. Entretanto, sementes de muitas espécies arbóreas apresentam dormência tegumentar, fator que acaba dificultando o desenvolvimento do processo germinativo (MATOS et al., 2015).

Entre os vários processos envolvidos na produção de mudas de espécies florestais, o tempo requerido para a superação de dormência das sementes é de grande importância. Portanto, é necessário que o método de superação de dormência empregado deva ser eficiente, garantindo um estabelecimento rápido e uniforme das plântulas (COSTA et al., 2021).

A intensidade da dormência depende de alterações do genótipo, lote de sementes, grau de maturação e de mudanças ambientais (OLIVEIRA et al., 2017). A superação de

dormência é regulada por interações complexas entre fatores genéticos e ambientais pouco conhecidos. Dentro deste contexto, procedimentos que envolvem escarificações química, mecânica e física vem sendo amplamente utilizados como tratamentos pré germinativos para otimizar o processo germinativo de sementes dormentes, e consequentemente a produção de mudas (SILVA et al., 2011).

A dormência tegumentar tornar-se um grande problema para produção de mudas por restringir a entrada de água e oxigênio, causando assim uma resistência física para o crescimento do embrião, que consequentemente retarda o processo germinativo. Dessa forma destaca-se a importância de conhecer métodos que sejam eficientes para superação de dormência de cada espécie (ABREU et al., 2017).

Verificou-se que em 32 artigos, a imersão das sementes em soda cáustica por diferentes períodos, foi eficiente para produção de mudas de espécies florestais. Bandeira, et al. (2021), avaliando a superação de dormência de sementes de *Libidibia ferrea* Mart. ex Tul (pau-ferro) comprovaram que a imersão em soda cáustica por 60 minutos foi um método de alta eficiência para promover a germinação de sementes desta espécie.

Ao avaliarem tratamentos para produção de mudas de *Dioclea grandiflora* Mart. ex. Benth. (mucunã), Brito et al. (2017) verificaram que a imersão das sementes em soda cáustica 30% por 30, 45 e 60 minutos, possibilitou os melhores resultados para porcentagem e índice de velocidade de emergência, confirmando a viabilidade do emprego do referido tratamento para a superação de dormência das sementes e consequentemente o desenvolvimento de plântulas de *D. grandiflora*.

Na presente revisão de literatura foi verificado que com relação aos 328 artigos científicos, em 77 deles a escarificação química com ácido sulfúrico promoveu uma superação de dormência superior a outros métodos. Este método foi considerado eficiente para as sementes de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth (jurema-vermelha) (BRITO et al., 2014), *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (pau-ferro) (OLIVEIRA et al., 2017), *Hymenaea courbaril* L. (jatobá) (COSTA et al., 2017), *Sapindus saponaria* L. (saboneteira) (SILVA et al., 2018).

CONCLUSÕES

Este trabalho tem como relevância mostrar que mesmo com as condições adversas para germinação de espécies florestais da Caatinga é possível utilizar métodos de fácil aquisição e manipulação que permitem um bom resultado. Mesmo com vários estudos sobre os métodos de superação de dormência tegumentar, ainda há uma forte necessidade quanto ao desenvolvimento de mais pesquisas para fomentar mais possibilidades de uso.

Há ainda a necessidade de que as pesquisas avaliem de que forma os métodos de superação de dormência possam afetar o desenvolvimento inicial das plântulas, e não apenas a sua germinação.

REFERÊNCIAS

ABREU, D. C. A. D., PORTO, K. G., NOGUEIRA, A. C. Métodos de superação da dormência e substratos para germinação de sementes de *Tachigali vulgaris* LG Silva & HC Lima. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

BANDEIRA, A. S., SANTOS, D. L., AMARAL, M. C. A., DE CASTRO FILHO, M. N., PENHA, C. B. N., GUGÉ, R. M. A. Seed metrics and influence of temperatures and pre-germination treatments on germination of *Caesalpinia ferrea* seeds. **Nativa**, v. 9 n. 3, p. 337-343, 2021.

- BASKIN, C.C & BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. 2. ed. San Diego, Academic/Elsevier, p. 1602, 2014.
- BRITO, A. S., DE ARAÚJO, A. V., DA SILVA, M. A. D., & DE SOUZA, V. N. Efeito da escarificação química sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de mucunã (*Dioclea grandiflora* Mart. Ex Benth.). **Revista Biociências**, v. 23 n. 2, p. 14-19, 2017.
- BRITO, A., PINTO, M., ARAÚJO, A., SOUZA, V. Superação de dormência em *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth. **Enciclopédia biosfera**, v. 10, n. 18, 2014.
- COSTA, C. D., DIARIS, K. B., GUIMARÃES, T. M. Métodos de escarificação para superação de dormência de sementes de jatobá. **Revista científica eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 30, n. 1, p. 44-52, 2017.
- COSTA, J. D. D. S., SILVA, J. A. B. D., COELHO, D. S., SANTOS, Í. E. D. A., SEABRA, T. X. Methods for overcoming seed dormancy and the initial growth of *Ziziphus joazeiro* Mart. in different soils. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 441-449, 2016.
- COSTA, T. R., ROCHA REIS, V. C., FERREIRA, R. R., DA SILVA, L. S., GONZAGA, A. P. D. Influência dos tratamentos pré-germinativos, térmicos e regime de luz na germinação de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Diversitas Journal**, v. 6, n. 4, 2021.
- DUTRA, R.T.; MASSAD, D. M.; SARMENTO, Q. F. M.; OLIVEIRA, C. J. Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para a produção de mudas e canafístula. **Revista Ceres**, v. 60, n. 1, p. 072-078, 2013.
- FERREIRA, D. C.; SOUTO, C. P.; LUCENA, S. D.; SALES, V. C. F.; SOUTO, S. J.; Florística do banco de sementes no solo em diferentes estágios de regeneração natural de Caatinga. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 4, p. 562-569, 2014.
- MATOS, A. C. B., ATAÍDE, G. D. M., & BORGES, E. E. D. L. Physiological, physical, and morpho-anatomical changes in *Libidibia ferrea* ((Mart. ex Tul.) LP Queiroz) seeds after overcoming dormancy. **Journal of Seed Science**, v. 37, p. 26-32, 2015.
- MOURA, D. P.; SILVA, M. A. D.; ALVES, R. M.; SILVA, R. J. R.; SILVA, E. F.; SILVA, L. M.; Pre-germinative treatments in seeds of *Sesbania virgata* Cav. Pers after storage. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, 2021.
- PIVETA, G., MUNIZ, M. D. F. B., REINIGER, L. R. S., DUTRA, C. B., PACHECO, C. Health and physiological quality of aroeira-preta (*Lithraea molleoides*) seeds exposed to methods of overcoming dormancy. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 289-297, 2014.
- OLIVEIRA, L. M. D., BRUNO, R. D. L. A., ALVES, E. U., SOUSA, D. M. M., ANDRADE, A. P. D. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Samanea tubulosa* Bentham-(Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Árvore**, v. 36, p. 433-440, 2012.
- ROS, C. O., REX, F. E., RIBEIRO, I. R., KAFER, P. S., RODRIGUES, A. C., SILVA, R. F. D., SOMAVILLA, L. Uso de substrato compostado na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* e *Cordia trichotoma*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, p. 549-558, 2015.
- SILVA, P. D. M., SANTIAGO, E. F., DALOSO, D. D. M., DA SILVA, E. M., SILVA, J. O. Treatments to break dormancy in *Sesbania virgata* (Cav.) Pers seeds. **Idesia**, v. 29, n. 2, p. 39-45, 2011.

SILVA, R. D. S., ALVES, E. U., BRUNO, R. D. L. A., SANTOS-MOURA, S. D. S., CRUZ, F. R. D. S., URSULINO, M. M. Superação da dormência de sementes de *Sapindus saponaria* L. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 987-996, 2018.

SILVA, L. M., DA SILVA, M. A. D., ALVES, R. M., DA SILVA, E. F., DA SILVA, J. N., ALVES, R. J. R., MOURA, D. M., DVOSKIN, D. M. Análise biométrica de frutos e tratamentos pré-germinativos para superação de dormência em sementes de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) LP Queiroz. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, 2021.

SOUZA, B. I., MENEZES, R., & CÁMARA A, R. Efeitos da desertificação na composição de espécies do bioma Caatinga, Paraíba/Brasil. **Investigaciones Geográficas**, v. 88, p. 45-59, 2015.

SILVA, G. A., PACHECO, M. V., DA LUZ, M. N., NONATO, E. R. L., DELFINO, R. D. C. H., & PEREIRA, C. T. Fatores ambientais na germinação de sementes e mecanismos de defesa para garantir sua perpetuação. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, 2020.

SILVA, F. R. B.; LUCAS, F. M. F.; COSTA, N. L. T.; AZEVEDO, B. K. T. Tratamentos térmicos para superação de dormência em sementes de uma espécie arbórea brasileira. **Journal of Biotechnology and Biodiversity** v. 8, n. 3, 2020.

SIQUEIRA, J. V. G., BARROS, J. P. A., ARAÚJO, Y. P., SILVA, T. G. F., SOUZA, L. S. B. Tratamentos pré-germinativos em sementes de espécies da Caatinga. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 4 p. 499-508, 2017.

TERMOTERAPIA EM SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS

Lucy Gleide da Silva^{1*}, Severino Moreira da Silva², Hilderlande Florêncio da Silva¹,
Edcarlos Camilo da Silva¹, Jakeline Florencio da Silva¹, Robevania da Silva Alves
Almeida¹, Severino de Carvalho Neto¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail: lucygleides@gmail.com

²Univeridade Estadual da Paraíba – UEPB, Campina Grande

RESUMO

Em decorrência, especialmente, de problemas ambientais, a busca pela propagação de espécies florestais nativas tem crescido, justamente com a finalidade de recuperar essas áreas, reestabelecendo e/ou recompondo a flora e fauna locais. Nesse sentido, o uso de sementes para propagação de espécies florestais é a mais utilizada, sendo um método rápido e geralmente barato. No entanto, diversos são os microrganismos que podem atacar as sementes de espécies florestais provocando danos, sendo estes, frequentemente, provocados por fungos. Assim, alguns tratamentos têm sido utilizados a fim de reduzir, ou mesmo eliminar, o inóculo destes fungos em sementes, como os tratamentos químicos, biológicos e físicos. Dessa forma, dentre os métodos de controle físico, uma das mais citadas na literatura é a termoterapia, principalmente por apresentar uma alta eficiência e por vezes promover benefícios para a qualidade fisiológica de sementes.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento térmico, patologia de sementes, controle físico.

INTRODUÇÃO

Além da qualidade sanitária das sementes e a degradação ambiental, outros elementos estão associados à extinção de espécies vegetais da Caatinga, como o uso irracional de essências florestais nativas com fins farmacêuticos, industriais e medicinais, através da exploração das folhas, cascas, raízes e frutos (PEREIRA, 2011).

O sistema de produção de mudas de espécies florestais da Caatinga é uma atividade fundamental no processo produtivo, apresentando restrições principalmente de origem sanitária, devido ao grande número de patógenos associados às sementes e, conseqüentemente, às mudas formadas (MOREAU, 2011). Os microrganismos como fungos, bactérias, nematóides e vírus presentes nas sementes podem causar anormalidades e lesões nas plântulas, e até mesmo a deterioração das sementes (PIVETA et al., 2010).

Para o controle de fungos em sementes pode fazer uso tanto de aplicação de processos/ou substâncias, como defensivos, produtos biológicos, inoculantes, estimulantes, micronutrientes, termoterapia ou outros processos físicos. Nesses processos para a eliminação desses fungos deve-se levar em consideração a qualidade fisiológica das sementes, para preservar o desempenho das mesmas (BEM JUNIOR, 2017).

O tratamento químico é inviável para as sementes de espécies florestais, pois não há registro de fungicidas registrados para essas espécies. Sendo assim devem-se realizar estudos sobre diferentes métodos, que apresentem baixo impacto ambiental, baixo custo e alta eficiência no controle de patógenos. Os métodos alternativos mais conhecidos para inserção dentro de um sistema de manejo integrado de doenças são a base de extratos vegetais (CARVALHO et al., 2019), óleos essenciais (MENDES et al., 2019), controle biológico (SANTOS et al., 2018) e tratamento físico (CARPENEDO et al., 2016; MEDEIROS et al., 2018; SILVA, 2018).

Dentre os métodos de controle de fitopatógenos em sementes, a eficácia da termoterapia, que consiste na exposição das sementes à ação do calor em combinação com o tempo de tratamento, tem sido demonstrando em vários estudos como um tratamento viável às sementes de espécies florestais (OLIVEIRA et al., 2011; SPERANDIO et al., 2013; SCHNEIDER et al., 2015). Além de que a termoterapia não coloca em risco a saúde humana e do meio ambiente, e possui o princípio de controlar os patógenos sem comprometer a qualidade fisiológica das sementes (SANTOS, 2018).

DESENVOLVIMENTO

Qualidade de sementes de espécies florestais

A qualidade de sementes florestais está atrelada a diversos fatores, como temperatura, umidade relativa, tipo de embalagem e grau de umidade das sementes. Essa qualidade é caracterizada pelos aspectos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos. A incidência de fungos e outros microrganismos causam efeitos mais nocivos que os demais aspectos citados (MACHADO, 2000; GOMES et al., 2013).

A determinação da qualidade sanitária das sementes reduz os riscos na produção de mudas e na disseminação das mesmas, infectadas por fitopatógenos, para áreas sem a incidência de doenças (CARMO et al., 2017). Os microrganismos associados às sementes causam danos durante a fase no campo até no momento do armazenamento (MEDEIROS et al., 2018).

No processo de germinação de sementes infectadas com fungos é comum o surgimento de plântulas com anormalidades, lesões, germinação, emergência e o vigor, serem baixos. Em decorrência dessa infecção ocorre diminuição na produção de mudas, e é uma das prováveis causas de disseminações de doenças e diminuições nas populações de plantas (PIVETA et al., 2014).

O conhecimento da classificação das sementes quanto ao seu comportamento durante a secagem e armazenamento, é de suma importância, visto que algumas espécies florestais produzem sementes em curto período de tempo, sendo assim, o armazenamento é um fator para a produção de mudas comercialmente. As sementes podem ser classificadas em ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias, de acordo o percentual do teor de água, um armazenamento adequado garante a prolongamento da viabilidade das sementes (JOSÉ et al., 2012; MOROZESK et al., 2014; GIBBERT, 2018).

As sementes quando não passam pelo processo de secagem e armazenamento adequado, com teores de água elevados propiciam o desenvolvimento de fungos de armazenamentos. Os principais efeitos desses fungos sobre as sementes são redução da germinação e a morte do embrião (POPINIGIS, 1977; SCOTT et al., 1982; GOLDFARB et al., 2009).

Para o aumento ou manutenção da qualidade sanitária e fisiológica das sementes é importante a utilização de tratamentos que protejam às sementes e às plantas que serão originadas contra os microrganismos fitopatogênicos como, bactérias, fungos e nematoides, entre outros (CONCEIÇÃO et al., 2014).

Termoterapia: Controle e eficiência

Dentre os métodos alternativos, um exemplo de tratamento físico é a termoterapia. Que possui como objetivo controlar os patógenos, através da aplicação do calor ou frio. O princípio consiste que os patógenos são eliminados, por temperatura e regimes de tempo que não sejam fatais ao hospedeiro. Esse método pode ser empregado para frutos e material propagativo, para diminuir ou erradicar o inóculo. (WASWA; KAKUHENZIRE; SSEMAKULA, 2017).

Essa técnica é fundamentada pelo binômio temperatura e tempo, onde estes diferem de acordo com cada espécie, portanto é necessário a exposição das sementes a uma determinada temperatura e por um período de tempo, de forma que estas não tenham sua capacidade germinativa perdida (MENEGAES et al., 2019). A eficiência do tratamento térmico também está diretamente ligada aos fatores como o teor de água, idade da semente, condições climáticas, dormência, características físicas e fisiológicas, e do tipo de patógeno (PEREIRA et al., 2015).

Na utilização da termoterapia em sementes, deve-se ter o conhecimento sobre a fisiologia da espécie, para não causar stress térmico que comprometa a sua qualidade fisiológica. Nesse caso, é fundamental a determinação da temperatura e o tempo que as sementes serão expostas, e que seja eficiente no controle dos patógenos (FRANÇOSO; BARBEDO, 2014).

O uso de calor seco ou água quente são empregados de acordo com fisiologia das sementes. O tratamento via calor úmido é aquele em que as sementes entram em contato diretamente com água, em altas temperaturas, causando morte dos patógenos devido à desnaturação de enzimas e proteínas (VIEIRA, 2009).

No tratamento com calor seco são usados equipamentos como forno simples ou grandes câmaras (GRONDEIA; SAMSON, 1994). Devida à baixa capacidade térmica nesse método as sementes são submetidas a períodos maiores na fonte de calor, do que via calor úmido, a variação tanto da temperatura como no tempo vai de acordo com os fitopatógenos incidentes nas mesmas e bem como com a sua sensibilidade ao calor (MENEGAES et al., 2020).

Esses métodos possuem algumas implicações, como no caso da via calor úmido o período de exposição é curto, pois a água é um bom condutor de calor, e também ele possui a capacidade de penetrar nos tecidos mais internos, sendo assim os parasitas são mais dispostos a serem afetados do que o ar quente (BOUCHER et al., 2013). No caso do calor a seco as lesões nos hospedeiros são reduzidas, é o tratamento mais fácil de ser manuseado e algumas leguminosas são mais resistentes a esse tratamento do que a via úmida, que favorece a perda da viabilidade, quando são submetidas a longos períodos e com temperaturas muito altas (GRONDERIA; SANSON, 1994)

Além dos benefícios sanitários, as técnicas térmicas podem proporcionar melhorias na fisiologia, como no enraizamento, na brotação e na estimulação da germinação (DIVSALAR et al., 2014). No caso das sementes, a imersão em água quente altera a permeabilidade do tegumento, uma vez que esse contato direto aperfeiçoa a absorção de água, provocando a quebra da rigidez do tegumento, estimulando assim a germinação (PEREIRA et al., 2015).

A termoterapia tem sido eficiente no controle de patógenos em espécies florestais, como *Amburana cearensis* A.C. Smith (OLIVEIRA et al., 2011), *Pinus radiata* D. Don (AGUSTÍ-BRISACH et al., 2012), *Eugenia uniflora* L. (FRANÇOSO; BARBEDO, 2014), *Jatropha curcas* L. (SCHNEIDER et al., 2015) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (SILVA, 2015).

Em estudos realizados por Françoso e Barbedo (2014) com sementes das espécies de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) e grumixameira (*Eugenia brasiliensis* Lam.) utilizando o tratamento térmico na temperatura de de 55°C durante 30 minutos, foi possível constatar a redução da incidência de *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Pestalotiopsis* spp. e *Botrytis* spp. e *Penicillium* spp.

As sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafístula) quando foram submetidas ao método via calor úmido com a temperatura de 80 °C nos períodos de 5, 10, 15 e 20 minutos, foi observado que apenas no período de 10 minutos promoveu a germinação, sendo assim pode ser usado com tratamento de superação da dormência dessa espécie, em relação a qualidade sanitária a temperatura de 80 °C não foi suficiente

para inibir a incidência de fungos, de forma que qualidade fisiológica tivesse prejuízos (LAZAROTTO et al., 2013)

O tratamento térmico úmido em sementes de *Acacia mangium* proporcionou benefícios tanto na qualidade fisiológica como na sanitária, visto que a temperatura de 70 °C durante 10 à 15 minutos promoveu a superação da dormência e redução da porcentagem de ocorrência de fungos associados (ARAÚJO et al., 2018).

Os fungos *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. foram os únicos que não foram controlados pelos tratamentos térmicos 55 °C por 30 minutos e à 150 minutos, para os demais esse método foi eficiente diminuindo a incidência de *Pestalotiopsis* sp., *Phoma* sp., *Phomopsis* sp. e *Cladosporium* sp. em sementes de *E. brasiliensis* Lam. e *Eugenia pyriformis* Cambess. (uvaia) (FRANÇOSO; BARBEDO, 2016).

CONCLUSÃO

De modo geral a utilização os tratamentos térmicos via calor seco ou úmido em espécies florestais são eficientes, muito embora apresente algumas problemáticas como a dificuldade na eliminação de incidências de diferentes patógenos em uma mesma espécie, e que alguns patógenos necessitam de altas temperaturas e longos períodos de aplicação, fato esse que ocasiona muitas vezes prejuízos na qualidade fisiológica. Embora a aplicação da termoterapia seja de fácil manuseio, a dificuldade se encontra em definir o binômio, temperatura e tempo para as diversas espécies florestais existentes, com isso se faz necessário o desenvolvimento de mais estudos com aplicação desse tratamento em sementes de espécies florestais.

REFERÊNCIAS

AGUSTÍ-BRISACH, C.; PÉREZ-SIERRA, A.; ARMENGOL, J.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; BERBEGAL, M. Efficacy of hot water treatment to reduce the incidence of *Fusarium circinatum* on *Pinus radiata* seeds. **Forestry**, v. 85, n. 5, p. 629-635, 2012.

ARAÚJO, F. D. S.; SOUSA, N. A.; ALVES, E. D. C.; FARIAS, O. R.; NASCIMENTO, L. C., BRUNO, R. L. A.; PACHECO, M. V. Tratamento térmico úmido em sementes de *Acacia mangium*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 702-708, 2018.

BEM JUNIOR, L. D. **Avaliação qualitativa de métodos de tratamento de sementes de soja**. 70 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) – Botucatu, 2017.

BOUCHER J, NIXON G, HAZZARD R, WICK R. Bacterial Diseases of Vegetable Crops. University of Connecticut Cooperative Extension System. **University of Massachusetts Extension**; 2013.

CARMO, A. M., MAZARATTO, E., Eckstein, B., SANTOS, A. F. Associação de fungos com sementes de espécies florestais nativas. **Embrapa Florestas**-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2017.

CARPENEDO, AIMI, S.; MACHADO, A. M.; BRIÃO, M. M. F.; WALKER, C. TESTE DE SANIDADE E GERMINAÇÃO EM SEMENTES DE *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, 2016.

CARVALHO, B. L.; ANJOS, E. P.; NAKADA-FREITAS, L. V. S.; CARDOSO, P. G.; AMADOR, A. I. I.; MAGALHÃES, T. H. TRATAMENTO DE SEMENTES DE CEBOLA COM EXTRATO DE PRÓPOLIS E *Plectranthus amboinicus* NO

CONTROLE DE *Aspergillus* sp. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 13, n. 1, p. 12-18, 2019.

CONCEIÇÃO, G. M.; BARBIERI, A. P. P.; DAL'COL LÚCIO, A.; MARTIN, T. N.; MERTZ, L. M.; MATTIONI, N. M.; LORENTZ, L. H. Desempenho de plântulas e produtividade de soja submetida a diferentes tratamentos químicos nas sementes. **Biosciense Journal**, v.30, p. 1711-1720, 2014.

DIVSALAR, M.; SHAKERI, M.; KHANDAN, A. Study on thermotherapy treatment effects on seed germination and vigor of tomato cultivars. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 3, p. 799-809, 2014.

FRANÇOSO, C. F.; BARBEDO, C. J. Osmotic and heat treatments on control of fungi associated with seeds of *Eugenia brasiliensis* and *E. pyriformis* (Myrtaceae). **Journal of Seed Science**, v. 38, p. 195-203, 2016.

FRANÇOSO, C. F.; BARBEDO, C. J. Tratamentos osmóticos e térmicos para controle de fungos em sementes de grumixameira (*Eugenia brasiliensis* Lam.) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Hoehnea**, v. 41, p. 541-552, 2014.

GIBBERT, P. **Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de *Myrcianthes pungens* (Berg) Legr.** 2018. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2018.

GOLDFARB, M.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C.; NASCIMENTO, L. C.; BRITO, N. M.; SOUTO, F. M. Incidência de fungos e qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) após o armazenamento criogênico. **Revista Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 19-26, 2010.

GOMES, J.P.; OLIVEIRA, L.M.; SALDANHA, A.P.; MANFREDI, S.; FERREIRA, P.I. Secagem e classificação de sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret – Myrtaceae quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 2, p. 207-215, 2013.

GRONDEAU, C.; SAMSON, R.; SANDS, D. C. A review of thermotherapy to free plant materials from pathogens, especially seeds from bacteria. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 13, n. 1, p. 57-75, 1994.

JOSÉ, A. C.; ERASMO, E. A. L.; COUTINHO, A. B. Germinação e tolerância à dessecação de sementes de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4, p. 651-657, 2012.

LAZAROTTO, M.; MEZZOMO, R; MACIEL, C.G.; BOVOLINI, M.P.; MUNIZ, M. F. B. Tratamento de sementes de canafístula via calor úmido. **Revista de Ciências Agrárias Revista Amazônica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 56, n. 3, pág. 268-273, 2013.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças.** Lavras: UFLA, 2000.

MEDEIROS, J. G. F.; FONTES, I. C. G.; SILVA, E. C.; DOS SANTOS, P. D.; MACÊDO RODRIGUES, R. Controle de fungos e qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* L.) submetidas ao calor húmido. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 464-471, 2018.

MENDES, R. G.; FILHO, J. G.; MENESES, D.P.; SILVA, A.P.S.; BRAGA, D.L.; JACOB, M.A.M.; FIALHO, A. Efeito do Stimulate® na Qualidade de Fisiológica de Sementes de Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) / Effect of Stimulate® on the Physiological Quality of Eucalyptus Seeds (*Eucalyptus camaldulensis*). **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 3, p. 1877-1885, 2019.

MENEGAES, J. F.; NUNES, U. R.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A. L.; LIDÓRIO, H. F. Thermoherapy via dry heat for the treatment of safflower seeds. **Ciência e Natura**, v. 42, p. e92-e92, 2020.

MENEGAES, J. F.; NUNES, U. R.; BELLÉ, R. A.; LOPES, S. J.; FERNANDES, T. S.; LUDWIG, E. J. BARBIERI, G. F. Thermoherapy via humid heat for the treatment of safflower seeds. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 11, p. 30-40, 2019.

MOREAU, J. S. **Germinação de sementes em diferentes substratos e caracterização morfológica de plântulas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan.** 45 f. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.

MOROZESK, M.; BONOMO, M. M.; DUARTE, I. D.; ZANI, L. B.; CORTE, V. B. **Longevidade de sementes nativas da Floresta Atlântica.** 2014.

OLIVEIRA, M. D. M.; NASCIMENTO, L. C.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; GUEDES, R. S.; NETO, J. J. S. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* AC Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 1, 2011.

PEREIRA, M. S. Manual técnico: Conhecendo e produzindo sementes e mudas da caatinga. **Fortaleza - CE, Associação Caatinga**, 60 p. 2011.

PEREIRA, R. B. Tratamento de Sementes de Hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças. **Circular Técnica**, n. 140, 2015.

PIVETA, G.; MENEZES, V. O.; PEDROSO, D. C.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E.; WIELEWICKI, A. B. Superação de dormência na qualidade de sementes e mudas: influência na produção de *Senna multijuga* (L. C. Rich.) Irwin & Barneby. **Acta Amazônica**, Manaus, AM, v. 40, n. 2, p. 281-288, 2010.

PIVETA, G.; MUNIZ, M. D. F. B.; REINIGER, L. R. S.; DUTRA, C. B.; PACHECO, C. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de aroeira-preta (*Lithraea molleoides*) submetidas a métodos de superação de dormência. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 289-297, 2014.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. **Brasília: Agiplan**, v. 2, 1985.

SANTOS, M. F. D.; COSTA, D. L. D.; MATOS, J. C. D. N. D.; SILVA, G. B. D.; VIEIRA, T. A.; LUSTOSA, D. C. Tratamento biológico de sementes de cupuaçu para o controle de fitopatógenos e promoção da germinação. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

SCHNEIDER, C. F.; GUSATTO, F. C.; DE MATOS MALAVASI, M.; STANGARLIN, J. R.; CONTRO MALAVASI, U. Termoterapia na qualidade fisiológica e sanitária de sementes armazenadas de pinhão-manso. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, 2015.

SCOTT, M. L.; NESHEIM, M. C.; YOUNG, R. J. Nutrition of the chicken. 3ª ed. Ed. Ithaca, New York, USA, 562p. 1982.

SILVA, E. C. **TERMOTERAPIA VIA CALOR ÚMIDO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE ANGICO** (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan). 41 f. Monografia (Agronomia) - UFPB, Areia, 2015.

SILVA, E. O. **Termoterapia e óleos essenciais no controle de *Pseudomonas syringae* pv. Tomato.** 59 f. Tese (Doutorado em agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) – Botucatu, 2018.

SPERANDIO, H. V.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Superação de dormência em sementes de *Mimosa setosa* Benth. **Communicata Scientiae**, v.4, n.4, p. 385-390, 2013.

VIEIRA, J. F. **Quimioterapia e termoterapia no controle do *Colletotrichum gloeosporioides*, agente da mancha manteigosa, em cafeeiro** (*Coffea arabica* L.). 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

WASWA, M.; KAKUHENZIRE, R.; OCHWO-SSEMAKULA, M. Effect of thermotherapy duration, virus type and cultivar interactions on elimination of potato viruses X and S in infected seed stocks. **African Journal of Plant Science**, v. 11, n. 3, p. 61-70, 2017.

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Hymenaea martiana* HAYNE EM CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO INDUZIDO POR PEG 6000

Caroline Marques Rodrigues¹, Cosma Layssa Santos Gomes¹, Geisa Emanuelle Silva Farias¹, Joyce Naiara da Silva^{1*}, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua¹, João Henrique Constantino Sales Silva¹, Maria da Conceição Leite da Silva¹, Edna Ursulino Alves¹

¹Universidade Federal da Paraíba - UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail: joicenaiaara@hotmail.com

RESUMO

A incidência, intensidade de secas e temperaturas extremas estão aumentando com as mudanças climáticas, constituindo-se uma séria ameaça para muitos ecossistemas naturais, logo a compreensão dos limiares de germinação das espécies é fundamental para iniciativas de conservação e restauração. Considerando que a germinação é uma fase crítica e afetada negativamente pela falta de água, o objetivo neste estudo foi avaliar o efeito do estresse hídrico induzido na germinação e vigor de sementes de *H. martiana* com diferentes concentrações de PEG 6000. O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, utilizando-se cinco potenciais hídricos (0,0; -0,2; -0,4, -0,6 e -0,8 MPa). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso, cujas características avaliadas foram a porcentagem de germinação e o vigor (primeira contagem, índice de velocidade e tempo médio de germinação). Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F e quando significativos foi realizada análise de regressão polinomial. A germinação e o vigor de sementes de *H. martiana* foram drasticamente afetados à medida que os potenciais se tornaram mais negativos, não havendo germinação a partir de -0,4 MPa, concluindo-se que a germinação de *H. martiana* é sensível ao estresse hídrico.

PALAVRAS-CHAVE: estresse abiótico, jatobá, seca.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água é uma das restrições mais comuns para a germinação de sementes e o sucesso das mudas no campo, especialmente em regiões semiáridas. A influência desse fator tem sido amplamente estudada, principalmente em relação à germinação e ao desenvolvimento de mudas, para identificar a tolerância de cada espécie a esse estresse abiótico (NUNES et al., 2019). Ainda segundo os autores, dentre os efeitos ocasionados pela deficiência hídrica na célula vegetal está à desidratação, seguido por redução do potencial hídrico e da resistência hidráulica nos vasos do xilema.

Esses efeitos podem causar prejuízos na expansão foliar, nas atividades celulares e metabólicas, além de levar ao fechamento dos estômatos, à ativação fotossintética e à abscisão foliar, o que pode cessar o crescimento da planta (TAIZ et al., 2017). Além disso, durante os períodos de déficit hídrico, a maioria das espécies sofre alterações nos processos fisiológicos, com destaque para as trocas gasosas, o que limita os processos fotossintéticos e a síntese de solutos orgânicos, uma vez que a absorção de carbono é restrita (SCALON et al., 2020).

Desta forma, o déficit hídrico é um dos principais fatores que limitam o crescimento e desenvolvimento das plantas, uma vez que a baixa absorção de água reduz o status hídrico das plantas, gerando diversas consequências negativas para o metabolismo,

fisiologia e atividade bioquímica das sementes e plantas (CHIRINO et al., 2017; BARTIERES et al., 2020; BARTIERES et al., 2021).

Hymenaea martiana Hayne, conhecida popularmente por jatobá, é uma espécie arbórea pertencente à família Fabaceae que ocorre naturalmente na Floresta Amazônica, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica e Pantanal (SOUSA et al., 2012). O porte é variado, podendo alcançar entre 30 e 45 m de altura e diâmetro à altura do peito maior que 2 m com fuste cilíndrico, normalmente reto e de copa ampla (LORENZI, 2008). O seu crescimento é satisfatório em solos arenosos e argilosos bem drenados e em ambientes úmidos, com precipitação média anual entre 1500 e 3000 mm (SOUSA et al., 2012).

Estudos sobre estresse hídrico envolvendo o gênero *Hymenaea* são escassos, no entanto, existem outras espécies nativas e exóticas adaptadas à região semiárida que foram objeto de estudo, como *Apeiba tibourbou* Aubl. (GUEDES et al., 2013), *Anadenanthera falcata* Benth. Speg. (MOTA, SCALON e MUSSURY, 2013) e *Erythrina falcata* Benth. (PELEGRINI et al., 2013), *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (SILVA et al., 2016), *Piptadenia moniliformis* Benth. (AZERÊDO, PAULA e VALERI, 2016), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) (SANTOS et al., 2018).

Considerando que a germinação é uma fase crítica e afetada negativamente pela falta de água, o objetivo neste estudo foi avaliar o efeito do estresse hídrico induzido na germinação e vigor de sementes de *H. martiana* com diferentes concentrações de PEG 6000.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta dos frutos e local do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (DFCA-CCA/UFPB). Os frutos de *H. martiana* foram coletados de duas plantas matrizes (S 06°58'15,8" W 35°45'08,4") na cidade de Areia, localizada no Brejo Paraibano (Figura 1) e em seguida conduzidos ao LAS para o beneficiamento.

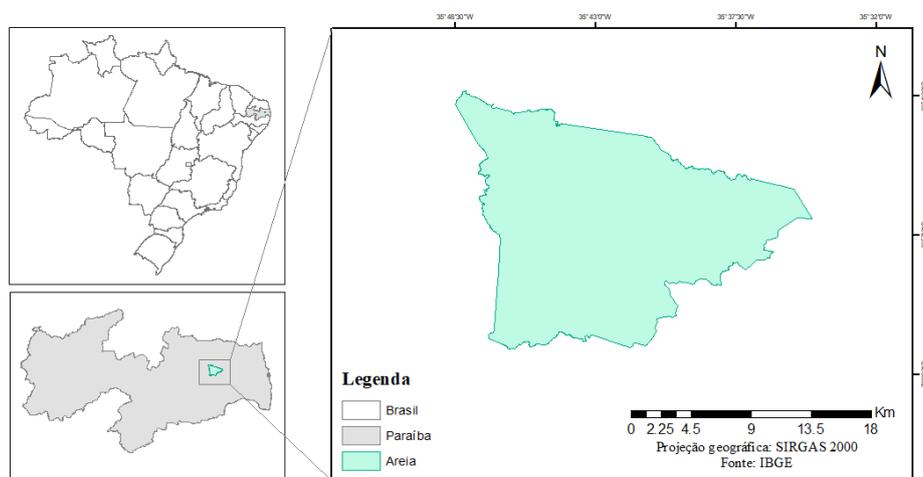


Figura 1. Mapa da localização da área de coleta dos frutos de *Hymenaea martiana*.

Fonte: IBGE.

Os frutos foram quebrados com auxílio de um bastão de madeira, posteriormente foi retirada manualmente com faca serrilhada o excesso da polpa e subsequente imersão em água por seis horas, para facilitar a extração dos resíduos da polpa ainda presentes nas sementes. Após o beneficiamento, as sementes foram homogeneizadas para a retirada de uma amostragem representativa as serem utilizadas no experimento.

Aplicação dos tratamentos

As sementes de *H. martiana* foram submetidas ao teste de germinação em cinco potenciais hídricos (0,0; -0,2; -0,4, -0,6 e -0,8 MPa), os quais foram obtidos com o uso de soluções aquosas de polietilenoglicol (PEG 6000), preparadas segundo recomendações de Villela et al. (1991).

Qualidade fisiológica das sementes

Teste de germinação

Previamente a instalação do teste, devido a dormência tegumentar, foi realizada escarificação das sementes no lado oposto ao hilo utilizando-se lixa de ferro n° 120, em seguida procedeu-se a assepsia das mesmas em solução de hipoclorito de sódio à 4% por cinco minutos.

Na instalação do teste de germinação utilizou-se de 10 repetições com 10 sementes, totalizando 100 sementes, por tratamento, as quais foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha (Germitest[®]), cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. O papel foi umedecido com as diferentes concentrações da solução de PEG 6000, no entanto, na concentração 0,0 utilizou-se água destilada, na quantidade equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes para evitar a perda de água por evaporação. Os rolos foram postos em câmara de germinação do tipo Biological Oxygen Demand (B.O.D.) na temperatura de 25 °C com fotoperíodo de 12 horas, durante 28 dias (BRASIL, 2013). Ao final foi determinada a porcentagem de germinação, utilizado como critério de germinação a emissão da raiz primária.

Primeira contagem de germinação (PCG)

O teste foi realizado juntamente com o de germinação, cujos valores da primeira contagem foram adquiridos determinando-se o percentual de germinação no 21° dia após a semeadura (BRASIL, 2013) e os resultados foram expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de germinação (IVG)

A sua condução foi conjuntamente com o teste de germinação, com contagens diárias até o 28° dia após a semeadura, sendo o índice calculado segundo a fórmula de Maguire (1962).

Tempo médio de germinação (TMG)

As sementes incubadas nas condições anteriores do teste de germinação, foram avaliadas diariamente até o 28° dia após a semeadura, sendo os resultados expressos em dias, através da fórmula de Edmond e Drapalla (1958).

Delimitação e análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos (0,0; -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa) e dez repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância, utilizando-se o teste F ($p \leq 0,05$) e quando significativos foi realizada análise de regressão polinomial, testando os modelos linear e quadrático e selecionando o de maior grau significativo, sendo o software estatístico utilizado o SISVAR (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito observado nas variáveis primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação foi significativo ($p < 0,01$).

Tabela 1. Análise de variância da primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Hymenaea martiana* submetidas a diferentes potenciais osmóticos.

FV	GL	Quadrados médios			
		PCG (%)	PG (%)	IVG	TMG (dias ⁻¹)
Potencial osmótico	4	17037,0**	18812,0**	0,7076**	1157,14**
Resíduo	45	18,22	15,33	0,0007	4,46
Total	49				
CV (%)		22,23	17,96	21,08	27,26

** , * , ns significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente; FV: fonte de variação; CV: coeficiente de variação.

Os dados maiores percentuais de germinação na primeira contagem foram obtidos no tratamento controle (potencial 0,0 MPa), atingindo 93% e, à medida que os potenciais se tornaram mais negativos houve uma redução drástica na germinação, tornando-se nula a partir do potencial de -0,4 MPa.

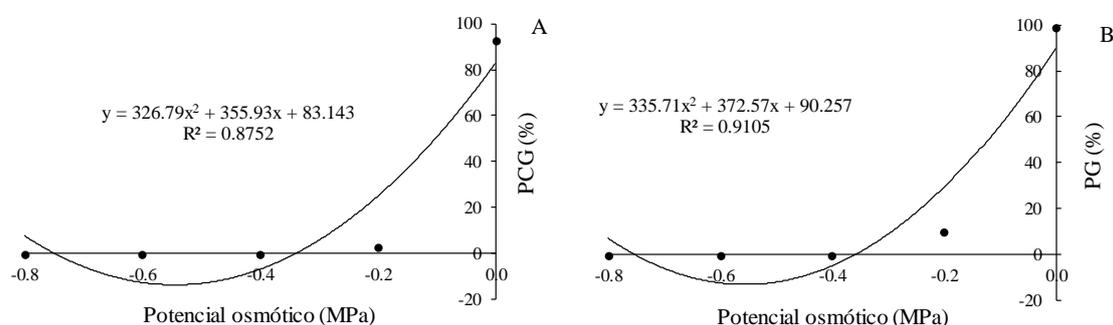


Figura 2. Primeira contagem de germinação (A) e porcentagem de germinação (B) de sementes de *Hymenaea martiana* submetidas a diferentes potenciais osmóticos.

Fonte: Autores.

Em relação a porcentagem de germinação das sementes de *H. martiana* (Figura 2B) constatou-se que os dados se ajustaram a uma equação polinomial de segundo grau, em que no tratamento controle (0,0 MPa) observou-se a maior média ($\cong 99\%$), enquanto no potencial -0,2 MPa a germinação foi de 10%, havendo uma redução de 90%. A partir do potencial de -0,4 MPa houve inibição total da germinação, apontando, assim, uma sensibilidade das sementes ao estresse hídrico.

O sucesso no processo germinativo está intimamente relacionado ao movimento de água por meio dos tecidos da semente e, dentre os diversos fatores ambientais que determinam a germinação, a disponibilidade hídrica é um dos mais importantes, uma vez que a água é responsável pela reidratação dos tecidos e das atividades metabólicas do embrião, além de provocar o rompimento do tegumento e facilitar a protrusão radicular (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O comportamento das sementes de diversas espécies é diferente quando são submetidas a estresse hídrico simulado com PEG, manitol ou qualquer outro agente osmótico (AZERÊDO, PAULA e VALERI, 2016). O limite de tolerância na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth, quando se utilizou soluções de PEG 6000 foi de até -0,2 MPa (PEREGRINE et al., 2013). O processo germinativo de sementes de *Piptadenia moniliformis* foi comprometido a partir de potenciais hídricos simulados com PEG 6000 inferiores a -0,6 MPa nas temperaturas de 25 e 30 °C (AZERÊDO, PAULA e

VALERI, 2016). As sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan tiveram sua germinação totalmente inibida no potencial -1,2 MPa (SANTOS et al., 2016).

O maior índice de velocidade de germinação (Figura 3A) das sementes de *H. martiana* foi alcançado no tratamento controle, com valor médio de 0,60, enquanto no potencial de -0,2 MPa as sementes atingiram um índice de 0,054, culminando em zero nos potenciais osmóticos seguintes, devido a inexistências de sementes germinadas.

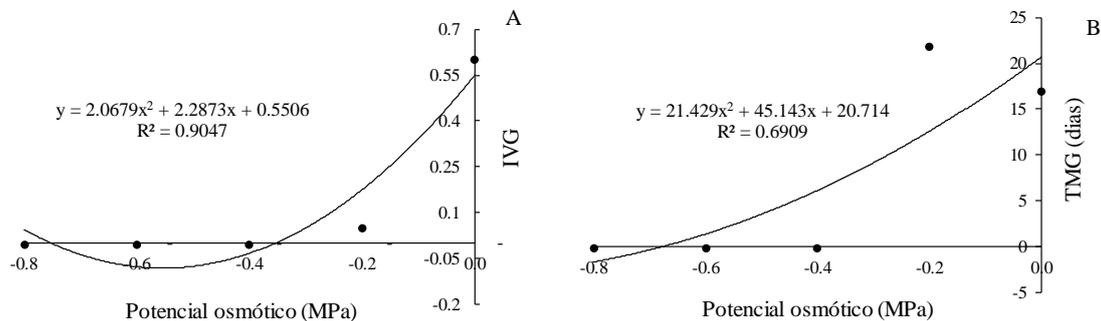


Figura 3. Índice de velocidade de germinação (A) e tempo médio de germinação (B) de sementes de *Hymenaea martiana* submetidas a diferentes potenciais osmóticos.

Fonte: Autores.

Da mesma forma, no tempo médio de germinação (Figura 3B) observou-se que em potenciais mais negativos houve um aumento da sensibilidade à disponibilidade hídrica, evidenciada pelo atraso no início da germinação, assim como inibição a partir de -0,4 MPa, visto pelos menores valores de tempo médio acumulado que foram registrados. No tratamento controle (0,0), o TMG foi equivalente a 17 dias, enquanto que no potencial de -0,2 MPa o TMG foi de 22 dias (Figura 2B).

As características de alta viscosidade e elevado peso molecular do PEG 6000 apresenta podem ser a causa da redução da velocidade média da germinação nas sementes nos potenciais osmóticos mais negativo, retardando assim a velocidade de hidratação dos tecidos e a difusão de oxigênio, exigindo maior tempo para a reorganização das membranas e desenvolvimento de processos metabólicos (ANTUNES et al., 2011). O tempo médio de germinação das sementes de *P. pyramidalis* e *A. colubrina* foi retardado à medida que o potencial osmótico ficou mais negativo (SANTOS et al., 2016), o que corrobora com o presente estudo.

A redução dos potenciais hídricos pela adição do PEG 6000 no meio germinativo provocou decréscimos na viabilidade e no vigor das sementes de *H. martiana* a partir do potencial osmótico -0,2 MPa, sugerindo, portanto, que as sementes desta espécie não são tolerantes ao déficit hídrico durante o processo de germinação.

Nos próximos anos estima-se um aumento de ± 4 °C na temperatura do solo e uma redução de 30% na precipitação em florestas tropicais secas, como a Caatinga, fazendo com que essas áreas se tornem mais áridas e salinas devido ao aumento da temperatura global e à seca (DANTAS et al., 2020). A precipitação será limitante para a germinação das sementes e pode não ser suficiente ao recrutamento de plântulas de algumas espécies no seu ambiente natural (SILVA et al., 2022).

Embora algumas espécies da Caatinga sejam tolerantes a essas condições, a capacidade de germinação para suportar o déficit hídrico associado às mudanças climáticas ainda precisam ser quantificados. Assim, estudos como este com sementes de *H. martiana* são incentivados para entender o estabelecimento e as chances de sobrevivência dessa espécie no seu ambiente natural em cenários climáticos futuros.

CONCLUSÕES

A germinação e o vigor das sementes de *H. martiana* foram afetados negativamente à medida que os potenciais se tornaram mais negativos, não havendo germinação a partir de -0,4 MPa, concluindo-se que a germinação é sensível ao estresse hídrico.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, C. G. C.; PELACANI, C. R.; RIBEIRO, R. C.; SOUZA, J. V.; SOUZA, J. V.; SOUZA, C. L. M.; CASTRO, R. D. Germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira) submetidas a deficiência hídrica. **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p. 1007-1015, 2011.
- AZERÊDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 193-202, 2016.
- BARTIERES, E. M. M.; SCALON, S. P. Q.; DRESCH, D. M.; CARDOSO, E. A. S.; JESUS, M. V.; PEREIRA, Z. V. Shading as a means of mitigating water deficit in seedlings of *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici**, v. 48, n. 1, p. 234-244, 2020.
- BARTIERES, E. M. M.; DRESCH, D. M.; REIS, L. C.; PEREIRA, Z. V.; MUSSURYA, R. M.; SCALON, S. P. Q. Shading minimizes the effects of water deficit in *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg seedlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. e244718, 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para a análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA/ACS, 2013. 98 p.
- CHIRINO, E.; RUIZ-YANETTI, S.; VILAGROSA, A.; MERA, X.; ESPINOZA, M.; LOZANO, P. Morpho-functional traits and plant response to drought conditions in seedlings of six native species of *Ecuadorian Ecosystems*. **Flora**, v. 233, n. 1, p. 58-67, 2017.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP; 2012. 590 p.
- DANTAS, B. F.; MOURA, M. S. B.; PELACANI, C. R.; ANGELOTTI F.; TAURA, T. A.; OLIVEIRA, G. M.; BISPO, J. S.; MATIAS, J. R.; SILVA, F. F. S.; PRITCHARD, H. W.; SEAL, C. E. Rainfall, not soil temperature, will limit the seed germination of dry forest species with climate change. **Oecologia**, v. 192, p. 529-541, 2020.
- EDMOND, J. B.; DRAPALLA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of the American Society Horticultural Science**, v. 71, n. 6, p. 428-434, 1958.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; LIMA, C. R.; SANTOS, S. R. N. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 45-53, 2013.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 384 p.

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

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M. Efeito do condicionamento osmótico e sombreamento na germinação e no crescimento inicial das mudas de angico (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4, p. 655-663, 2013.

NUNES, A. M. C.; NUNES, L. R. L.; RODRIGUES, A. J. O.; UCHÔA, K. S. Silicon in tolerance to water stress in tomatoes. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 2, p. 239-258, 2019.

PELEGRINI, L. L.; BORCIONI, E.; NOGUEIRA, A. C.; KOEHLER, H. S.; QUOIRIN, M. G. G. Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 511-519, 2013.

SANTOS, C. A.; SILVA, N. V.; WALTER, L. S.; SILVA, E. C. A.; NOGUEIRA, J. R. M. C. Germinação de sementes de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 219-224, 2016.

SANTOS, P. C. S.; BENEDITO, C. P.; ALVES, T. R. C.; PAIVA, E. P.; SOUSA, E. C.; FREIRES, A. L. A. Water stress and temperature on germination and vigor of *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 5, p. 349-354, 2018.

SCALON, S. P. Q.; MITSUKO, F.; DRESCH, D. M.; PEREIRA, Z. V.; MUSSURY, R. M.; SCALON, L. Q. Gas exchange in *Caryocar Brasiliense* Cambess seedlings in water deficit conditions. **Floresta e Ambiente**, v. 27, n. 2, p. 1-8, 2020.

SILVA, J. L. S.; CRUZ-NETO, O.; TABARELLI, M.; ALBUQUERQUE, U. P.; LOPES, A. V. Climate change will likely threaten areas of suitable habitats for the most relevant medicinal plants native to the Caatinga dry forest. **Ethnobiology and Conservation**, v. 11, n. 15, p. 1-24, 2022.

SILVA, M. L. M.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; SANTOS-MOURA, S. S.; SANTOS NETO, A. P. Germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3, p. 999-1007, 2016.

SOUSA, E. P.; SILVA, L. M. M.; SOUSA, F. C.; FERRAZ, R. R.; FAÇANHA, L. M. Caracterização físico-química da polpa farinácea e semente do jatobá. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 117-121, 2012.

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

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SIQUEIRA, E. L. Tabela do potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991.

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Sterculia apetala* (Jacq.) H. Karst EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Eryadison Flávio Bonifácio de Araújo^{1*}, Bruna Thalia Silveira Sabino¹, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua¹, Joyce Naiara da Silva¹, Caroline Marques Rodrigues¹, Eduardo Luã Fernandes da Silva¹, João Henrique Constantino Sales Silva¹, Edna Ursulino Alves¹

¹Universidade Federal da Paraíba - UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail: erybonifaccio@gmail.com

RESUMO

O chichá (*Sterculia apetala* (Jacq.) H. Karst), espécie da família Malvaceae tem alto potencial econômico porque produz sementes comestíveis. No entanto, para viabilizar plantios de chichá a germinação de suas sementes depende de diversos fatores, entre eles a temperatura. Nesse sentido, no presente estudo objetivou-se verificar a germinação de sementes de chichá em duas temperaturas (25 e 30 °C). A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, no município de Areia/PB, sendo os frutos coletados em diferentes localidades do mesmo município. As seguintes variáveis foram analisadas: porcentagem de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, comprimento de plântulas e massa seca de plântulas. A maior porcentagem de germinação e os valores máximos de comprimento e massa seca de plântulas foram obtidos na temperatura de 25 °C, enquanto o maior vigor, determinado pela primeira contagem foi observado na temperatura 30 °C. O vigor avaliado pelos testes de índice de velocidade e tempo médio de germinação não diferiram estatisticamente entre si. A temperatura de 25 °C é indicada para realização de teste de germinação em sementes de *S. apetala*.

PALAVRAS-CHAVE: chichá, qualidade fisiológica, vigor.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país rico na diversidade da sua flora, entretanto o seu potencial ainda é pouco explorado, devido alguns fatores, dentre eles, a falta de incentivo ao desenvolvimento de pesquisas científicas (MOURA, 2019). Um exemplo de espécie com potencial econômico ainda pouco explorada é a *Sterculia apetala* (Jacq.) H. Karst, vulgarmente conhecida em algumas regiões como chichá.

S. apetala é uma espécie da família Malvaceae, com distribuição geográfica desde parte da América do Norte, América Central até a América do Sul tropical (DVORAK, et al., 1998). O seu potencial econômico é alto, devido a produção de sementes, por serem comestíveis e se destacarem pelo alto valor nutricional, sendo ricas em proteínas e minerais (POLICARPI et al., 2017). Ainda é importante para a manutenção da fauna que depende de seus frutos e sementes para a alimentação (PEIXOTO et al., 2019).

No entanto, um desafio a ser superado para viabilizar plantios de chichá em maior escala, é a sua germinação, uma vez que esse evento depende de diversos fatores, como a umidade do solo, profundidade de sementeira e temperatura (COSTA et al., 2019). Embora existam muitos fatores influenciando a germinação das sementes, a temperatura é um fator ambiental crítico, principalmente em espécies florestais de regiões tropicais (SILVA, 2020).

Nesse sentido, no presente estudo objetivou-se verificar a germinação de sementes de *S. apetala* em duas temperaturas (25 e 30 °C).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, no município de Areia/PB, com sementes de *S. apetala* obtidas de frutos coletados em diferentes localidades no município de Areia/PB (06° 57' 30" S, 35° 45' 33,8" W, altitude 560 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo As' (tropical semiúmido, com verão seco), com precipitação anual e temperaturas médias de 1500 mm e 23 °C, respectivamente (ALVARES et al., 2013).

Na adequação do teste de germinação a semeadura foi realizada sobre duas folhas de papel toalha (tipo Germitest®) e cobertas com uma terceira, previamente umedecidas com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, organizadas no sistema de rolos, colocados em sacos de polietileno transparentes (BRASIL, 2013) e incubados em germinador do tipo Biological Oxygen Demand (B.O.D.) regulados às temperaturas de 25 e 30 °C e fotoperíodo de 12 horas, em quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento.

As avaliações realizadas foram: **porcentagem de germinação (%)** - constou da contagem do número de sementes que originaram plântulas normais aos 28 dias após a instalação do teste (BRASIL, 2013); **primeira contagem da germinação (%)** - realizada conjuntamente ao teste de germinação, sendo contabilizado o número de plântulas normais aos 14 dias após a semeadura (SILVA; MATA; BRUNO, 2012); **índice de velocidade de germinação (IVG)** - foram realizadas contagens diárias das plântulas normais, do 14^a ao 28^a dia, e o índice calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962); **tempo médio de germinação (dias)** - obtido através de contagens diárias das sementes germinadas do 14^a ao 28^a dia após a semeadura e calculado através da fórmula proposta por Laboriau (1983); **comprimento de plântulas** - no final do teste de germinação, as plântulas normais de cada repetição foram medidas da ponta da raiz primária até a gema apical, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em centímetros por plântula; **massa seca de plântulas** - as plântulas normais foram acondicionadas em sacos de papel, desprezando-se os cotilédones, submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar regulada a 60 °C durante 72 horas, com pesagem em balança analítica de precisão (0,001 g) até peso constante, sendo os resultados expressos em gramas por plântula.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, constando de dois tratamentos com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação entre as médias foi pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade sendo o *software* estatístico utilizado o SISVAR (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, comprimento e massa seca de plântulas diferiram significativamente ao nível de 1% em relação as temperaturas submetidas, enquanto para os dados do índice de velocidade e o tempo médio de germinação não houve diferença significativa em relação as temperaturas utilizadas (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância da primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MSP) provenientes de sementes de *Sterculia apetala* submetidas a diferentes temperaturas.

FV	GL	Quadrados médios					
		PCG (%)	PG (%)	IVG	TMG (dias ⁻¹)	CP	MSP
Temperatura	1	325,12**	1250,0**	0,27 ^{ns}	4,51 ^{ns}	23,22**	1,56**
Resíduo	6	1,79	20,67	0,15	1,87	0,84	0,04
Total	7						
CV (%)		20,20	8,34	35,66	10,62	21,95	32,09

** , * , ^{ns} significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente; FV: fonte de variação; CV: coeficiente de variação. **Fonte:** Autores.

Em relação ao vigor determinado pelo teste de primeira contagem de germinação, a maior porcentagem observada foi na temperatura 30 °C, diferindo estatisticamente da porcentagem observada para a temperatura de 25 °C (Figura 1A).

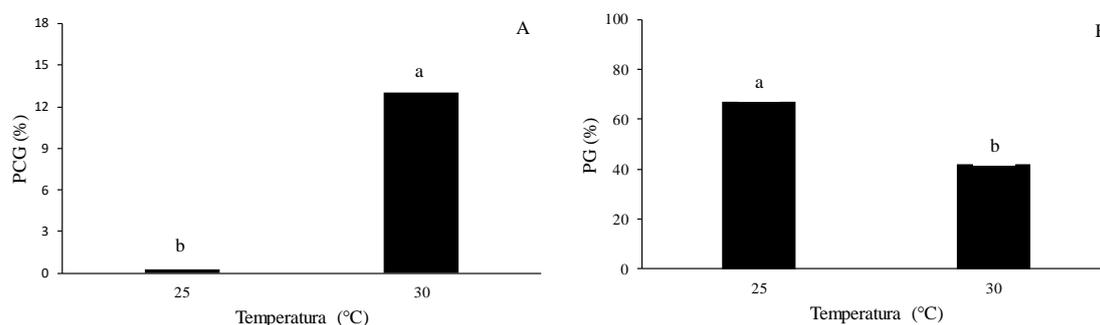


Figura 1. Primeira contagem de germinação (A) e porcentagem de germinação (B) de sementes de *Sterculia apetala* submetidas a diferentes temperaturas.

Fonte: Autores.

Em relação a porcentagem de germinação, as maiores porcentagens foram observadas na temperatura de 25 °C, diferindo estatisticamente da temperatura de 30 °C (Figura 1B). Esse resultado assemelha-se ao obtido por Oliveira et al. (2014) em estudo com sementes de *Eriotheca gracilipes* (K. Schum.) A. Robyns, uma espécie da família Malvaceae, no qual os melhores resultados de germinação foram atribuídos a temperatura de 25 °C, sendo um possível padrão para espécies dessa família.

Os resultados corroboram com a tendência de que, a temperatura ótima de germinação das sementes de espécies arbóreas é de 25 °C (BRANCALION; NOVENBRE; RODRIGUES, 2010). Oliveira e Barbosa (2014) explicaram ainda que, temperaturas acima do considerado ideal para a espécie, são responsáveis pela redução da germinação, por interferirem nos processos metabólicos.

As variáveis índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação, não diferiram estatisticamente em relação as temperaturas, evidenciando que nessas faixas de temperatura essas variáveis se comportam de forma semelhante (Figura 2A e 2B). O que difere dos resultados encontrados por Oliveira et al. (2014) com a espécie *E. gracilipes*, uma vez que os resultados deles diferem em relação as temperaturas, sendo a temperatura de 25 °C mais adequada para aumentar o IVG, entretanto o presente estudo sugere que pra *S. apetala*, a faixa ótima, considera o intervalo entre as duas temperaturas testadas.

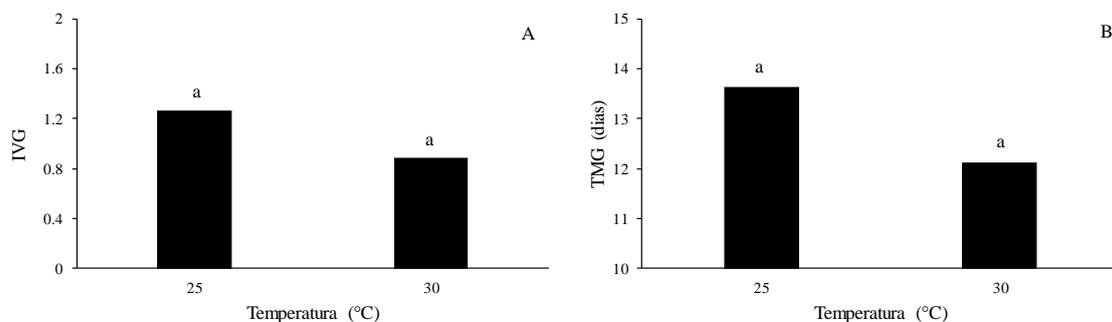


Figura 2. Índice de velocidade de germinação (A) e tempo médio de germinação (B) de sementes de *Sterculia apetala* submetidas a diferentes temperaturas.

Fonte: Autores.

O comprimento de plântulas, na temperatura de 25 °C foi maior, diferindo estatisticamente do tamanho de plântulas originadas de sementes submetidos à temperatura de 30 °C, cujo comprimento foi menor. Diferindo desses resultados, a massa seca de plântulas, se comportou da mesma forma, tendo maior massa seca na temperatura de 25 °C e menores na temperatura de 30 °C (Figura 3A e 3B).

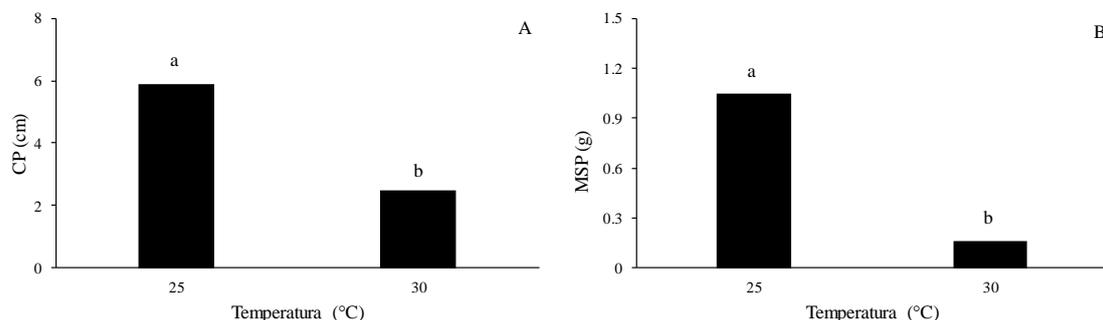


Figura 3. Comprimento de plântulas (A) e massa seca de plântulas (B) provenientes de sementes de *Sterculia apetala* submetidas a diferentes temperaturas.

Fonte: Autores.

Em estudo sobre a espécie *Caesalpinia pyramidalis* Tul., Lima et al. (2011) verificaram resultados semelhantes, contudo não houve diferença estatística entre as temperaturas de 25 e 30 °C, embora na temperatura de 25 °C observou-se maiores comprimentos e maior massa seca de plântulas.

CONCLUSÕES

A temperatura de 25 °C é indicada para realização de teste de germinação em sementes de *S. apetala*.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BRANCALION, P. H. S.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de espécies arbóreas brasileiras. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 4, p. 15-21, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para a análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA/ACS, 2013. 98 p.

COSTA, L. M.; SANTOS, A. F.; SOUZA, R. M., SÁ, T. D. A.; FERREIRA, A. G. Germinação de sementes de *Sterculia striata* em diferentes condições. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 8, n. 9, e4689119555, 2019.

DVORAK, W.S.; URUEÑA. H.; MORENO, L. A.; GOFORTH, J. Provenance and family variation in *Sterculia apetala* in Colombia. **Forest Ecology and Management**, v. 111, n. 2-3, p. 127-135, 1998.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

LABORIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983, 174 p.

LIMA, C. R.; PACHECO, M. V.; BRUNO, R. L. A.; FERRARI, C. S.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; BEZERRA, A. K. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 216-222, 2011.

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

MOURA, B. C. **Avaliação da toxicidade do óleo da semente da *Sterculia striata* em embriões de zebrafish**. 2019. 23 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Ciências Farmácia) - Universidade Federal de Sergipe, Aracajú, 2019.

OLIVEIRA, A. K. M.; BARBOSA, L. A. Efeitos da temperatura na germinação de sementes e na formação de plântulas de *Cedrela fissilis*. **Revista Floresta**, v. 44, n. 3, p. 441-450, 2014.

OLIVEIRA, A. K. M.; RIBEIRO, J. W. F.; PEREIRA, K. C. L.; SILVA, C. A. A. Germinação de sementes de paineira-do-campo (*Eriotheca gracilipes* (K. Schum.) A. Rodyns) em diferentes temperaturas. **Científica**, v. 42, n. 4, p. 316-324, 2014.

PEIXOTO, D. F.; RIBEIRO, M. C. B.; GARRO, F. L. T. Emergência e crescimento do chichá *Sterculia apetala* (Jacq.) H. Harst. (Sterculiaceae, Malvaceae) em viveiro e num fragmento urbano de vegetação remanescente do cerrado, Goiás. *In*: FRANSCISO, A. L. O. (org.). **Botânica aplicada 2**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019, p. 24-40.

POLICARPI, P. B. **Potencial nutricional, perfil químico e atividade antioxidante de castanha da chichá (*S. striata* St Hill e Naud) e seus subprodutos**. 2017. 88 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SILVA, K. B.; MATA, M. F.; BRUNO, R. L. A. Tratamentos pré-germinativos para superação da dormência de sementes de *Sterculia striata* A. St. Hil. Naldin. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. v. p. 857-866, 2012.

SILVA, P. A. K. X. Temperatura ideal de germinação de sementes de citrumeleiro “swingle”. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v. 7, n. 3, p. 59-68, 2020.

USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE MICRORGANISMOS FITOPATOGÊNICOS

Severino Moreira da Silva^{1*}, Lucy Gleide da Silva², Daniela Rosario de Mello²,
Robervania da Silva Alves Almeida², Hilderlande Florêncio da Silva²

¹Universidade Estadual da Paraíba- Campus I, Campina Grande-PB, *e-mail:

severinomsilva09@gmail.com

²Universidade Federal da Paraíba- Campus II, Areia-PB

RESUMO

O uso intensivo de produtos químicos no controle de doenças em plantas tem promovido prejuízos ao meio ambiente, além de induzir espécies de fungos à resistência a alguns fungicidas. Assim, conhecer métodos alternativos, mais baratos, menos nocivos ao meio ambiente para o controle de fitopatógenos, como o caso dos óleos essenciais, é de grande importância. Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo apresentar uma breve revisão de literatura sobre o uso de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos. O trabalho constitui-se de uma pesquisa bibliográfica priorizando pesquisas publicadas nos últimos cinco anos, que têm como objeto de estudo o uso de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos. Extratos e óleos de plantas já tinham seu uso descrito há muitos anos na medicina popular. Em decorrência de sua composição, estudiosos vêm ao longo do tempo fazendo uso destes óleos na agricultura, explorando sua atividade antimicrobiana e antifúngica. Existem diferentes formas de extração dos óleos essenciais. Pode ser extraído de diferentes plantas, como as medicinais, condimentares e aromáticas, podendo ser aplicados em diversas culturas, desde frutíferas à olerícolas, como também em diferentes estágios da produção, em campo ou na pós colheita. De acordo com os resultados apresentados nos trabalhos avaliados, é possível observar que os óleos essenciais testados em todas as pesquisas aqui apresentadas, foram eficientes no controle fitopatogênico, sendo assim uma alternativa ao uso de produtos químicos.

PALAVRAS CHAVE: Controle alternativo, óleos essenciais, fitopatógenos.

INTRODUÇÃO

Cada vez mais se aumenta a busca por alimentos, por parte dos consumidores, que sejam saudáveis, produzidos de forma sustentáveis, que possuam selos de qualidade que venham a certificar que aquele produto em questão não teve o emprego de produtos químicos (NASCIMENTO et al., 2021).

Além disso, a perda da eficiência do uso de produtos químicos, em decorrência do aumento da resistência de alguns patógenos, vem tornando cada vez mais necessário o uso de métodos alternativos no manejo de microrganismos (SANTOS et al., 2020). Opções de produtos naturais que venham a substituir o uso de produtos sintéticos, especialmente por sua baixa toxicidade estão sendo exploradas nos últimos anos (EVERTON, et al., 2020).

Nesse sentido, isto justifica, portanto, a busca por métodos alternativos de controle, dos quais podemos citar: o controle biológico e a indução de resistência em plantas pelo uso de extratos vegetais e óleos essenciais, entre outros (SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN, 2005).

Diversas pesquisas relatam a eficiência no uso de óleos essenciais no controle de fitopatógenos. No entanto, as pesquisas em torno do desenvolvimento de produtos com base em óleos essenciais são bem poucas (CHAGAS et al., 2021).

REFERENCIAL TEÓRICO

Óleos essenciais

O controle alternativo de fungos fitopatogênicos tem sido um tema amplamente discutido no contexto atual. Muitos produtos naturais, entre os quais os extratos e os óleos essenciais de plantas medicinais, condimentares e aromáticas, apresentam potencial para o manejo de doenças de plantas. As substâncias bioativas presentes nessas plantas são os metabólitos secundários (SILVA et al., 2010).

Destes metabólitos secundários são originados os óleos essenciais que possuem composição química variada, na qual um dos componentes se destaca pela sua concentração (SIMÕES & SPITZER, 2007). Os óleos essenciais possuem uma vasta gama de compostos, além de apresentarem mecanismos e funções de ação diversos (COELHO et al., 2019).

O óleo pode ser extraído de qualquer uma das partes da planta, sendo armazenado em células epidérmicas, canais secretores, tricomas glandulares, entre outras (BAKKALI et al., 2008; ENS et al., 2009; SILVA et al., 2012). O método de extração a ser escolhido deverá levar em consideração as características e os componentes de interesse da planta, pode ser por meio de destilação por arraste de vapor, hidrodestilação, enfloração, extração com solventes orgânicos, dentre outros (SILVEIRA e LAZZAROTTO, 2021).

Alguns fatores devem ser levados em consideração, pois podem influenciar tanto na composição como no rendimento destes óleos, como por exemplo as características climáticas do ambiente, em qual fase fenológica se encontra a planta matriz e qual o tipo de extração (SOUZA et al., 2020).

Os óleos essenciais fazem parte de um grupo importante de matérias primas com uso em diversos setores, como por exemplo, o farmacêutico, alimentares, perfumaria e afins (EVERTON et al., 2020).

Controle alternativo de microrganismos fitopatogênicos

Atualmente, diferentes setores da agropecuária consideram os óleos essenciais um importante objeto de pesquisa, justamente por apresentarem características satisfatórias, como suas atividades fungistática, inseticida e herbicida (STEFFEN et al., 2019).

Avaliando a eficiência de óleos essenciais de controle de *Fusarium* sp. *in vitro*, Tico et al. (2022), concluíram, dentre outras coisas, que os óleos de erva-doce, hortelã e manjeriço inibiram o crescimento micelial e esporulação de *Fusarium* sp. *in vitro*.

É válido destacar que o *Fusarium* sp. é um dos fungos fitopatogênicos mais conhecidos devido à sua importância econômica. Por apresentar alta variabilidade genética, além de possuir uma vasta gama de hospedeiros, de diferentes gêneros e famílias, seu controle torna-se muito difícil. E para a promoção de resultados mais contundentes a combinação de várias medidas se tornam necessárias (WENDLAND JUNIOR et al., 2018).

Já em sua pesquisa, Chagas et al. (2021) verificaram que tanto o óleo essencial de manjeriço quanto o de capim citronela apresentaram efeito de inibição do crescimento micelial dos fungos *Alternaria solani*, *Curvularia* sp. e *Cercospora* sp. da cultura do tomateiro. Sendo que a maior taxa de inibição do crescimento micelial foi obtida pelo óleo essencial de manjeriço sobre o fungo *Alternaria solani*.

A eficiência destes produtos alternativos depende da espécie envolvida, do tipo de patógeno que será controlado e dos processos utilizados para extração do óleo essencial (SILVA et al., 2005). A exploração da bioatividade antimicrobiana e/ou elicitora de defesa utilizando compostos secundários presentes em óleos essenciais de plantas medicinais constitui-se em mais uma forma potencial para controle de doenças em plantas cultivadas (CARVALHO et al., 2008).

Analisando os efeitos dos óleos essenciais no controle do *Fusarium sp.* da cana de açúcar *in vitro*, Tico et al. (2019) concluíram que os óleos essenciais de capim-limão, erva-doce e manjeriço apresentaram efeito inibitório *in vitro* sobre *Fusarium sp.*, isolado da cana de açúcar, reduzindo o crescimento da colônia e esporulação.

Em testes *in vitro*, Oliveira et al. (2023), apontam que o óleo essencial de manjeriço apresenta eficiência no controle do fungo *Scytalidium sp.* na palma forrageira, e com potencial para testes *in vivo* no controle do fungo *Scytalidium*.

Ainda nessa perspectiva, em pesquisa realizada por Bressan et al. (2018), concluiu-se que o óleo essencial de melaleuca apresentou eficiência na inibição micelial do fungo *Rhizoctonia sp.*, tanto no teste *in vitro* como no teste de germinação.

Resultado semelhante foi observado por Steffen et al. (2019), que, avaliando o efeito de concentrações do óleo essencial de melaleuca sobre o crescimento *in vitro* de *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium sp.*, observaram que o óleo essencial de melaleuca apresentou ação antifúngica sobre o crescimento *in vitro* de *S. sclerotiorum* e *Fusarium spp.*, inibindo por completo o desenvolvimento micelial dos patógenos avaliados na concentração de 0,5%.

Já Oliveira Júnior et al. (2020) observaram, em seus estudos, que o óleo essencial de *S. terebinthifolius* tem grande potencial no controle de doenças causadas por *C. gloeosporioides* em pós-colheita de goiabas. Ainda sobre o controle de fitopatógenos em frutíferas, Peixinho et al. (2019), concluíram que em todas as concentrações testadas de óleo de citronela, foi possível observar a inibição do crescimento micelial de *L. theobromae* em 100% em sua pesquisa com videiras.

A inibição da germinação de conídios é fundamental no controle da doença, pois essa estrutura é o ponto de partida para propagação e sobrevivência dos fungos, principalmente quando o ambiente está inadequado para desenvolvimento dos mesmos.

Os óleos essenciais apresentam em sua composição compostos que possuem atividade antibacteriana, antiviral e antifúngico. Sesquiterpenos e monoterpenos, dentre outros, são compostos encontrados nos óleos essenciais e que tem bioatividade para insetos pragas, além de apresentar efeito fungistático e níveis de atividade fitotoxicidade (OOTANI et al., 2013; VICENTE et al., 2018).

Ao determinarem as atividades inibitórias de quatro óleos essenciais voláteis de plantas sobre o crescimento *in vitro* de *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*, causando murcha por *Fusarium* em plantas de morango, Park et al. (2017) concluíram que o óleo de canela foi considerado o mais eficaz na supressão da germinação de conídios, enquanto que os óleos de erva-doce, de origanum e o de tomilho mostraram inibição moderada da germinação de conídios em níveis semelhantes.

Objetivando avaliar o efeito de diferentes óleos essenciais na inibição de *Alternaria sp.* e no desempenho fisiológico de sementes de coentro, inoculadas com o patógeno, Souza et al. (2020) observaram que dentre os óleos essenciais avaliados, o óleo essencial de cravo teve o melhor resultado, diferindo significativamente dos demais tratamentos e proporcionando a maior eficiência na redução do crescimento micelial.

Nesse sentido, por apresentarem atividades antimicrobianas e antioxidantes, os óleos essenciais surgem como uma importante alternativa na busca pela substituição de compostos sintéticos (CUTRIM et al., 2019).

CONCLUSÃO

Diante do exposto, é notável a eficiência do uso de óleos essenciais no controle de microrganismos fitopatogênicos, desde os que atacam as sementes das culturas até os de ocorrência na pós colheita, atuando também em uma gama de culturas, apresentando eficácia em frutíferas e olerícolas. Sendo assim uma excelente alternativa de controle de fitopatógenos, visto que, o uso de produtos químicos pode acarretar diversos problemas, tanto para o ambiente como para os seres humanos. No entanto, pesquisas no âmbito de produtos à base destes óleos ainda são um pouco escassas.

REFERÊNCIAS

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D. & IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils—a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p.446-475, 2008.

BRESSAN, D.F.; BATISTA, V.V.; OLIGINI, K.F.; MAZARO, S.M.; CECHIN, F.E.; FUNGHETTO, D.J. Patologia e germinação de sementes de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan) e potencial de óleos essenciais no controle de *Rhizoctonia* sp. in vitro e no tratamento de sementes. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**; 10ª edição/ Maio de 2018.

CARVALHO, J.B. et al. Fungitoxicidade de *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon martinii* *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de pimentão. **Revista Brasileira de Plantas Medicináveis**, v.10, n.1, p.88-93, 2008.

CHAGAS, L.F.B.; CASTRO, H.G. de; CHAGAS JUNIOR, A.F.; OLIVEIRA, H.K.M. Efeito do Óleo Essencial do Manjeriço e Capim Citronela na Inibição de Fungos Fitopatogênicos da Cultura do Tomate. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.12, 2021.

COELHO, A.G.; LEAL, E.R.; VASCONCELOS, J.F.S. de. Emprego de Óleos Essenciais como Matéria-Prima para a Produção de Repelentes de Insetos. **Revista Contexto & Saúde**, Editora Unijuí. vol. 19, n. 37, jul./dez. 2019.

CUTRIM, E.S.M.; TELES, A.M.; MOUCHREK, A.N.; MOUCHREK FILHO, V.E.; EVERTON, G.O. Avaliação da Atividade Antimicrobiana e Antioxidante dos Óleos Essenciais e Extratos Hidroalcoólicos de *Zingiber officinale* (Gengibre) e *Rosmarinus officinalis* (Alecrim). **Rev. Virtual Quim.**, Vol. 11, N. 1, 2019.

ENS, E. J.; BERMNER, J. B.; FRENCH, K. & KORTH, J. Identification of volatile compounds released by roots of an invasive plant, bitou bush (*Chrysanthemoides monilifera* spp. rotundata), and their inhibition of native seedling growth. **Biological Invasions**, v. 11, n. 2, p. 275-287, 2009.

EVERTON, G.O.; ARAÚJO, R.J.P.; SANTOS, A.B. da S. dos; ROSA, P.V.S.; CARVALHO JÚNIOR, R.G. de; TELES, A.M.; GOMES, P.R.B.; MOUCHREK FILHO, V.E. Caracterização química, atividade antimicrobiana e toxicidade dos óleos essenciais da *Pimenta dioica* L. (pimenta da Jamaica) e *Citrus sinensis* L. Osbeck (laranja doce). **Rev. colomb. cienc. quim. farm.** vol.49 no.3, 2020.

NASCIMENTO, D.M. do; RIBEIRO-JÚNIOR, M.R.; SANTOS, P.L. dos; PEREIRA, A.E.; KRONKA, A.Z. Óleos essenciais no tratamento de sementes. **Revisão anual de patologia de plantas**; seção 1, vol. 27, pág. 77-79, 2021.

OLIVEIRA JÚNIOR, L.F.G. de; OLIVEIRA, A.P.; FONTES, P.T.N.; OLIVEIRA, L.F.M. de; SANTOS, M.C. dos; GAGLIARDI, P.R.; CARNELOSSI, M.A.G. Chemical profile and potential antifungal of essential oil *Schinus terebinthifolius* and its by – products. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, 2020.

OLIVEIRA, V. de S.; PORCINO, M.M.; ARAÚJO, E.F.B. de; SABINO, B.T.S.; ARAÚJO, J.S.; NASCIMENTO, L.C. do. Óleos essenciais no controle *in vitro* de *Scytalidium* sp. da palma forrageira. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.11, n.2, 2023.

OOTANI, M.A.; AGUIAR, R.W.; RAMOS, A.C.C.; BRITO, D.R.; SILVA, J.B. da; CAJAZIEIRA, J.P. Uso de óleos essenciais na agricultura. **J. Biotec. Biodivers.** v. 4, N.2: pp. 162-175, 2013.

PARK, J.Y.; KIM, S.H.; KIM, N.H.; LEE, S.W.; JEUN, Y.C.; HONG, J. K. Differential inhibitory activities of four plant essential oils on *in vitro* growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* causing *Fusarium* wilt in strawberry plants. **The plant pathology journal**, v. 33, n. 6, 2017.

PEIXINHO, G. de S.; RIBEIRO, V.G.; AMORIM, E.P. da R.; MARAIS, A.C. de M. Ação do óleo essencial de Citronela (*Cymbopogon nardus* L) sobre o patógeno *Lasioidiplodia theobromae* em cachos de videira cv. Itália. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 45, n. 4, 2019.

SANTOS, D.V. dos; AMORIM, E.P. da R.; CARVALHO, V.N.; SANTOS, D.S. dos; FERREIRA, T.C. Análise patológica e tratamento alternativo de patógenos em sementes de gravioleira. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 46, n. 1, 2020.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L.S. et al. **Indução deresistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: Fealq, 2005.

SILVA, C. J., BARBOSA, L. C. A., DEMUNER, A. J., MONTANARI, R. M., FRANCINO, D., MEIRA, R. M. S. A., SOUZA, A. O. Chemical composition and chemical chemistry of Sphagneticolatrilobata essential oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 22, n. 3, p.482-489, 2012.

SILVA, M. B.; MORANDI, M. A. B.; PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M.; FONSECA, M. C. M. Uso de princípios bioativos de plantas no controle de fitopatógenos e pragas. **Informe Agropecuário**, v. 31, n. 255, p. 70-77, 2010.

SILVA, M. B.; ROSA, M. B.; BRASILEIRO, B. G.; ALMEIDA, V.; SILVA, C. A. Desenvolvimento de produtos à base de extratos de plantas para o controle de doenças de plantas. In: VENEZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: Epamig/CTZM, p. 221-46. 2005.

SILVEIRA, A.C. da; LAZZAROTTO, M. Óleos essenciais de espécies de eucaliptos. In: OLIVEIRA, E. B. de; PINTO JUNIOR, J. E. (Ed.). **O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento**. Embrapa, 2021. cap. 18.

SIMÕES, C. M. O. & SPITZER, V. Óleos voláteis. In: Simões, C. M. O. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Editora da UFRGS. p.467-495. 2007.

SOUZA, G.N. de; ANDRADE, I.G.V. de, PAZ, C.D. da; PEIXOTO, A.R.; DANTAS, B.F.; ARAGÃO, C.A. Potencial de óleos essenciais na inibição de *Alternaria* e no vigor de semente de coentro. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, 2020.

STEFFEN, G.P.K.; MALDANER, J.; STEFFEN, R.B.; MISSIO, E.L.; MEZZOMO, R. controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium* sp. com óleo essencial de melaleuca. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**. v.16, n.30, 2019.

TICO, B.M.; OLIVEIRA, M.D.D.; SILVA, H.F.; SILVA, E.C.; PORCINO, M.M.; NASCIMENTO, L.C. Controle alternativo e biológico de patógenos em sementes de melancia. **Scientia Plena**, vol. 18. N. 7, 2022.

TICO, B.M.; SILVA, H.F. da; SILVA, E.C. da; SILVA, G.R.; NASCIMENTO, L.C. do. Óleos essenciais no controle do *Fusarium* sp. da cana de açúcar *in vitro*. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**. v.7, n.3, 2019.

VICENTE, P.M.; LOPES, E.A.; PEREIRA, M.C.; OLIVEIRA, C.R. de; VALENTE, V.M.M. Bioprospecção para atividade antifúngica do óleos essencial das folhas de *Callistemon viminalis*. **Nucleus**, v.15, n.2, 2018.

WENDLAND JUNIOR, A.; LOBO JUNIOR, M.; Faria, J. C. Manual de identificação das principais doenças do feijoeiro-comum. Brasília, DF: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2018.

PODRIDÃO DO COLMO EM PLANTAS DE *Sorghum bicolor*: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Jakeline Florencio da Silva^{1*}, Hilderlande Florêncio da Silva¹, Edcarlos Camilo da Silva¹, Severino de Carvalho Neto¹, Mirelly Côelho de Souza¹, Lucy Gleide da Silva¹, Luciana Cordeiro do Nascimento¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail: jakelive_15@hotmail.com

RESUMO

O sorgo obteve um grande expansão ao longo dos anos, esse crescimento deve-se pelas numerosas áreas de cultivo, onde se deu início a partir da década de 70. Sendo uma cultura versátil, o sorgo tem o grande potencial no uso para alimentos, fibras, rações e para a produção de etanol. Após a colheita no campo, as sementes são submetidas à secagem e, posteriormente, ao armazenamento até a comercialização do material, em que nesta etapa fatores como umidade inicial, temperatura de secagem, umidade relativa do ar e as características intrínsecas às sementes são decisivos na manutenção da qualidade ao longo do tempo. Os fungos patogênicos coabitam com seu hospedeiros pela a associação de semente – patógeno por ser tão eficiente o processo de transmissão. A doença podridão vermelha do colmo é comum em todas as regiões onde se tem o cultivo do sorgo, vindo acometer na redução da produção e na qualidade de grãos e de forragem sendo atribuída por afetar o enchimento dos grãos, ocasionar prejuízos quando a incidência do patógeno próximo ao período do florescimento. As podridões de colmo causam perdas significativas de produção, tornando necessário a adoção de várias estratégias de manejo para o controle da doença.

PALAVRAS-CHAVE: Sorgo, doença, patógeno de solo.

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tem origem do continente africano, é pertencente à família Poaceae, sendo o quinto cereal mais cultivado no mundo inteiro (FREITAS et al., 2023). No Brasil, o sorgo obteve um grande expansão ao longo dos anos, esse crescimento deve-se pelas numerosas áreas de cultivo, onde se deu início a partir da década de 70 (SIQUEIRA et al., 2023).

Sendo uma cultura versátil, o sorgo tem o grande potencial no uso para alimentos, fibras, rações e para a produção de etanol (FREITAS et al., 2023), sua produtividade é relacionada com diversos fatores integrados sendo a interceptação de radiação pela copa, sua eficiência metabólica, tendo translocação de produtos da fotossíntese para os grãos e a capacidade de absorção dos grãos (SIQUEIRA et al., 2023).

Cabral et al. (2023) afirma que o sorgo por ser uma planta de clima tropical e dias curtos, possui certa resistência à seca e altamente tolerante a variações bruscas de temperaturas e a longo período de estiagem, sendo cultivado em diversas regiões áridas e semiáridas com baixos índices de precipitação anual.

Após a colheita no campo, as sementes geralmente são submetidas à secagem e, posteriormente, ao armazenamento até a comercialização do material, em que nesta etapa fatores como umidade inicial e de armazenamento, temperatura de secagem, temperatura e umidade relativa do ar e as características intrínsecas às sementes são decisivos na manutenção da qualidade ao longo do tempo (SANTOS et al., 2021; SILVA et al., 2023).

Os fungos patogênicos coabitam com seu hospedeiros pela a associação de semente – patógeno por ser tão eficiente o processo de transmissão (REIS et al., 2023). As sementes são a principal fonte de fungos necrotróficos de órgãos fotossintéticos, decorrente em todos os patossistemas, onde as sementes infectadas disseminam os patógenos desde o centro de origem da espécie vegetal até o atual local de cultivo (REIS et al., 2022).

DESENVOLVIMENTO

Fungos causadores de doenças na cultura do sorgo

A cultura do *S. bicolor*, por ser suscetível, pode ser afetada por diversas doenças limitando a sua produção, dependendo das condições ambientais e da suscetibilidade da cultivar. Conforme com o ano, região e em áreas com baixo nível tecnológico, onde não são empregadas medidas de controle ao surgimento de doenças, a cultura do sorgo pode ser acometida por patógenos causadores de doenças foliares, do colmo, da panícula, por agentes causais de doenças sistêmicas, além de fungos de solo causadores de podridões radiculares e viroses (COSTA et al., 2010; SOUSA et al., 2019).

Dentre as principais doenças da cultura temos as de origem fúngica, podem ser citadas como mais importantes as seguintes: antracnose (*Colletotrichum sublineolum* Henn); míldio (*Peronosclerospora sorghi*); helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*); ferrugem (*Puccinia purpúrea* Cooke); ergot ou doença açucarada (*Claviceps africana*); podridão-seca-do-colmo (*Macrophomina phaseolina*); podridão vermelha do colmo (*Fusarium moniliforme*); podridão de panícula (*Fusarium verticillioides*) (MAY et al., 2018; SILVA et al., 2012; SILVA et al., 2014).

As principais espécies de patógenos que acometem a podridão na base do colmo relatadas no Brasil são *Colletotrichum graminicola* (Ces) G.W. Wils; *Stenocarpella maydis* (Berk.) [Sin. *Diplodia maydis* (Berk.), *Stenocarpella macrospora* Earle [Sin. *D. macrospora* Earle in Bull.]; *Fusarium graminearum* Schwabe Petch (*Gibberella zeae* Schw.); *Fusarium verticillioides* [Sin.= *Fusarium moniliforme* Sheld (*Gibberella fujikuroi* Saw.)] (WORDELL FILHO e CASA, 2010).

A doença podridão vermelha do colmo é comum em todas as regiões onde se tem o cultivo do sorgo, vindo acometer na redução da produção e na qualidade de grãos e de forragem sendo atribuída por afetar o enchimento dos grãos, ocasionar prejuízos quando a incidência do patógeno próximo ao período do florescimento, no enfraquecimento do colmo, causando, geralmente, tombamento e/ou podridão do colmo, podendo também infectar as raízes comprometendo a firmeza do tecido interno e na morte de plântulas (COSTA et al., 2010; PANIZZI; FERNANDES, 1997; KARUPPIAH et al., 2022; ROSSET et al., 2013).

Outros indicativos da presença de podridões vermelha do colmo são a partir dos sintomas de descoloração da casca e com a menor resistência à pressão da base do colmo, sendo no primeiro e segundo entrenós logo acima da superfície do solo (COSTA et al., 2010), a infecção também compromete a distribuição de água e dos nutrientes presentes no solo até as partes aéreas da planta, são responsáveis pela quebra do colmo e pelo acamamento, assim dificultando a colheita e afetando diretamente no rendimento potencial e a qualidade dos grãos (SILVA et al., 2018b).

Fusarium é um gênero cosmopolita de fungos ascomicetos filamentosos (YU et al. 2021), em que as espécies são consideradas um dos patógenos de plantas economicamente destrutivos, responsáveis por perdas anuais de vários bilhões de dólares em rendimentos de colheitas, na qualidade de grãos, causando a murcha, ferrugem, podridão em várias culturas e produção de micotoxinas (MA et al., 2013; SOBRINHO et al., 2019),

ameaçando também a saúde de humanos e animais em todo o mundo (KELLY, 2018; O'DONNELL et al., 2013).

Historicamente, a principal abordagem para identificar espécies de *Fusarium* tem sido através do exame de caracteres morfológicos (KELLY, 2018), sendo que as espécies podem produzir três tipos de esporos, incluindo macroconídios, microconídios e clamidósporos (ELMER, 2012; O'DONNELL et al., 2022), enquanto os teleomorfos do gênero são tipicamente classificados no gênero *Gibberella* (MORETTI, 2009).

A espécie *Fusarium verticillioides* sensu lato (anteriormente chamado de *Fusarium moniliforme*) produz dois tipos de conídios, sendo os macroconídios, possuindo entre três à cinco septos e apresentando curvaturas próximas às extremidades, e os microconídios que são produzidos em cadeias e possuem um septo, já a forma perfeita (*Gibberella fujikuroi* Saw.) caracteriza-se pela a produção de ascósporos em peritécios (COSTA et al., 2010).

O *F. verticillioides* é um patógeno com uma ampla gama de plantas hospedeiras de culturas como milho, arroz e sorgo (BLACUTT et al. 2018), devido à sua grande variabilidade com relação às propriedades morfológicas, fisiológicas e genéticas, na qual práticas agrícolas adequadas precisam ser mantidas durante a pré-colheita e pós-colheita para minimizar o crescimento e sua produção de micotoxina nos cereais (DEEPA et al., 2018).

O fitopatógeno tem sido historicamente relatado como o patógeno predominante da podridão do caule do sorgo em regiões temperadas (PENA et al., 2020), podendo permanecer no tegumento remanescente das sementes, pois é um fungo de solo que consegue sobreviver em restos culturais nas formas de conídios, micélio e clamidósporos (SARTORI et al., 2004), apesar de não apresentar essas estruturas como escleródios ou hifas, pode resistir a condições ambientais adversas (MARTÍNEZ-RAMÍREZ et al., 2005; NOR et al., 2019).

Facilmente sendo dispersos no ambiente via contato direto, água, vento e vetores (PAZIANI et al., 2019), a doença podridão do colmo é causada pelo *Fusarium* spp., está relacionada a ampla adoção do sistema de semeadura direta sem rotação de culturas e a utilização de genótipos suscetíveis (COSTA et al. 2008) favorecendo a elevada ocorrência de incidência em condições de alta umidade do solo e de temperaturas em torno de 28 à 30 °C, sobrevivendo em restos da cultura sendo capaz de infectar raízes, tendo como consequência a murcha e o tombamento de plântulas (BRAZ, 2013).

O patógeno penetra nas raízes e no colmo em plantas de sorgo através de aberturas naturais ou de ferimentos provocados por insetos, máquinas e/ou nematoides, tendo como sintomas característicos na parte externa lesões necróticas de cor marrom, enquanto na parte interna do colmo apresenta coloração rosada ou salmão (SABATO et al., 2014), já entre os estágios de florescimento e de maturação da planta, a severidade da doença pode aumentar sob condições de baixas temperaturas e alta umidade, seguidas de um período de alta temperatura e baixa umidade (COSTA et al., 2010).

As medidas efetivas para o controle da podridão vermelha do colmo é a utilização de cultivares resistentes, população de plantas adequada e adubações equilibradas (COSTA et al., 2010).

CONCLUSÃO

As podridões de colmo causam perdas significativas de produção, tornando necessário a adoção de várias estratégias de manejo para o controle da doença. Para tanto, informações sobre o histórico da área de plantio, variedades e qualidade das sementes são subsídios fundamentais para o estabelecimento da cultura. Além disso, uma agricultura sustentável enfatiza a utilização de alguns métodos de controle, sejam eles culturais,

biológicos, genéticos e físicos objetivando à prevenção e à redução da intensidade da doença.

REFERÊNCIAS

BRAZ, V. A. Principais doenças fúngicas que acometem o milho. **Acervo da Iniciação Científica**, n. 1, 2013.

BLACUTT, A. A.; GOLD, S. E.; VOSS, K. A.; GAO, M.; GLENN, A. E. *Fusarium verticillioides*: Advancements in understanding the toxicity, virulence, and niche adaptations of a model mycotoxigenic pathogen of maize. **Phytopathology**, 108, 312–326. 2018.

CABRAL, R. G.; CARDOSO, R. B.; ADORIAN, G. C.; SILVA, R. Z.; LEÃO, E. U. Colonização *in vitro* de raízes de sorgo por rizobactérias. **Agri-Environmental Sciences**, v. 9, n. 1, p. 8-8, 2023.

COSTA, L. V.; COSTA, R. V.; CASELA, C. R. Cultivo do sorgo. **Cultivares. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção**. Ed. 6, v. 2, p. 1-10, 2010.

DEEPA, N.; RAKESH, S.; SREENIVASA, M. Y. Morphological, pathological and mycotoxicological variations among *Fusarium verticillioides* isolated from cereals. **3 Biotech**, v. 8, n. 2, p. 1-10, 2018.

ELMER, W. H. Biology and Epidemiology. In. *Fusarium wilts of greenhouse vegetable and ornamental crops*. Minnesota, USA: **The American Phytopathological Society**, 11-9, 2012.

FREITAS, H. C.; CORRÊA, F. R.; SILVA, N. F.; CAVALCANTE, W. S. S.; RIBEIRO, D. F.; RODRIGUES, E. Efeitos fitotécnicos do manejo de herbicidas aplicados em pré e pós emergência na cultura do sorgo. **Revista Brasileira de Ciências**, v. 2, n. 4, pág. 64-75, 2023.

KARUPPIAH, V.; HE, A.; LU, Z.; WANG, X.; LI, Y.; CHEN, J. *Trichoderma asperellum* GDFS1009-mediated maize resistance against *Fusarium graminearum* stalk rot and mycotoxin degradation. **Biological Control**, v. 174, p. 105026, 2022.

KELLY, L. *Fusarium* species associated with grain sorghum and mungbean in Queensland. 2018.

MA, L. J.; GEISER, D. M.; PROCTOR, R. H.; ROONEY, A. P.; O'DONNELL, K.; TRAIL, F.; GARDINER, D. M.; MANNERS, J. M.; KAZAN, K. *Fusarium* Pathogenomics. In **Annual Review of Microbiology**; Gottesman, S., Ed.; Annual Reviews: Palo Alto, CA, USA; Volume 67, pp. 399–416, 2013.

MARTÍNEZ-RAMÍREZ, J. L.; PESCADOR-RUBIO, A.; LEZAMA-GUTIÉRREZ, R.; REBOLLEDO-DOMÍNGUEZ, O.; MOLINA-OCHOA, J.; LÓPEZ-LAVÍN, M.; BETANCOURT-VALLEJO, A. Aspectos epidemiológicos de *Fusarium moniliforme* causante del tizón de la panoja del sorgo. **Avances en Investigación Agropecuaria**, vol. 9, núm. 3, septiembre, 2005, pp. 11-18, 2005.

MAY, A.; MENDES, S. M.; SILVA, D.; PARRELLA, R. D. C.; SILVA, A. F.; PACHECO, T. F.; COSTA, R. V. Manejo cultural de sorgo sacarino em áreas de reforma de canaviais. 2018.

MORETTI, A. N. Taxonomy of *Fusarium* genus, a continuous fight between lumpers and splitters. **Proceedings of Natural Sciences Matica Srpska Novi Sad**, 7-13, 2009.

NOR, N. M. M.; SALLEH, B.; LESLIE, J. F. *Fusarium* species from sorghum in Thailand. **The plant pathology journal**, v. 35, n. 4, p. 301, 2019.

O'DONNELL, K.; ROONEY, A. P.; PROCTOR, R. H.; BROWN, D. W.; MCCORMICK, S. P. WARD, T. J.; GEISER, D. M. Phylogenetic analyses of RPB1 and RPB2 support a middle Cretaceous origin for a clade comprising all agriculturally and medically important fusaria. **Fungal Genetics and Biology**. 52, 20-31, 2013.

O'DONNELL, K.; WHITAKER, B. K.; LARABA, I.; PROCTOR, R. H.; BROWN, D. W.; BRODERS, K.; GEISER, D. M. DNA sequence-based identification of *Fusarium*: A work in progress. **Plant Disease**, p. PDIS-09-21-2035-SR, 2022.

PANIZZI, R.C.; FERNANDES, N.G. Doenças do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Camargo, E.A., Rezende, J.A.M. (Eds.) Manual de Fitopatologia - Doenças das Plantas Cultivadas. **Editora Agronômica Ceres**, São Paulo, v. 2, pp.676-689, 1997.

PAZIANI, M. H.; TONANI, L.; MENEZES, H. D.; BACHMANN, L.; WAINWRIGHT, M.; BRAGA, G. Ú. L.; VON ZESKA KRESS, M. R. Antimicrobial photodynamic therapy with phenothiazinium photosensitizers in non-vertebrate model *Galleria mellonella* infected with *Fusarium keratoplasticum* and *Fusarium moniliforme*. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 25, p. 197-203, 2019.

PENA, G. A.; SULYOK, M.; CHULZE, S. N. Effect of interacting conditions of water activity, temperature and incubation time on *Fusarium thapsinum* and *Fusarium andiyazi* growth and toxin production on sorghum grains. **International journal of food microbiology**, v. 318, p. 108468, 2020.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; REIS, A. C. **Doenças da soja**. 2.ed. Passo Fundo: Berthier, 432p. 2022.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; ZANATTA, M. Quanto a eficácia do tratamento de sementes com fungicidas.-Ênfase em grandes culturas de grãos. **Summa Phytopathologica**, v. 48, p. 147-150, 2023.

ROSSET, J. S.; RAMPIM, L.; ECCO, M.; LANA, M. C.; SARTO, M. V. M.; KUHN, O. J. Comportamento de híbridos de milho segunda safra quanto à incidência de podridões na Região Oeste do Paraná. **Scientia Agropecuaria**, v. 4, n. 3, p. 219-228, 2013.

SABATO, E. O.; LANDAU, E. C.; OLIVEIRA, C. M. **Recomendações para o manejo de doenças do milho disseminadas por insetos-vetores**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 205 (INFOTECA-E), 2014.

SANTOS, C. V.; RIBEIRO, P. D. O.; SILVA, K. J.; MENEZES, C. B. Tecnologia de produção de sementes de sorgo. 2021.

SARTORI, A. F.; REIS, E. M.; CASA, R. T. Quantificação da transmissão de *Fusarium moniliforme* de sementes para plântulas de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 456-458, 2004.

SILVA, D. D.; COTA, L. V.; COSTA, R. V. Doenças. In: **Cultivo do Sorgo**, RODRIGUES, J. A. S. (ed.). Embrapa Milho e Sorgo, Sistema de Produção Embrapa, 2, 2012.

SILVA, D. D.; DA COSTA, R. V.; PARREIRA, D. F. Principais doenças do sorgo. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v. 35, n. 278, p. 102-111, 2014.

SILVA, M. F.; REZENDE, W. S.; FERREIRA JÚNIOR, D. D. C.; BUENO, T. V.; AGOSTINHO, F. B.; BRITO, C. H. D. A integridade do caule do milho é melhorada por combinações de fungicidas contendo carboxamida. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, p. 484-490, 2018.

SILVA, L. C. M.; RESENDE, O.; JÚNIOR, W. N. F.; OLIVEIRA, L. P.; ANDRADE, É. G.; SOUZA, D. G.; OLIVEIRA, D. E. C. Cinética da secagem de grãos de sorgo em diferentes temperaturas e teores de água. **DELOS: DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE**, v. 16, n. 42, p. 186-203, 2023.

SIQUEIRA, T. P.; CÔRREA, F. R.; SILVA, N. F.; CAVALCANTE, W. S. S.; RIBEIRO, D. F.; RODRIGUES, E. Efeito da aplicação de herbicidas como alternativa de manejo em pré e pós emergência na cultura do sorgo. **Revista Brasileira de Ciências**, v. 2, n. 6, pág. 27-37, 2023.

SOBRINHO, A. C.; SILVA, P. H. S.; DUARTE, RLR. Doenças da cultura da melancia e medidas de controle. **Embrapa Meio-Norte**, 2019.

SOUZA, D. A.; DE OLIVEIRA ALBUQUERQUE, L. W.; SANTOS, M. P. S.; BARROSO, R. D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. A. Os transgênicos e o aumento do uso de agrotóxicos: a informação no consumo de transgênicos. **Anais Sintagro**, v. 11, 2019.

WORDELL FILHO, J. A.; CASA, R. T. Doenças na cultura do milho. In: WORDELL FILHO, J. A.; ELIAS, H. T. **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri. p.207-272, 2010.

YU, C.; LIU, X.; ZHANG, X.; ZHANG, M.; GU, Y.; ALI, Q.; GU, Q. Mycosubtilin Produced by *Bacillus subtilis* ATCC6633 Inhibits Growth and Mycotoxin Biosynthesis of *Fusarium graminearum* and *Fusarium verticillioides*. **Toxins**, v. 13, n. 11, p. 791, 2021.

PRINCIPAIS DOENÇAS DO ABACAXIZEIRO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Adjair José da Silva¹, João Henrique Barbosa da Silva¹, Geni Caetano Xavier Neta², Vinicius Rodrigues dos Santos Sena¹, Caique Palacio Vieira¹, Khyson Gomes Abreu¹, Daniele Batista Araújo¹, Luciana Cordeiro do Nascimento¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB

²Universidade Estadual Paulista – Jaboticabal-SP

e-mail: adjair.engagronomo@gmail.com

RESUMO

No Brasil, o abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.), é uma cultura que apresenta destaque no país, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, considerada uma planta herbácea perene da família *Bromeliaceae* e gênero *Ananas*. Um dos principais desafios do cultivo do abacaxizeiro são as doenças que acometem a cultura durante as fases de produção e pós-colheita, sendo importante o manejo eficaz para identificar os agentes causadores de doenças. Assim, torna-se necessário a compreensão e difusão de conhecimentos e informações a respeito das principais doenças na cultura do abacaxizeiro, de modo a contribuir com a mitigação de riscos relacionados nesta condição. Portanto, a presente revisão teve como objetivo demonstrar as principais doenças no abacaxizeiro, de modo a explicar seus principais sintomas e formas de controle. Para tanto, este trabalho foi desenvolvido com base em uma pesquisa bibliográfica, sendo esta conduzida por meio de buscas em artigos científicos nacionais e internacionais, adotando-se o método de revisão integrativa. Os resultados apontam que a fusariose é uma das doenças na cultura do abacaxizeiro que requer mais atenção, buscando meios de prevenção, e controle do patógeno, visto seus comprometer o desenvolvimento e produção da cultura. Ainda, entende-se que o manejo integrado para a redução dos danos causados pelos patógenos no abacaxizeiro é de extrema importância.

PALAVRAS-CHAVE: *Ananas* spp., Patógenos, *Fusarium* spp.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o mercado de frutas é um importante setor do agronegócio, onde expressa seu potencial produtivo e comercial, sendo considerado complexo e diversificado (SILVA et al., 2022). O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.), é uma cultura que apresenta destaque no país, especialmente nas regiões Norte e Nordeste (IBGE, 2018), sendo considerada uma planta herbácea perene da família *Bromeliaceae* e gênero *Ananas* (NORONHA et al., 2016). O estado da Paraíba apresenta destaque na produção dessa cultura, respondendo por 51,49% da produção da região Nordeste (CONAB, 2020).

De acordo com o levantamento dos dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), dentre os países produtores de abacaxi, o ranking mundial deixa a Filipinas como o principal produtor (27,02 milhões de toneladas), seguido pela Costa Rica na segunda posição (26, 24 milhões de toneladas) e Brasil na terceira posição (25,26 milhões de toneladas) (FAO, 2020). Assim, a produção do abacaxi e seus impactos econômicos e sociais pode ser facilitada com um bom planejamento e tecnologias para comercialização, contudo, ocorre um forte risco face os entraves que é acometido durante o processo de cultivo até a colheita do material (CONAB, 2020).

Os principais desafios do cultivo do abacaxizeiro são as doenças que acometem a cultura durante as fases de produção e pós-colheita, sendo importante o manejo eficaz

para que se possa descrever e identificar os agentes causais (SOUZA et al., 2018). Dentre as doenças, a mais representativa é a fusariose (*Fusarium* spp.), que leva a cultura a perdas irreversíveis, sendo amplamente distribuída em todos os estados produtores do Brasil (NOGUEIRA et al., 2014), com sintomas mais evidentes nos frutos.

Nesse sentido, a fruticultura apresenta desafios para o seu pleno desenvolvimento, sendo notório a necessidade de melhorias no tocante ao processo produtivo, visto ser uma atividade que é fortemente influenciada por fatores bióticos como agentes patogênicos. Assim, torna-se necessário a compreensão e difusão de conhecimentos e informações a respeito das principais doenças na cultura do abacaxizeiro, de modo a contribuir com a mitigação de riscos relacionados nesta condição.

Portanto, a presente revisão teve como objetivo demonstrar as principais doenças no abacaxizeiro, de modo a explicar seus principais sintomas e formas de controle.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi desenvolvido com base em uma pesquisa bibliográfica, sendo esta conduzida por meio de buscas em artigos científicos nacionais e internacionais. Para tanto, adotou-se o método de revisão integrativa, tipo de método que proporciona além da síntese de conhecimento, a incorporação da aplicabilidade prática dos resultados de estudos significativos (SOUZA et al., 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Importância do Abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.)

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.), é uma fruta com origem nas Américas, sendo tipicamente cultivada em regiões que apresentam climas tropicais e subtropicais do país, sendo uma cultura pertencente à família Bromeliaceae (CONAB, 2020). Salienta-se que seu cultivo se encontra presente em todas as regiões do Brasil, com participação no Norte (34,59%), Nordeste (32,29%), Sudeste (26,66%), Sul (1,39%) e Centro-Oeste (5,07%) (CONAB, 2020).

Em meados de 2021, o Pará foi o estado brasileiro que liderou a produção de abacaxi, apresentando uma produção de 357.021 mil frutos, seguido da Paraíba que apresentou 272.285 mil frutos (CONAB, 2020). O abacaxi é uma fruta rica em valor energético, apresentando em sua composição açúcares e valor nutritivo, exibindo ainda a presença de sais minerais como (Ca, P, Mg, K, S, Cu e I) e vitaminas (C, A, B1, B2 e Niacina) (BAZZI et al., 2020), com teores proteicos e gordura que chegam a irrelevantes 0,5% (SANTOS et al., 2010).

Assim, nota-se que o abacaxi é uma fruta de excelente qualidade, servindo como fonte nutracêutica por ajudar na regulação da atividade muscular do coração e auxiliar no bom funcionamento imunológico, podendo auxiliar ainda contra infecções, casos reumáticos e entre outras doenças (SCHERVENQUY, 2015).

No Brasil, a produção de frutos de abacaxi é de sua maioria destinada para consumo interno, contudo, a partir do ano de 2018 houve um aumento considerável a respeito de sua exportação de maneira in natura e até mesmo processada como suco para alguns países, dentre eles a Argentina, Uruguai e Portugal (CONAB, 2020). Nesse sentido, é perceptível que o abacaxi é uma cultura de destaque no Brasil e no mundo. Contudo, diversos agentes etiológicos vêm sendo relatados na literatura como aptos a atacar os campos de produção de abacaxizeiro, trazendo consequências negativas para a produção, produtividade e qualidade dos frutos (MATOS; SANCHEZ, 2007).

Fusariose

A fusariose, causada pelo fungo *Fusarium* spp., é uma doença que ameaça à abacaxicultura brasileira, sendo de início descrita no estado de São Paulo, causando podridão nos frutos, gerando uma exsudação gomosa por meio do frutinho infectado (MATOS; SANCHEZ, 2007). Ainda, de acordo com os autores, as principais regiões produtoras de abacaxi do Brasil são acometidas por essa doença, sendo observada em outros países como Argentina, África do Sul e Estados Unidos, ocasionando infecção em todas as partes da cultura, com lesão que se inicia no caule e tem progressão para a base da folha. Na figura 1, pode-se observar os sintomas da fusariose no abacaxizeiro.



Figura 1. Sintomas da fusariose, *Fusarium* spp., em plantas de abacaxizeiro no campo; (A) abertura do “olho”; (B) curvatura do talo/caule; (C) redução no comprimento das folhas e no desenvolvimento geral da planta; (D) lesão na base da folha com exsudação de substância gomosa.

Fonte: Matos; Sanchez (2007).

Nos frutos de abacaxizeiro, a infecção ocasiona podridão mole na polpa, aliado ao acúmulo de goma nos lóculos do ovário, com sintomas observados facilmente na fase de maturação dos frutos, e de maneira mais efetiva, em períodos chuvosos, a doença tende a se manifestar de forma mais severa (MATOS; SANCHEZ, 2007). Dessa forma, faz-se necessário o controle integrado da fusariose no abacaxizeiro, em que envolve, principalmente, o emprego de forma simultânea ou sequencial de muitas ações, auxiliando na exploração econômica e sustentável dos pomares de abacaxi do Brasil e no mundo. Dentre as formas de controle, tem-se, de forma eficaz, o controle cultural (eliminação de restos culturais), químico (uso de fungicidas eficientes para tal finalidade) e genético (uso de genótipos resistentes) (MATOS; SANCHEZ, 2007).

Mancha-Negra-do-Fruto

A mancha-negra-do-fruto do abacaxizeiro, causada pelos fungos *Penicillium funiculosum* Thom, está presente em todas as regiões produtoras de abacaxi do mundo, inclusive no Brasil. Esta doença causa perdas de intensidade variável, dependendo do potencial de inóculo, da cultivar e da época de produção, associação com o ácaro do fruto (*Steneotarsonemus ananas* Tyron) que atua como vetor do patógeno se expressa sob a forma de podridão-mole, que causam necroses nas brácteas e sépalas das flores em desenvolvimento e na base das folhas próximas às inflorescências, favorecendo as infecções pelos patógenos (VERZIGNASSI et al., 2009).

Para efetivas formas de controle, recomenda-se fazer indução floral que possibilite o desenvolvimento das inflorescências em épocas desfavoráveis à doença, medida esta que permite a produção de frutos sem a aplicação de produtos sintéticos para o controle da doença, aplicação de acaricidas/inseticidas, visando ao controle da acarofauna presente nas inflorescências, especialmente o ácaro vetor *Steneotarsonemus ananas*. O controle deve ser iniciado logo após o tratamento de indução floral e continuar até o fechamento

das últimas flores, conforme mencionado por Verzignassi et al., (2009). Na Figura 2, pode-se observar frutos de abacaxizeiro com sintomas internos da mancha negra.



Figura 2. Frutos de abacaxizeiro com sintomas internos da mancha negra.
Fonte: Nilton Fritzens Sanches (2009).

Podridão-Negra-do-Fruto

A podridão-negra causada por *Chalara paradoxa* também conhecida como, podridão-do-fruto-maduro, podridão-mole, ou podridão-do-escapo é a doença mais importante na pós-colheita, atingindo o fruto no decorrer do período da colheita, no transporte e armazenamento. *Chalara paradoxa* apresenta um grande número de hospedeiros, permanecendo saprofiticamente, sem dificuldades de sobrevivência, podendo atacar os filhotes na sua base, dificilmente ataca as folhas da base da coroa, com preferência pelos frutos na área de corte do pedúnculo (DIANESE, 1981; MEDEIROS, 2016). Os frutos do abacaxizeiro com a podridão-negra não podem ser comercializados e levam a perdas em torno de 20% a 75% antes ou após a entrega dos frutos ao mercado consumidor (MANICA, 1999; MEDEIROS, 2016).

A penetração do fungo ocorre durante o desbaste do pedúnculo, resultante da colheita. Todavia, a infecção se propaga também por ferimentos nas cascas dos frutos, em razão do manejo inadequado. As infecções que ocorrem através dos ferimentos por ocasião da colheita, causam o aparecimento de lesões de coloração amarela, com formato de cone, ao mesmo tempo que as infecções causadas por ferimentos na área dos frutos decorrem de uma lesão que avança em direção ao eixo central. O sintoma específico é o apodrecimento e escurecimento da polpa do abacaxi (FERRARI, 2009).

O fungo sobrevive em restos da cultura, onde produzem grande número de esporos e penetram através das aberturas, tais como as mudas do tipo filhote, em sua base, no local onde estão ligadas a planta-matriz. Um outro ponto de acesso do fungo é através dos frutos onde ocorreram lesões mecânicas advindas de choques ou batidas provocadas durante a colheita, transporte, embalagem ou ainda em lesões causadas por insetos, especialmente nos locais de corte do pedúnculo ou escape (KIMATI, 2005).

O controle da podridão-negra-do-fruto se deve desde ao preparo do solo até as técnicas de colheita, embalagem e armazenamento, evitando também ferimentos na casca, além de fazer o uso de pulverizações de fungicidas recomendados para a cultura ao longo

do ciclo. Na Figura 3, pode-se observar sintomas internos de podridão-negra do fruto do abacaxizeiro.

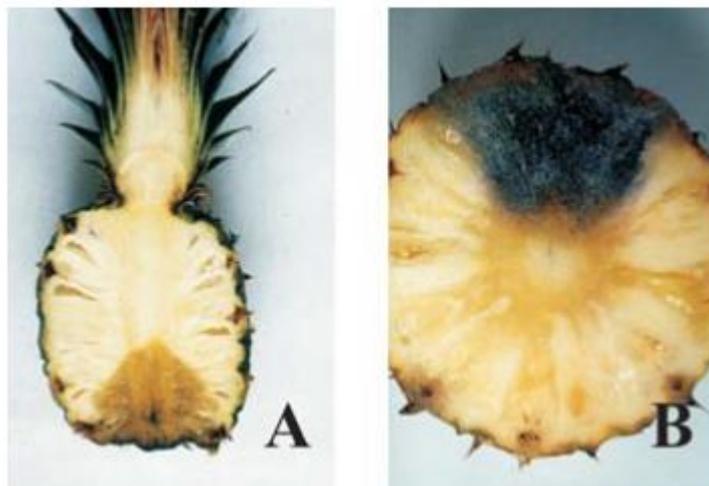


Figura 3. Sintomas internos da podridão-negra do abacaxizeiro causada por *Chalara paradoxa*, decorrentes da infecção pelo pedúnculo por meio de corte da colheita (A), e por fermentos na casca (B). **Fonte:** Matos (2007).

Podridão-do-Olho

A podridão do olho na cultura do abacaxizeiro é causada pelo oomiceto *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*, considerado uma doença de alta relevância devido os danos causados, sendo responsável por ocasionar perdas crescentes, principalmente em cultivos realizados em solos propícios a encharcamentos (NORONHA et al., 2015). De acordo com os mesmos autores, essa doença tem maior incidência no início da cultura, bem como após a indução floral, causando a podridão do olho da planta. É possível identificar os sintomas da doença, que são mais evidentes na cor das folhas jovens do que a folha “D”, que apresenta lesões na parte aclorofilada.

Em estágio mais avançado, as folhas do olho da planta podem ser retiradas por completo, exibindo uma podridão com odor forte e com uma faixa amarronzada que separa o tecido infectado do tecido sadio (NORONHA et al., 2015). De modo a elevar a eficácia no manejo dessa doença, torna-se necessário a adoção de práticas culturais que são importantes para evitar danos irreparáveis nos campos de produção de abacaxizeiro.

É recomendável que o plantio da cultura seja realizado em solos com boa drenagem sem que haja a ocorrência de encharcamento no local; antes do plantio, deve ser realizada calagem, visto que a doença tem maior ocorrência em solos com pH próximo a neutralidade (NOGUEIRA; SIVIERO, 2018).

Ainda para o manejo da doença, recomenda-se que mudas do tipo coroa sejam evitadas por apresentarem maior suscetibilidade ao patógeno, além de que, no processo das capinas manuais ou químicas, torna-se necessário cautela para evitar que o solo contaminado adentre no “olho” da planta, provocando infecção (NOGUEIRA; SIVIERO, 2018). Os autores recomendam fazer uso de tratamento pré-plantio das mudas com fungicida através da imersão das mesmas, seguida de pulverizações de três a quatro semanas após o tratamento das mudas e uma semana após a indução floral. Salienta-se que a necessidade de uso de fungicida sintético ocorre quando as plantas não estiverem em estágios avançados da doença, visto ser possível a planta se recuperar por meio de novas brotações.

Apesar de ocorrer atraso na época de produção quando a planta rebrota, não é necessário que o produtor realize replantio da área, proporcionando economia na mão-de-obra por parte do produtor e economia com uso de novas mudas que seriam necessárias

para restabelecimento dos pomares de abacaxizeiro infectados (NOGUEIRA; SIVIERO, 2018).

Podridão-das-Raízes

Diversos patógenos pode causar podridões de raízes em plantas de abacaxizeiro, porém *Phytophthora cinnamomi* é o principal agente causal. O apodrecimento das raízes é mais comum em áreas com altas precipitações pluviométricas, na drenagem e em solos mais alcalinos. Essa doença apresenta ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrada em praticamente todas as regiões produtoras. No Brasil, a ocorrência é isolada, apesar de causarem perdas significativas em áreas irrigadas ou encharcadas (MEDEIROS, 2016).

Os sintomas ocorrem inicialmente nas bases das mudas, nas regiões aclorofiladas quando infectadas, ocorre a morte das plantas ou essas não se desenvolvem adequadamente, à medida que as folhas mais jovens se mostram cloróticas. Nos eixos das mudas verificar-se o aparecimento de lesões translúcidas restritas aos tecidos aclorofilados, formando uma zona que se distingue fácil dos tecidos saudáveis e doentes. Em seguida, os patógenos alcançam a porção do caule, ocasionando a morte da planta (MEDEIROS, 2016).

As infecções nas raízes levam ao apodrecimento podendo ocorrerem em qualquer época do desenvolvimento das plantas. Desse modo, as plantas infectadas possuem um desenvolvimento retardado onde as folhas exibem uma coloração amarelada, perdendo a turgidez, os bordos enrolam-se e as extremidades se encurvam para baixo. As plantas podem ser facilmente arrancadas do solo e o cartucho das folhas centrais removidos (KIMATI et. al., 2005; MEDEIROS, 2016).

A podridão-das-raízes do abacaxizeiro pode ser eficientemente controlada, mediante a instalação de plantios em solos bem drenados e de boa aeração, seja em leiras ou camalhões, prática esta que reduz o encharcamento do solo, e, por conseguinte a produção e liberação dos propágulos de *P. cinnamomi*, reduzindo a capacidade infectiva do patógeno. Pode-se ainda fazer o controle, com o uso de tratamento pré-plantio, mediante a imersão das mudas em calda de fungicida.

CONCLUSÕES

O manejo integrado para a redução dos danos causados pelos patógenos no abacaxizeiro é de extrema importância.

O *Fusarium* spp. é uma das doenças na cultura do abacaxizeiro que requer muita atenção, onde se deve atentar para os meios de prevenção, e controle deste patógeno, em que seus efeitos são de grande relevância comprometendo o desenvolvimento e produção da cultura do abacaxi.

Entende-se ser necessário mais estudos a respeito das principais doenças que acometem a cultura do abacaxi, de modo que a divulgação dos resultados contribui para novas formas de controle de doenças nos campos de produção de abacaxizeiro.

REFERÊNCIAS

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2020. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **A participação do abacaxi no desenvolvimento econômico nas regiões produtoras.** 14 p. Disponível em: https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/compendio-de-estudos-da-conab/item/download/30706_fec8df8c31ba1fa1fd923e1c0b86baee. Acessado em: 14 de dezembro de 2022.

DIANESE, J. C.; RIBEIRO, W. R. C.; BOLKAN, H. A.; COUTO, F. A. A. Espécies de fungos do gênero *Fusarium* associados com a rizosfera do abacaxizeiro em Monte Alegre, Minas Gerais. **Fitopatologia brasileira**, v.6, n2, p.217-221, 1981.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **FAOSTAT**, 2020. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/>. Acessado em: 14 de dezembro de 2022.

FERRARI, J. T. **Divulgação Técnica**. Podridão negra do abacaxi. *Biológico*, São Paulo, v.71, n.1, p.49-51, 2009.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2018. **Produção agrícola municipal –PAM 2018**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acessado em: 14 de dezembro de 2022.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; RESENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. Doenças do abacaxi, Ananas comosus (L) Merr. In: **MANUAL DE FITOPATOLOGIA**. *Ceres*, v. 2. 4. Ed. 2005. p.9-14.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 5. ABACAXI**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1999. 501p.

MATOS, A. P. SANCHEZ, N. F. **Manejo das principais doenças do abacaxizeiro**. In: POLTRONIERI, L. S.; VERZIGNASSI, J. R. Fitossanidade na Amazônia: inovações tecnológicas. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p.73-90.

MEDEIROS, K. A. DE S. **Avaliação de *Trichoderma sp.*, isolado de fruto de abacaxi, no controle de fitopatógenos in vitro**. 2016.p, 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Mato Grosso, 2016.

NOGUEIRA, S. R.; LIMA, F. S.; ROCHA, E. M.; ARAÚJO, D. H. Fungicidas in fusariosis pineapple control in the state of Tocantins, Brazil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 447-455, 2014.

NOGUEIRA, S. R.; SIVIERO, A. **Doenças do abacaxizeiro**. 2018. In: ANDRADE NETO, R. C.; NOGUEIRA, S. R.; NASCIMENTO, G. C.; NEGREIROS, J. R. S.; GOMES, F. C. R. **Sistema de produção da cultura do abacaxi para o estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2018. (Embrapa Acre. Sistema de produção, 9). Publicação eletrônica. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1100123>. Acesso em: 16 de dezembro de 2022.

NORONHA, A. C. S.; MATOS, A. P.; SANCHES, N. F. **Manejo integrado de pragas e doenças do abacaxi**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1028854/manejo-integrado-de-pragas-e-doencas-do-abacaxi>. Acesso em: 16 de dezembro de 2022.

NORONHA, A.D.S.; LEMOS, W.D.P.; FAZOLIN, M.; SANCHES, N.F.; GARCIA, M. V. B. **Pragas agrícolas e florestais na Amazônia**. Embrapa, p. 22-43, 2016. Disponível em: <https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00084690.pdf>. Acessado em: 14 de dezembro de 2022.

SANTOS, J. S. M.; SANTANA, C. V. S.; SOUZA, S. F.; ASSIS, J. S.; LIMA, G. P. P.; MENEZES, A. **Caracterização físico-química de abacaxi cvs. “gomo de mel” e “md2 gold”, produzidos sob irrigação no município de Juazeiro-Bahia.** 2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/869994/1/Joston.pdf>. Acesso em: 14 de dezembro de 2022.

SCHERVENSKY, E. M.; EURICH, J.; JESUS, M. A. T.; YASSIN, L. S.; BORSATO, A. V.; RAUPP, D. D. S. **DESENVOLVIMENTO DE GELEIA LIGHT DE ABACAXI COM HORTELÃ.** *Journal of Health*, 13^a Edição, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1030081/1/62015J.ofHealthv13JanJuIp.117.pdf>. Acesso em: 14 de dezembro de 2022.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. **Revisão integrativa: o que é e como fazer.** Einstein (São Paulo), v. 8, p. 102-106, 2010.

SOUZA, W. C.; NASCIMENTO, L. C.; OLIVEIRA, M. D.; PORCINO, M. M.; SILVA, H. A. Genetic diversity of *Fusarium* spp. in pineapple ‘Pérola’ cultivar. *European Journal of Plant Pathology*, v. 150, n. 4, p. 853-868, 2018.

VERZIGNASSI, J. R. Mancha negra do abacaxi no Pará. *Summa Phytopathologica*, v. 35, p. 76-76, 2009.

ALELOPATIA DE EXTRATO DE FRUTOS DE JUAZEIRO (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild) SOBRE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE RÚCULA

Monalisa Alves Diniz da Silva^{1*}, Carmem Kelly dos Santos Oliveira², Karmile Maria da Silva², Enzo Viana Batista¹, Edilma Pereira Gonçalves³, Jeandson Silva Viana³, Joyce Naiara da Silva⁴

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de serra Talhada, UFRPE/UAST, Serra Talhada-PE, *e-mail: monalisa.diniz@ufrpe.br

²Autônomo

³Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE, Garanhuns – PE

⁴Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB

RESUMO

O bioma Caatinga encontra-se bastante degradado, necessitando de estratégias de conservação, entre estas tem-se a utilização de sistemas agroflorestais. Com isso, objetivou-se avaliar os efeitos alelopáticos do extrato aquoso de frutos de juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild) sobre a capacidade germinativa de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos de cinco repetições de 20 sementes. Os tratamentos foram 0, 10, 25, 50, 75 e 100% de concentração do extrato bruto. O extrato bruto foi preparado com 250 gramas de frutos maduros para 1000 mL de água destilada. Diariamente realizou-se as contagens para verificar a porcentagem de emergência, considerando as plântulas normais, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e coeficiente de emergência. O efeito alelopático do extrato aquoso de frutos de juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro*) depende da sua concentração, com interferência na velocidade de emergência das plântulas de rúcula, sem comprometimento da germinação. O emprego do juazeiro juntamente com a rúcula em sistemas agroflorestais é viável, obtendo-se novas formas de conservação e fonte de renda da área.

PALAVRAS-CHAVE: Germinação, Sistema agroflorestal, Caatinga.

INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga, exclusivo do Brasil, encontra-se degradado devido ao desmatamento e ao uso inadequado dos recursos naturais pelo homem. A rápida degradação do referido bioma ocorre pela falta de conhecimento e informação das riquezas e utilização das espécies deste bioma.

Um dos fatores que pode justificar a conservação da vegetação é a utilização direta e indireta da biodiversidade como fonte de matéria-prima para produção de bens e ou pela sua utilização na alimentação animal e humana.

O bioma Caatinga apresenta vasta biodiversidade de plantas com potencial fitoterápico. As plantas medicinais são bastante utilizadas pelas comunidades rurais e na medicina popular por serem em muitos casos o único recurso disponível (OLIVEIRA et al., 2021).

O juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild) pertencente a família Rhamnaceae, apresenta grande importância sócio-econômica e ecológica, sendo bastante utilizado na produção de lenha e carvão, arborização urbana e jardins, além de produzir frutos comestíveis (GOMES, 2019). O juazeiro vem ganhando importância na medicina

popular por apresentar substâncias expectorantes, sendo assim utilizado em tratamentos de bronquites e úlceras gástricas (OLIVEIRA et al., 2021; ROCHA et al., 2022).

Nos últimos anos tem sido verificada a preocupação com a preservação e conservação das espécies, com reflexos na adoção de sistemas conservacionistas. Para que a implantação dos referidos sistemas como os agroflorestais obtenham sucesso e resultados satisfatórios é necessária a realização de pesquisas que avaliem o efeito alelopático entre as espécies.

A alelopatia é um mecanismo de autodefesa das plantas, onde as mesmas produzem substâncias químicas em diferentes órgãos, em quantidade e qualidade diferentes entre as espécies, podendo variar em função do tipo de solo, temperatura e pluviosidade (PINHEIRO, 2021). Esse fenômeno interfere de forma acentuada na composição florística, na dominância de espécies vegetais e na agricultura.

A inibição da germinação e do desenvolvimento inicial das plântulas são os efeitos mais evidentes para avaliação das atividades alelopáticas de determinadas espécies sobre outras, pois as substâncias aleloquímicas provocam alterações fisiológicas e metabólicas (ANDRADE et al., 2019).

Os efeitos alelopáticos dos compostos provenientes das plantas cultivadas, medicinais e florestais podem ser verificados por meio de extratos aquosos e/ou alcoólicos e também pela incorporação das folhas ao solo, simulando a serapilheira. Ao avaliarem os efeitos das atividades alelopáticas em diferentes concentrações de extratos etanólicos de trapiá (*Crataeva tapia* L.) em sementes de alface, foi possível constatar grande efeito inibidor na germinação das sementes nas concentrações de 0,6, 0,8 e 1 mg mL⁻¹ (XAVIER et al., 2019). Alves et al. (2022) verificaram que o desenvolvimento inicial de plântulas de milho foi prejudicado quando se utilizou misturado a areia, folhas secas, em processo de decomposição, de *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W. Jobson (Fabaceae).

Entre as muitas hortaliças cultivadas e consumidas no Brasil, destaca-se a rúcula (*Eruca sativa* L.) por seu sabor picante, forte e amargo; além de possuir elevados teores de potássio, enxofre, ferro e de vitaminas A e C. A referida hortaliça pode ser uma espécie promissora a ser utilizada nos sistemas agroflorestais, em função do seu ciclo curto e por possibilitar aumento de renda para o produtor.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos alelopáticos do extrato aquoso de frutos de juazeiro na germinação de sementes de rúcula, cv. Folha Larga.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural de Pernambuco na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST).

Os frutos maduros de juazeiro foram coletados diretamente da árvore matriz, o extrato bruto dos frutos de juazeiro foi preparado utilizando-se 250 gramas de fruto para 1000 mL de água destilada misturados em liquidificador (CRUZ et al., 2000), logo em seguida peneirou-se o extrato em uma peneira de 2 mm. A partir do extrato bruto foram feitas diluições com água destilada, sendo as seguintes concentrações (v/v), a 10%, 25%, 50%, 75% e 100%. O efeito das concentrações foi comparado com a testemunha 0% (água destilada).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos com cinco repetições de 20 sementes. As sementes de rúcula foram semeadas em bandejas de isopor de 200 células preenchidas com substrato de fibra de coco. Após a semeadura aplicou-se 2,5 mL em cada célula das concentrações citadas anteriormente, com o auxílio de uma seringa, tal procedimento foi repetido por sete dias.

As contagens foram realizadas diariamente por sete dias. Avaliou-se a porcentagem de emergência, considerando as plântulas normais, índice de velocidade de emergência

Maguire (1962), tempo médio de emergência Labouriau (1983) e coeficiente de emergência (ROOS; MOORE III, 1975). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados (Figura 1) pode-se verificar que não houve diferença significativa para a germinação (G), quando procedeu-se com a irrigação das sementes e plântulas com diferentes concentrações do extrato de frutos de juazeiro. Um possível efeito alelopático depende não só da espécie com os seus respectivos metabólitos secundários, mas também da espécie alvo, ou seja, aquela que será exposta aos compostos alelopáticos. Dentro deste contexto, Martins et al. (2020) verificaram declínio na germinação de sementes de alface, por ocasião do emprego de extratos aquosos de folhas frescas e secas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (angico-de-carço). O extrato aquoso de folhas da aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius*) inibiu a germinação de sementes de alface e *Eucaliptus cumadulensis*, conforme aumentou a concentração, o que possivelmente estaria associado a presença de cumarinas no extrato da aroeira (BITENCOURT et al., 2021). Já Araújo et al. (2021) observaram que o extrato aquoso de folhas de *Enterolobium contortisiliquum* não afetou a emergência e o crescimento inicial de plântulas de feijão-fava, mas a emergência de plântulas de cebolinha foi completamente inibida.

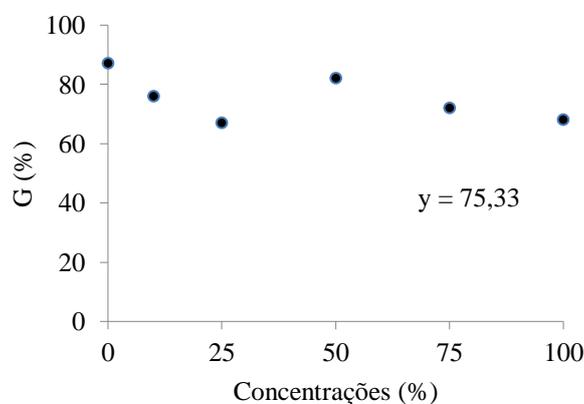


Figura 1. Porcentagem de emergência (G) de plântulas oriundas de sementes de rúcula, cv. Folha Larga, submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de frutos de juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild).

Para os parâmetros índice de velocidade de emergência (IVE) (Figura 2), coeficiente de velocidade de emergência (CVE) (Figura 3) e tempo médio de emergência (TM) (Figura 4), houve diferença significativa entre as diferentes concentrações do extrato aquoso de juazeiro; sendo que as médias dos tratamentos se adequaram ao modelo linear da curva de regressão.

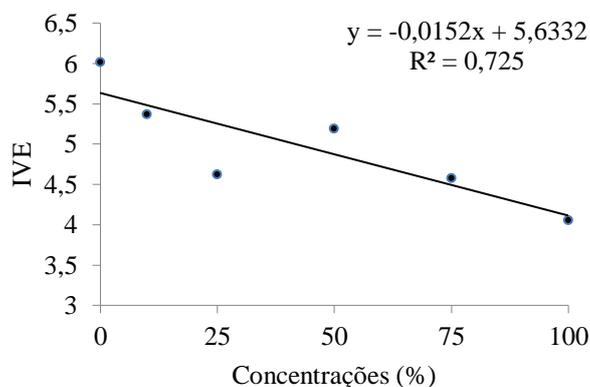


Figura 2. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas oriundas de sementes de rúcula, cv. Folha Larga, submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de frutos de juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild).

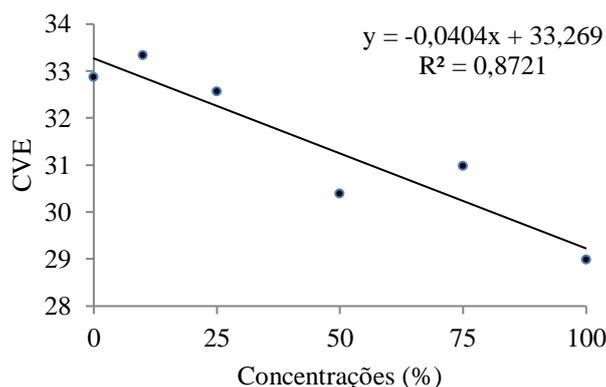


Figura 3. Coeficiente de velocidade de emergência (CVE) de plântulas oriundas de sementes de rúcula, cv. Folha Larga, submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de frutos de juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild).

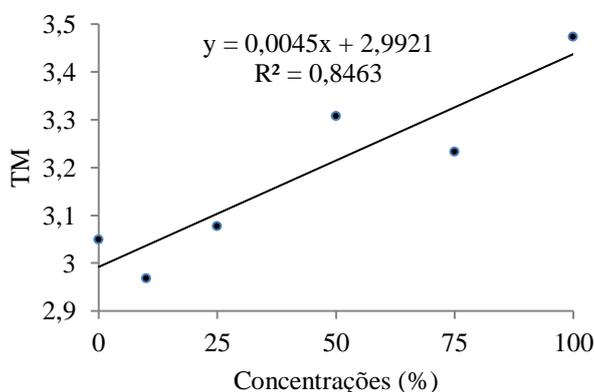


Figura 4. Tempo médio de emergência (TM) de plântulas oriundas de sementes de rúcula, cv. Folha Larga, submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de fruto de (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild).

O extrato preparado com cascas de juazeiro retardou a germinação em *Cenchrus echinatus* (RODRIGUES et al., 2021), observando-se um menor índice de velocidade de germinação.

Para o IVE e o CVE verificou-se que a concentração a 100% interferiu de forma negativa na velocidade de emergência quando comparada a testemunha. De acordo com

as figuras 2 e 3, pode-se observar um decréscimo na velocidade de emergência com o aumento das concentrações. Por sua vez, Coelho Júnior et al. (2019) ao avaliarem o extrato aquoso de folhas frescas e da casca de juazeiro sobre as plântulas de feijão fava (*Phaseolus lunatus* L), verificaram um efeito alelopático positivo no desenvolvimento inicial, favorecendo o crescimento do sistema radicular e consequentemente da parte aérea; entretanto o mesmo não foi verificado para o extrato aquoso de folhas secas.

Ao avaliarem o efeito alelopático do extrato de folhas e casca de caule de *Sesbania virgata* sobre a germinação de sementes de alface, Araújo et al. (2018) não observaram efeito inibitório sobre a mesma, mas sim retardo na velocidade de germinação. Entretanto, extratos preparados com as cascas de frutos e sementes, inibiram a germinação. Também Silva et al. (2019) verificaram que os extratos de folhas frescas de *Tabebuia aurea* não causaram redução na germinação de sementes de alface, entretanto comprometeram o vigor; por sua vez o extrato das folhas secas foi prejudicial à todas as características. De maneira que os autores destacaram a necessidade de cuidados por ocasião do emprego de *T. aurea* em projetos de recuperação de áreas degradadas.

Para o TM verificou-se que com o aumento das concentrações ocorreu um aumento no tempo necessário para que a emergência ocorresse, sendo que a testemunha e a concentração a 10% resultaram em uma emergência mais rápida, diferindo da concentração a 100% (Figura 4).

Em programas de reflorestamento que envolvem *Cereus jamacaru* subsp., Bezerra et al. (2018) destacam que as sementes de *C. jamacaru*, não devem ser semeadas próximas a *Mesosperum suaveolens* (L.) Kuntze, *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq., *Lantana camara* L., e *Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf.) *montevidensis*, pelo fato das referidas espécies liberarem óleos essenciais com propriedades alelopáticas prejudiciais ao seu processo germinativo e consequentemente a sua sucessão ecológica.

O extrato da polpa do fruto de *Pilosocereus gounellei* afetou negativamente os parâmetros de germinação de sementes de *Lactuca sativa* e *P. gounellei*; sendo que as maiores concentrações foram mais prejudiciais (Santos et al., 2019). Os autores constataram que o extrato da polpa do fruto de *P. gounellei* apresenta aleloquímicos que retardam ou inibem a germinação das sementes não só de *L. sativa*, mas também de suas próprias sementes (autoalelopátia).

Os efeitos alelopáticos negativos podem ser observados não só com o uso de extratos, mas também com o emprego de folhas utilizadas na composição de substratos. Dentro deste contexto, Alves et al (2023) destacaram que a implementação de um sistema agroflorestal com a presença de *Libidibia ferrea*, juntamente com milho não seja indicada, pois tanto a emergência como o desenvolvimento das plântulas de milho foram prejudicadas quando se empregou folhas secas de *L. ferrea* misturadas a areia.

Diante do exposto pode-se observar que os efeitos alelopáticos podem interferir de forma diferente dependendo das espécies e da metodologia utilizada; sendo as sementes de alface mais sensíveis que as de rúcula.

CONCLUSÕES

O efeito alelopático do extrato aquoso de frutos de juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro*) depende da sua concentração, com interferência na velocidade de emergência das plântulas de rúcula, sem comprometimento da germinação.

O emprego do juazeiro juntamente com a rúcula em sistemas agroflorestais é viável, obtendo-se novas formas de conservação e fonte de renda da área.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. M.; SILVA, M. A. D.; SILVA, J. N.; SILVA, E. F.; MIRANDA, P. H. O. Serapilheira de *Libidibia ferrea* no Estabelecimento de Plântulas de Milho. **Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 13, e13236. 2023. <https://doi.org/10.4322/2359-6643.13236>.
- ALVES, R.M.; SILVA, M.A.D.; SILVA, E.F.; SILVA, J.N. Desenvolvimento Inicial de Milho em Substrato com Folhas Secas de *Pityrocarpa moniliformis*. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 2, p. 393-402. 2022. <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n2e8552>.
- ARAÚJO, A. V.; BRITO, A. C. V.; SILVA, M. A. D.; FERRAZ, A.P.F. Emergência e Crescimento Inicial de Feijão-Fava e de Cebolinha sob Ação do Extrato Aquoso de Folhas de *Enterolobium contortisiliquum*. **Diversitas Journal**, v. 6, p. 1980-1988, 2021.
- ARAÚJO, E. C. G.; SILVA, T. C.; LIMA, T. L. Efeitos Alelopáticos de *Sesbania virgata* (CAV.) pers na Germinação de Sementes de Alfaca. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 26, n. 02, p. 101-109, 2018.
- BEZERRA, J. W. A.; SANTOS, M. A. F.; MEIADO, M. V.; LINHARES, K. V.; BOLIGON, A. A.; LEANDRO, C. S.; RODRIGUES, M. D. P.; SILVA, A. K. F.; SILVA, D. L.; BEZERRA, J. S.; SILVA, V. B.; SILVA, M. A. P. Allelopathy of Aromatic Species on the Germination of *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae). **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 337-348, 2018.
- BITENCOURT, G. A.; GONÇALVES, C. C. M.; ROSA, A. G.; ZANELLA, D. F. P.; MATIAS, R. Fitoquímica e Alelopatia da Aroeira -Vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) na Germinação de Sementes. **Ensaio e Ciência**, v. 25, n. 02-08, 2021.
- COELHO J. L. F.; COELHO, T. C. M.; SILVA, M. A. D.; SOBREIRA, A.M.; TELES, E.C.P.V. A.; SANTOS, K. C. Allopathic Effect of Aqueous Extracts of *Ziziphys joazeiro* Mart. in the Initial Development of Fava Beans. **Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences**, v. 9, p. 648-655, 2019.
- CRUZ, M. E. Z.; NOZAKI, M. H.; BATISTA, M. A. Plantas medicinais e alelopatia. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v. 3, n. 15, p. 28-34, 2000.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: Departamento de Assuntos Científicos e Tecnológicos da Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 173p.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARTINS, G. M. C.; SILVA, J. M.; SILVA, R. B.; SILVA, H. C. H.; SILVA, J. V.; MOURA, F. B. P. Potencial Alelopático de Extratos Aquosos de *Anadenanthera colubrina* (vell.) Brenan Sobre a Germinação da Alfaca. **Revista Ouricuri**, v.10, n.1. p.001-010. 2020.

PINHEIRO, W. S. **Efeitos alelopáticos de extratos de plantas da caatinga na germinação de sementes.** 2021. 16 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2021.

RODRIGUES, M. D. P.; LEANDRO, C. S.; SILVA, A. K. F.; BEZERRA, J. W. A.; SILVA, D. L.; SOUZA, M. A.; GONÇALO, M. A. B. F.; SANTOS, L. T.; VASCONCELOS, J. M. P. B. L.; ARAÚJO, N. J. S.; LIMA, G. A.; SILVA, V. B.; SILVA, M. A. P.; Potencial Alelopático de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae) sobre a Germinação e Desenvolvimento de Plantas Daninhas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e200101522739, 2021.

ROOS, E. E.; MOORE, F. D. Effect of seed coating performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. **Journal American Society Horticultural Science**, v.100, p.573-576, 1975.

SANTOS, A. P.; HASSEMER, G.; MEIADO, M. V. Study of the Allelopathic Potential of the Fruit Pulp of *Pilosocereus gounellei* (Cactaceae). **Journal of the Torrey Botanical Society**, v. 146, p. 174-181, 2019.

SILVA, M. A. D.; SILVA, J. N.; ALVES, R. M.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S. Alelopatia de Espécies da Caatinga. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e57610414328, 2021.

SILVA, E. DOS S.; MACHADO, M. A. B. L.; ALBUQUERQUE, K. A. D. Efeito Alelopático de Extrato Aquoso de Folhas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) BENTH. & Hook F. Ex S. Moore Sobre a Germinação de Sementes de *Lactuca sativa* L. **Revista Ouricuri**, v.8, n.2, p.010–025. 2019. <https://doi.org/10.29327/ouricuri.v8.i2.a2>.

XAVIER, M. E. V.; SILVA, D. C. G.; da, MACEDO, E. da S.; SOUZA, M. A.; SANTOS, A. F. dos; COSTA, J. G. Potencial Antioxidante e Alelopático de *Crataeva tapia* L. **Diversitas Journal**, v.4, n.1, p.306-318. 2019.

EXISTE INFLUÊNCIA ALELOPÁTICA DO EXTRATO AQUOSO DE *Sarcomphalus joazeiro* SOBRE A EMERGÊNCIA E O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE *Anadenanthera colubrina*?

Joyce Naiara da Silva^{1*}, Monalisa Alves Diniz da Silva², Rivonaldo Batista da Cruz³, Rafael Mateus Alves⁴, Elania Freire da Silva⁵, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua¹, Ariana Veras de Araújo⁶

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail: joicenaiara@hotmail.com

²Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE/UAST, Serra Talhada-PE

⁴Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Piracicaba-SP

⁵Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, Mossoró-RN

⁶Autônomo

RESUMO

Estudos que esclareçam a dinâmica existente entre as espécies *Sarcomphalus joazeiro* e *Anadenanthera colubrina* podem auxiliar na adoção de um sistema florestal com a finalidade de produção de matéria-prima para o emprego nas indústrias alimentícias, de cosméticos e farmacêuticas. Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial de plântulas de *A. colubrina* sob diferentes concentrações de extratos foliares de *S. joazeiro*. O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, correspondente a cinco concentrações do extrato aquoso: 0, 25, 50, 75 e 100%, sendo cinco repetições com 20 sementes cada, utilizando 0% como testemunha. Foram avaliadas a porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência, comprimento da parte aérea, comprimento do sistema radicular, massa seca da parte aérea e do sistema radicular. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram submetidas à análise de regressão. A emergência de plântulas de *A. colubrina* não foi afetada pelas diferentes concentrações do extrato aquoso de *S. joazeiro*, embora o desenvolvimento inicial das plântulas tenha sido afetado, havendo uma redução do comprimento da parte aérea e acúmulo de massa seca da parte aérea e do sistema radicular.

PALAVRAS-CHAVE: alelopatia, angico, joazeiro.

INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga localizado na região Nordeste e parte do estado de Minas Gerais é exclusivamente brasileiro. Esse bioma é caracterizado por longos períodos de estiagem em função do seu clima semiárido e isso faz com que a fauna e flora sejam resistentes a condições de seca. O *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) pertence à família Rhamnaceae, popularmente conhecido como “juá”, “juazeiro” ou “joazeiro” (HAUENSCHILD et al. 2016). É uma espécie endêmica da Caatinga com grande potencial econômico por sua aplicação na indústria (ANDRADE et al., 2019), pesquisas realizadas com frutos, extratos de folhas e cascas avaliando aspectos fitoquímicos demonstraram a presença de compostos fenólicos (OLIVEIRA et al., 2020), ácido elágico (ROCHA et al., 2022) e saponinas (LEITE et al., 2022), substâncias que são utilizadas na indústria farmacêutica, alimentícia e de cosméticos, respectivamente.

Estudos sobre os aleloquímicos presentes em *S. joazeiro* se concentram nas folhas da espécie. Através da investigação de classes de metabólicas, Melo et al. (2012) comprovaram a presença de alcaloides, saponinas, triterpenos e taninos nas folhas,

compostos estes que atuam como aleloquímicos (FERREIRA; ÁQUILA, 2000). Esses metabólitos encontrados nas diferentes partes da espécie podem inibir a germinação das sementes e o estabelecimento inicial das plântulas. A germinação é menos sensível aos aleloquímicos que o crescimento da plântula. Nesse sentido, essas substâncias podem induzir a formação de plântulas anormais, sendo a necrose da raiz primária um dos sinais mais comuns (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan é uma espécie que também é encontrada no bioma Caatinga e apresenta elevada importância por ser utilizada na medicina tradicional. Pesquisas realizadas com *A. colubrina* têm a finalidade de revelar a presença de metabólitos secundários como alcaloides, taninos, flavonoides e saponinas que podem ser utilizados em atividades farmacológicas (MEDEIROS et al., 2020). Dessa forma, torna-se essencial investigar a relação entre as espécies *S. joazeiro* e *A. colubrina*. De acordo com Rice (1984), alelopatia refere-se a qualquer efeito direto ou indireto prejudicial ou benéfico que uma planta exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente.

Assim, estudos que esclareçam a dinâmica existente entre as espécies *S. joazeiro* e *A. colubrina* podem auxiliar na adoção de um sistema florestal com a finalidade de produção de matéria-prima para o emprego nas indústrias alimentícias, de cosméticos e farmacêuticas. Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial de plântulas de *A. colubrina* sob diferentes concentrações de extratos foliares de *S. joazeiro*.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento e coleta das folhas

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, no município de Serra Talhada-PE. Para a preparação do extrato aquoso foi utilizada folhas verdes de *S. joazeiro*, coletadas no período matutino, posteriormente acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório.

As sementes de *A. colubrina* foram concedidas pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (NEMA/UNIVASF), sediada em Petrolina/PE.

Delineamento estatístico

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, correspondente a cinco concentrações do extrato aquoso: 0, 25, 50, 75 e 100%, sendo cinco repetições com 20 sementes cada, utilizando 0% como controle.

Preparação do extrato aquoso

Para a obtenção do extrato aquoso bruto utilizou-se a proporção de 250 g de folhas frescas para 1000 mL de água destilada, conforme Cruz et al. (2000); procedendo-se com a trituração com o auxílio de um liquidificador. Posteriormente a solução obtida foi filtrada em pano 100% algodão.

Para obtenção das concentrações, o extrato bruto (100%) foi diluído nas concentrações 25, 50 e 75%; para controle (0%) foi utilizada água destilada.

Variáveis analisadas

Teste de emergência (PE)

O teste de emergência foi conduzido com cinco repetições de 20 sementes por tratamento, as quais foram semeadas em bandejas de polietileno de 128 células. Para o preenchimento das bandejas foi utilizada areia esterilizada em estufa à 200°C durante quatro horas, conforme recomendações da RAS (BRASIL, 2009). Diariamente as bandejas foram irrigadas com as diferentes concentrações considerando a perda de umidade do substrato. A porcentagem de emergência foi determinada a partir da porcentagem de plântulas normais no 10º dia após a semeadura (BRASIL, 2013).

Índice de velocidade de emergência (IVE)

Foi determinado por meio da contagem do número de plântulas emersas, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a emergência, conforme Maguire (1962).

Tempo médio de emergência (TME)

Foi avaliado conjuntamente com o teste de emergência e calculado pela fórmula de Labouriau (1983).

Comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR)

O comprimento da parte aérea foi mensurado a partir do colo até o meristema apical e, o comprimento do sistema radicular do colo até a extremidade da raiz principal. As medições foram realizadas com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm.

Massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR)

A parte aérea e o sistema radicular de cada repetição foram acondicionados em sacos de papel Kraft, previamente identificados e levados à estufa de circulação de ar forçada a 80°C por 24 horas, decorrido este período, procedeu-se com a pesagem em balança analítica com precisão de 0,001g, os resultados foram expressos em g.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativos foram submetidos à análise de regressão utilizando o software Sisvar Versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de velocidade de emergência, comprimento da parte aérea, massa seca da parte aérea e do sistema radicular de plântulas *A. colubrina* foram afetados quando submetidos a irrigação com as diferentes concentrações do extrato aquoso de *S. joazeiro* (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância das variáveis de emergência e desenvolvimento inicial de plântulas provenientes de sementes de *Anadenanthera colubrina* submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de *Sarcomphalus joazeiro*. Serra Talhada-PE.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio						
		PE (%)	IVE	TME (dias ⁻¹)	CPA (cm)	CSR (cm)	MSPA (g)	MSSR (g)
Concentração	4	396,50 ^{ns}	0,71*	0,05 ^{ns}	0,73**	0,26 ^{ns}	0,12**	0,02**
Resíduo	20	159,50	0,23	0,08	0,16	0,33	0,01	0,002

Total	24						
CV (%)	20,57	21,63	23,39	9,79	15,56	23,03	30,68

** , * , ^{ns} significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente. Coeficiente de variação - CV; porcentagem de emergência - PE; índice de velocidade de emergência - IVE, tempo médio de emergência - TME, comprimento da parte aérea - CPA, comprimento do sistema radicular - CSR; massa seca da parte aérea - MSPA e do sistema radicular (MSSR).

Fonte: Autores

A emergência das plântulas de *A. colubrina* não foi afetada pelas diferentes concentrações do extrato aquoso de *S. joazeiro*, no qual as médias variaram de 50 a 70% (Figura 1A). O mesmo comportamento foi observado para o tempo médio de emergência, em que para todas as concentrações a média de emergência foi de 1 dia (Figura 1B). Araújo et al. (2021) verificaram que os extratos foliares de *S. joazeiro* não interferiram na germinação de *Mimosa caesalpinifolia* Benth.

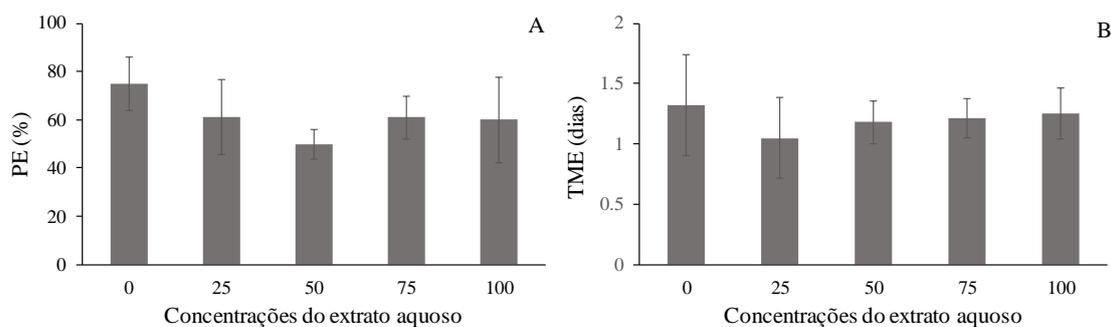


Figura 1. Porcentagem de emergência (A) e tempo médio de emergência (B) de plântulas provenientes de sementes de *Anadenanthera colubrina* submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de *Sarcomphalus joazeiro*.

Fonte: Autores.

Embora os extratos aquosos não tenham interferido negativamente na porcentagem de emergência das sementes, ocasionou redução do vigor avaliado pelo índice de velocidade de emergência. Essa variável se ajustou ao modelo quadrático, com redução de 26,6% entre a menor (controle) e a maior concentração. O extrato da folha de *S. joazeiro* apresenta saponinas, flavonoides, fenóis e taninos, sendo estes os aleloquímicos mais prováveis por esse resultado (BRITO et al., 2015). O índice de velocidade de emergência de plântulas de *Amburana cearenses* Allem foi afetado à medida que houve o aumento das concentrações do extrato aquoso de *Piptadenia moniliformis* Benth (SILVA et al., 2021).

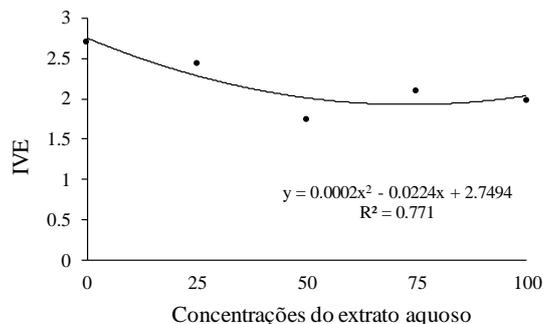


Figura 2. Índice de velocidade de emergência de plântulas provenientes de sementes de *Anadenanthera colubrina* submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de *Sarcomphalus joazeiro*.

Fonte: Autores.

Avaliando o desenvolvimento inicial das plântulas de *A. colubrina*, foi observado que o comprimento da parte aérea (Figura 3A) foi afetado à medida que aumentou as

concentrações do extrato aquoso, com valor mínimo estimado de 3,8 cm na concentração de 52%. Já o comprimento do sistema radicular (Figura 3B) não foi afetado pelas diferentes concentrações, em que as médias variaram de 3,4 a 4,0 cm.

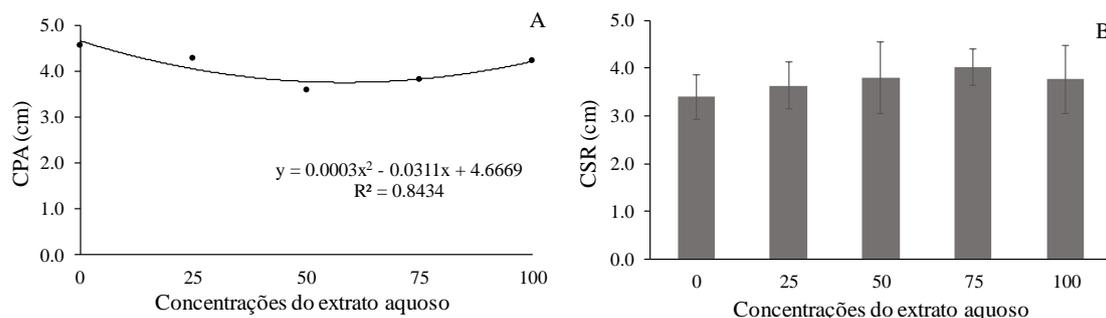


Figura 3. Comprimento da parte aérea (A) e do sistema radicular (B) de plântulas provenientes de sementes de *Anadenanthera colubrina* submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de *Sarcomphalus joazeiro*.

Fonte: Autores.

Estudos mostraram que a presença de aleloquímicos em extratos vegetais pode afetar diretamente o crescimento e acúmulo de biomassa de plantas suscetíveis por meio de múltiplos mecanismos de ação, como maior permeabilidade de membranas, menor eficiência fotossintética e estresse oxidativo, com maior dano sobre o crescimento do sistema radicular devido ao contato direto com as substâncias fitoquímicas (ORACZ et al., 2007; RADHAKRISHNAN et al., 2018; GHIMIRE et al., 2020), entretanto no presente estudo o sistema radicular não apresentou redução com o aumento das concentrações.

Quanto ao acúmulo de massa seca, tanto a parte aérea (Figura 4A) como o sistema radicular (Figura 4B) apresentaram tendência quadrática, em que para a massa seca da parte aérea houve uma redução de 60% entre as concentrações de 0 e 100%. Para a massa seca do sistema radicular, a redução entre a menor e a maior dose foi de 68%, indicando que para ambas as variáveis estudadas, o aumento das concentrações foi nocivo.

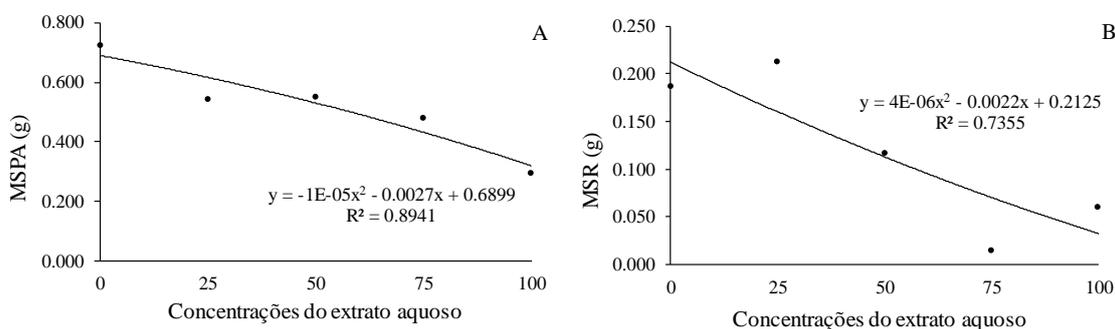


Figura 4. Massa seca da parte aérea (A) e do sistema radicular (B) de plântulas provenientes de sementes de *Anadenanthera colubrina* submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso de *Sarcomphalus joazeiro*.

Fonte: Autores.

Entre os efeitos alelopáticos mais comuns relatados na literatura sobre o crescimento vegetal, é dado destaque a interferência dos aleloquímicos na divisão celular, síntese orgânica, interações hormonais, absorção de nutrientes, inibição da síntese de proteínas, mudanças no metabolismo lipídico, abertura estomática, assimilação de CO₂ e na fotossíntese, inibindo o transporte de elétrons e redução do conteúdo de clorofila na planta (PEDROL et al., 2006), consequentemente, diminui o acúmulo de massa seca, o que pode ser observado no presente estudo.

CONCLUSÕES

A emergência de plântulas de *A. colubrina* não foi afetada pelas diferentes concentrações do extrato aquoso de *S. joazeiro*, entretanto o mesmo não foi verificado para o desenvolvimento inicial das plântulas, havendo uma redução do comprimento aéreo e do acúmulo de massa seca da parte aérea e do sistema radicular.

AGRADECIMENTOS

Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental – NEMA/UNIVASF, o Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – PISF e o Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR pela disponibilização das sementes de angico.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. C.; SILVA, A. R. P.; SANTOS, A. T. L.; FREITAS, M. A.; CARNEIRO, J. N. P.; GONÇALO, M. I. P.; SOUZA, A.; FREITAS, T. S.; RIBEIRO, P. R. V.; BRITO, E. S.; MORAIS-BRAGA, M. F. B.; COUTINHO, H. D. M. UPLC-MS-ESI-QTOF characterization and evaluation of the antibacterial and modulatory antibiotic activity of *Ziziphus joazeiro* Mart. aqueous extracts. **South African Journal of Botany**, v. 123, p. 105-112, 2019.

ARAÚJO, F. S.; MEDEIROS, J. A. D.; FÉLIX, F. C.; CORREIA, L. A. S.; FERRARI, C. S.; PACHECO, M. V. O lixiviado das folhas de *Sarcomphalus joazeiro* e *Cenostigma bracteosum* estimula ou inibe a germinação de *Mimosa caesalpinifolia*? **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, e15610313073, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 398p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para a análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA/ACS, 2013. 98p.

BRITO, C. M. O.; COUTINHO, H. D. M.; TALVANI, A.; CORONEL, C.; BARBOSA, A. G. R.; VEJA, C.; FIGUEREDO, F. G.; TINTINO, S. R.; LIMA, L. F.; BOLIGON, A. A.; ATHAYDE, M. L.; MENEZES, I. R. A. Analysis of bioactivities and chemical composition of *Ziziphus joazeiro* Mart. using HPLC–DAD. **Food Chemistry**, v. 186, n. 1, p. 185-191, 2015.

CRUZ, M. E. Z.; NOZAKI, M. H.; BATISTA, M. A. Plantas medicinais e alelopatia. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v. 3, n. 15, p. 28-34, 2000.

EDMOND, J. B.; DRAPALLA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of the American Society Horticultural Science**, v. 71, p. 428-434, 1958.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n.1, p. 175-204, 2000.

GHIMIRE, B. K.; WANG, M. H.; SACKS, E. J.; YU, C. Y.; KIM, S. H.; CHUNG, I. M. Screening of allelochemicals in *Miscanthus sacchariflorus* extracts and assessment of their effects on germination and seedling growth of common weeds. **Plants**, v. 9, n. 10, e1313, 2020.

HAUENSCHILD, F.; MATUSZAK, S.; MUELLNER-RIEHL, A. N.; FAVRE, A. Phylogenetic relationships within the cosmopolitan buckthorn family (Rhamnaceae) support the resurrection of *Sarcomphalus* and the description of *Pseudoziziphus* gen. nov. **Taxon**, v. 65, n. 1, p. 47-64, 2016.

LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: Departamento de Assuntos Científicos e Tecnológicos da Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 173p.

LEITE, G. Q.; ANDRADE, F. H. D.; MACEDO, R. O. *Ziziphus joazeiro* Mart.: UV-Vis quantification of saponin content in early growth stages with adult specimen correlation. **Brazilian Journal of Botany**, v. 45, p. 1199-1207, 2022.

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

MEDEIROS, J. G. F.; DEMARTELAERE, A. C. F.; SILVA, H. F.; SILVA, E. C.; NASCIMENTO, L. C. Phytochemical survey and antifungal activity of plant extracts in angico seeds (*Anadenanthera colubrina* Vell. Brenan). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 53941-53953, 2020.

MELO, M. D. S. F.; ROCHA, C. Q.; SANTOS, M. H.; CHAVASCO, J. M.; CHAVASCO, J. K. Pesquisa de bioativos com atividade antimicrobiana nos extratos hidroetanólicos do fruto, folha e casca de caule do *Zizyphus joazeiro* Mart. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 10, n. 2, p. 43-51, 2012.

OLIVEIRA, P. M. L.; DANTAS, A. M.; MORAIS, A. R. S.; GIBBERT, L.; KRÜGER, C. C. H.; LIMA, M. S.; MAGNANI, M.; BORGES, G. S. C. Juá fruit (*Ziziphus joazeiro*) from Caatinga: A source of dietary fiber and bioaccessible flavanols. **Food Research International**, v. 129, p. 108745, 2020.

ORACZ, K.; BAILLY, C.; GNIAZDOWSKA, A.; CÔME, D.; CORBINEAU, F.; BOGATEK, R. Induction of oxidative stress by sunflower phytotoxins in germinating mustard seeds. **Journal of Chemical Ecology**, v. 33, p. 251-264, 2007.

PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L.; REIGOSA, M. J. Allelopathy and abiotic stress. In: Reigosa, M.J.; Pedrol, N.; González, L. (Eds.). **Allelopathy: a physiological process with ecological implications**. Dordrecht: Springer. 2006. p.171-209.

RADHAKRISHNAN, R.; ALQARAWI, A. A.; ABDALLAH, E. F. Bioherbicides: Current knowledge on weed control mechanism. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 158, p. 131-138, 2018.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. New York: Academic Press, 1984. 422p.

ROCHA, T. S.; LIMA, A.; SILVA, J. N.; SAMPAIO, G. R.; FREITAS, R. A. M. S.; DANIELSKI, R.; CAMARGO, A. C.; SHAHIDI, F.; TORRES, E. A. F. S. Vitamina C e Antioxidantes Fenólicos da Polpa de Juá (*Ziziphus joazeiro* M.): Uma Rica Fonte Brasileira Pouco Explorada de Ácido Elágico Recuperada por Extração Aquosa Assistida por Ultrassom. **Molecules**, v. 27, n. 3, p. 627, 2022.

SILVA, J. N.; SILVA, M. A. D.; ALVES, R. M.; SILVA, E. F. Allelopathic activity of *Piptadenia moniliformis* Benth. on the physiological potential of seeds of *Amburana cearensis* Allem. **Scientia Plena**, v. 17, n. 11, e731101, 2021.

CARACTERIZAÇÃO MORFOFISIOLÓGICA DE FRUTOS E SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS: UM ESTUDO DE REVISÃO

Joyce Naiara da Silva^{1*}, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua¹, Caroline Marques Rodrigues¹, João Henrique Constantino Sales Silva¹, Maria Karoline Ferreira Bernardo¹, Geisa Emanuelle Silva Farias¹, Cosma Layssa Santos Gomes¹, Edna Ursulino Alves¹

¹Universidade Federal da Paraíba - UFPB/Campus II, Areia-PB. *e-mail: joicenaiara@hotmail.com

RESUMO

A produção de mudas destinadas à recuperação ou enriquecimento de áreas degradadas, decorrentes da exploração dos recursos naturais, requer o conhecimento das características morfológicas e ecofisiológicas das sementes. Esse conhecimento é crucial para a manutenção da biodiversidade, uma vez que a propagação por sementes é a principal forma de disseminação das espécies. Por essa razão, o estudo da tecnologia e produção de sementes é de suma importância no processo de manejo, conservação e melhoramento genético. No presente trabalho objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica acerca das contribuições da caracterização morfofisiológica de frutos e sementes de espécies florestais. Na construção da presente pesquisa realizou-se um estudo exploratório baseado na revisão integrativa da literatura através de leitura analítica com a finalidade de ordenar e sumarizar as informações contidas nas fontes, de forma que estas possibilitem a obtenção de respostas ao problema da pesquisa. Baseado-se nos materiais consultados foram discutidas temáticas como caracterização física de frutos e sementes, bem como sobre a qualidade fisiológica das sementes de espécies florestais. No presente estudo conclui-se que a caracterização morfofisiológica de frutos e sementes pode contribuir para o desenvolvimento de tecnologias de produção de mudas e de sementes melhoradas, além de fornecer informações valiosas para o manejo de áreas florestais.

PALAVRAS-CHAVE: conservação, biodiversidade, qualidade fisiológica.

INTRODUÇÃO

O conhecimento das características morfológicas e ecofisiológicas das sementes, com o intuito de produzir mudas para recuperação, ou, enriquecimento de áreas degradadas, resultantes da exploração inadequada dos recursos naturais, é importante para a manutenção da biodiversidade (SILVA et al., 2023), uma vez que a propagação por sementes é a principal forma de disseminação das espécies e o estudo de tecnologia e produção de sementes se tornam relevantes no processo de manejo, conservação e melhoramento genético (ROVERI-NETO; PAULA, 2017).

Estudos relacionados à biometria de sementes fornecem informações que podem ser utilizadas no manejo florestal, visto que a biometria é uma variável de fácil obtenção e avaliação, podendo ser utilizada para indicar a existência de variabilidade entre indivíduos de uma mesma espécie e contribuir diretamente com a produção de mudas com maior padrão de qualidade e base genética mais ampla (LEÃO et al., 2015; LEÃO et al., 2016). Os aspectos biométricos de frutos e sementes, e sua influência na germinação, podem auxiliar na tomada de decisão, durante a coleta dos frutos e, conseqüentemente, na produção e estabelecimentos de mudas de espécies tropicais nativas (SILVA et al., 2023).

Além das características biométricas, destaca-se a importância dos estudos relacionados à qualidade fisiológica das sementes, que pode ser avaliada através de algum aspecto da germinação (primeira contagem, índice e tempo médio de germinação) ou do crescimento de plântula (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Levando em consideração o aumento da demanda por sementes de espécies florestais nativas de alta qualidade, principalmente para subsidiar trabalhos de reflorestamento, estudos relacionados às características morfofisiológicas dos frutos e sementes são importantes no momento de escolha das árvores matrizes. Visto isso, no presente trabalho objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica sobre as contribuições da caracterização morfofisiológica de frutos e sementes de espécies florestais.

METODOLOGIA

Na construção da presente pesquisa realizou-se um estudo exploratório baseado na revisão integrativa da literatura, mediante leitura analítica com a finalidade de ordenar e sumarizar as informações contidas nas fontes, de forma que estas possibilitem a obtenção de respostas ao problema da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização física de frutos e sementes

A qualidade da semente pode ser definida como o somatório de todas as propriedades genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias, que irá influenciar a capacidade de originar plantas com alta capacidade produtiva (MARCOS-FILHO, 2015). A caracterização biométrica consiste na avaliação morfológica de diferentes partes da planta, como frutos e sementes, cujas avaliações contribuem para a determinação de padrões em programas de melhoramento, seleção direta e indireta dessas características (ZUFFO et al., 2019).

Adicionalmente a isso, informações referentes à biometria de sementes nativas são úteis para investigar a dispersão e o estabelecimento de plântulas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), para ser utilizada em programas de melhoramento genético (GONÇALVES et al., 2013) e verificar a presença de variabilidade genética de diferentes lotes de sementes, que é necessário para programas de conservação *in situ* e *ex situ* (LEÃO et al., 2016). Dessa forma, a caracterização das sementes é de suma importância, uma vez que alterações nas características biométricas de sementes pode influenciar a capacidade de germinação e está relacionada a problemas reprodutivos da espécie (PEREIRA et al., 2018).

O processo de enchimento das sementes ocorre durante a maturação, quando estas crescem em tamanho até atingirem o padrão para a espécie (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), porém, a influência dos fatores genéticos e ambientais durante o desenvolvimento destas provocam uma discrepância no tamanho das sementes de uma mesma espécie, variando entre e dentro de árvores matrizes (TURNBULL, 1975; SANTOS et al., 2009).

Logo, a caracterização fenotípica realizada por meio de avaliações biométricas auxilia na conservação, fornecendo informações para o uso eficaz de frutos e sementes, por ser uma ferramenta útil em detectar a variabilidade fenotípica dentro de populações da mesma espécie e as relações entre essa variabilidade e fatores ambientais (VIANNA et al., 2017; CARNEIRO et al., 2018). As variações nos padrões morfológicos da planta estão relacionadas ao fator genético e à influência das condições ambientais em que este foi submetido.

As características biométricas de frutos e sementes de 36 árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil variaram, especialmente no comprimento e diâmetro das sementes, bem como o peso de 100 sementes (ROVELI-NETO; PAULA, 2017). De forma semelhante, Ursulino (2017) verificou que as características biométricas de frutos e sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne variaram, destacando-se apenas uma planta matriz com os maiores valores nos comprimentos de frutos e sementes. Em frutos de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. Ex Hayne, Pereira et al. (2011) verificaram média de 136,23 mm para comprimento, 48,32 mm para largura e 34,68 mm de espessura. Duarte et al. (2016) observaram que o comprimento das sementes de *Hymenaea courbaril* L. variou de 17,5 a 28 mm, a largura de 12,2 a 22,7 mm, espessura de 6,9 a 15,88 mm e peso de 1,66 a 5,51 g.

O tamanho da semente é uma das estratégias de uniformização da emergência das plântulas em campo, mediante a classificação por tamanho ou peso para seleção das sementes mais vigorosas (ARAÚJO et al., 2014), visto que as maiores são consideradas mais vigorosas porque foram mais bem nutridas durante o seu desenvolvimento, com um embrião bem formado e maiores quantidades de substâncias de reserva (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Ao avaliar a qualidade fisiológica das sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert classificadas pelo tamanho, Padilha et al. (2021) identificaram que sementes menores tinham maior intensidade de dormência, as de tamanho médio melhor qualidade fisiológica e, aquelas de tamanho grande o maior potencial para formação de plântulas com maior massa seca.

Além do estudo das características inerentes a frutos e sementes, também é importante avaliar a associação entre estas, devido à possibilidade de verificar o grau de interferência de uma característica sobre outra com interesse econômico, assim como realizar seleção indireta (ZUFFO et al., 2016). Neste contexto, o coeficiente de correlação de Spearman (r_s) é utilizado para expressar o grau de associação entre duas variáveis numéricas.

Ao avaliar a correlação entre as características biométricas de frutos e sementes de *Hancornia speciosa* Gomes, Zuffo et al. (2019) observaram que a massa total do fruto foi diretamente relacionada ao rendimento da polpa e número de sementes. Na espécie *Eugenia dysenterica* (Mart.) DC., Paz et al. (2020) observaram correlação entre os pesos de fruto e sementes, assim como entre o peso da semente e o número de semente por fruto.

Qualidade fisiológica das sementes

A qualidade da semente foi definida como o somatório de todos os atributos genéticos (compostos pela pureza varietal, potencial produtivo, resistência a pragas e doenças e qualidade do grão), físicos (teor de água, pureza física, peso de mil sementes, aparência e peso volumétrico), fisiológicos (germinação, dormência e vigor) e sanitários (incidência de fungos, vírus, bactérias e nematoides) que afetam a capacidade de originar plantas de alto desempenho (PESKE et al., 2019).

A qualidade fisiológica é determinada pela capacidade das sementes em desempenhar funções vitais, em condições ambientais adequadas ou inadequadas, enquanto os testes de vigor têm como objetivo distinguir o potencial genético das sementes, detectar as alterações na qualidade fisiológica, bem como classificar os lotes com diferentes níveis de vigor (MARCOS-FILHO, 2015). Nesse sentido, o conceito de qualidade de semente é definido por um conjunto de atributos, entre eles, pureza genética, sanidade, viabilidade, capacidade de germinação e vigor (KRZYZANOWSKI et al., 2018).

Os testes de germinação e vigor, além de observar o verdadeiro desempenho de lotes de sementes em condições de campo ou no período de armazenagem, podem ser utilizados em estudos para determinar a variabilidade genética e diferenciar a qualidade de sementes produzidas por diferentes árvores matrizes (MARCOS-FILHO, 2015; ROVERI-NETO; PAULA, 2017).

A variação no processo germinativo de sementes de espécies florestais está relacionada à variabilidade genética existente entre as plantas matrizes devido ao estágio relativamente selvagem por causa da falta de domesticação, aliada à alogamia (SANTOS et al., 2009). Além disso, durante o processo de formação das sementes as plantas matrizes sofrem influência das condições ambientais, em que uma quantidade de fatores interfere neste processo, no início e na continuidade da germinação, o que explica o fato das sementes de uma mesma espécie germinar em tempos muito diferentes (LARCHER, 2000).

À vista disso, estudos sobre a qualidade de sementes de diferentes plantas matrizes são de suma importância para o desenvolvimento de técnicas de conservação, manejo e restauração dos ambientes naturais, assim como para o fornecimento de novos produtos para o setor agroindustrial (OLIVEIRA et al., 2008).

Na avaliação do potencial fisiológico das sementes de espécies vegetais, uma das formas é a comparação do vigor entre sementes de plantas matrizes da mesma espécie, o qual é responsável por avaliar o alto desempenho das plantas durante todo seu ciclo de desenvolvimento (vegetativo e reprodutivo) tais como, a formação de um sistema radicular bem desenvolvido que alcançará maior profundidade no solo e, assim, dará condições para a planta ter maior produção (FRANÇA-NETO et al., 2016; ROSSI et al., 2017).

Os testes de vigor podem ser classificados em físicos, fisiológicos, bioquímicos e de resistência a estresse (MARCOS-FILHO, 2015). Dentre os testes fisiológicos baseados no desenvolvimento de plântulas, que procuram determinar a atividade fisiológica de sementes, tem-se primeira contagem de germinação, velocidade de germinação, crescimento de plântulas, massa seca de plântulas, precocidade de emissão da raiz primária e emergência de plântulas (NAKAGAWA, 1999).

Ao avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz provenientes de 28 plantas matrizes do município de Soledade-PB, Lima et al. (2014) verificaram que as sementes de seis plantas expressaram percentual de germinação superior à das demais. Na pesquisa de Ursulino (2017), das 20 plantas matrizes de *D. gardneriana* avaliadas, apenas três se destacaram por produzir sementes mais vigorosas.

Em *Erythrina velutina* Willd. avaliou-se 19 plantas matrizes de diferentes localidades e constatou-se variação na qualidade fisiológica das sementes escarificadas, em que apenas seis plantas se sobressaíram em relação das demais (BEZERRA, 2019).

Na pesquisa com *Mimosa scabrella* Benth., Menegatti et al. (2019) constataram a existência de variação significativa entre plantas matrizes de mesma ou diferentes origens, tanto nas características biométricas quanto fisiológicas. Em uma população cultivada de *Mimosa caesalpinifolia* Benth., as nove árvores estudadas produziram sementes de alta qualidade fisiológica, mas com sutis diferenças de vigor, que foram detectadas por meio de testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, sugerindo que essas árvores são potencialmente adequadas para a produção comercial de sementes (ARAÚJO et al., 2020).

A qualidade física e fisiológica de sementes de *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R. W. Jobson foram consideradas por Felix et al. (2021) importantes na seleção de plantas matrizes para a produção de sementes destinadas à comercialização. Pelas análises das características fisiológicas das sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp. constatou-se que as características com maiores contribuições relativas

para a análise da diversidade das plantas matrizes foram as de porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação, além disso a variação do teor de água das sementes pode indicar uma plasticidade da espécie em função da sua área de ocorrência (CORREA et al., 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização morfofisiológica de frutos e sementes de espécies florestais é importante para entender as características de reprodução e dispersão das plantas, bem como para avaliar sua qualidade e potencial para a produção de sementes e mudas. Assim, a análise de diferentes aspectos das sementes e frutos, incluindo sua morfologia, tamanho, peso e viabilidade, é essencial para avaliar a qualidade fisiológica e para o desenvolvimento de estratégias de conservação de espécies florestais.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. M. S.; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O.; CARVALHO, S. M. C. Caracterização morfométrica e germinação de sementes de *Macrotidium martii* Benth. (Fabaceae). **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 124-131, 2014.
- ARAÚJO, F. S.; FELIX, F. C.; FERRARI, C. S.; VIEIRA, F. A.; PACHECO, M. V. Seed quality and genetic diversity of a cultivated population of *Mimosa caesalpinifolia* Benth. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 1000-1006, 2020.
- BEZERRA, A. C. **Qualidade fisiológica e anatomia do tegumento de sementes de *Erythrina velutina* Willd. de diferentes procedências**. 2019. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.
- CARNEIRO, L. A.; SILVA, L. S.; GOMES, M. F. C.; SANTOS, M. F.; VALENTE, S. E. S.; GOMES, R. L. F.; COSTA, M. F. Morphological characterization and genetic divergence of a cashew population in Floriano, Piauí, Brazil. **Genetics Molecular Research**, v. 18, n. 3, p. 1-7, 2019.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- CORREA, A. S. A. S.; LUZ, P. B.; ROSSI, A. A. B.; LIMA, B. F. S.; SILVA, S. A. A. Diversidade genética de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp. nativa na Amazônia Matogrossense. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e50410515224, 2021.
- DUARTE, M. M.; PAULA, S. R. P.; FERREIRA, F. R. L.; NOGUEIRA, A. C. Morphological characterization of fruit, seed and seedling and germination of *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae) ('jatobá'). **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 3, p. 204-211, 2016.
- FELIX, F. C.; MEDEIROS, J. A. D.; FERRARI, C. S.; CHAGAS, K. P. T.; CASTRO, M. L.L.; SOUZA, W. M. A. T.; VIEIRA, F. A.; PACHECO, M. V. Selection of *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R. W. Jobson mother trees for seeds production. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 2, p. e8429, 2021.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P., LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 84 p.

GONÇALVES, L. G. V.; ANDRADE, F. R.; MARIMON JUNIOR, B. H.; SCHOSSLER, T. R.; LENZA, E.; MARIMON, B. S. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancronia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 31-40, 2013.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja**: fator importante para a produção da cultura. EMBRAPA Soja-Circular Técnica, 2018. 24 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531 p.

LEÃO, N. V. M.; FELIPE, S. H. S.; SHIMIZU, E. S. C.; SANTOS-FILHO, B. G.; KATO, O. R.; BENCHIMOL, R. L. Biometria e diversidade de temperaturas e substratos para a viabilidade de sementes de ipê amarelo. **Informativo ABRATES**, v. 25, n. 1, p. 50-54, 2015.

LEÃO, N. V. M.; ARAÚJO, E. A. A.; SHIMIZU, E. S. C.; FELIPE, S. H. S. Características biométricas e massa de frutos e sementes de *Lecythis pisonis* Cambess. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 24, p. 167-175, 2016.

LIMA, C. R.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, K. R. G.; PACHECO, M. V.; ALVES, E. U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 370-378, 2014.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 2015. 660 p.

MENEGATTI, R. D.; MANTOVANI, A.; NAVROSKI, M. Biometric and physiological quality of bracinga seeds from different mother trees. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 1, p. e20160359, 2019.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSWKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.

OLIVEIRA, D. A.; NUNES, Y. R. F.; ROCHA, E. A.; BRAGA, R. F.; PIMENTA, M. A. S.; VELOSO, M. D. M. Potencial germinativo de sementes de fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth. - Fabaceae: Mimosoideae) sob diferentes procedências, datas de coleta e tratamentos de escarificação. **Revista Árvore**, v. 32, n. 6, p. 1001-1009, 2008.

PADILHA, M. S.; DONATTO, N. M.; SOBRAL, L. S. Qualidade fisiológica de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel.) Taubert classificadas pelo tamanho. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 6, n. 1, p. 20-27, 2021.

- PAZ, F. L. B.; MATIAS, A. O.; DANTOS, M. F.; ASSUNÇÃO-NETO, W. V.; COSTA, M. F. Caracterização biométrica de frutos e sementes de cagaíta (*Eugenia dysenterica* DC.) na região Sul do Piauí, Brasil. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 3, p. 1432-1441, 2020.
- PEREIRA, S. R.; GIRALDELLI, G. R.; LAURA, V. A.; SOUZA, A. L. T. Tamanho de frutos e de sementes e sua influência na germinação de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* var. *stigonocarpa* Mart. ex Hayne, Leguminosae - Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 141-148, 2011.
- PEREIRA, M. D.; SILVA; R. T. C. O.; FLORES, A. V.; SEVERIANO, R. L. Germinação e biometria de frutos e sementes de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1271-1281, 2018.
- PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. Produção de sementes. In: PESKE S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2019. p. 13-100
- ROVERI-NETO, A.; PAULA, R. C. Variabilidade entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 48, n. 2, p. 318-327, 2017.
- ROSSI, R. F.; CAVARIANI, C.; BFRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônômico de soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 3, p. 215-222, 2017.
- SANTOS, F. S.; PAULA, R. C.; SABONARO, D. Z.; VALADARES, J. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 82, p. 163-173, 2009.
- SILVA, E. L. M.; STEINER, F.; ZUFFO, A. L. Caracterização morfológica de frutos e sementes de guavira [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg.]. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 16, n. 1, p. e10121, 2023.
- TURNBULL, J. W. **Seed extraction and cleaning**. In: FAO/DANIDA TRAINING COURSE ON FOREST SEED COLLECTION AND HANDLING, 1975, Chiang. p. 135-151.
- URSULINO, M. M. **Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne**. 2017. 175 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.
- VIANNA, S. A.; BERTON, L. H. C.; POTT, A.; GUERREIRO, S. M. C.; COLOMBO, C. A. Biometric characterization of fruits and morphoanatomy of the mesocarp of *Acrocomia species* (Arecaceae). **International Journal of Biology**, v. 9, n. 3, p. 78-92, 2017.
- ZUFFO, A. M.; GESTEIRA, G. S.; ZUFFO JÚNIOR, J. M.; ANDRADE, F. R.; SOARES, I. O.; ZAMBIAZZI, E. V.; GUILHERME, S. R.; SANTOS, A. S. Caracterização biométrica de frutos e sementes de mirindiba (*Buchenavia tomentosa* Eichler) e de inajá (*Attalea maripa* [Aubl.] Mart.) na região Sul do Piauí, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 331-340, 2016.

ZUFFO, A. M. A.; STEINER, F.; ALVES, C. Z.; ALCÂNTARA-NETO, F.; SANTOS, M. D. A.; OLIVEIRA, A. M.; SOUSA, T. O.; FONSECA, W. L. Biometric characteristics of fruits, seeds and plants of *Hancornia speciosa* Gomes. (Apocynaceae). **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 4, p. 622-627, 2019.

ENCAPSULAMENTO EM PLANTAS: SEMENTES SINTÉTICAS EM ORQUÍDEAS

Ana Carolina Sobreira Soares^{1*}, Núbia Pereira da Costa¹, Khyson Gomes Abreu¹,
Andrezza Maddalena¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail:
anacarolinasobreira@outlook.com

RESUMO

A família Orchidaceae é conhecida por suas espécies possuírem belíssimas flores e por sua importância econômica entre as plantas ornamentais. Contudo, apesar das milhares de sementes contidas em cada cápsula (fruto) produzida, a germinação convencional de orquídeas é reduzida devido à falta de endosperma, que é suprida na natureza com a presença de fungos micorrízicos, estabelecendo uma relação simbiótica. As sementes sintéticas surgem como uma alternativa para superar essa barreira fisiológica. Assim, o presente trabalho teve por objetivo realizar uma revisão bibliográfica referente à utilização do método de encapsulamento na produção de sementes sintéticas em espécies da família Orchidaceae, além desse aspecto, buscou-se identificar quais outras possíveis aplicações no segmento de propagação e também da conservação de espécies. As informações foram coletadas em três bases de dados bibliográficos — Web of Science, Scielo e Science Direct. De acordo com os dados obtidos, as aplicações da técnica de encapsulamento abrangem os segmentos de propagação em massa de plantas, beneficiando a cadeia de produção, permitindo o transporte de germoplasma entre laboratórios, armazenamento a curto e médio prazo, multiplicação clonal e manutenção da estabilidade genética; também é uma ferramenta importante para a conservação de espécies de orquídeas ameaçadas de extinção.

PALAVRAS-CHAVE: Biotecnologia; Cultura de tecidos; Ornamentais.

INTRODUÇÃO

A micropropagação de plantas é uma das áreas da biotecnologia vegetal que mais se destaca devido a sua importância comercial através da utilização de técnicas que viabilizam a propagação clonal de mudas, controle das condições ambientais e regeneração de plantas *in vitro*, além da possibilidade de preservação de espécies comerciáveis e das que estão sob o risco de extinção (MANGENA, 2021).

Uma das técnicas com grande potencial de aplicação é a produção de sementes sintéticas formadas a partir do encapsulamento de embriões somáticos envoltos em tegumentos artificiais que são compostos por uma camada gelificante (BASKARAN; KUMARI; VAN STADEN, 2015). Após o processo de conversão em planta, o vegetal retoma o seu desenvolvimento até se tornar uma planta adulta. Além disso, germinam tanto em cultivo *in vitro* quanto no solo, facilitando a produção em grande escala de mudas comerciais com um baixo custo e ainda, promovendo a possibilidade de estender o período de viabilidade das sementes ao longo do armazenamento (GHOSH; SEN, 1994).

Uma família de grande relevância econômica dentro das Angiospermas e que enfrenta adversidades relacionadas ao armazenamento de suas sementes é a Orchidaceae,

sendo ela, segundo QI et al. (2021) a maior em quantidade de espécies dentro desse grupo com cerca de 775 gêneros e 24.500 espécies inclusas. Seus representantes estão distribuídos por todo o globo, exceto em desertos e geleiras, e com presença mais diversa e marcante nos trópicos (PÉREZ-ESCOBAR, et al., 2017; ŚLIWIŃSKI et al., 2022).

As orquídeas no Brasil e no mundo apresentam uma grande importância no setor comercial de plantas ornamentais, devido a grande variedade de cores, tamanhos e exuberância das flores (SCHOENMAKER, 2017). De acordo com Mezzalira e Kuhn (2019) elas estão presentes também na indústria cosmética como aromatizantes, e na medicina natural devido às propriedades medicinais dos óleos e extratos vegetais.

De maneira geral, as sementes das espécies de Orquidaceae são diminutas e contém pouquíssimo tecido de reserva armazenado, exigindo que na natureza elas se associem a fungos micorrízicos para viabilizar a germinação e o desenvolvimento da plântula (DEARNALEY, 2007). Assim, essa característica fisiológica é um dos alvos de estudos da biotecnologia vegetal utilizando técnicas como o encapsulamento e produção de sementes sintéticas. Essa ferramenta visa contornar a dependência associativa aos fungos, permitir a produção em larga escala de mudas, possibilitar o armazenamento para a semeadura escalonada, como também para fins de conservação em bancos de germoplasma.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo fazer uma revisão bibliográfica referente à utilização de encapsulamento na produção de sementes sintéticas e suas aplicações na propagação e conservação de espécies da família Orchidaceae.

METODOLOGIA

As informações coletadas acerca do uso e aplicação do encapsulamento, produção de sementes sintéticas e preservação em espécies da família Orchidaceae foram realizadas em três bases de dados bibliográficos — Web of Science, Scielo e Science Direct, utilizando filtros de pesquisa com temas “synthetic seeds”, “artificial seed”, “encapsulation seed”, “synthetic seeds” e “Orchidaceae”, e “Orchidaceae” e “seed”. Ao finalizar as pesquisas em cada base, as referências duplicadas foram excluídas. Foram selecionados artigos em inglês e português publicados entre 1998, ano em que surgiu o conceito de semente sintética, e 2022.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta revisão de literatura baseou-se no conteúdo de artigos que abrangem as temáticas sobre encapsulamento e produção de sementes sintéticas de espécies de orquídeas, como também de outras plantas ornamentais, incluindo pesquisas de aprimoramento das técnicas de produção das sementes sintéticas através de recursos tecnológicos e análises gênicas.

Vale destacar que durante o processo de revisão da literatura disponível foi observado que grande parte das pesquisas que envolvem a técnica de encapsulamento está direcionada para a criopreservação de espécies de orquídeas, contudo, não era o alvo de estudo do presente trabalho.

Aplicações no setor produtivo

Uma das facilidades permitidas pelo uso de sementes sintéticas é o de transporte desse material entre laboratórios ou indústrias de flores de corte em decorrência da cápsula de proteção que recobre o embrião somático encapsulado em cada semente,

conferindo melhores condições de manuseio e armazenamento (GANTAIT; BUSTAM; SINNI AH. (2012).

Híbridos de elite como a *Aranda Wan Chark Kuan 'Blue' × Vanda coerulea* Griff. ex. Lindl. (AV), altamente comercializada nos trópicos pela beleza de suas flores (LEE et al, 1996), foi apontado como candidato ao uso de sementes sintéticas, isso porque, como nos demais gêneros da família Orchidaceae, o sucesso da propagação convencional é bastante reduzido (GANTAIT; SINNI AH, 2012).

No trabalho realizado por Gantait, Bustam e Sinniah (2012), foi desenvolvido um protocolo para produção de sementes sintéticas em AV, visando o armazenamento e regeneração de plantas. Como explantes para o encapsulamento foram induzidos “protocorm-like bodies” (PBL’s), que são corpos semelhantes à protocormos, diferindo apenas da origem, já que protocormos desenvolvem-se de sementes tradicionais e os PBL’s são induzidos em meio de cultura e produzem grande quantidade de embriões somáticos em um curto período de tempo (LUO; ZHA; JIANG, 2003). Como resultado, as cápsulas ideais foram obtidas utilizando para o encapsulamento alginato de sódio a 3% com solução do sal CaCl_2 75 mM, o armazenamento obteve uma maior viabilidade das sementes sob a temperatura de 25° C, resultando em 76,9% de germinação com cápsulas armazenadas por 180 dias. Diante disso, verifica-se a potencialidade de utilização dessa técnica para armazenamento de curto a médio prazo.

Em outro estudo com o mesmo híbrido, Gantait e Sinniah (2013) desenvolveram a mesma técnica utilizando explantes oriundos de pontas de broto, isso porque, são tecidos com ampla atividade meristemática e costumam se desenvolver diretamente em plântulas por indução em meio de cultivo. As capsulas ideais foram obtidas com alginato de sódio a 3% e solução de CaCl_2 75 mM. A temperatura ideal para o armazenamento manteve-se em 25° C. Além disso, foi avaliada a estabilidade genética entre clones produzidos através de marcadores ISSR, que não pontuaram polimorfismos mesmo após 200 (duzentos) dias de armazenamento. Ou seja, a alta estabilidade genética entre os clones demonstra resultados excelentes para a propagação em massa da AV.

Outra aplicabilidade foi estudada por Bustam et al. (2013), onde eles avaliaram o estágio ideal dos PBL’s para a produção de sementes sintéticas seguidas de regeneração direta em mudas, com o intuito de recomendar um sistema de armazenamento de PBL’s que permita a disponibilidade constante desse material. Além disso, ainda que seja regeneração direta, sem necessariamente o armazenamento dessas sementes artificiais, elas atuam como uma estrutura de proteção dos PBL’s durante o transporte para plantio em campo, reduzindo as chances de infecção por patógenos (ARA; JAISWAL; JAISWAL, 2000). Assim, o resultado obtido foi de que PLB’s provenientes do híbrido *Dendrobium Shavin White*, uma orquídea muito popular por sua durabilidade, que mediram de 3 a 5 mm com broto garantiram melhor uniformidade de mudas e os que foram armazenados a 25 °C mantiveram alta viabilidade de germinação (88–96%) até 75 dias de armazenamento.

Há também outros trabalhos que descrevem metodologias específicas para diferentes espécies de orquídeas, avaliando diferentes concentrações para a formulação da matriz de encapsulamento e objetivando a propagação em larga escala. Manokari, Priyadharshini e Shekhawat (2021), por exemplo, recomendam o uso de alginato de sódio a 3% e 100 mM de CaCl_2 para encapsulamento de embriões somáticos diretos induzidos da superfície foliar de *Spathoglottis plicata*, conhecida popularmente como orquídea roxa, uma planta comum em jardins de casas e usada também para fins ornamentais (RE CART; ACKERMAN; CUEVAS, 2013).

Semelhantemente, Mahdavi, Daylami e Aliniaiefard (2018) recomendam para o encapsulamento de protocormos derivados de sementes de híbridos de *Phalaenopsis*, um grupo de cultivares de alto valor econômico usado como flores de corte e em vasos de

plantas, a concentração de alginato de sódio a 4% e solução de 150 mM de CaCl_2 . Foi observado 100% de germinação em meio MS após 3 (três) semanas de armazenamento.

Gantait, Subrahmanyeswari e Sinniah (2022) descreveram um protocolo de indução de PBL's, encapsulamento, armazenamento e germinação pós-armazenamento de outro híbrido comercialmente importante a *Mokara Sayan* × *Ascocenda Wangsa gold* (MA), conhecida pela exuberância de suas inflorescências. O uso de alginato de sódio a 3 % e 75 mM de CaCl_2 resultou na produção de sementes sintéticas claras, firmes e isodiamétricas, características consideradas ideais. Foi possível a conversão e recuperação em planta após 180 (cento e oitenta) dias de armazenamento sob a temperatura de 25° C, corroborando os trabalhos acima citados. Por fim, foi garantida a integridade genética entre os clones após serem submetidos à comparação com a planta-mãe através de marcadores moleculares RAPD, indicando 100% de monomorfismo. Mais uma vez, reforçando o potencial de manter a estabilidade genética desta técnica.

Além disso, visando o aprimoramento da técnica Mahfeli et al. (2022) utilizaram o software Image J para determinar as condições ideais para formação de sementes sintéticas e pontuar quais devem ser as características físicas desejáveis. Este software através do processamento de imagens consegue mapear toda a forma e identificar as características físicas do objeto (IGATHINATHANE; PORDESIMO; BATCHELOR, 2009).

Até o presente momento, a germinação das sementes sintéticas em todos os trabalhos acima citados ocorreu de maneira assimbiótica. Contudo, sob um diferente ponto de vista, Tan et al. (1998) infectaram sementes sintéticas de orquídeas com o fungo micorrízico *Rhizoctonia* para obtenção de germinação simbiótica. As sementes infectadas com fungos foram capazes de se desenvolver em protocormos e em 6 (seis) semanas tornaram-se mudas. Segundo os autores, existem algumas vantagens em realizar a infecção e estão relacionadas à exclusão da sacarose na matriz de encapsulamento, fonte de carbono na germinação assimbiótica, mas que pode ter efeitos adversos como inibir a germinação por conta do aumento da pressão osmótica nas células. Por fim, concluem que um sistema com ausência de sacarose é o ponto de partida inicial para a germinação de sementes sintéticas de orquídeas livres de germes e bactérias.

Aplicações na conservação de germoplasma

Muitas espécies de orquídeas compõem as Listas Vermelhas de espécies ameaçadas de extinção. A exploração comercial para fins medicinais, aromáticos, ornamentais e tantos outros, acabam por deixar muitas espécies em situação de vulnerabilidade levando em consideração principalmente as barreiras fisiológicas enfrentadas para a germinação em ambiente natural (IUCN, 1999; MYERS et al, 2000; SWARTS; DIXON, 2009).

A fim de estabelecer um protocolo de encapsulamento, armazenamento e regeneração de plantas da espécie *Ansellia africana* Lindl. que os autores Bhattacharyya, Kumar e Staden (2018) induziram PBL's como explantes para a produção de sementes sintéticas. A espécie está classificada como “vulnerável” e pela IUCN (BAILLIE; HILTON-TAYLOR; STUART, 2004), e ainda é explorada comercialmente por suas propriedades medicinais no tratamento de distúrbios nervosos (BHATTACHARYYA; STADEN, 2016). A matriz de encapsulamento com alginato de sódio a 3% e 100 mM de CaCl_2 foi considerada ideal e a capacidade de regeneração de plântulas foi melhor quando o armazenamento ocorreu a 8° C, diferindo de outras orquídeas. Além disso, foi realizada a estabilidade genética através de marcadores IRAP e SCoT que apontaram uma variação somaclonal de 7,40%, considerada uma baixa variabilidade. Assim, os autores enfatizam a importância de avaliação das condições ideais específicas para cada espécie, como

também a necessidade de mais estudos relacionados à variação somaclonal durante processos de micropropagação.

De acordo com as listas do Apêndice II da CITES16, o gênero *Cymbidium* é ameaçado de extinção, sendo altamente explorado para fins terapêuticos, comercialização ilegal e alvo de colecionadores de orquídeas (VERMA; PATHAK, 2021). Nesse trabalho, Verma e Pathak (2021) induziram PBL's oriundos de pontas de caules de *Cymbidium aloifolium* a fim de determinar a matriz gelificante ideal para o encapsulamento, o efeito de aditivos de crescimento e capacidade de regeneração em plântula após diferentes períodos de armazenamento. Foi observado que a concentração de alginato de sódio a 3% e 100 mM de CaCl_2 formaram cápsulas com características ideais e a maior viabilidade de regeneração foram em sementes armazenadas sob 4° C. Houve uma redução gradual da viabilidade das sementes ao longo dos 60 dias de armazenamento. Com isso, os autores sugerem que sejam testadas substâncias de revestimento para as cápsulas, como cera ou resina.

Do mesmo modo, Bektaş e Sökmen (2016) desenvolveram um protocolo para produção de sementes sintéticas da espécie *Serapias vomeracea* (Burm.f.) Briq. Esta espécie é explorada comercialmente para a produção de bebidas quentes e sorvetes, levantando a preocupação de que brevemente ela estará ameaçada de extinção também. Assim, através da indução de PBL's e encapsulamento, foi determinado que a matriz gelificante ideal é com alginato de sódio a 3% e 75 mM de CaCl_2 . Foi possível observar 100% de germinação em meio de cultura após o armazenamento e 91% das mudas permaneceram viáveis após transferência para o meio de turfa esterilizado. Contudo, os autores sugerem estudos relacionados à adaptação das mudas regeneradas em campos agrícolas e sob diferentes condições ambientais.

Ainda sobre protocolos de conservação de germoplasma, uma espécie que é endêmica da Índia e Sri Lanka, com distribuição extremamente restrita, a *Ipsea malabarica* (Reichb. f.) J. D. Hook. foi alvo de pesquisa do trabalho formulado por Martin (2003). Os explantes decorrentes da multiplicação de gemas axilares e indução de brotos foram cultivados até desenvolverem-se em bulbos, e foram posteriormente encapsulados em alginato de sódio a 3% e CaCl_2 a 0,7%, resultando em 100% de conversão em plântulas. Segundo o autor, este protocolo é capaz de produzir mais de 40.000 plântulas em 250 dias, um resultado excelente tanto para fins de conservação, quanto para o setor produtivo.

Por fim, uma aplicação muito relevante da técnica de encapsulamento que não envolve necessariamente a produção de sementes é a criopreservação. De maneira resumida trata-se do armazenamento de células, tecidos e órgãos vivos na temperatura do nitrogênio líquido (-196° C) e é apontada como a forma mais eficaz de preservação de germoplasma a longo prazo sem implicar em alterações gênicas (ENGELMANN, 2000). Ela tem sido aplicada com esse intuito em diferentes espécies de plantas ornamentais e de algumas orquídeas. Contudo, segundo Das et al. (2021), apenas 0,34% das mais de 25.000 espécies está documentada.

No trabalho realizado por Flachslund et al. (2006) foi descrito um protocolo de encapsulamento de sementes e protocormos de *Oncidium bifolium* Sims, uma espécie de ampla distribuição na América do Sul, contudo, está sob ameaça de extinção devido ao desmatamento e exploração comercial. O material criopreservado oriundo de sementes teve uma taxa de regeneração em plântula de até 4,8% e os oriundos de protocormos, 11,3%. Ainda que sejam valores baixos, essas mudas podem ser aproveitadas para a produção de sementes sintéticas, e assim, multiplicação clonal e propagação em larga escala.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal técnica utilizada no encapsulamento e produção de sementes sintéticas é a formação de cápsulas recobertas pela matriz gelificante em orquídeas e composta essencialmente por alginato de sódio, sendo a concentração variável de acordo com a espécie. Essas cápsulas conferem proteção e também é fonte de nutrição para a regeneração em plântula e desenvolvimento em muda.

O tempo de armazenamento de sementes sintéticas de orquídeas varia de curto a médio prazo. Foram observadas sementes viáveis com até 200 (dias) de armazenamento, contudo, também é uma característica variável de acordo com a espécie e com a finalidade de aplicação.

Os explantes utilizados para o encapsulamento são quase a totalidade oriundos de PBL's, que são induzidos em laboratório a partir de regiões meristemáticas ou de outros órgãos da planta através da cultura de tecidos e assim, fornecem material para produzir as sementes sintéticas.

Os estudos sobre encapsulamento e produção de sementes sintéticas em orquídeas têm crescido, porém ainda há muito a se pesquisar, principalmente com relação ao desenvolvimento de metodologias de propagação em massa de espécies que estão ameaçadas de extinção, viabilizando também sua conservação.

REFERÊNCIAS

- BAILLIE, J. E.; HILTON-TAYLOR, C.; STUART, S. N. IUCN red list of threatened species. **A global species assessment. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK**, v. 24, p. 1-191, 2004.
- BASKARAN, P.; KUMARI, A.; VAN STADEN, J. Embryogenesis and synthetic seed production in *Mondia whitei*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 121, n. 1, p. 205-214, 2015.
- BEKTAŞ, E.; SÖKMEN, A. In vitro seed germination, plantlet growth, tuberization, and synthetic seed production of *Serapias vomeracea* (Burm. f.) Briq. **Turkish Journal of Botany**, v. 40, n. 6, p. 584-594, 2016.
- BHATTACHARYYA, P.; STADEN, J. V. *Ansellia africana* (Leopard orchid): A medicinal orchid species with untapped reserves of important biomolecules—A mini review. **South African Journal of Botany**, v. 106, p. 181-185, 2016.
- BHATTACHARYYA, P.; KUMAR, V.; STADEN, J. V. In vitro encapsulation based short term storage and assessment of genetic homogeneity in regenerated *Ansellia africana* (Leopard orchid) using gene targeted molecular markers. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 133, n. 2, p. 299-310, 2018.
- BUSTAM, S.; SINNIHAH, U. R.; KADIR, M. A.; ZAMAN, F. Q.; SUBRAMANIAM, S. Selection of optimal stage for protocorm-like bodies and production of artificial seeds for direct regeneration on different media and short term storage of *Dendrobium Shavin White*. **Plant Growth Regulation**, v. 69, n. 3, p. 215-224, 2013.

DAS, M. C.; DEVI, S. D.; KUMARIA, S.; REED, B. M. Looking for a way forward for the cryopreservation of orchid diversity. **Cryobiology**, v. 102, p. 1-14, 2021.

DEARNALEY, J. D. W. Further advances in orchid mycorrhizal research. **Mycorrhiza**, v. 17, n. 6, p. 475-486, 2007.

ENGELMANN, F. Importance of cryopreservation for the conservation of plant genetic resources. **Cryopreservation of Tropical Plant Germplasm—Current Research Progress and Applications, IPGRI, Rome & JIRCAS, Tsukuba**, p. 8-20, 2000.

FLACHSLAND, E.; TERADA, G.; SCOCCHI, A.; REY, H.; MROGINSKI, L.; ENGELMANN, F. Cryopreservation of seeds and in vitro-cultured protocorms of *Oncidium bifolium* Sims.(Orchidaceae) by encapsulation-dehydration. **CryoLetters**, v. 27, n. 4, p. 235-242, 2006.

GANTAIT, S.; BUSTAM, S.; SINNI AH, U. R. Alginate-encapsulation, short-term storage and plant regeneration from protocorm-like bodies of *Aranda* Wan Chark Kuan 'Blue'× *Vanda coerulea* Griff. ex. Lindl.(Orchidaceae). **Plant Growth Regulation**, v. 68, n. 2, p. 303-311, 2012.

GANTAIT, S.; SINNI AH, U. R. Rapid micropropagation of monopodial orchid hybrid (*Aranda* Wan Chark Kuan 'Blue'× *Vanda coerulea* Griff. ex. Lindl.) through direct induction of protocorm-like bodies from leaf segments. **Plant Growth Regulation**, v. 68, n. 2, p. 129-140, 2012.

GANTAIT, S.; SINNI AH, U. R. Storability, post-storage conversion and genetic stability assessment of alginate-encapsulated shoot tips of monopodial orchid hybrid *Aranda* Wan Chark Kuan 'Blue'× *Vanda coerulea* Griff. ex. Lindl. **Plant biotechnology reports**, v. 7, n. 3, p. 257-266, 2013.

GANTAIT, S.; SUBRAHMANYESWARI, T.; SINNI AH, U. R. Leaf-based induction of protocorm-like bodies, their encapsulation, storage and post-storage germination with genetic fidelity in *Mokara* Sayan× *Ascocenda* Wangsa gold. **South African Journal of Botany**, v. 150, p. 893-902, 2022.

GHOSH, B.; SEN, S. Plant regeneration from alginate encapsulated somatic embryos of *Asparagus cooperi* Baker. **Plant cell reports**, v. 13, n. 7, p. 381-385, 1994.

IGATHINATHANE, C.; PORDESIMO, L. O.; BATCHELOR, W. D. Major orthogonal dimensions measurement of food grains by machine vision using ImageJ. **Food Research International**, v. 42, n. 1, p. 76-84, 2009.

IUCN, WCU. IUCN guidelines for the prevention of biodiversity loss due to biological invasion. **Species**, v. 31, n. 32, p. 28-42, 1999.

LEE, Y. H.; WONG, S. M.; TAN, W. K.; GOH, C. J. Breeding vandaceous orchids for commercial cut-flowers in Singapore: an overview. **Euphytica**, v. 89, n. 2, p. 235-241, 1996.

- LUO, J. P.; ZHA, X. Q.; JIANG, S. T. Suspension culture of protocorm-like bodies from the endangered medicinal plant *Dendrobium huoshanense*. **Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo zhongyao zazhi= China journal of Chinese materia medica**, v. 28, n. 7, p. 611-614, 2003.
- MAHFELI, M.; MINAEI, S.; FADAVI, A.; DAYLAMI, S. D. Precision measurement of physical properties of orchid synthetic seeds produced under various encapsulation conditions using Image J platform. **Industrial Crops and Products**, v. 187, p. 115364, 2022.
- MAHDAVI, Z.; DAYLAMI, S. D.; ALINIAEIFARD, S. Protocorms encapsulation of *Phalaenopsis hybrids* (Orchidaceae) in order to schedule in vitro plantlet production. In: **XXX International Horticultural Congress IHC2018: II International Symposium on Micropropagation and In Vitro Techniques 1285**. p. 63-68, 2018.
- MANGENA, P. Synthetic seeds and their role in agriculture: status and progress in sub-Saharan Africa. **Plant Science Today**, v. 8, n. 3, p. 482–490-482–490, 2021.
- MANOKARI, M.; PRIYADHARSHINI, S.; SHEKHAWAT, M. S. Direct somatic embryogenesis using leaf explants and short term storage of synseeds in *Spathoglottis plicata* Blume. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 145, n. 2, p. 321-331, 2021.
- MARTIN, K. P. Clonal propagation, encapsulation and reintroduction of *Ipsea malabarica* (Reichb. f.) JD Hook., an endangered orchid. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v. 39, n. 3, p. 322-326, 2003.
- MEZZALIRA, F. K.; KUHN, B. C. O prestígio da família Orchidaceae para o mundo: artigo de revisão. **Revista Pleiade**, v. 13, n. 29, p. 58-68, 2019.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.
- PÉREZ-ESCOBAR, O. A.; CHOMICKI, G.; CONDAMINE, F. L.; KARREMANS, A. P.; BOGARÍN, D.; MATZKE, N. J.; SILVESTRO, D.; ANTONELLI, A. Recent origin of Neotropical orchids in the world's richest plant biodiversity hotspot. **New Phytol.** v. 215, p. 891–905, 2017.
- QI, J.; ZHOU D.; JIANG W.; CHEN, G.; LI, W.; LI, N. Dihydrophenanthrenes from medicinal plants of Orchidaceae: A review. **Chinese Herbal Medicines**, v. 13, n. 4, p. 480-493, 2021.
- RECART, W.; ACKERMAN, J. D.; CUEVAS, A. A. There goes the neighborhood: apparent competition between invasive and native orchids mediated by a specialist florivorous weevil. **Biological Invasions**, v. 15, n. 2, p. 283-293, 2013.

SCHOENMAKER, K. **Boletim Informativo Ibraflor**. v. 81, 2017.

ŚLIWIŃSKI, T.; KOWALCZYK, T.; SITAREK, P.; KOLANOWSKA, M. Orchidaceae-Derived Anticancer Agents: A Review. **Cancers**, v. 14, n. 3, p. 754, 2022.

SWARTS, Nigel D.; DIXON, Kingsley W. Terrestrial orchid conservation in the age of extinction. **Annals of botany**, v. 104, n. 3, p. 543-556, 2009.

TAN, T. K.; LOON, W. S.; KHOR, E.; LOH, C. S. Infection of *Spathoglottis plicata* (Orchidaceae) seeds by mycorrhizal fungus. **Plant Cell Reports**, v. 18, n. 1, p. 14-19, 1998.

VERMA, S.; PATHAK, P. Effective use of synthetic seed technology in the regeneration of *Cymbidium aloifolium* using protocorm-like bodies. **Current Science**, v. 120, n. 3, p. 570, 2021.

Beauveria bassiana (BALSAMO) VUILLEMIN E *Metarhizium anisopliae* (METSCHNIKOFF) SOROKIN NO CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Andrezza Maddalena^{1*}, Khyson Gomes Abreu¹, Bianca Marina Costa Nascimento¹, Mariana de Melo Silva¹, Manoel Cícero de Oliveira Filho¹, Lylian Souto Ribeiro¹, Denilson de Lima Santos¹, Carlos Henrique de Brito¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail: andrezamaddalena@gmail.com

RESUMO

Dentre os insetos-praga mais importantes da cultura do milho, destaca-se a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Vários métodos são utilizados no controle deste inseto-praga, em especial o uso de inseticidas químicos. Entretanto, o controle químico apresenta algumas desvantagens quando comparado com o método biológico, considerando isso, o controle biológico surge como uma boa alternativa a estes produtos, ganhando bastante destaque no MIP devido ao uso de grupos de inimigos naturais de pragas eficientes nos programas de manejo, dentre estes grupos, destacam os fungos entomopatogênicos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar por revisão o controle dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* sobre *S. frugiperda*. Considerou-se nessa revisão que devido ao aumento de casos de problemas provocados pelo uso abusivo e inadequado dos inseticidas químicos em campo, estudos sobre métodos de controle de pragas mais sustentáveis e econômicos vêm sendo cada dia mais realizados, destacando-se o uso dos fungos entomopatogênicos, os quais se tornam promissores no controle da *S. frugiperda*.

PALAVRAS-CHAVE: Fungos Entomopatogênicos, Insetos-praga, MIP.

INTRODUÇÃO

As lagartas do complexo *Spodoptera* são conhecidas pela sua importância econômica, e dentre estas lagartas, têm-se a espécie *Spodoptera frugiperda*, que além de ser a principal praga-chave da cultura do milho, destaca-se também por sua alta capacidade polífaga, a qual é capaz de infestar e causar danos severos em outras culturas, como o algodão, a cana-de-açúcar, e gramíneas em geral (GOEDEL; FAITA; POLTRONIERI, 2021). O controle da praga é feito principalmente com os inseticidas de amplo espectro, cujo uso resulta em grandes impactos ambientais associados por exemplo, à seleção de populações resistentes de pragas, a eliminação de insetos benéficos dos agroecossistemas, além de prejudicarem drasticamente a saúde humana e animal, sendo observados casos de curto a longo prazo (MORAIS et al., 2021).

Devido a isso, o controle biológico surge como uma boa alternativa a estes produtos, ganhando bastante destaque no Manejo Integrado de Pragas (MIP) devido sua boa eficiência e por ser mais sustentável nos sistemas agrícolas, dentro do controle biológico o uso de grupos de inimigos naturais, como o uso dos fungos entomopatogênicos, vem despertando bastante atenção. Principalmente, as espécies *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin e a *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (HERNÁNDEZ-TREJO et al., 2019; MWAMBURI, 2021).

Sendo assim, considerando que o uso de grupos de inimigos naturais para controlar pragas se mostra como uma opção mais ecológica e sustentável que o controle

químico. O objetivo deste trabalho foi avaliar por revisão o controle dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* sobre *S. frugiperda*.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA *Spodoptera frugiperda*

S. frugiperda pertence à ordem Lepidoptera, família Noctuidae, sendo conhecida popularmente como lagarta-do-cartucho ou lagarta-militar (OLIVEIRA, 2015). É uma praga com hábito noturno e críptico, nativa das Américas, que vem se tornando invasora em outros continentes (MARTINELLI et al., 2007; WAN et al., 2021). Considerada a principal praga-chave do milho, a espécie está distribuída em praticamente todas as regiões do Brasil devido à sua alimentação diversificada e às condições climáticas que contribuem para a sua resistência nas culturas (CRUZ, 1995; SEBEN, 2019).

Além do milho, Batista et al. (2014) e Montezano et al. (2018) citam que *S. frugiperda* ataca mais de 353 espécies de plantas pertencentes à 76 famílias vegetais diferentes, sendo muitas de importância econômica, como o algodão (*Gossypium* spp.), a soja (*Glycine max* L. (Merrill)), o tomate (*Solanum* spp.), o café (*Coffea* spp.) e a batata (*Solanum tuberosum* L.). Por causa dessa ampla gama de hospedeiros, ela torna-se uma praga com capacidade de persistir ao longo de todo o ano, tanto em plantas cultivadas durante o verão como também em plantas cultivadas no período entressafra (FRANCO, 2021).

Os principais aspectos da biologia da espécie se concentram em compreender o seu ciclo de vida, pois se trata de uma praga que tem um desenvolvimento holometábolo, passando pelos estágios de ovo, de larva, de pupa e de adulto (MOREIRA, 2018). Os ovos são postos em massa, geralmente à noite, têm coloração verde-clara e passam por seis ou sete estágios até atingir o desenvolvimento completo (SARMENTO et al., 2002). A quantidade de ovos pode variar entre 100 e 200, e a duração deste estágio é de dois ou três dias (PRASANNA et al., 2018). Ainda segundo os autores, as lagartas têm coloração que varia entre tons pardo-escuro, esverdeados ou quase pretos, e a duração deste estágio é de 14 a 30 dias.

Quanto aos problemas causados pela *S. frugiperda*, esta lagarta causa danos durante todo o ciclo do milho. Seja pela criação de pontes biológicas entre os ciclos produtivos devido ao seu hábito polífago, pelo o aumento de outras culturas hospedeiras no campo e pelas condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento (PAPA, 2005). Nesse contexto, um dos aspectos que vêm ganhando destaque nos estudos sobre o controle da praga, é a capacidade das mariposas de viajar longas distâncias, podendo atravessar centenas de quilômetros em apenas uma noite, o que associado a alta capacidade adaptativa da espécie e a quantidade de ovos que podem ser depositados, faz com que ela migre de regiões infestadas para regiões distantes sem infestação (EARLY et al., 2018; WESTBROOK et al., 2016).

A primeira nutrição das lagartas de *S. frugiperda* são as cascas dos ovos, mas ao longo do desenvolvimento elas raspam as folhas novas do milho, aumentando de tamanho (DENGO, 2021). A migração da lagarta para o cartucho do milho ocorre no 2º ínstar, e os danos provocados causam a diminuição gradativa da área fotossintética de toda a planta pela intensa perda foliar (CANINI et al., 2010). A lagarta também se alimenta das cascas, das espigas, das folhas em espiral e dos picos do milho, e a partir do 4º ínstar, pode destruir totalmente a base do caule das mudas do milho (GOERGEN et al., 2016; SARMENTO et al., 2002).

De acordo com Wild (2017), a Organização das Nações Unidas da Alimentação e Agricultura diz que o controle da praga é muito caro, sendo apenas no Brasil gastos US\$ 600 milhões anualmente. Estima-se que as perdas na produção do milho variam de 34% a 52% (BORÉM; GALVÃO; PIMENTEL, 2017).

PRINCIPAIS MÉTODOS DE CONTROLE UTILIZADOS PARA *Spodoptera frugiperda*

No Brasil, o controle de *S. frugiperda* é feito principalmente com o uso de inseticidas químicos e com o uso de plantas geneticamente modificadas que expressam toxinas de *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1911) (Bacillales: Bacillaceae), conhecidas como plantas Bt (BOLZAN, 2019; SANTOS; BARBIAN, 2022). Porém, em ambos os casos, têm se observado a seleção de populações resistentes pelo uso abusivo e/ou inadequado desses métodos (BOLZAN, 2019; FAZOLIN et al., 2022). Além disso, os inseticidas podem causar danos severos a saúde humana e a saúde animal, eliminar inimigos naturais, contaminar o ambiente e deixar resíduos nos alimentos produzidos (BOHNER; ARAÚJO; NISHIJIMA, 2013).

Dessa forma, o MIP se destaca por buscar conservar e/ou aumentar os fatores que causam a mortalidade natural de pragas, diminuindo as suas taxas populacionais e mantendo as suas populações abaixo do nível de dano econômico (MOURA, 2015). O controle biológico é um dos principais métodos do MIP (SILVA, 2020), que faz uso de grupos de inimigos naturais que compartilham naturalmente o mesmo habitat que as pragas ou são introduzidos pelo Homem, como insetos predadores, parasitoides e microrganismos, a exemplo dos fungos (VINCENSI et al., 2020).

Os fungos entomopatogênicos são uma boa opção para o controle da lagarta-do-cartucho devido ao seu amplo espectro de ação, infectando pragas pela inalação de seus esporos, que podem ser transmitidos via inseto-inseto, inseto-solo ou inseto-folha (MELO, M.; DINIZ; MELO, R., 2021; REIS, 2018). Dentre os fungos entomopatogênicos mais estudados, temos as espécies de ascomicetos pertencentes a ordem Hypocreales, *B. bassiana* e *M. anisopliae*, ambas capazes de infectar o inseto pela via oral ou pela via cutânea, agindo no interior da vítima como destruidores de seus tecidos até provocar a morte (BADINI, 2011; MWAMBURI, 2021; PICANÇO, 2010).

USO DE *Metarhizium anisopliae* E *Beauveria bassiana* NO CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda*

Os fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* podem ser encontrados infectando naturalmente as populações de diversas espécies-praga (DELLA LIBERA et al., 2022), como *S. frugiperda*. Por exemplo, García, González e Bautista (2011) afirmam que cepas nativas apresentaram uma mortalidade de 96,6% para *B. bassiana* e de 78,6% para *M. anisopliae* na concentração de 1×10^9 conídios/mL sobre larvas de 2º ínstar dessa praga. Usando a mesma concentração de conídios e imergindo lagartas de 3º ínstar de *S. frugiperda* por 10 segundos nas suspensões, Thomazoni, Formentini e Alves (2014) constataram que *B. bassiana* mostrou-se mais eficiente, provocando uma mortalidade de 44,5%, além de gerar uma maior quantidade de conídios nos testes de produção do fungo.

Pedrao (2012) também mostrou a partir de seus resultados que *B. bassiana* foi mais eficaz no controle de *S. frugiperda*. Neste experimento, os fungos foram aplicados diretamente na cultura de milho híbrido, usando 2×10^3 conídios viáveis ha⁻¹ de *M. anisopliae* e 1×10^3 conídios viáveis ha⁻¹ de *B. bassiana*. O autor também constatou que mesmo os indivíduos de *B. bassiana* sendo os mais eficazes, os seus efeitos foram mais lentos quando comparados com os efeitos dos indivíduos de *M. anisopliae* ao observar a redução dos danos causados pela praga nas folhas do cartucho do milho.

Apirajkamol et al. (2022) comprovaram uma alta virulência de dois isolados do gênero *Beauveria*, tanto em lagartas quanto em adultos de *S. frugiperda*, sendo a maioria das mortes provocada 24 h após a aplicação dos isolados, principalmente em larvas de 3º e de 6º ínstar. Além disso, os mesmos destacaram que as fêmeas sobreviventes da praga

tiveram reprodução comprometida devido aos efeitos adversos provocados pela aplicação dos fungos.

Segundo Gutierrez L., Cardenas e Gutierrez G. (1995), o fungo *M. anisopliae* causou 100% de mortalidade de oito a dez dias da imersão de lagartas de sete dias de idade sob a concentração de $4,11 \times 10^2$ conídios/mL. Montecalvo e Navareso (2021) relataram que *B. bassiana* e *M. anisopliae* causaram efeitos sobre diferentes estágios de vida de *S. frugiperda*, usando uma concentração de 1×10^9 conídios/mL para os ovos da lagarta, tendo utilizado para os demais estágios larvais, uma concentração que variou de 1×10^5 a 1×10^9 conídios/mL. Como achados, foi observado que *B. bassiana* foi capaz de provocar um enrijecimento nas larvas e nas pupas mortas de *S. frugiperda*. Já o fungo *M. anisopliae* causou micoses no estágio de pré-pupa e larval.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao aumento de casos de problemas provocados pelo uso abusivo e inadequado dos inseticidas químicos em campo, estudos sobre métodos de controle de pragas mais sustentáveis e econômicos vêm sendo cada dia mais realizados, destacando-se o uso dos fungos entomopatogênicos, os quais se tornam promissores no controle da *S. frugiperda*.

REFERÊNCIAS

- APIRAJKAMOL, N. B.; HOGARTY, T. M.; MAINALI, B.; TAYLOR, P. W.; WALSH, T. K.; TAY, W. T. **Virulence of *Beauveria* sp. and *Metarhizium* sp. fungi towards Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*)**. Research Square, 2022. DOI: <<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1833011/v1>>. Acesso em: 21. ago. 2022.
- BADINI, A. P. R. M. ***Beauveria bassiana* no controle biológico de estágios imaturos de *Stomoxys calcitrans***. 2011. 97 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.
- BATISTA, C. S.; MENDES, S. M.; REZENDE, E.; BARBOSA, T. A. N.; SANTOS, C. A.; OLIVEIRA, L.; TEIXEIRA, M. F. F.; KARAM, D. **Aspectos biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentada com buva (*Conyza* sp.)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/BIC JÚNIOR, 6., 2014, Sete Lagoas. [Trabalhos apresentados]. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014.
- BOHNER, T. O. L.; ARAÚJO, L. E. B.; NISHIJIMA, T. O impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. **Revista eletrônica do curso de direito da UFSM**, v. 8, p. 329-341, 2013.
- BOLZAN, A.; PADOVEZ, F. E. O.; NASCIMENTO, A. R. B.; KAISER, I. S.; LIRA, E. C.; AMARAL, F. S. A.; KANNO, R. H.; MALAQUIAS, J. B.; OMOTO, C. Selection and characterization of the inheritance of resistance of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to chlorantraniliprole and cross-resistance to other diamide insecticides. **Pest management science**, v. 75, n. 10, p. 2682-2689, 2019.
- BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. **Milho do Plantio à Colheita**. 2. ed., Viçosa, MG: UFV, 382 p., 2017.

CANINI, F. L. S.; PINTO, A. S.; SCANDIUZZI, G. F. **Eficiência de Fungos Entomopatogênicos Aplicados no Controle de *Spodoptera frugiperda* em Milho “Safrinha” no Final do Período Vegetativo.** XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom. Disponível em: <http://www.abms.org.br/eventos_antecedentes/cnms2010/trabalhos/0337.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2023.

CRUZ, I. A. **Lagarta do cartucho na cultura do milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica 21, 45 p., 1995.

DELLA LIBERA, D. S.; CERESINI, P. C.; ANDRADE, J. A. C.; BARROS, F. A. D.; REZENDE, J. L. B. Controle biológico da cigarrinha (*Dalbulus maidis*) e da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) do milho com *Beauveria* SSP Biological control of corn leafhopper (*Dalbulus maidis*) and corn borer caterpillar (*Spodoptera frugiperda*) with *Beauveria* SSP. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 5, p. 41727-41738, 2022.

DENGO, G. S. **Comportamento de genótipos de milho geneticamente modificados em relação aos danos causados por *Spodoptera frugiperda*.** 2021. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2021.

EARLY, R.; GONZÁLEZ-MORENO, P.; MURPHY, S. T.; DAY, R. Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm. **BioRxiv**, p. 391847, 2018.

FAZOLIN, M.; MONTEIRO, A. F. M.; ESTRELA, J. L. V.; SILVA, I. M.; SILVA, M. S. F. **Sinergista de origem vegetal em combinação com inseticidas inibidores da biossíntese de quitina.** In: SEMINÁRIO DA EMBRAPA ACRE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, 4., 2021, Rio Branco, AC. Atividades agropecuária e florestal para o desenvolvimento sustentável da Amazônia: anais. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2022. Pôster, p. 105-110, 2022.

FRANCO, D. C. **Metabolismo de daidzeína e genisteína por *Spodoptera frugiperda*.** 2021. 71 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de São Carlos (UFSC), São Carlos, 2021.

GARCÍA, C.; GONZÁLEZ M. B.; BAUTISTA N. Pathogenicity of isolates of entomopathogenic fungi against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Epilachna varivestis* (Coleoptera: Coccinellidae). **Rev. Colomb. Entomol.** 37: 217–222. 2011.

GOEDEL, A. D.; FAITA, M. R.; POLTRONIERI, A. S. Resistência varietal de milho doce crioulo a *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e411101321309-e411101321309, 2021.

GOERGEN G.; KUMAR P. L.; SANKUNG S. B.; TOGOLA A.; TAMÒ M. First Report of Outbreaks of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a New Alien Invasive Pest in West and Central Africa. 2016. **PLOS ONE** 11(10): e0165632. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165632>

GUTIERREZ, L. S.; CARDENAS, W. H. K.; GUTIERREZ, G. S. Estudio bioeconómico de la utilización de *Metarhizium anisopliae* junto con inhibidores de síntesis de quitina en el control del gusano cogollero en sorgo. **Manejo Integrado de Plagas**, n.36, p.1-6, 1995.

HERNÁNDEZ-TREJO, A.; DROUAILLET, B. E.; RODRÍGUEZ-HERRERA, R.; GIRON, J. M. G.; PATIÑO-ARELLANO, S. A.; OSORIO-HERNÁNDEZ, E. Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). **Revista mexicana de ciencias agrícolas**, v. 10, n. 4, p. 803-813, 2019.

MARTINELLI, S.; CLARK, P. L.; ZUCCHI, M. I.; SILVA FILHO, M. C.; FOSTER, J. E.; OMOTO, C. Genetic structure and molecular variability of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) collected in maize and cotton fields in Brazil. **Bulletin of Entomological Research**, v. 97, p. 225-231, 2007.

MELO, M.; DINIZ, A.; MELO, R. RELATO DO AGENTE CAUSADOR DA ENTOMOFTOROMICOSE, *Conidiobolus coronatus*, EM CUPINS DE OCORRÊNCIA DOMÉSTICA *Nasutitermes corniger*. **Anais da Semana de Biologia da UFES de Vitória**, v. 2, p. 54-54, 2021.

MONTECALVO, M. P.; NAVASERO, M. M. Comparative virulence of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin to *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **J Int Soc Southeast Asian Agric Sci**, v. 27, n. 1, p. 15-26, 2021.

MONTEZANO, D. G.; SOSÁ-GOMEZ, D. R.; SPECHT, A.; SILVA, J. C. S.; MORAES, S. V. P.; PETERSON, J. A.; HUNT, T. E. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. **African entomology**, v. 26, n. 2, p. 286-300, 2018.

MORAIS, M. N.; MARCHIORO, S. T.; SEBEN, M. F.; FERNANDES, A. C. P. P.; FERNANDES, A. P. INFLUÊNCIA DO SILÍCIO NA MORTALIDADE E DESENVOLVIMENTO DE SPODOPTERA FRUGIPERDA E NA INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM PLANTAS DE MILHO. **JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**, v. 1, n. 9, 2019.

MOREIRA, L. P. **Resposta de híbridos de milho a diferentes tecnologias no controle da lagarta-do-cartucho**. 2018. 29 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Faculdade da Amazônia, Curso de Agronomia, Campo Novo do Parecis, Mato Grosso, 2018.

MWAMBURI, L. A. Endophytic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, confer control of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in two tomato varieties. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 31, n. 1, p. 1-6, 2021.

OLIVEIRA, A. A. S. **Biologia de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho doce tratado com fosfito de potássio**. 2015. 32 p., il. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade de Brasília (UnB), Brasília, 2015.

PAPA, G.; Adaptação constante: Saiba porque é tão difícil o controle completo da lagarta-do-cartucho no milho. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 79, p. 8-11, 2005.

PEDRÃO, V. **O clima influenciando a eficiência de fungos entomopatogênicos no controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho.** 2012. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Centro Universitário Moura Lacerda, Curso de Agronomia, Ribeirão Preto, São Paulo, 2012.

PEDRÃO, V. **O clima influenciando a eficiência de fungos entomopatogênicos no controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho.** 2012. 39 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Centro Universitário Moura Lacerda, Curso de Agronomia, Ribeirão Preto, São Paulo, 2012.

PICANÇO, M. C. **Manejo integrado de pragas.** Apostila Entomologia 2010. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais, Departamento de Biologia Animal, 2010.

PRASANNA, B. M.; HUESING, J. E.; EDDY, R.; PESCHKE, V. M. **Lagarta do funil do milho em África: Um guia para o manejo integrado de pragas.** CRUZ, I.; PARENTONI, S. N. (Eds.). 1º ed., México, CDMX: CIMMYT, 2018.

REIS, T. C. **Controle biológico com os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* e suas interações com *Palmistichus elaeisis* e glifosato.** 2018. 75 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

SANTOS, L. A. O.; BARBIAN, L. P. J. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O USO DE NIM (AZADIRACHTA INDICA A JUSS.) PARA O CONTROLE DE LAGARTAS DE SPODOPTERA FRUGIPERDA. **FITOQUÍMICA: POTENCIALIDADES BIOLÓGICAS DOS BIOMAS BRASILEIROS-VOLUME 2**, v. 2, n. 1, p. 160-169, 2022.

SARMENTO, R. A.; AGUIAR, R. W. S.; AGUIAR, R. A. S. S.; VIEIRA, S. M. J.; OLIVEIRA, H. G.; HOLTZ, A. M. Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho no Brasil. **Bioscience Journal**, v. 18, n. 2, 2002.

SEBBEN, M. F. **Biologia e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e indução de resistência em milho tratado com microrganismos eficientes e silício.** 2019. 84 f. Dissertação de Mestrado (Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Universidade Federal da Fronteira Sul (UFSS), Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Campus Laranjeiras do Sul, 2019.

THOMAZONI, D.; FORMENTINI, M. A.; ALVES, L. F. A. Patogenicidade de isolados de fungos entomopatogênicos à *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, p. 126-133, 2014.

VINCENSI, C. P.; MINUZZI, V.; MASIERO, C.; KIST, N.; ENGEL, E.; PASINI, M. P. B. **DENSIDADE POPULACIONAL DE CONTROLADORES BIOLÓGICOS E PRAGAS EM SISTEMAS ASSOCIADOS À INTRODUÇÃO DE PARASITÓIDES.** Anais do XXV Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão Universidade de Cruz Alta – Unicruz, Cruz Alta, 2020.

WAN, J.; HUANG, C.; LI, C.; ZHOU, H.; REN, Y.; LI, Z., XING, L.; ZHANG, B.; QIAO, X.; LIU, B.; LIU, C.; XI, Y.; LIU, W.; WANG, W.; QIAN, W.; MCKIRDY, S.; WAN, F. Biology, invasion and management of the agricultural invader: Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Integrative Agriculture**, v. 20, n. 3, p. 646-663, 2021.

WESTBROOK, J. K.; NAGOSHI, R. N.; MEAGHER, R. L.; FLEISCHER, S. J.; JAIRAM, S. Modeling seasonal migration of fall armyworm moths. **Int J Biometeorol** **60**, 255–267 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1022-x>

WILD, S. African countries mobilize to battle invasive caterpillar. **Nature**, v. 543, n. 7643, 2017.

RESISTÊNCIA DE *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN, 1824) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) A DELTAMETRINA

Andrezza Maddalena^{1*}, Khyson Gomes Abreu¹, Angélica da Silva Salustino¹, Aíla Rosa Ferreira Batista¹, Lylian Souto Ribeiro¹, Marília de Macedo Duarte Morais¹, Francyel Mateus Alves¹, Carlos Henrique de Brito¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail: andrezamaddalena@gmail.com

RESUMO

Dentre as pragas mais importantes da fruticultura mundial, destaca-se a espécie *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), que é uma das moscas-das-frutas mais estudadas, conhecida popularmente como mosca-do-mediterrâneo. O método de controle químico é o mais utilizado nos programas de manejo da praga, principalmente com o uso de compostos do grupo dos piretróides, em especial a deltametrina. Entretanto, observa-se que o uso deste piretróide se encontra ameaçado devido ao aumento nos relatos de casos de populações de *C. capitata* capazes de resistir às aplicações de deltametrina, sendo estas coletadas e analisadas em países como a Espanha, a Tunísia e pela primeira vez, no Brasil. Assim, devido ao amplo uso destes compostos nos programas de manejo da mosca-do-mediterrâneo, é necessário que se realizem mais estudos que mostrem essa capacidade de resistência do inseto-praga em questão a este piretróide, e também que sugiram alternativas eficazes para a solução desse problema. Devido a isso, objetivou-se com este trabalho revisar os relatos de casos de resistência de populações da *C. capitata* a deltametrina. Devido à grande importância de *C. capitata* para a economia mundial, os casos de resistência desta praga a alguns dos compostos mais utilizados, com destaque para a deltametrina, são preocupantes. Com isso, as estratégias possíveis a serem utilizadas para o manejo da resistência de *C. capitata* a deltametrina, consistem na alternância do produto com diferentes modos de ação, mistura de produtos, doses adequadas do produto e de medidas que reduzam a pressão de seleção dos indivíduos resistentes da população.

PALAVRAS-CHAVE: Mosca-do-mediterrâneo, Danos, Controle.

INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas da ordem Diptera e família Tephritidae estão entre os principais fatores que limitam a produção frutícola mundialmente. Dentre as principais espécies de importância econômica desta família está *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), conhecida popularmente como mosca-do-mediterrâneo, responsável por danos em frutos frescos tanto de espécies vegetais exóticas e nativas (ANTONATOS et al., 2023; SILVA et al., 2022).

Os danos acometidos pela espécie *C. capitata* acarretam sérios problemas para a produtividade frutícola, a praga se alimenta dos frutos impossibilitando sua comercialização, ao mesmo tempo que permite a entrada de fungos oportunista devido a punctura realizada pela fêmea no ato de oviposição. Outro ponto que merece destaque nos danos gerados pela espécie é a restrição da expansão comercial no mercado externo, devido às barreiras quarentenárias impostas por alguns países livres da incidência da praga, como também o aumento dos custos de produção devido à grande necessidade de controle da praga. (MONTES; RAGA, 2022).

O controle de *C. capitata* é realizado principalmente com o método químico, fazendo o uso de inseticidas com destaque para os grupos químicos organofosforados, piretróides e espinosinas (FAZENDA, 2023; RAGA; SANTO, 2016). Quanto atingem a praga de forma efetiva durante as pulverizações esses produtos agem diretamente no sistema nervoso dos insetos ocasionando a morte dos mesmo em um curto período. No entanto, vários fatores contribuem para que os inseticidas não atinjam de forma eficiente o alvo durante as aplicações, principalmente as repetidas aplicações do mesmo produto, uma vez que grande parte destes têm o mesmo modo de ação modos bastante semelhantes; além das mutações genéticas, que resultam em seleções de populações resistentes (SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012). Isso ligado a outros fenômenos contribui para o surgimento de casos de resistência de espécies de moscas-das-frutas, incluindo a espécie *C. capitata*.

A resistência de *C. capitata* vêm sendo relatados através de testes feitos em laboratório e em análises de populações dessa praga coletadas em áreas de colheita, as quais foram expostas à inseticidas. Dentre os casos de resistência relatados, têm-se os estudos envolvendo a deltametrina, que é um dos piretróides mais aplicados no controle de *C. capitata* ao redor do mundo (KAMPOURAKI et al., 2023).

Portanto, considerando a importância de *C. capitata* para a economia mundial, e suas principais formas de controle. Objetivou-se com este trabalho revisar os relatos de casos de resistência de populações da *C. capitata* a deltametrina.

CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE *Ceratitidis capitata*

Considerada praga de grande impacto econômico para o comércio frutífero, a espécie *C. capitata*, destaca-se devido a sua alta capacidade de expansão para diferentes regiões do mundo (ARIAS et al., 2022). Esta rápida expansão está relacionada a ampla habilidade de adaptação ecológica, ao alto poder de polifagia (possuindo cerca de 300 espécies de plantas hospedeiras) e seu desenvolvimento holometabólico, devido à falta de competição entre os estágios imaturos e adultos por alimentação e habitat (BOYD; ALVERSON, 2019; LOUZEIRO et al., 2022).

O ciclo biológico desta espécie, acontece com: a oviposição das fêmeas, as quais a partir de seus oviposidores fazem perfurações nos frutos para depositar os seus ovos, que após dois ou três dias se transformam em larvas, nutrindo-se da polpa dos mesmos; essas larvas passam por três estádios, com duração média de sete a nove dias e no final desse as larvas saem das frutas em direção ao solo, aonde lá se transformam em pupas permanecendo no solo até atingir a fase adulta, que dura aproximadamente dez dias; após os adultos emergirem, eles levam cerca de dois ou três dias para atingir a maturidade sexual e iniciar novamente o processo de oviposição. Como características da espécie os adultos apresentam cerca de 15 mm de comprimento, tórax preto com manchas brancas, e duas asas membranosas com três faixas coloridas de coloração amarelo alaranjada (BARTOLUCCI, 2022; FAZENDA, 2023; SANTOS et al., 2023).

A espécie *C. capitata* é caracterizada como praga quando atinge o nível de dano econômico em produções frutíferas por exemplo. Tais danos podem ser diretos ocasionados pela alimentação das larvas ou pela punctura realizada pela fêmea durante a oviposição a qual servirá como fonte de entrada para fungos oportunista (LOUZEIRO et al., 2022; SOUSA et al., 2020). E indiretos como os provocados nas exportações de frutas, devido as barreiras fitossanitárias impostas por diversos países (SILVA et al., 2022).

CONTROLE DE *Ceratitidis capitata*

Em função dos danos acometidos por *C. capitata*, seja pela perda de frutos, pela ampliação nos custos de produção ou pelos embargos às exportações, existe a necessidade da adoção de métodos de controle eficientes que evitem ou reduzam o impacto gerado

por essa praga à economia frutícola. Sendo assim, o método de controle químico se destaca como o mais utilizado com aplicações dos organofosforados, piretróides e espinosinas em cobertura total (RAGA; SATO, 2016).

Além das aplicações em cobertura total os inseticidas podem ser utilizados através de iscas tóxicas, que podem ser aplicadas como sprays “*bait sprays*” (NAVARRO-LLOPIS; RAGA; SATO, 2022; PRIMO; VACAS, 2012). De acordo com Nunes et al. (2019), as iscas tóxicas são formulações que fazem uma associação entre um atrativo alimentar e um agente letal, sendo fornecido aos indivíduos provocando a morte destes quando são ingeridas. Portanto, as iscas tóxicas para *C. capitata* são compostas basicamente por uma mistura de Anamed®, Biofruit, Flyral® ou o melão de cana-de-açúcar com os inseticidas mais utilizados no controle da praga (fosforados e piretróides) e água em diferentes proporções (NUNES et al., 2019). Estas são geralmente posicionadas ao redor das áreas de produção, criando uma espécie de barreira entre a cultura plantada e o entorno da floresta de onde saem as moscas adultas para ovopositar nos frutos (FAZENDA, 2023).

Os piretróides são amplamente utilizados no controle de *C. capitata* devido a sua eficiência comprovada sobre a praga. Esses são formados por moléculas extraídas de flores principalmente da espécie *Chrysanthemum cinerariaefolium*, pertencente à família Asteraceae, estes atuam nos insetos como um tipo de regulador dos canais de sódio neurais, fazendo com que os canais se mantenham abertos por mais tempo, culminando assim na hiperexcitação do sistema nervoso dos insetos, provocando a sua paralisia, e em seguida, a sua morte (MOREIRA; MANSUR; FIGUEIRA-MANSUR, 2012; SEGUNDO et al., 2018; ZHU et al., 2020). No entanto, apesar da eficiência desses produtos vários estudos têm relatado a resistência de *C. capitata* a inseticidas do grupo dos piretróides (ARAÚJO et al., 2020; ARAÚJO et al., 2021; COSTA et al., 2020; DIAS et al., 2018; RAGA; SATO, 2022).

RESISTÊNCIA DE *Ceratitis capitata* A DELTAMETRINA

A geração de populações resistentes é um dos maiores problemas ocasionados pelo uso abusivo e inadequado dos inseticidas, e os principais motivos causadores dessa resistência em insetos-praga quando se fala dos compostos da classe dos piretróides, são as mutações no gene dos canais de sódio neurais ocorridas nestes insetos, que provocam um efeito conhecido como “*knockdown resistance*”, aonde basicamente o sistema nervoso do inseto torna-se insensível a ação do pesticida (SODERLUND; KNIPPLE, 2003; SODERLUND, 2008; WILLIAMSON et al., 1996).

A resistência de *C. capitata* a piretróide como o deltametrina foi relatado por Castells-Sierra et al. (2022) pela primeira vez na Espanha, a partir da análise de populações da praga coletadas em pomares tratados apenas com as armadilhas que continham este composto (do tipo MagnetMed™); bem como em populações da praga coletadas em áreas tratadas com outros pesticidas, como o *Spinosad* e o *Lambda-cyhalothrin*; e até em populações da praga coletadas em áreas que não foram tratadas com nenhum destes pesticidas.

No Brasil, Demant et al. (2019) comprovaram a partir de experimentos laboratoriais, a resistência metabólica de indivíduos de *C. capitata* a deltametrina. Nesse mesmo trabalho, os autores ressaltaram que os resultados encontrados por eles eram muito importantes para a criação de programas de manejo mais eficazes para essa praga no país. Tsakireli et al. (2019), avaliaram o CYP6A51 (citocromo que vêm sendo associado à resistência de *C. capitata* a Deltametrina) e observaram em seus bioensaios de toxicidade que este citocromo conferia de fato uma resistência tanto ao piretróide deltametrina quanto ao composto *λ-cyhalothrin*, sendo assim de grande importância a detecção da resistência mediada por CYP6A51 nas populações de *C.*

capitata em campo para que haja um desenvolvimento de estratégias eficientes nos programas de manejo da praga.

A mesma resistência mediada por CYP6A51 foi encontrada por Arouri et al. (2015) em populações espanholas de *C. capitata* em relação ao composto *Lambda-cyhalothrin*, além de ser observada também uma alta susceptibilidade em populações tunisinas da praga pelos autores, que ao repetir diversas vezes os testes de resistência à *Lambda-cyhalothrin* e de resistência cruzada a outros piretróides, mostraram ainda que a superexpressão do gene P450 do citocromo CYP6A51, estava fortemente associada ao fenótipo de resistência encontrado na espécie *C. capitata*.

Em relação ao surgimento de relatos de resistência, não só ao piretróide deltametrina, mas também aos organofosforados *Malation*, *Spinosad* e *Lambda-cyhalothrin*, principalmente, Guillem-Amat (2019) comenta que o controle de *C. capitata* está comprometido, reafirmando a necessidade do desenvolvimento de novas estratégias de resistência em programas de manejo da praga, que devem ser estudadas cuidadosamente, uma vez que, o uso simultâneo de *Lambda-cyhalothrin* e deltametrina, por exemplo, pode representar um risco de ocorrência de resistência cruzada entre eles.

Devido a isso, é muito importante que sejam realizados mais estudos mostrando a resistência deste composto em populações da mosca-do-mediterrâneo, explicando mais detalhadamente sobre os seus possíveis agentes causais, e principalmente, sugerindo soluções eficazes e viáveis para este problema. Por isso, se faz necessário estudar a resistência de pragas de grande importância agrícolas aos pesticidas mais utilizados, com enfoque no piretróide deltametrina, que é amplamente usado no controle da mosca-do-mediterrâneo.

A deltametrina é um inseticida piretróide de amplo espectro que apesar de ser muito utilizado nos programas de manejo que envolvem as técnicas de “*lure-and-kill*” no controle de *C. capitata* ao redor do mundo, estudos recentes vêm mostrando o surgimento de populações resistentes da praga a este pesticida (GUILLEM-AMAT et al., 2020; MONTANHA; PIMPÃO, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à grande importância de *C. capitata* para a economia mundial, os casos de resistência desta praga a alguns dos compostos mais utilizados, com destaque para a deltametrina, são preocupantes. Com isso, as estratégias possíveis a serem utilizadas para o manejo da resistência de *C. capitata* a deltametrina, consistem na alternância do produto com diferentes modos de ação, mistura de produtos, doses adequadas do produto e de medidas que reduzam a pressão de seleção dos indivíduos resistentes da população.

REFERÊNCIAS

AMAT, A. G. **Genetics and mechanisms of insecticide resistance in *Ceratitis capitata* and its implications for resistance management**. 2019. 174 f. Tesis del Doctorado (Agronomía) – Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, España, Madrid, 2019.

ANTONATOS, S.; ANASTASAKI, E.; BALAYIANNIS, G.; MICHAELAKIS, A.; MAGIATIS, P.; MILONAS, P.; PAPADOPOULOS, N. T.; PAPACHRISTOS, D. P. Identification of volatile compounds from fruits aroma and citrus essential oils and their effect on oviposition of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Environmental Entomology**, p. nvad024, 2023.

ARAÚJO, J. R. E. S.; GONZAGA, K. S.; SANTOS, J. P. O.; CARTAXO, P. H. A.; OLIVEIRA, G. M.; ARAÚJO, H. M.; LACERDA, L. B.; SABINO, B. T. S.; BATISTA,

J. L. Espécies de moscas-das-frutas descritas na Paraíba e atrativos utilizados para o manejo. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 7, p. 18-24, 2021.

ARAÚJO, W. L.; NASCIMENTO, M. L.; BRITO, C. H.; SILVA, M. L. M.; BATISTA, J. L.; LEITE, P. I. P.; NETO, J. N. O.; OLIVEIRA, A. N.; MEDEIROS, A. C.; MARACAJÁ, P. B. Evaluation of fungi in the control of fruit flies in the preservation of the Brazilian fruit market. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e119107709, 2020.

ARIAS, M. B.; HARTLE-MOUGIOU, K; TABOADA, S.; VOGLER, A. P.; RIESGO, A.; ELFEKIH, S. Unveiling biogeographical patterns in the worldwide distributed *Ceratitits capitata* (medfly) using population genomics and microbiome composition. **Molecular Ecology**, v. 31, n. 18, p. 4866-4883, 2022.

AROURI, R.; LE GOFF, G.; HEMDEN, H.; NAVARRO-LLOPIS, V.; M'SAAD, M.; CASTAÑERA, P.; FEYEREISEN, R.; HERNÁNDEZ-CRESPO, P.; ORTEGO, F. Resistance to lambda-cyhalothrin in Spanish field populations of *Ceratitits capitata* and metabolic resistance mediated by P450 in a resistant strain. **Pest management science**, v. 71, n. 9, p. 1281-1291, 2015.

BARTOLUCCI, A. Mosca del Mediterráneo *Ceratitits capitata*. **Fichas técnicas de plagas y enfermedades de cultivos intensivos: frutales de carozo, vid y nogal**. Ficha nº 029, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Mendoza, 2022.

BOYD, D. W.; ALVERSON, D. R. *Ceratitits capitata* (Mediterranean fruit fy), **CABI Invasive Species Compendium**. Disponível em: <<https://www.cabi.org/isc/datasheet/12367#tohostsOrSpeciesAffected>>. Acessado em: 26 mar. 2023.

CASTELLS-SIERRA, J.; GUILLEM-AMAT, A.; LÓPEZ-ERRASQUÍN, E.; SÁNCHEZ, L.; ORTEGO, F. First detection of resistance to deltamethrin in Spanish populations of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitits capitata*. **Journal of Pest Science**, p. 1-14, 2022.

COSTA, N. S.; SILVA, N. F.; MEDEIROS, M. B.; ATHAYDE FILHO, P. F. **MÉTODOS DE CONTROLE DE *Ceratitits capitata*: UMA REVISÃO SOBRE OS AVANÇOS DAS PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DA MOSCA DO MEDITERRÂNEO**. In: VIII Congresso Virtual de Agronomia (CONVIBRA), Congresso Online de Agronomia, 2020.

DEMANT, L. L.; BALDO, F. B.; SATO, M. E.; RAGA, A.; PARANHOS, B. A. J. Deltamethrin resistance in *Ceratitits capitata* (Diptera: Tephritidae): Selections, monitoring and effect of synergist. **Crop Protection**, v. 121, p. 39-44, 2019.

DIAS, N. P.; ZOTTI, M. J.; MONTOYA, P.; CARVALHO, I. R.; NAVA, D. E. Fruit fly management research: A systematic review of monitoring and control tactics in the world. **Crop Protection**, v. 112, p. 187-200, 2018.

FAZENDA, L. H. V. Influência de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na produtividade de pimenta malagueta, no semiárido Moçambicano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 18, n. 1, p. 17-23, 2023.

GAVA, C. A. T.; LEAL, C. M.; SÁ, A. V.; PARANHOS, B. A. J. Selecting Thermal Tolerant Strains of Entomopathogenic Fungi to Control *Ceratitits capitata* (Wiedeman) in Tropical Semi-Arid Conditions. **Biological Control**, vol. 176, 2022, p. 105062.

- GONZAGA, K. S.; BRITO, C. H.; SALUSTINO, A. S.; SOUZA, M. I. A.; SANTOS, J. P. O.; SOUSA, F. A. R. M. Repellent activity of essential oils against mediterranean fly and their effects on postharvest quality in paluma guava. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 2, p. 280-290, 2023.
- GUILLEM-AMAT A.; SÁNCHEZ L.; LÓPEZ-ERRASQUÍN E.; UREÑA E.; HERNÁNDEZ-CRESPO P.; ORTEGO F. Field detection and predicted evolution of spinosad resistance in *Ceratitis capitata*. **Pest Management Science**, v. 76, n. 11, p. 3702-3710, 2020.
- HAFSI, A.; RAHMOUNI, R.; OTHMAN, S. B.; ABBES, K.; ELIMEM, M.; CHERMITI, B. Mass trapping and bait station techniques as alternative methods for IPM of *Ceratitis capitata* (Wiedmann) (Diptera: Tephritidae) in citrus orchards. **Oriental insects**, v. 54, n. 2, p. 285-298, 2020.
- KAMPOURAKI, A.; TSAKIRELI, D.; KOIDOU, V.; STAVRAKAKI, M.; KAILI, S.; LIVADARAS, I.; GRIGORAKI, L.; IOANNIDIS, P.; RODITAKIS, E.; VONTAS, J. Functional characterization of cytochrome P450s associated with pyrethroid resistance in the olive fruit fly *Bactrocera oleae*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 191, p. 105374, 2023.
- LOULOU, A.; GUERFALI, M. M.; MULLER, A.; BHAT, A. H.; ABOLAFIA, J.; MACHADO, R. A. R.; KALLE, S. Potential of *Oscheius Tipulae* Nematodes as Biological Control Agents against *Ceratitis Capitata*. **PloS One**, vol. 17, no. 6, 2022, p. e0269106.
- LOUZEIRO, L. R. F.; SOUZA-FILHO, M. F.; RAGA, A.; SILVA, S. B. Oviposition performance of tephritid polyphagous *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* during three periods of exposure to fruit. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, 2022.
- MONTANHA, F. P.; PIMPÃO, C. T. Efeitos toxicológicos de piretróides (Cipermetrina e Deltametrina) em peixes - Revisão. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, v. 9, n. 18, p. 1-58, 2012.
- MONTES, S. M. N. M.; RAGA, A. Eficácia de atrativos para monitoramento de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em pomar de citros. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, p. 317-323, 2022.
- MOREIRA, M. F.; MANSUR, J. F.; FIGUEIRA-MANSUR, J. Resistência e Inseticidas: Estratégias, Desafios e Perspectivas no Controle de Insetos. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular**, v. 15, p. 1-23, 2012.
- NAVARRO-LLOPIS, V.; PRIMO, J.; VACAS, S. Efficacy of Attract-and-Kill Devices for the Control of *Ceratitis Capitata*. **Pest Management Science**, vol. 69, no. 4, pp. 478-482, 2012.
- PALMA-ONETTO, V.; OLIVA, D.; GONZÁLEZ-TEUBER, M. Lethal and oxidative stress side effects of organic and synthetic pesticides on the insect scale predator *Rhyzobius lophanthae*. **Entomol. Gen**, v. 1, p. 345-355, 2021.
- RAGA, A.; SATO, M. E. Controle químico de moscas-das-frutas. **São Paulo: Instituto Biológico**, Documento Técnico nº 20, 2016.
- RAGA, A.; SATO, M. E. Time-mortality for fruit flies (Diptera: Tephritidae) exposed to insecticides in laboratory. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, p. 73-77, 2022.
- ROHDE, C.; MOINO JUNIOR, A.; MERTZ, N. R.; KRUPA, P.; RAMALHO, K. R. O. Compatibilidade de nematóides entomopatogênicos e extratos vegetais aquosos visando

- o controle da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1033-1042, 2013.
- SANTOS, D. L. Contribuições para o monitoramento e o manejo de moscas-das-frutas em pomares rurais no município de Areia (Paraíba). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 11, n. 2, 2023.
- SEGUNDO, F. A. S.; COSTA, P. W. L.; AZEVEDO, A. S.; VILELA, V. L. R. Intoxicação acidental por cipermetrina em coelhos: relato de caso. **Ars Veterinaria**, v. 34, n. 1, p. 25-28, 2018.
- SILVA, L. B.; COELHO, J. B.; OLIVEIRA, T. R.; JESUS, R. F.; UCHOA, M. A.; MIELEZRSKI, G. L. Occurrence of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the municipality of Alvorada do Gurguéia in South Central Piauí, Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 89, 2023.
- SILVA, T. L.; SOUSA, M. S. M.; SANTOS, J. E. V.; BARIANI, A.; LIMA, A. L.; JESUS, C. R.; PEREIRA, J. F.; ADAIME, R. Mortality of immatures and adults of *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) caused by *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) under laboratory conditions. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 13, p. e339111335304, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i13.35304.
- SODERLUND, D. M. Pyrethroids, *knockdown resistance* and sodium channels. **Pest Management Science**, v. 64, n. 6, p. 610-616, 2008.
- SODERLUND, D. M.; KNIPPLE, D. C. The molecular biology of knockdown resistance to pyrethroid insecticides. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 33, n. 6, p. 563- 577, 2003.
- SOUSA, E. M.; LOUZEIRO, L. R. F.; SOUZA-FILHOF, M. F.; RAGA, A. Ovipositional Behaviour of Two Fruit Flies, *Ceratitis capitata* and *Anastrepha fraterculus*, in Seven Fruit Hosts in the Laboratory. **Annual Research & Review in Biology**, 35(11), 93-102, 2020. <https://doi.org/10.9734/arrb/2020/v35i1130303>
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**, v. 1, p. 673-723, 2012.
- TSAKIRELI, D.; RIGA, M.; KOUNADI, S.; DOURIS, V.; VONTAS, J. Functional characterization of CYP6A51, a cytochrome P450 associated with pyrethroid resistance in the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 157, p. 196-203, 2019.
- VOUDOURIS, C. C.; MAVRIDIS, K.; KALAITZAKI, A.; SKOURAS, P. J.; KATI, A. N.; ELIOPOULOS, P. A.; VONTAS, J.; MARGARITOPOULOS, J. T. Susceptibility of *Ceratitis capitata* to deltamethrin and spinosad in Greece. **Journal of Pest Science**, v. 91, p. 861-871, 2018.
- WILLIAMSON, M. S.; MARTINEZ-TORRES, D.; HICK, C. A.; DEVONSHIRE, A. L. Identification of mutations in the houseflypara-type sodium channel gene associated with knockdown resistance (kdr) to pyrethroid insecticides. **Molecular and General Genetics MGG**, v. 252, p. 51-60, 1996.
- ZHU, Q.; YANG, Y.; ZHONG, Y.; LAO, Z.; O'NEILL, P.; HONG, D.; ZHANG, K.; ZHAO, S. Synthesis, insecticidal activity, resistance, photodegradation and toxicity of pyrethroids (A review). **Chemosphere**, v. 254, p. 126779, 2020.

INSETOS DA ORDEM DERMAPTERA NO CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797): UMA REVISÃO

Andrezza Maddalena^{1*}, Lylian Souto Ribeiro¹, Bianca Marina Costa Nascimento¹, Mariana de Melo Silva¹, Anne Kétyla Monte Diógenes¹, José Danrley Cavalcante dos Santos¹, Wanderlecio Rodrigues da Silva¹, Khyson Gomes Abreu¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, * e-mail: andrezamaddalena@gmail.com

RESUMO

O controle biológico é um método utilizado no Manejo Integrado de Pragas (MIP), que faz uso de grupos de inimigos naturais para controlar os insetos-praga presentes nos mais diversos agroecossistemas. Desta forma, estudos têm sido realizados em busca de determinar a capacidade predatória de inimigos naturais a insetos-praga, a exemplo do uso dos dermápteros sobre *S. frugiperda*. Objetivou-se com esse trabalho, revisar por literatura a capacidade predatória de insetos da ordem Dermaptera sobre *S. frugiperda*. Devido ao crescimento por alternativas mais sustentáveis aos métodos de controle tradicionais que abusam do uso de produtos químicos e acabam trazendo mais desvantagens do que vantagens para os agricultores, o desenvolvimento de pesquisas sobre o controle biológico envolvendo os insetos predadores são de grande importância, pois estes se mostram bastante promissores como controladores biológicos de insetos-praga. Com isso, o uso de dermápteros no controle de lepidópteros pragas como a *S. frugiperda* é essencial para o desenvolvimento das diversas culturas agrícolas que têm grande porcentagem na economia mundial.

PALAVRAS-CHAVE: Controle Biológico, MIP, Eficácia.

INTRODUÇÃO

Diversos métodos são utilizados no controle de inseto-praga, em específico o uso de inseticidas químicos. Contudo, o controle químico apresenta algumas desvantagens quando comparado com o biológico, das quais pode-se citar a toxicidade de inseticidas químicos a inimigos naturais, a não seletividade aos inimigos naturais, ressurgência do inseto-praga, seleção de insetos resistentes, contaminação humana e ambiental (BARBOSA et al., 2015).

Considerando os princípios que transcendem o manejo integrado de pragas, as aplicações de inseticidas devem ser feitas somente quando necessárias, e esta decisão é adotada em função do nível de controle específico de cada inseto-praga (ALVES e SERIKAWA, 2006). Por sua vez, o controle biológico torna-se um método mais sustentável e que apresenta vários benefícios, utilizando grupos de inimigos naturais para controlar os insetos-praga presentes nos mais diversos agroecossistemas (MACEDO; BERTI FILHO, 2022).

Dentre estes grupos, destacam-se os insetos predadores como as tesourinhas da ordem Dermaptera, os insetos desta ordem possuem um comportamento generalista, hábito alimentar diversificado e uma alta voracidade sobre os estágios de desenvolvimento de várias espécies-praga principalmente das às ordens Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera e Diptera, tendo assim um bom potencial para serem introduzidas nos programas do MIP (SILVA et al., 2009a; FERREIRA R. et al., 2022; OLIVEIRA et al., 2023).

A ordem Lepidoptera por exemplo, é conhecida por abranger várias destas espécies-praga que estão inseridas na alimentação dos dermápteros, com isso os estudos recentes vêm mostrando a capacidade predatória que estes insetos têm sobre elas, com destaque para as lagartas do gênero *Spodoptera*, principalmente a espécie *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), considerada a principal praga-chave da cultura do milho atualmente (SALUSTINO et al., 2021; SOUZA et al., 2021).

Sendo assim, os dermápteros são considerados uma ótima opção de predadores de insetos-praga, pois são bastante úteis ao controlar as populações destas pragas nas diversas lavouras em várias regiões do mundo. Objetivou-se com esse trabalho, revisar por literatura a capacidade predatória de insetos da ordem Dermaptera sobre *S. frugiperda*.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS DERMÁPTEROS

O controle biológico utiliza os inimigos naturais na regulação das populações de seus hospedeiros e de suas presas (BERTI FILHO; MACEDO, 2011), o que segundo Cruz (2022), traz benefícios aos agricultores por possibilitar a conservação de agentes de controle nos agroecossistemas sendo estes capazes de reduzir espécies fitófagas, não deixar passivos ambientais e ainda manter pragas em níveis populacionais abaixo dos níveis de dano econômico. Para Thancharoen et al. (2018), todas as pragas têm seus inimigos naturais, podendo ser fungos entomopatogênicos, parasitoides ou insetos predadores. O hábito alimentar dos insetos predadores os separa em dois tipos: mastigadores, que consomem completamente as suas presas; e sugadores, que liberam toxinas imobilizadoras nas presas para poder consumi-las com maior facilidade (ERTHAL JUNIOR, 2022).

As tesourinhas da ordem Dermaptera vêm ganhando destaque por serem predadores vorazes, com alta capacidade de atacar diversas pragas, se alimentando principalmente dos ovos e das larvas destas (FERREIRA R. et al., 2022). Esta ordem é composta por insetos denominados de tesourinhas por causa do par de cercos ou pinças presentes na extremidade de seu abdômen (RAFAEL et al., 2012; SALUSTINO et al., 2021). Segundo os mesmos autores, o nome Dermaptera vem do grego, aonde *derma* significa pele e *ptera* refere-se as asas anteriores dos dermápteros, que têm uma textura coriácea e uma função de proteção relacionada as asas membranosas posteriores.

Estes predadores são encontrados em praticamente todas as regiões do mundo, exceto na Antártida, tendo uma maior diversidade em regiões intertropicais (GALLO et al., 2002; HAAS, 2019; MARQUES, 2011). São insetos de porte médio, variando de 10 a 15 mm de comprimento, possuem olhos relativamente grandes, um corpo moderadamente achatado, uma coloração que varia de um marrom mais claro nos primeiros ínstaes a um marrom mais escuro nos últimos ínstaes, têm um longo abdômen com 10 segmentos nos machos e oito segmentos nas fêmeas, terminando em um par esclerotizado, não segmentado e móvel de fórceps, algumas espécies conseguem voar e outras nem têm asas, como é o caso da *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae), e há a presença de canibalismo entre adultos e juvenis (HUDSON, 1974; LIMA, 2020; RAFAEL et al., 2012; SALUSTINO et al., 2021).

As pernas dos dermápteros são ambulatórias e os seus cercos auxiliam em várias atividades que eles realizam, como na defesa, no ataque e durante a cópula, agindo como um receptor tátil (GUIMARÃES et al., 1992; GALLO et al., 2002; MARQUES, 2011). São insetos omnívoros, possuindo um hábito noturno, aonde os indivíduos adultos saem durante a noite em busca de alimento e abrigam-se em locais escuros e úmidos durante o dia, como na serrapilheira, em frestas de troncos e na bainha de folhas (HUDSON, 1974; GALLO et al., 2002; MARQUES, 2011; SALUSTINO et al., 2021).

Devido a essas características morfológicas, biológicas e fisiológicas que estes insetos possuem, os dermápteros se mostram como uma ótima opção de predadores de insetos-praga, pois são bastante úteis ao controlar as populações de pragas-chave que provocam danos nas lavouras em várias regiões do mundo. Ademais, já existem estudos que comprovam a sua capacidade predatória sobre pragas importantes, como por exemplo, as pesquisas realizadas com as espécies predadoras *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae) e *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) sobre a praga *S. frugiperda*, que revelam o potencial de uso destes predadores nos programas de controle biológico (SILVA; BATISTA; BRITO, 2009a; SOUZA et al., 2021).

CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS LEPIDÓPTEROS COM ÊNFASE NA *Spodoptera frugiperda*

A ordem Lepidoptera se destaca por ser a segunda maior ordem dentro da Classe Insecta, ficando atrás apenas da ordem Coleoptera, apresentando atualmente mais de 157.000 espécies registradas (PINHEIRO, 2022; ROSSI et al., 2018). Devido a diversidade de hábitos alimentares e a resistência das espécies que compõem a ordem aos diferentes climas e habitats, a mesma é tida como uma das ordens que mais apresenta pragas-chave de importantes culturas agrícolas ao redor do mundo (BUZZI, 2010; MARI, 2017).

Esses diferentes hábitos alimentares tornam-se um dos aspectos que mais influenciam em sua determinação como pragas-chave, pois as larvas da maioria das espécies de Lepidoptera são fitófagas, com a presença de um aparelho bucal do tipo mastigador, podendo assim seus indivíduos serem minadores de folhas, galhadores ou brocadores de frutas, de caules e de outras partes importantes das plantas (BARROS, 2017). Já os indivíduos adultos dessa ordem possuem aparelho do tipo sugador, sugando fluídos e nutrientes da planta, provocando danos mais severos quando desenvolvem infestações nas áreas de cultivo pela posturação de um grande número de ovos (IMENES; IDE, 2002).

Os lepidópteros são insetos ovíparos, apresentando um desenvolvimento holometabólico, ou seja, de seus ovos saem larvas que ao crescerem ganham o formato de lagarta, que vai passando por ecdises até virar pupa, sendo o adulto uma borboleta ou uma mariposa (SOUSA, 2019). O mesmo autor também cita que os lepidópteros adultos possuem dois pares de asas membranosas, com corpo e apêndices cobertos de escamas e olhos compostos com omatídeos. As espécies de lepidópteros-praga mais estudadas atualmente devido a sua importância econômica são: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae), *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera, Noctuidae), *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), e as lagartas do complexo *Spodoptera*, como *S. frugiperda*, *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) (CANTORI, 2019; FARIAS et al., 2022; SOUSA et al., 2019; WAQUIL et al., 2013).

Em relação a esse complexo de lagartas do gênero *Spodoptera*, a espécie *S. frugiperda* se destaca como uma das mais estudadas atualmente, por esta ser a principal praga-chave da cultura do milho, provocando graves danos não apenas a essa cultura, mas também a outras culturas de grande importância econômica, como por exemplo, a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), em praticamente todas as fases do desenvolvimento dessas espécies vegetais, se tornando crescente a busca de inovações nos programas de controle desta praga (BOREGAS et al., 2013; SOARES et al., 2022).

Na cultura do milho, os danos mais conhecidos que são provocados por *S. frugiperda*, em diferentes estágios do seu ciclo de vida, são: as fileiras de perfurações, tanto nas folhas novas quanto nas mais desenvolvidas; os cortes nas plântulas, que podem danificar todo

o estande; e a facilitação da entrada de patógenos e de outras pragas na planta, devido a sua fragilização pelos outros danos que são provocados (FERREIRA J. et al., 2022; SIMIONATO et al., 2020). Já na cultura da cana-de-açúcar, por exemplo, a larva de *S. frugiperda* é capaz de provocar um sintoma bastante conhecido pelos agricultores e no meio científico, chamado popularmente de coração morto, que ocorre quando a lagarta-do-cartucho corta a gema apical dessa planta, interrompendo o seu ciclo, ou seja, todo o seu crescimento natural, devido a formação de galerias, e isso, conseqüentemente, culmina na morte da planta (PACHECO; AMARAL, 2021; SOUZA, 2023).

Dessa forma, compreender as principais características gerais do inseto-praga como a lagarta *S. frugiperda*, torna-se necessário para o sucesso dos programas de controle biológico. Portanto, o sucesso deste programa depende, entre outros pré-requisitos, de avaliações confiáveis, precisas e rápidas da densidade populacional das pragas e de seus inimigos naturais presentes no campo (CORRÊA-FERREIRA, 2012; MORALES; SILVA, 2006; RUESINK; KOGAN, 1982).

CAPACIDADE PREDATÓRIA DE DERMÁPTEROS SOBRE *Spodoptera frugiperda*

Alguns estudos recentes evidenciam a capacidade predatória das tesourinhas sobre os lepidópteros-praga, principalmente sobre a *S. frugiperda*. Por exemplo, Souza et al. (2021) observaram a partir dos seus estudos que o predador *D. luteipes* é capaz de consumir até 70 ovos e 43 larvas recém-eclodidas de *S. frugiperda* em apenas um dia. Já Silva, Oliveira e Brito (2022) constataram que as fêmeas deste mesmo predador conseguem consumir até 273 larvas de 1º instar da praga e 189 de 2º instar. Com isso, Marucci et al. (2019) afirmaram que *D. luteipes* pode ser considerado um predador-chave de pragas encontradas frequentemente na cultura do milho, principalmente as espécies *S. frugiperda* e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera, Noctuidae), se destacando como o melhor inimigo natural destas nos agroecossistemas.

Já Silva, Batista e Brito (2009a) relataram sobre a alta capacidade predatória de *E. annulipes* sobre *S. frugiperda*, atacando tanto os ovos como as lagartas da praga, podendo um inseto de 4º e 5º instar do predador *E. annulipes* consumir uma média diária de 25,5 e 26,6 larvas de 1º instar de *S. frugiperda*, apresentando assim um grande potencial para controlar a praga ainda nos seus primeiros estágios de desenvolvimento.

Em outro trabalho, também publicado no mesmo ano por estes mesmos autores, foi visualizada que a mais alta eficiência de *E. annulipes* sobre *S. frugiperda* era encontrada quando este lepidóptero estava com no máximo dois dias de desenvolvimento embrionário, havendo uma maior taxa de predação quando foram utilizados os insetos de 5º instar do predador, que consumiam 375, 251,3 e 182,3 ovos de um, dois e três dias de desenvolvimento, respectivamente, desta praga.

Quando comparada a taxa de consumo efetivo em um dia dos insetos de 3º instar de *E. annulipes* e de *D. luteipes* sobre as lagartas de *S. frugiperda*, Souza et al. (2019) observaram que ambos os predadores tinham o mesmo consumo efetivo, mas já em relação ao ovos dessa praga, o predador *E. annulipes* consumia mais; já em relação aos insetos de 4º instar dos mesmos predadores, os autores constataram que o predador *D. luteipes* se sobressaía quando comparado com a espécie *E. annulipes*, tanto no consumo de ovos como no de larvas recém-eclodidas de *S. frugiperda*.

Já segundo Redoan et al. (2014), as tesourinhas, como as da espécie *D. luteipes* por exemplo, são um dos organismos mais eficazes no controle de *S. frugiperda*, uma vez que estas conseguem consumir uma grande quantidade de ovos da praga, sendo estimado pelos autores um consumo de 21 ovos por dia por insetos adultos e 12 ovos por dia por ninfas desse predador. Os mesmos autores descrevem também em seu experimento que o predador *D. luteipes* também apresenta uma preferência por consumir ovos da praga *S.*

frugiperda, quando se compara com a taxa de consumo de ovos de outras espécies-praga, como *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao crescimento por alternativas mais sustentáveis aos métodos de controle tradicionais que abusam do uso de produtos químicos e acabam trazendo mais desvantagens do que vantagens para os agricultores, o desenvolvimento de pesquisas sobre o controle biológico envolvendo os insetos predadores são de grande importância, pois estes se mostram bastante promissores como controladores biológicos de insetos-praga. Com isso, o uso de dermápteros no controle de lepidópteros pragas como a *S. frugiperda* é essencial para o desenvolvimento das diversas culturas agrícolas que têm grande porcentagem na economia mundial.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. P.; SERIKAWA, R. H. Controle químico de pragas do algodoeiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.10, n.3, p.1197-1209, 2006.
- BARBOSA, R. H. et al. Controle químico e biológico de *Mahanarva fimbriolata* Stål, 1854 (Hemiptera: Cercopidae) para regiões produtoras de cana-de-açúcar de Mato Grosso do Sul. **Ambiência**, v.11, n.1, p.247-255, 2015.
- BARROS, T. R. **Diversidade e hábito alimentar de espécies lepidópteras associadas ao cajueiro no Brasil**. 2017. 61 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- BERTI FILHO, E.; MACEDO, L. P. M. **Fundamentos de controle biológico de insetos-praga**. Natal: IFRN Editora, 2010. 108 p.: il., 2011. ISBN 978-85-8161-012-2.
- BOREGAS, K. G. B.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; FERNANDES, G. W. Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Bragantia**, v. 72, p. 61-70, 2013.
- BUZZI, Z. J. **Entomologia didática**. In: Entomologia didática. 2010. p. 535-535.
- GOULSON, D. The insect apocalypse, and why it matters. **Current Biology**, v. 29, n. 19, p. R967-R971, 2019.
- CANTORI, L. V. **Potencial do ectoparasitoide *Habrobracon hebetor* (Say, 1857) (Hymenoptera: Braconidae) para controle biológico de treze espécies de lepidópteros-praga**. 2019. 50 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S. Amostras de pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-pragas**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 631-672.
- CRUZ, I. **Controle biológico de pragas do milho: uma oportunidade para os agricultores**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. PDF (127 p.): il. color. ISBN: 978-65-87380-98-8, 2022.
- ERTHAL JUNIOR, M. Controle biológico de insetos pragas. Rio de Janeiro: **I Seminário Mosaico**, 16 p. 2011.

FARIAS, L. R. LEITE, R. A.; SILVA, A. B.; SILVA, D. J.; COSTA, J. M. S.; FIGUEIROA, L. E.; MOREIRA, L. S.; TRINDADE, R. C. P. LEVANTAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE INSETOS-PRAGA SOBRE A CULTURA DA COUVE (*Brassica oleracea* L.). **Revista Ciência Agrícola**, v. 20, n. Especial, p. e14608-e14608, 2022.

FERREIRA, J. C.; MENDES, E. R. F.; SILVA, D. G.; SOUSA, T. S.; GONÇALVES, F. C. M.; ARRUDA, F. P. Silicato de potássio como fonte de nutriente e resistência do milho (*Zea mays* L.) a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 6, p. 42979-42994, 2022.

FERREIRA, R. R.; ABREU, K. G.; OLIVEIRA FILHO, M. C.; FERREIRA, R. R.; SALUSTINO, A. S.; MORAIS, M. M. D.; BRITO, C. H. Avaliação de dietas artificiais no desenvolvimento biológico de *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae) e *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Forficulidae). **Scientific Electronic Archives**, [S. l.], v. 15, n. 3, 2022.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GUIMARÃES, J. H.; TUCCI, E. C.; GOMES, J. P. C. Dermaptera (insecta) associados a aviários industriais no estado de São Paulo e sua importância como agentes de controle biológico de pragas avícolas. **Revista Brasileira de Entomologia** [S.l.], v. 36, n. 3, p. 527-534, 1992.

HAAS, F. **The Earwig Research Center (ERC)**. 2019. Disponível em: <<http://www.earwigs-online.de/>>. Acesso em: 21/01/2022.

HUDSON, L. Dermaptera of Niue Island, and material from the Cook Islands. **New Zealand Journal Of Zoology**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.45-49, mar. 1974. Informa UK Limited. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/03014223.1974.9517812>>. Acesso em: 17 mar. 2023.

IMENES, S. L.; IDE, S. Principais grupos de insetos pragas em plantas de interesse econômico. **O Biológico, São Paulo**, v. 64, n. 2, p. 235-238, 2002.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 243-270, 1998.

LIMA, R. M. Caracterização morfológica de *Marava arachidis*, (Dermaptera: Labiidae) e *Euborellia annulipes*, (Dermaptera: Anisolabididae) para identificação do dimorfismo sexual. 2020. 30 p. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)**, Areia- PB, UFPB/CCA, 2020.

MACEDO, L. P. M.; BERTI FILHO, E. Fundamentos de controle biológico de insetos-praga. **IFRN Editora**, 108 p.: il, Natal, 2022.

MARI, I. P. **Morfologia do testículo e espermatogênese em *Dione juno* (Cramer, 1779) e *Agraulis vanillae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae)**. 2017. 41 f. Dissertação (mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Maringá, 2017, Maringá, PR.

- MARQUES, A. S. Aspectos bioecológicos de dermápteros (Insecta, Dermaptera) presentes em canaviais da região de Piracicaba. 2011. 58 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Ecologia de Agroecossistemas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. doi:10.11606/D.91.2011.tde-19092011-093107.
- MARUCCI, R. C.; SOUZA, I. L.; SILVA, L. O.; AUAD, A. M.; MENDES, S. M. Pollen as a component of the diet of *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, p. 584-588, 2018.
- MORALES, L.; SILVA, M.T.B. da. Desafios do MIP Soja na região sul do Brasil e o plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. p.134-139.
- OLIVEIRA, L. S.; ABREU, K. G.; SALUSTINO, A. S.; MORAIS, M. M. D.; RIBEIRO, L. S. SOUSA, N. R.; BRITO, C. H. Efeito da temperatura sobre o desenvolvimento biológico de *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae). **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 1, 2023. <https://doi.org/10.36560/16120231642>
- PINHEIRO, R. A. **Morfologia de *Bedellia somnulentella* (Zeller, 1847) (Lepidoptera: Bedelliidae)**. 2022. 47 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2022.
- RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 1ª edição, 810 p., 2012.
- REDOAN, A.; CRUZ, I.; AMANCIO, M.; SILVA, C. A.; SILVA, R. B.; SILVA, C. **Preferência alimentar de *Doru luteipes* a ovos de *Anagasta kuehniella*, *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa armigera***. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30.; SIMPÓSIO SOBRE LEPTÓPTEROS COMUNS A MILHO, SOJA E ALGODÃO, 1., 2014, Salvador. Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global: resumos expandidos. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014.
- ROSSI, C.; GALINDO, I.; HUAMAN, G.; CUADROS, B.; ORTEGA, Y.; QUISPITUPAC, E.; MARTÍNEZ, N. Primer estudio de la riqueza de coleópteros en un bosque de *Polylepis tomentella* del distrito de Chaviña (Ayacucho, Perú). **Ecología Austral**, 28 (1-bis), 229–234, 2018. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.1.493>
- SALUSTINO, A. S.; OLIVEIRA FILHO, M. C.; ABREU, K. G.; FERREIRA, R. R.; BRITO, C. H. Uso dos dermápteros no cenário agrônômico: uma análise bibliométrica sobre a utilização destes predadores. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, 2021. <https://orcid.org/0000-0002-8731-287X>
- SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* sobre ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 3, 2009b.
- SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Capacidade predatória de *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) sobre *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, p. 7-11, 2009a.

SILVA, H. E. G.; OLIVEIRA, R.; BRITO, C. H. BIOLOGICAL ASPECTS AND PREDATORY CAPACITY OF *Doru luteipes* WHEN FED WITH *Spodoptera frugiperda*. **Revista Caatinga**, v. 35, p. 490-497, 2022.

SIMIONATO, R. S.; NUNES, J.; NEPOMOCENO, T. A. R.; MOSCARDINI, V. F. Controle de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea* a partir de diferentes tecnologias de milho Bts. **Revista Cultivando o Saber**, v. 13, n. 2, p. 9-18, 2020.

SOARES, A. N.; CRUZ, A. L. F.; CAMPOS, L. O.; GOMES, D.; MATOS FILHO, C. H. A.; GONÇALVES, F. C. M.; ARRUDA, F. P. Potencial do silício na produtividade e redução de danos da lagarta-do-cartucho em plantas de milho. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. e593111335859-e593111335859, 2022.

SOUSA, R. B. **Biodiversidade e hábito alimentar de insetos fitófagos associados às *Spondias* spp. no Brasil**. 2019. 160 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SOUZA, C. S. F.; REDOAN, A. C.; RIBEIRO, C.; CRUZ, I.; CARVALHO, G. A.; MENDES, S. M. Controle biológico: qual espécie de tesourinha consome mais lagartas e pode ser menos sensível à exposição a inseticidas?. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. 23 p.: il. (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Milho e Sorgo**, ISSN 1679- 0154; 188).

SOUZA, C. S. F.; SILVEIRA, L. C. P.; SOUZA, B. H. S. NASCIMENTO, P. T.; DAMASCENO, N. C. R., MENDES, S. M. Efficiency of biological control for fall armyworm resistant to the protein Cry1F. **Brazilian Journal of Biology**, 81: 154-163, 2021.

SOUZA, N. P. **Estudos da inibição de proteases observada em folhas de coffeea racemosa lour. Sobre *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (J. E. Smith, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) E *DIATRAEA SACCHARALIS* (Fabricius, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**. 2023. 59 f. Dissertação (Agronomia), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2023.

THANCHAROEN, A.; LANKAEW, S.; MOONJUNTHA, P.; WONGPHANUWAT, T.; SANGTONGPRAOW, B.; NGOENKLAN, R.; KITTIPADAKUL, P.; WYCKHUYS, K. A. G. Effective biological control of an invasive mealybug pest enhances root yield in cassanova. **Journal of Pest Science**, v. 91, n. 4, p. 1199-1211, 2018.

WAQUIL, J. M. DOURADO, P. M.; CARVALHO, R. A.; OLIVEIRA, W. S.; BERGER, G. U.; HEAD, G. P.; MARTINELLI, S. Manejo de lepidópteros-praga na cultura do milho com o evento Bt piramidado Cry1A. 105 e Cry2Ab2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 1529-1537, 2013.

DIETAS ARTIFICIAIS PARA CRIAÇÃO DE INSETOS PREDADORES: UMA REVISÃO

Manoel Cícero de Oliveira Filho^{1*}, Rhaldney Felipe de Santana¹, Khyson Gomes Abreu¹, Lylian Souto Ribeiro¹, Anderson Delfino Mauricio Nunes¹, Francyel Mateus Alves¹, Wanderlecio Rodrigues da Silva¹, Matheus de Sousa Rodrigues¹

¹Universidade Federal da Paraíba/Campus II, Areia – PB, *e-mail: manoelciceromcof@gmail.com

RESUMO

O termo dieta artificial refere-se aos alimentos ofertados a insetos em criações massais, visando substituir o alimento consumido pelo mesmo na natureza. Com a necessidade de se ter disponível uma grande quantidade de insetos, seja para ensaios laboratoriais ou para aplicação em plantios, torna-se imprescindível o uso dessa forma de alimentação que possibilita o desenvolvimento de pesquisas nas áreas de fisiologia e nutrição de insetos. Algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas buscando avaliar a eficiência de diferentes tipos de dietas artificiais usadas para criação de insetos predadores. Assim, objetivou-se com essa revisão bibliográfica, analisar os trabalhos publicados nos últimos 15 anos abordando esse tema e elencar as principais dietas utilizadas. Realizou-se uma pesquisa bibliográfica a partir de um levantamento no período de março a abril de 2022, nas bases de dados *Scientific Electronic Library Online* e a Ferramenta de Pesquisa Acadêmica *Google Scholar*, utilizando-se os descritores de assunto “dieta artificial” AND “insetos predadores”. Como resultado, observou-se um número significativo de trabalhos testando diferentes formulações de dietas para as ordens de insetos Neuroptera, Dermaptera e Coleoptera, ordens em que se encontram insetos predadores bastante empregados em programas de controle biológico, com eficiência comprovada na predação de insetos-praga como tripes, pulgões, lepidópteros, cochonilhas, moscas-brancas, etc. Concluiu-se que as pesquisas voltadas para a avaliação e/ou criação de dietas artificiais para alimentação de insetos predadores configura-se como um importante meio de replicação de insetos em criações, permitindo estudos sobre sua biologia e sua posterior aplicação em programas de controle biológico.

PALAVRAS-CHAVE: Alimentação, controle biológico, insetos-praga.

INTRODUÇÃO

O termo dieta artificial, refere-se aos alimentos ofertados a insetos em criações massais, visando substituir o alimento consumido pelo mesmo na natureza (VANDERZANT, 1966). A formulação de dietas para criação de insetos predadores funciona como uma estratégia viável para manejá-los, e busca beneficiar o Homem e o meio ambiente com o seu uso no manejo integrado de pragas, sendo muito aplicados em programas de controle biológico (COHEN, 2015).

Com a necessidade de se ter disponível uma grande quantidade de insetos, seja para ensaios laboratoriais ou ainda para a aplicação em plantios, torna-se imprescindível o uso dessa forma de alimentação, possibilitando assim, o desenvolvimento de pesquisas em áreas como nutrição e fisiologia, auxiliando na compreensão do desenvolvimento biológico dos insetos predadores e o seu modo de ação em campo (SILVA; BRITO, 2015). Para o sucesso em criações massais, um dos principais atributos exigidos para as dietas artificiais é o de suprir todas as exigências nutricionais dos insetos, de modo a possibilitar o seu adequado desenvolvimento (PARRA et al., 2012).

De acordo com Parra (2012), para que uma dieta artificial seja considerada ideal, é preciso que essa atenda alguns critérios, como suprir às exigências nutricionais,

proporcionar um ótimo desenvolvimento na fase pré-imaginal com sobrevivência superior a 75%, promover a produção de adultos com alta capacidade reprodutiva, preservar o vigor do inseto ao longo das gerações. Além disso, sempre que possível, também é importante que a dieta seja de baixo custo, feita com ingredientes de fácil acesso, de preparo simples, e que de preferência favoreça o desenvolvimento de várias espécies de insetos, além de manter suas características originais durante o período de armazenamento.

Embora seja possível manter ininterruptamente os insetos sob alimentação natural, é exigida uma excessiva mão de obra para manipulação do material biológico e das espécies vegetais utilizadas nesse processo, o que torna esse trabalho extremamente exaustivo e oneroso. Nesse cenário, a utilização das dietas artificiais tem se tornado uma alternativa bastante explorada, pois além de proporcionar uma adequada nutrição aos insetos, permite diminuir em grande número a mão de obra nas criações, facilitando todo o manejo (NUNES et al., 2013).

Nessa conjuntura, algumas pesquisas têm sido desenvolvidas, buscando avaliar a eficiência de diferentes tipos de dietas artificiais usadas para criação de insetos predadores. Nessa revisão bibliográfica, objetivou-se analisar os trabalhos sobre dietas artificiais publicados nos últimos 15 anos e elencar as principais dietas utilizadas.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida a partir de um levantamento realizado em base de dados nacionais e estrangeiras. Os dados foram coletados no período de março a abril de 2022, sob uma abordagem quantitativa e descritiva, com a utilização de livros e seguintes bases de dados nacionais e estrangeiras: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e a Ferramenta de Pesquisa Acadêmica *Google Scholar*.

A busca foi desenvolvida utilizando-se os descritores de assunto: “dieta artificial” AND “insetos predadores”, sendo dada preferência as publicações dos últimos 15 anos, sendo excluídos aquelas que não atendiam aos critérios estabelecidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dietas artificiais para criação de insetos predadores

Os parâmetros de crescimento, desenvolvimento e reprodução dos insetos estão intimamente relacionados com a quantidade e a qualidade do alimento ingerido. Esses fatores alimentares influenciam principalmente a fase larval, afetando a taxa de crescimento, o tempo de desenvolvimento, o peso do corpo, e a sobrevivência, assim como a longevidade, a fecundidade, a movimentação e a capacidade de competição dos adultos (MILANO et al., 2010).

A nutrição de insetos em laboratório tem evoluído bastante, desde a definição das exigências nutricionais básicas para sobrevivência e reprodução, até a avaliação da sua influência no comportamento e na fisiologia dos insetos, com consequências ecológicas e evolutivas (PANIZZI; PARRA, 2009). Dessa maneira, a viabilização da criação com dieta artificial de baixo custo, que possa suprir as necessidades fisiológicas dos insetos, se caracteriza como uma técnica com melhor relação custo benefício (PASINI et al., 2007).

Nos programas de controle biológico, há uma gama de microrganismos entomopatogênicos que podem ser utilizados. Contudo, deve ser destacada a importância dos insetos predadores, onde a maioria desses pertencem às ordens Neuroptera, Dermaptera e Coleoptera (BUENO et al., 2016). E, uma vez instalada nos laboratórios, as criações facilitam as pesquisas com uso desses insetos predadores controlando insetos-praga, por exemplo.

Ordem Neuroptera

Os crisopídeos são insetos que pertencem à ordem Neuroptera e são bastante usados no controle biológico, tendo sua eficiência comprovada na predação de insetos-praga, tendo muitas espécies utilizadas para criações massais, sendo citadas por diversos autores como predadoras potenciais de tripes, de pulgões (LIRA; BATISTA, 2006), de ovos e de lagartas de lepidópteros (PESSOA et al., 2010; RIBEIRO et al., 2011), entre outros.

Ter conhecimento sobre dietas adequadas, seja para a fase larval ou para os adultos de crisopídeos, é de extrema importância para manutenção de seu nível populacional em condições laboratoriais, além de manter a qualidade dos organismos produzidos. Desse modo, também é de fundamental importância que haja a investigação de novas fontes de alimento, levando assim, à variação das dietas, possibilitando desenvolvimentos satisfatórios para esses predadores (NUNES et al., 2017).

Carvalho e Souza (2009) constataram que a adição de fontes proteicas e de carboidratos nas formulações de dietas artificiais contribuiu para o sucesso na reprodução de diferentes espécies de crisopídeos em criações de laboratório. Isso faz com que o mel seja um componente de grande importância nas dietas ofertadas para adultos de crisopídeos, principalmente como fonte de carboidratos (SARAILO; LAKZAEI, 2014).

Em sua pesquisa, Bezerra et al. (2016) destacaram que para a escolha da formulação das dietas artificiais, é preciso levar em consideração a facilidade e o custo de preparação, visto que alguns ingredientes incluídos na maioria das dietas referenciadas na literatura possuem um alto custo e são de difícil aquisição, principalmente por pequenos agricultores que almejem a sua própria produção de controladores biológicos. No tocante a isso, Bezerra et al. (2016) realizaram testes com três tipos de dieta para criação de uma espécie de crisopídeo (Tabela 1).

Tabela 1. Composição das diferentes dietas artificiais testadas na alimentação larval de *Chrysoperla externa*.

Ingredientes	Dieta A ¹	Dieta B ²	Dieta C ³
Carne bovina (30% gordura)	100 g	-	-
Fígado bovino	100 g	-	-
Fígado de frango	-	400 g	400 g
Ovo de galinha	100 g	-	-
Mel	5 g	-	-
Açúcar	15 g	-	-
Levedo de cerveja	10 g	-	-
Amido de milho	-	-	10 g
Água	65 g	-	-
Ácido acético (10%)	5 mL	-	2 mL
Sorbato de potássio	0,6 g	-	0,6 g
Sulfato de estreptomicina	0,1 g	-	-

Fonte: A¹ Cohen e Smith (1998); B² Syed et al. (2008); C³ Bezerra et al. (2016).

Nesse estudo, todos os regimes alimentares testados permitiram a obtenção de adultos de *C. externa*. No entanto, houve diferenças acentuadas com relação à duração da fase pré-imaginal, sobrevivência, tamanho dos adultos obtidos, número e viabilidade dos ovos produzidos. As maiores diferenças foram observadas para a dieta A em relação às demais dietas. Mesmo assim, os resultados apresentados demonstram que *C. externa* pode ser criada com sucesso nos regimes alimentares da dieta B e C, sendo esse último o mais indicado por proporcionar uma maior produção de ovos. O uso dessa dieta artificial significa uma redução de 90% no consumo de ovos do inseto-praga *Anagasta kuehniella*, que seriam a sua alimentação natural, diminuindo assim os gastos e a mão de obra com uma outra criação.

Ordem Dermaptera

Outra ordem de insetos de interesse para os programas de controle biológico é a Dermaptera, que tem como representantes espécies como *Euborellia annulipes*, *Doru luteipes* e *Pygidicrana v-nigrum*, consideradas predadoras com grande potencial para serem usadas em programas de controle biológico (PINTO et al., 2005); (ALVES et al., 2019).

Dentre os agentes de biocontrole presentes na cultura do milho, destaca-se a tesourinha *E. annulipes*, que atua no controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) (REDOAN et al., 2012). Essa espécie tem sido considerada como uma exímia predadora de insetos-praga, devido à sua preferência em abrigar-se em locais protegidos, como as estruturas reprodutivas das plantas (EPAMIG, 2009). Desse modo, torna-se imprescindível o desenvolvimento de metodologias para sua criação em laboratório. No entanto, incidem sobre essa busca limitações de recursos para pesquisas, problemas como componentes para dietas, recipientes de criação e déficit de informações na literatura. Assim, o grande desafio a ser enfrentado visando a implementação de *E. annulipes* no controle biológico diz respeito ao desenvolvimento de tecnologias para a sua criação em larga escala.

Costa et al. (2011) avaliaram a seguinte dieta para a criação do predador *E. annulipes* em laboratório, com o intuito de avaliar alguns aspectos biológicos desse inseto ao ser alimentado com dietas artificiais possuindo diferentes teores de proteína (Tabela 2).

Tabela 2. Dietas artificiais oferecidas a *E. annulipes* a $25 \pm 1^\circ \text{C}$, fotofase de 12 h e umidade relativa de $70 \pm 10\%$.

Ingredientes	Dietas artificiais ^{1,2 e 3}
Levedo de cerveja	46 g
Gérmen de trigo	54 g
Nipagin	0,25 g
Leite em pó	28 g
*Pet food p/ gatos	72 g

*Com diferentes teores de Proteína: 30% de proteína (outras fontes de proteína animal + farinha de vísceras)¹, 26% de proteína² (outras fontes de proteína animal + farinha de vísceras) e 26% de proteína³ (outras fontes de proteína animal).

Fonte: Costa et al. (2011)

De acordo com Costa et al. (2011), nesse tipo de dieta artificial, as espécies de *E. annulipes* apresentaram cinco instares com a Dieta Artificial 1 (30% de proteína), como descrito por Silva et al. (2010), e seis instares com as Dietas Artificiais 2 e 3 (26% de proteína). A duração dos instares foi diferente em função das dietas, assim como relatado por Silva et al. (2010), quando observaram que o tempo de mudança dos instares aumentou com o desenvolvimento de *E. annulipes*. A viabilidade da fase ninfal de *E. annulipes* foi diferente entre os tratamentos, sendo maior com a Dieta Artificial 2, dado que indica que essa dieta representa a melhor alternativa para criação desse predador.

Ordem Coleoptera

Algumas espécies da ordem Coleoptera são consideradas benéficas, principalmente por se alimentarem de insetos-praga como pulgões, cochonilhas, moscas-brancas e também de alguns ácaros (FERNANDES et al., 2018). Uma dessas espécies é a joaninha (*Cycloneda sanguinea*), que está entre os agentes de controle biológico mais especializados no consumo do pulgão *Aphis gossypii*. Essa espécie de joaninha pode representar mais de 50% dos predadores presentes no algodoeiro (SILVA-SANTOS et al., 2005), sendo a mais abundante entre os coccinelídeos, assumindo um importante papel como agente de controle biológico (FARIA et al., 2006).

Apesar dos conhecimentos sobre a biologia e das técnicas de criação permitirem a melhoria na qualidade dos insetos predadores, a baixa disponibilidade de dietas artificiais adequadas representa um fator limitante na criação massal de insetos afidófagos da família Coccinellidae (CHENG et al., 2018).

et al. (2010) mostraram que uma dieta à base de mel, levedo de cerveja, ácido ascórbico, ácido propiônico, ácido sórbico, Nipagin e adicionada de água com ovos de *Anagasta kuehniella*, usada como presa alternativa para criação da joaninha *Coleomegilla maculata* em laboratório, permitiu que o inseto alcançasse o estágio adulto, porém a longevidade e a reprodução desses insetos não foram avaliadas.

Sousa et al. (2013) analisaram nove tipos de dietas artificiais em suas pesquisas, sendo que a que apresentou os melhores resultados foi formulada com os componentes descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Composição de dieta artificial para criação de larvas e adultos de *Cycloneda sanguinea*.

Ingredientes	Dieta artificial
Levedo de cerveja	3,8 g
Gérmen de trigo	6,3 g
Ovo desidratado	3,1 g
Mel	3,8 g
Leite condensado	1,9 g
Ágar	1,5 g
Nipagin	0,2 g
Água	50 g

Fonte: Sousa et al. (2013)

De acordo com Sousa et al. (2013), esse tipo de dieta artificial permite o desenvolvimento das larvas até o estágio adulto. Esse resultado se deve à maior proporção de água, que alterou a textura e a capacidade de acesso à dieta pelas larvas.

CHENG et al. (2018) reiteram que a capacidade reprodutiva do inseto é determinada pela quantidade nutricional do alimento, e qualquer fator que afete a incorporação de nutrientes pode prejudicar a fertilidade das fêmeas. No caso da maioria dos coccinelídeos, é necessário que nutrientes essenciais estejam disponíveis para o completo desenvolvimento e para a garantia de uma progênie viável.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, conclui-se que as pesquisas voltadas para a avaliação e/ou criação de dietas artificiais para alimentação de insetos predadores é uma importante fonte de replicação de insetos em criações massais, permitindo estudos sobre sua biologia e também sua posterior aplicação em programas de controle biológico.

REFERÊNCIAS

- ALVES, P. R. R.; OLIVERIA, R.; BARBOSA, V. O.; SOUZA, M. S.; BATISTA, J. D. L. Desenvolvimento e reprodução de *Pygidicrana v-nigrum* (Dermaptera: Pygidicranidae) alimentada com dieta artificial. **Revista PesquisAgro**, v. 2, n. 1, p. 24-33, 2019.
- BEZERRA, C. E. S.; AMARAL, B. B.; SOUZA, B. Rearing *Chrysoperla externa* Larvae on Artificial Diets. **Neotropical Entomology**, v. 46, n. 1, p. 93-99, 2016. <http://dx.doi.org/10.1007/s13744-016-0427-5>.
- BUENO, V. H. P.; VAN LENTEREN, J. C. Predadores no Controle Biológico de Pragas: Sucessos e Desafios. In: HALFELD-VIEIRA B. A. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (org.). **Defensivos Agrícolas Naturais: Uso e Perspectivas**. Brasília - DF: Embrapa Meio Ambiente, 2016. Cap. 24.
- CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. 2. ed. Lavras: Editora da UFLA, 2009.
- CHENG, Y.; ZHI, J.; LI, F.; JIN, J.; ZHOU, Y. An artificial diet for continuous maintenance of *Coccinella septempunctata* adults (Coleoptera: coccinellidae). **Biocontrol Science And Technology**, v. 28, n. 3, p. 242-252, 2018. <http://dx.doi.org/10.1080/09583157.2018.1439450>.
- COHEN, A.C., SMITH, L.K. A new concept in artificial diets for *Chrysoperla rufilabris*: the efficacy of solid diets. **Biological Control**, v. 13, p. 49-54, 1998.
- COSTA, J.V. B.; CRUZ, I.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; REDOAN, A. C. M.; MORATO, J. B. Desenvolvimento de *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Carcinophoridae) em dietas artificiais com diferentes teores de proteína. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-4, 2011.
- EPAMIG. Informe Agropecuário - Controle biológico de pragas, doenças e plantas invasoras: EPAMIG - empresa de pesquisa agropecuária de Minas Gerais, secretaria de estado de agricultura, pecuária e abastecimento. 251. ed. Belo Horizonte - MG: Epamig, 2009. 128 p.
- FARIA, M. R.; *et al.* Assessing the effects of Bt cotton on generalist arthropod predators. In: HILBECK, A.; ANDOW, D. A.; FONTES, E. M. G. (Ed.). **Environmental Risk Assessment of Genetically Modified Organisms: Methodologies for Assessing Bt Cotton in Brazil**. Wallingford: Cabi Publishing-c A B Int, 2006, v. 2, p. 175-199.
- FERNANDES, F. S.; GODOY, W. A.; RAMALHO, F. S.; MALAQUIAS, J. B.; SANTOS, B. D. The behavior of *Aphis gossypii* and *Aphis craccivora* (Hemiptera: aphididae) and of their predator *Cycloneda sanguinea* (coleoptera: Aphididae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 1, p. 373-383, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201820160212>.
- LIRA, R. S.; BATISTA, J. L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com o pulgão da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, p. 25-35, 2006.

MILANO, P.; BERTI-FILHO, E.; PARRA, J. R.; ODA, M. L.; CÔNSOLI, F. L. Efeito da alimentação da fase adulta na reprodução e longevidade de espécies de Noctuidae, Crambidae, Tortricidae e Elachistidae. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 2, p. 172-180, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-566x2010000200005>.

NUNES, A. M.; COSTA, K. Z.; FAGGIONI, K. M.; COSTA, M. L. Z.; GONÇALVES, R. S.; WALDER, J. M. M.; GARCIA, M. S.; NAVA, D. E. Dietas artificiais para a criação de larvas e adultos da mosca-das-frutas sul-americana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 10, p. 1309-1314, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2013001000001>.

NUNES, G. S.; SILVA, I.T.F.A.; BARBOSA, V. O.; DANTAS, T.A.V.; OLIVEIRA, R.; BATISTA, J. L. Influência da alimentação de *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: pyralidae) no desenvolvimento de *Ceraeochrysa cubana* hagen (neuroptera: Pyralidae). **Entomobrasilis**, v. 10, n. 1, p. 14-17, 2017. <http://dx.doi.org/10.12741/ebrazilis.v10i1.641>.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. P. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

PARRA, J. R. P. The evolution of artificial diets and their interactions in science and technology. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.) **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**. London/ New York. Boca Raton: CRC Press, 2012.

PARRA, J. R. P.; PANIZZI, A. R.; HADDAD, M. L. Nutritional indices for measuring food intake and utilization. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.) **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**. London/ New York. Boca Raton: CRC Press, 2012.

PASINI, A.; PARRA, J. R.; LOPES, J. M. Dieta artificial para criação de *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae), predador da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 2, p. 308-311, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-566x2007000200020>.

PESSOA, L. G. A.; FREITAS, S.; LOUREIRO, E.S. Adequação de dietas para criação de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 723-725, 2010.

PINTO, D. M.; STORCH, G.; COSTA, M. Biologia de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Forficulidae) em laboratório. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 4, n. 8, p. 1-7, 2005.

REDOAN, A. C. M.; CARVALHO, G. A.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO M. L. C.; SILVA, R. B. Selectivity of insecticides used in control of fall armyworm for eggs and nymphs of *Doru luteipes*. **Brazilian Journal of Maize and Sorghum**, v. 11, n. 1, p. 25-34, 2012.

RIBEIRO, A. L. P.; LÚCIO, A. D.; COSTA, E. C.; BOLZAN, A. R.; JOVANOWICH, R.; RIFFEL, C. T. Desenvolvimento de *Chrysoperla externa* alimentada na fase larval com ovos de *Bonagota cranaodes*. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1571-1577, 2011.

SARAILO, M. H.; LAKZAEI, M. Effect of different diets on some biological parameters of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Crop Protection**, v. 3, p. 479-486, 2014.

SILVA, A.B.; BRITO, J.M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 248-258, 2015.

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae) alimentada com o pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: Aphididae). **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 21-27, 2010.

SILVA, R. B.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; TAVARES, W. S. Development of *Coleomegilla maculata* de Geer (Coleoptera: Coccinellidae) with prey and artificial diet. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, p. 13-26, 2010.

SILVA-SANTOS, P.V. et al. Relações tróficas da cultura do algodão que influenciam a dinâmica de herbívoros-praga. In: ENCONTRO DO TALENTO ESTUDANTIL DA EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA, 10., Brasília, DF, 2005. Anais. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005.

SOUZA, L. M.; BELLINATI, A. B.; PAGANELLA, M. B.; PAULA, D. P.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R. Desenvolvimento de dieta artificial para *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae). **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, v. 1, n. 1, p. 1-18, 2013.

SYED, A. N.; ASHFAQ, M.; AHMAD, S. Comparative effect of various diets on development of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 10, p. 728-730, 2008.

VANDERZANT, E.S. Defined diets for phytophagous insects. In: SMITH, C. N. (Ed.). **Insect colonization and mass production**. New York/London: Academic Press, 1966.

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS SOBRE *Diaspis echinocacti* (BOUCHÉ, 1833) (HEMIPTERA: DIASPIDIDAE) E *Dactylopius opuntiae* (COCKERELL, 1896) (HEMIPTERA: DACTYLOPIIDAE)

Anderson Delfino Mauricio Nunes^{1*}, Anne Kétyla Monte Diógenes¹, Andrezza Maddalena¹, Caio César Batista Santos Nóbrega¹, Evilásio Vieira Silva¹, Francyel Mateus Alves¹, Marília de Macedo Duarte Morais¹, Khyson Gomes Abreu¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail: andnd.mauricio@gmail.com

RESUMO

A palma forrageira (*Opuntia fícus indica* (L.) Mill) é uma planta característica do semiárido, principalmente no Nordeste do Brasil, se trata de uma cultura recorrentemente utilizada na alimentação de rebanhos, tanto bovinos como caprinos, principalmente em épocas de estiagem. As espécies de cochonilha *Dactylopius opuntiae* e *Diaspis echinocacti*, conhecidas como cochonilha-do-carmim e cochonilha-de-escamas, respectivamente, são os insetos-pragas que atacam a palma forrageira, tendo a capacidade de inviabilizar totalmente esta cultura, caso não sejam utilizadas as medidas de controle. Assim, mediante a sua relevância, não só para o setor agropecuário, mas também num contexto cultural na região Nordeste do Brasil, o presente trabalho teve como objetivo revisar por literatura os métodos do MIP sobre as cochonilhas *D. echinocacti* e *D. opuntiae*. O Manejo Integrado de Pragas é um método ideal para combater as cochonilhas-do-carmim e a cochonilha-de-escamas na palma forrageira, visto que, a sua utilização reduz a população do inseto a níveis toleráveis, tem efeito cumulativo e persistente, não é poluente, não acarreta ônus ao sistema de produção, sendo assim uma estratégia sustentável para os agricultores. Portanto, considerando a importância da palma forrageira no setor econômico e cultural, estudos se fazem cada vez mais necessários para combater estas pragas direcionadas a palma forrageira, sendo o MIP um método promissor, sustentável e significativo nos palmais.

PALAVRAS-CHAVE: Controle; Cochonilha-do-carmim; Cochonilha-de-escamas.

INTRODUÇÃO

A palma forrageira dos gêneros *Nopalea* e *Opuntiae*, como a palma redonda, a palma miúda e a palma gigante, são plantas de uma cultura adaptada para as regiões do semiárido nordestino, sendo evidenciadas como importantes recursos forrageiros na alimentação dos animais, especialmente durante os períodos de estiagem. Estas culturas apresentam uma resistência à falta de água, a temperaturas elevadas diurnas, a solos pobres, além de serem pouco exigentes a insumos energéticos e de fácil manejo. Além disso, essas culturas também têm características xeromórficas que permitem a sua sobrevivência em ambientes como o semiárido brasileiro (SUDZUKI, 2001).

Tais espécies se destacam devido à pouca ausência de espinhos e por apresentar um crescimento muito rápido, superando outros tipos de cactáceas. Em outros países, a palma forrageira é cultivada para a alimentação humana (HERNÁNDEZ-URBIOLA et al., 2010), para fins medicinais (LIMA; SIMÕES, 2005), como também serve como matéria-prima de cosméticos e no seu uso como cerca viva (VALDEZ, 2005). Sendo assim, a palma forrageira demonstra ter um papel essencial na vida social e econômica dos produtores rurais das regiões do semiárido aonde são cultivadas.

Nos últimos anos, as cactáceas forrageiras vêm sofrendo dificuldades na produção, com a ocorrência de determinados insetos que, com pouco tempo de instalados nas plantações, multiplicam-se rapidamente, atingindo o nível de pragas (ARRUDA, 1983; WARUMBY et al., 1993). Dentre estes insetos-praga, as espécies *Diaspis echinocacti* (Bouché, 1833) (Hemiptera: Diaspididae), conhecida como cochonilha-de-escama e a espécie *Dactylopius opuntiae* (Cockerell, 1896) (Hemiptera: Dactylopiidae), conhecida como cochonilha-do-carmim, são as principais pragas da palma forrageira, sendo estas capazes de dizimar a produção dessa cultura e inviabilizar o aproveitamento de inúmeros cultivos desse vegetal (WARUMBY et al., 2005).

Para controlar estes insetos-praga, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) é um recurso indispensável, podendo ser realizado através de métodos biológicos, químicos, genéticos e/ou mecânicos (WARUMBY et al., 2005). As medidas de controle adotadas devem ser dirigidas para a diminuição da densidade populacional do inseto para níveis de equilíbrio que não causem danos econômicos, e não para exterminar o inseto, pois isso pode acarretar em perdas irreversíveis sobre o equilíbrio dos ecossistemas (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1999).

Assim, mediante a sua relevância, não só para o setor agropecuário, mas também num contexto cultural na região Nordeste do Brasil, o presente trabalho teve como objetivo revisar por literatura os métodos do MIP sobre as cochonilhas *D. echinocacti* e *D. opuntiae*.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA PALMA FORRAGEIRA *Opuntia ficus-indica*

A palma forrageira colabora para o desenvolvimento socioeconômico do semiárido brasileiro, pois é uma cultura acomodada às condições climáticas da região, ocorrendo em temperaturas médias elevadas e de precipitação anual de 300-700 mm. Assim, a produção de palma forrageira torna-se uma das estratégias de apoio à convivência pecuária regional devidos aos problemas enfrentados com a seca (CAVALCANTE et al., 2014; SILVA et al., 2012).

Esta espécie vegetal desponta como um importante suporte forrageiro para a pecuária no semiárido brasileiro, sendo capaz de produzir forragem de elevado valor nutritivo (CHAGAS et al., 2018), mesmo diante de períodos precários, por exemplo. Tal espécie então, se destaca por ser utilizada na alimentação dos animais em períodos longos de estiagem (OLIVEIRA et al., 2010).

Segundo Vieira et al. (2010), o sistema radicular da palma forrageira é caracterizado por raízes superficiais e carnosas, e a distribuição destas raízes pode variar de acordo com cada tipo de solo e da forma de plantio. O cladódio é caracterizado por um tipo de marcação caulinar, é típico de climas áridos e semiáridos, e está presente em plantas xerófilas. A propagação da cultura é realizada por estaquia, de forma vegetativa assexuada, tem a raiz fasciculada ramificada, sem a presença de raiz principal e, atualmente, a propagação é feita de forma vegetativa, justamente por apresentar um melhor desenvolvimento.

O fruto da palma possui um sabor doce e, por isso, é bastante agradável, podendo ser utilizado na produção de licores, de vinhos e de diversas conservas, proporcionando a criação de mais oportunidades nos aspectos sociais e econômicos. A motivação para o consumo do fruto da palma é por seu valor nutricional, uma vez que ele contém vitamina A, vitamina C, cálcio e magnésio (OLIVEIRA, 2011).

MANEJO INTEGRADO SOBRE A COCHONILHA-DO-CARMIM *Dactylopius opuntiae*

Originária do México, a cochonilha-do-carmim demonstra destaque pelo alto potencial reprodutivo sobretudo nas condições climáticas do Nordeste brasileiro,

principalmente por se desenvolverem protegidas no interior de tufos cerosos e de boa capacidade de dispersão (CHAGAS et al., 2018). É possível observar a presença do inseto nos diferentes estágios de desenvolvimento da palma forrageira, tanto ninfas de 1º e 2º ínstar, como também adultos, sendo a duração média de seu ciclo de vida em aproximadamente 62 dias, dependendo das condições climáticas.

Mesmo sendo insetos pequenos, as ninfas de 1º ínstar podem ser observadas a olho nu, sendo semelhantes a piolhos e de coloração vinho. Neste estágio, a cochonilha-do-carmim é móvel, buscando a sua dispersão entre plantas e/ou raquetes das plantas hospedeiras, da qual inicialmente são móveis por um período máximo de 24 horas. Já na fase adulta, as fêmeas apresentam uma capacidade de oviposição com média superior a 500 ovos, tornando-se dificultoso o controle nesse estágio de seu ciclo de vida (CHAGAS et al., 2018).

Segundo Cavalcanti et al. (2001), no processo de alimentação, as cochonilhas se aglomeram em grupos e sugam a seiva das raquetes da palma inoculando toxinas, resultando em uma clorose dos cladódios e frutos, na fragilidade da planta, no caimento precoce de frutos e de cladódios, além de favorecer o aparecimento de infecções por agentes patógenos. Em ataques mais severos, quando não são adotadas as medidas de controle, pode ocorrer a morte da planta e a destruição do palmar em poucos meses, caso a praga não seja controlada rapidamente (ROCHA FILHO, 2012).

A infestação das plantas pela cochonilha ocorre por meio da dispersão das ninfas de 1º ínstar, neste estágio de desenvolvimento, os insetos se dispersam facilmente pela ação do vento, com o auxílio do homem, que pode transportar raquetes/mudas entre as áreas, ou até mesmo com a movimentação de animais. As raquetes mais novas são as preferidas pelo inseto-praga e a dispersão na planta ocorre de modo ascendente, após fixadas na palma, as cochonilhas permanecem sedentárias até completarem o seu ciclo de vida (CHAGAS et al., 2018).

O manejo integrado destas espécies de cochonilha consiste no plantio de variedades tolerantes e na utilização de óleos vegetais e/ou mineral pulverizados em alto volume, como também o uso do controle mecânico, do químico e do biológico (INCAPER, 2020). Quanto ao controle mecânico, nos pequenos focos com baixa densidade populacional deste inseto, é realizado o recolhimento as raquetes infestadas e transportar em sacos para a alimentação dos animais, tendo em vista que este inseto é inofensivo ao homem e aos animais, além disso, a coleta das fêmeas adultas para o processamento da matéria prima do corante torna-se uma possibilidade de ação. Quando são detectados grandes focos é recomendado o tratamento químico, e a poda das raquetes serve para facilitar as aplicações (SANTOS et al., 2006). Na Tabela 1 é possível ver as recomendações para o controle químico, e as suas respectivas dosagens de aplicações.

Tabela 1. Inseticidas recomendados para o controle da cochonilha-do-carmim.

Produto comercial	Ingrediente ativo	Unid.	Dosagem utilizada para 20
Ingrediente			L de água
Actara 250 WG	Thiamethoxan	g	4
Calypso 480 SC	Thiacloprid	mL	6
Confidor 700 GRDA	Imidacloprid	g	6
Detergente neutro (1%)	Imidacloprid	mL	200
Karate 50 CE	Lambdacyhalothrin	mL	20
Lorsban 480 BR	Clopirifos etil	mL	60
Mospilan 200 PS	Acetamiprid	g	5
Sevin 480 SC	Carbaryl	mL	32

Fonte: CAVALCANTI et al. (2001) apud FREIRE, 2012.

Outro método do manejo integrado desta praga é o controle biológico, que prioriza a utilização dos inimigos naturais das pragas, e vem sendo bastante estudado atualmente. Neste sentido, destacam-se as joaninhas de espécies como a *Zagreus bimaculosus* (Mulsant, 1850) (Coleoptera: Coccinellidae), a *Chilocorus nigrita* (Fabricius, 1798) (Coleoptera: Coccinellidae) e a *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant, 1853) (Coleoptera: Coccinellidae) (CASTRO et al., 2010; CRUZ, 2018; FREIRE, 2012), os ácaros predadores e as vespas parasitoides. As maiores densidades das cochonilhas são encontradas no período seco do ano, e fatores abióticos, como a chuva, pode contribuir para a redução destes insetos. A incidência das gotas de chuva sobre esses insetos faz com que eles se desprendam das plantas e caiam ao solo, favorecendo a sua morte (CALIJURI, 2020).

MANEJO INTEGRADO SOBRE A COCHONILHA-DE-ESCAMA *Diaspis echinocacti*

Quanto a presença da cochonilha-de-escama sobre as espécies forrageiras, esta espécie apresenta uma sintomatologia bem típica, não necessitando ser confundida com o chamado mal fisiológico, que acontece principalmente em raquetes mais velhas nos períodos de estiagem, a exemplo da exibição de pústulas sobre o tegumento das plantas (SANTOS, 2006). Lima e Gama (2001) afirmam que, além de possuir uma carapaça protetora, característica da família desta espécie, possui ainda uma especialidade reprodutiva importante que leva a um alto potencial de infestação, representada pela coexistência de dois tipos de reprodução: a partenogênese telítoca e a anfígonia.

A infestação de *D. echinocacti* ocorre diretamente nos cladódios da palma, onde as fêmeas jovens e fêmeas adultas recobrem-os com as suas colônias, e ao sugar a planta para alimentar-se, causam inicialmente um dano direto pela ação espoliadora, e ainda um dano indireto por microrganismos que penetram, e conseqüentemente, ocasionam o apodrecimento e a morte nos cladódios da palma (LIMA et al., 2015). Desta maneira, a cochonilha-de-escama modifica a sua cor verde para a coloração marrom-clara ou acinzentada (REBOUÇAS, 2017). Segundo Araújo et al. (2019), a cochonilha-de-escama pode ocasionar perdas consideráveis no crescimento e na produtividade do palmar, além da morte de plantas. A infestação desta espécie acontece em pequenos focos “reboleiras”, o que a caracteriza como uma praga sedentária.

Dessa forma, o manejo integrado desse inseto-praga por via mecânica ocorre com o corte da planta infestada, seguido do fornecimento aos animais. No controle por tratamento químico é utilizado o óleo de algodão (4%) + o detergente neutro (Dn) (3%), o óleo vegetal (uso agrícola) (4%) e o óleo mineral (uso agrícola) (4%), com um intervalo de pulverização variando em dia, de acordo com os ínstares lidados. Ao utilizar um pulverizador costal de 20 L, serão necessários 800 mL de óleo e 600mL de Dn, que serão misturados a 18,6 L de água, por exemplo (INCAPER, 2020). Ademais, Nhaga (2018) propõe que a utilização do extrato de Nim como recurso no combate a cochonilha-de-escamas é satisfatório, uma vez que a planta de Nim é utilizada como inseticida natural para o controle de pragas por vários pesquisadores, através da obtenção de extratos e também de óleos de Nim, que possuem alguns compostos químicos importantes, sendo o principal a azadiractina, presente em folhas e frutos (MARTINEZ, 2002).

Quanto ao controle biológico, o mesmo é executado por inimigos naturais, aonde ocorre a predação do inseto-praga. Dentre os parasitoides da cochonilha-de-escama, destacam-se as espécies *Plagiomerus cyaneus* (Hymenoptera: Encyrtidae) e *Prospaltella aurantii* (Hymenoptera: Aphelinidae). Já dentre seus possíveis predadores, temos: *Coccidophilus citricola* (Coleoptera: Coccinellidae), a joaninha preta pequena; *Chilocorus nigrita* (Coleoptera: Coccinellidae), a joaninha preta grande; *Zagreus bimaculosus* (Coleoptera: Coccinellidae), a joaninha alaranjada e preta; *Pentilia egenae*

(Coleoptera: Coccinellidae), conhecida popularmente como a joaninha preta; *Pentilia* sp. (Coleoptera: Coccinellidae), conhecidas como joaninhas marrons; *Zagloba beautimonti* (Coleoptera: Coccinellidae), conhecida como joaninha cinzenta; *Calloeneis* sp. (Coleoptera: Coccinellidae); e, por fim, a espécie *Salpingogaster conopida* (Diptera: Syrphidae), popularmente conhecida como a mosca de corpo alongado (SANTOS et al., 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Manejo Integrado de Pragas é um método ideal para combater as cochonilhas-do-carmim e a cochonilha-de-escamas na palma forrageira, visto que, a sua utilização reduz a população do inseto a níveis toleráveis, tem efeito cumulativo e persistente, não é poluente, não acarreta ônus ao sistema de produção, sendo assim uma estratégia sustentável para os agricultores. Portanto, considerando a importância da palma forrageira no setor econômico e cultural, estudos se fazem cada vez mais necessários para combater estas pragas direcionadas a palma forrageira, sendo o MIP um método promissor, sustentável e significativo nos palmais.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. S.; PEREIRA, D. D.; LIRA, E. C.; FELIX, E. S.; SOUZA, J. T. A.; LIMA, W. B. **Palma forrageira: plantio e manejo**. Campina Grande, PB, Instituto Nacional do Semiárido (INSA), 2019.
- ARRUDA FILHO, G. P.; ARRUDA, G. P. **Manejo integrado da cochonilha *Diaspis echinocacti* praga da palma forrageira em Brasil**. Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia, n.64, p. i- vi, 2002.
- ARRUDA, G. P. de. **Aspectos etológicos da cochonilha da “palma forrageira” *Diaspis echinocacti*** (Bouché, 1833) (Homoptera, Diaspididae). Recife: UFRPE, 1983. 122p. Dissertação Mestrado.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Manejo integrado de pragas (IPM): problemas conceituais para sua aplicação em fitopatologia**. Fitopatologia Brasileira, v. 24, n. 3, p. 385-390, 1999.
- CALIJURI, M. L. (Coord.). **Manual técnico de prática e manejo para palma forrageira**. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, [2021?]. v. 1.
- CASTRO, R. M.; BARROS, R.; PARANHOS, B. A. J.; SIQUEIRA, M. C.; FERNANDES, M. H. A.; GARZIERA, L.; GAMA, F. C. **Biologia da joaninha nativa *Zagreus bimaculosus mulsant* (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com cochonilha-do-carmim, *Dactylopius opuntiae***. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 23., 2010, Natal. Anais... Natal: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2010.
- CAVALCANTE, L. A. D.; SANTOS, G. R. de A.; SILVA, L. M. da; FAGUNDES, J. L.; SILVA, M. A. da. **Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 424–433, 2014.

CAVALCANTI, V. A. L. B.; SENA, R. C.; COUTINHO, J. L. B.; ARRUDA, G. P.; RODRIGUES, F. B. **Controle das cochonilhas da palma forrageira**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, 2001.

CHAGAS, M. C. M.; SILVA, E. C. S.; NASCIMENTO, S. M.; LIMA, G. F. C.; COSTA-LIMA, T. C. **Cochonilha do carmim na palma forrageira: conheça a praga e as estratégias de controle**. Natal: EMPARN, 2018.

FILHO, G. P.; ARRUDA, G. P. Manejo Integrado da cochonilha *Diaspis echinocacti* praga da palma forrageira em Brasil. **Manejo integrado da cochonilha *Diaspis echinocacti* praga da palma forrageira no Brasil**. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba (Costa Rica). Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. 2002.

FREIRE, Mirella Renata de Lira. **Determinação do padrão de interação entre predador (*Cryptolaemus montrouzieri*) e presa (Cochonilha do Carmim) usando equações de de Lotka-Volterra**. 2012. 88 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2012.

HERNÁNDEZ-URBIOLA, M. I.; CONTRERAS-PADILLA, M.; PÉREZTORRERO, E.; HERNÁNDEZ-QUEVEDO, G.; ROJAS-MOLINA, J. I.; CORTES, M. E.; RODRIGUEZ-GARCÍA, M. E.; **Study of nutritional composition of nopal (*Opuntia ficus indica* cv. Redonda) at different maturity stages**. The Open Nutrition Journal, v. 4, p. 11-16, 2010.

INCAPER. **Palma-forrageira: opção e potencialidades para alimentação animal e humana em propriedades rurais do Estado do Espírito Santo / Neves, Felipe Lopes ... [et al.]**. – Vitória, ES: Incaper, 2020. 52 p.: il. Color. – (Incaper, Documentos, 276).

LIMA, G.F.C.; WANDERLEY, A.M.; GUEDES, F.X.; REGO, M.M.T.; DANTAS, F.D.G.; SILVA, J.G.M.; NOVAES, L.P.; AGUIAR, E.M. 2015. **Palma Forrageira irrigada e adensada: uma reserva Forrageira estratégica para o Semiárido Potiguar**. EMPARN. Parnamirim, Rio Grande do Norte, Brasil.

LIMA, I. M. M.; GAMA N. S. **Registro de plantas hospedeiras (Cactaceae) e de nova forma de disseminação de *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae), Cochonilha-da-Palma-Forrageira, nos estados de Pernambuco e Alagoas**. Neotropical Entomology, v. 30, n. 3, p. 479-481, 2001.

LIMA, V. L. de M.; SIMÕES, D. A. Usos medicinais da palma (*Opuntia* sp). In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 223-237.

MARTINEZ, S. S. **O NIM – *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 2002, 142p.

NHAGA, A; PINTO, C.; SALLES, M. G.; PINTO, O; SOUSA, F. **Controle da cochonilha de escama da palma forrageira com o uso de extrato de Nim**. Enciclopedia Bioesfera, [S. l.], v. 15, n. 28, 2018.

OLIVEIRA, F.T.; SOUTO, J.S.; SILVA, R.P.; ANDRADE FILHO, F.C.; PEREIRA JÚNIOR, E.B. **Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos.** Revista Verde, v. 5, n. 4, p. 27 – 37, 2010.

OLIVEIRA, C A. PALMA (*Opuntia Fincus Indica*. Mill) – **UMA ALTERNATIVA SÓCIO-ECONOMICA PARA O SEMIÁRIDO: MUNICÍPIO DE JUAZEIRINHO/PB.** 2011. 72 f. Monografia (Graduação em Licenciatura) – UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA, Campina Grande - PB, 2011.

REBOUÇAS, Rhannaldy Benício. ***Cactodera cacti* (Nematoda: Heteroderidae): ocorrência natural em mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.) no Ceará e investigação de hospedeiras em cactáceas e hortaliças.** 2017. 69 f. Monografia (Graduação em Agronomia) -Universidade Federal do Ceará, 2017.

ROCHA FILHO, R. R. **Palma gigante e genótipos resistentes à cochonilha do carmim em dietas para ruminantes.** 2012. 76 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, 2012.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; WARUMBY, J. F.; MELO, J. N. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco: cultivo e utilização.** Recife: IPA, 2002. (IPA. Documentos, 30).

SILVA, J. A. da.; BONOMO. P.; DONATO, Sérgio L. R.; PIRES, Aureliano J. V.; ROSA, Raul C. C.; DONATO, Paulo E. R.; **Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações químicas.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 7, supl., p. 866- 875, 2012.

SIMÕES, D. A.; SANTOS, D. C.; DIAS, F. M. **Introdução da palma forrageira no Brasil.** IN: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). In: **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 13-26.

SUDZUKI, H. F. **Anatomia e morfologia.** In: **Agroecologia cultivos e usos da palma forrageira.** Estúdio da FAO em produção e proteção vegetal. 2001, p. 28-35, 2001.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S. **Manual de fisiologia vegetal.** São Luis: EDUFMA, 2010. 230p.

WARUMBY, J. F.; ARRUDA FILHO, G. P. de; CAVALCANTI, V. A. L. B.; ARRUDA, G. P. de **Pragas da palma.** In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 65-80.

WARUMBY, J. F.; TAVARES FILHO, J. J.; SANTOS, D. C.; ARRUDA, G. P. **Controle integrado da cochonilha *Diaspis echinocacti* (Homoptera, Diaspididae) que ocorre sobre a palma forrageira no Nordeste.** Recife: IPA, 1993.

O PAPEL DAS RIZOBACTÉRIAS NÃO SIMBIÓTICAS NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Saul de Campos de Melo Almeida¹, Arthur Costa Pereira Santiago de Almeida¹, Clara Beatriz de Ataíde¹, Tania Marta Carvalho dos Santos¹, Elizabeth Simões do Amaral Alves³, Paula Cibelly Vilela da Silva² João Manoel da Silva³

¹Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA/UFAL, Rio Largo-AL

²Rede Nordeste de Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, RENORBIO-UFAL, Maceió-AL.

³Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE / Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Recife-PE

⁴Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Corrente-PI. E-mail: agrobio.jm@gmail.com

RESUMO

A natureza apresenta-nos uma infinidade de organismos que atuam de modo conjunto quanto as suas funções ecossistêmicas. Dentre estes, encontram-se os micro-organismos, os quais exercem papel fundamental na ciclagem de nutrientes, bem como nos benefícios que proporcionam às plantas. Esses benefícios têm sido há muito explorados pela agricultura para incremento de produtividade, onde as bactérias, por exemplo, são aplicadas em várias culturas e proporcionam altos rendimentos agrícolas. Nesse sentido, esse estudo buscou discutir sobre o papel das rizobactérias na produção agrícola por meio dos seus atributos e como estes podem favorecer as plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Bactérias promotoras de crescimento, Simbiose, Micro-organismos benéficos.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é um elemento essencial presente em muitas biomoléculas necessárias para sustentar a vida. Esse elemento está presente na atmosfera na forma de dinitrogênio (N₂), compondo cerca de 78% da atmosfera. Apesar desta abundância os organismos não são capazes de metabolizar N₂ diretamente. Uma das principais fontes de nitrogênio no solo é o processo de fixação biológica de N₂ atmosférico, assim com o nitrogênio.

O fósforo tem papel indispensável na biosfera, já que faz parte dos ácidos nucleicos, os quais armazenam o código genético. Muitas das substâncias intermediárias da fotossíntese e da respiração celular estão combinadas com fósforo, além disso, este faz parte da moeda energética da vida. O fósforo é um elemento essencial para o crescimento das plantas e aplicações contínuas são necessárias, já que uma pequena porcentagem do fósforo aplicado fica disponível às plantas.

Porém, os fertilizantes fosfatados mais usados, como os superfosfatos ou fosfatos de amônio, são extraídos de rochas fosfáticas em minas, causando despesas consideráveis de energia advindas de fontes não renováveis para seu processamento, transporte e sua distribuição. Para prevenir a deficiência deste nutriente é necessária a aplicação de grande quantidade de fósforo devido à fixação deste elemento ao solo, tornando-o pouco solúvel e não prontamente disponível às plantas (AMARAL, 2014).

Um dos grandes desafios da agricultura moderna é desenvolver sistemas de produção que melhorem rendimentos de forma sustentável, buscando eficiência de insumos, controle de pragas e doenças por meio de ferramentas biológicas e resistência a estresses ambientais (ROSENBLUETH et al., 2018).

As bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs) consistem em um amplo grupo de micro-organismos, habitando qualquer parte da planta (filosfera e tecidos internos) e rizosfera sem provocar prejuízos ao seu hospedeiro, desenvolvendo algum

mecanismo direto e/ou indireto que promova melhorias no crescimento e desenvolvimento das plantas. Nos últimos anos, o aumento no interesse de uma agricultura sustentável e ecológica levou os produtores a reduzir o uso de fertilizantes químicos e ao aumento do uso de compostos naturais e práticas como a inoculação das culturas com BPCPs (GARCÍA et al. (2017)), já que o uso indiscriminado de fertilizantes pode provocar problemas ambientais, como a eutrofização de águas superficiais e subterrâneas, poluição do solo e emissão de gases de efeito estufa. Nesse sentido, buscou-se por meio desse estudo entender o papel das rizobactérias não simbióticas na agricultura quanto as suas funcionalidades.

1. BACTÉRIAS E SUAS FUNCIONALIDADES

As rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (RPCP) constituem um grupo funcionalmente diverso de micro-organismos com grande potencial como bioestimulantes e biopesticidas. O microbioma associado a planta agora foi reconhecido como o fitomicrobioma, contendo uma diversidade de espécies que são essenciais para o bem-estar de suas plantas hospedeiras (SMITH; GRAVEL; YERGEAU, 2017).

Plantas e micro-organismos rizosféricos (na rizosfera ou na superfície da raiz) e endofíticos (que vivem dentro dos tecidos vegetais) têm associações complexas uns com os outros, e estas são críticas para plantas e micro-organismos em termos de absorção de nutrientes, sobrevivência, desenvolvimento, crescimento e reprodução (FAN; SMITH (2021). Bactérias benéficas colonizadoras de raízes, como RPCP, são conhecidas por incluir espécies de *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligen*, *Arthobacter*, *Burkholderia*, *Bacillus* e *Serratia*, que demonstraram auxiliar no crescimento das plantas: por controlar fitopatógenos (ROSENBLUETH; MARTÍNEZ-ROMERO (2006), fixação do nitrogênio (MOREIRA et al., 2010; REPKE et al., 2013), melhorando as respostas das plantas a estresses abióticos (VURUKONDA et al., 2016; SILVA et al., 2019; MONTALDO et al., 2021) alteração/produção de fitohormônios e mobilização de nutrientes do solo (MELDAU et al., 2012; RAMOS et al., 2022).

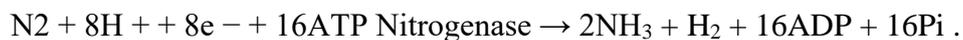
Recentemente, alguns mecanismos de promoção de crescimento adicionais foram descobertos, como produção de bacteriocina, produção de sinais do micro-organismos para planta e alívio da deficiência de enxofre (MELDAU et al., 2012; SUBRAMANIAN; SMITH 2015; FAN; SMITH, 2021).

a. Fixação Biológica de Nitrogênio

Nitrogênio é um elemento essencial presente em muitas biomoléculas necessárias para sustentar a vida. Este elemento está presente na atmosfera na forma de dinitrogênio (N_2), compondo cerca de 78% da atmosfera. Apesar desta abundância os organismos não são capazes de metabolizar N_2 diretamente (SOUZA, 2017).

As formas fixadas, como amônia (NH_3) e nitrato (NO_3^-), são as mais utilizadas pelos seres vivos (HOFFMAN et al., 2014). Os mecanismos para reduzir N_2 a NH_3 são: descargas elétricas na atmosfera, através do processo industrial Haber–Bosch e pelo processo de redução enzimática, chamado de fixação biológica de N_2 (FBN) (MOREIRA; SIQUEIRA (2006).

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é um dos processos naturais mais importantes do planeta, assim como a fotossíntese. A maior parte do nitrogênio fixado no ambiente terrestre é originada da FBN. Esse processo é intermediado por micro-organismos que reduzem o nitrogênio atmosférico (N_2) a amônia (NH_3), por meio do complexo enzimático nitrogenase, segundo a reação:



As bactérias que realizam esse processo são chamadas de diazotróficas, e são as principais fontes naturais de N dos solos agrícolas. Os micro-organismos diazotróficos são capazes de crescer em ambientes isentos de nitrogênio combinado (DIXON; KAHN, 2004), utilizando como fonte de nitrogênio a forma gasosa (N_2), a qual é reduzida a amônia e assimilada na forma de aminoácidos pelas plantas.

Bactérias fixadoras de nitrogênio são geralmente classificadas como simbióticas e não-simbióticas. O grupo das simbióticas inclui os actinomicetos que formam actinorrizas, as cianobactérias que formam simbioses com diatomáceas fungos e plantas, além de membros da família Rhizobiaceae, os quais podem formar simbioses com plantas leguminosas. O grupo das não-simbióticas é representado por bactérias de vida-livre ou associativas, as quais podem colonizar a rizosfera, filosfera ou ocorrer endofiticamente em diversas espécies vegetais (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Bactérias diazotróficas de vida livre ou associativas são um vasto grupo com a capacidade de colonizar muitas famílias de plantas, isolados de raízes e partes aéreas de planta de importância agrônômica ou de espécies arbóreas de diferentes biomas. Os primeiros diazotróficos de vida livre identificados, *Beijerinckia fluminensis* e *Beijerinckia indica*, foram isolados da superfície da cana-de-açúcar (DÖBEREINER; RUSCHEL (1958). Vários gêneros foram identificados como diazotróficas não simbióticas (BDNS) (KENNEDY et al., 2004) *Acetobacter*, *Azoarcus*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Herbaspirillum*, *Glucenobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus* (MOREIRA et al., 2010).

O efeito positivo de algumas espécies bacterianas diazotróficas na produção de plantas não leguminosas pode não ser apenas devido à fixação de nitrogênio, mas outros mecanismos também podem contribuir para as respostas de crescimento observadas em plantas não leguminosas (BERTHRONG et al., 2014).

Algumas bactérias diazotróficas, incluindo as dos gêneros: *Pantoea*, *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Herbaspirillum*, *Enterobacter*, *Brevundimonas* e *Burkholderia* foram encontradas associadas a plantas de milho (MONTAÑEZ et al., 2012). Uma cepa de *Bacillus* com múltiplas características promotoras de crescimento isolada da rizosfera de milho, foram inoculadas em sementes de plantas, e observou-se maior germinação de sementes, biomassa, aumento do teor de nitrogênio e clorofila nas plântulas (ABIALLA et al., 2015).

As associações entre BDNS e plantas não leguminosas são denominadas comumente de simbiose associativa ou fixação de nitrogênio associativa (SILVA et al., 2017), apresentam a capacidade de colonizar as raízes e outros tecidos internos das plantas sem, causarem sintomas de doenças. A contribuição da FBN associativa à nutrição vegetal não é tão significativa como as simbioses, entretanto, se for considerada a grande extensão de terras recobertas por gramíneas e cereais, este fenômeno se torna importante, em termos globais (MOREIRA et al., 2010). As bactérias diazotróficas associativas são encontradas em diferentes espécies vegetais, incluindo representantes da família Poaceae, tais como arroz, milho e cana-de-açúcar (MOREIRA et al., 2010).

As bactérias diazotróficas não simbióticas (BDNS) podem desempenhar importante papel no crescimento e desenvolvimento das plantas, pois além de incorporarem nitrogênio por meio da fixação biológica (KENNEDY et al., 2004), produzem e liberam substâncias reguladoras do crescimento vegetal (DOBBELAERE et al., 2003), atuam na solubilização de fosfatos (SHUKLA et al., 2008), podem aumentar os teores de C orgânico e do N do solo, além de contribuir com a retenção de nutrientes na rizosfera das plantas (YADAV et al., 2009). BDNS como *Herbaspirillum* e *Burkholderia* têm grande potencial de fixação biológica de nitrogênio em associação com

plantas não leguminosas, como arroz, milho, cana-de-açúcar, entre outras (FERREIRA et al., 2011).

2.2 Bactérias solubilizadoras de fosfato

O fósforo é um elemento essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, sua disponibilidade nos solos geralmente é baixa devido aos diferentes processos de imobilização que ocorrem neste. Para suprir as necessidades das plantas é necessário colocar grandes quantidades de fósforo no solo (SILVA FILHO; VIDOR, 2000).

Depois do nitrogênio, o fósforo é o segundo elemento mais requerido pelas plantas para seu crescimento e produção. O fósforo faz parte das moléculas essenciais para a vida das plantas e animais como adenosina trifosfato (ATP), ácido desoxirribonucleico (DNA) e fosfolipídeos (ANTOUN, 2012).

O fósforo (P) tem um ciclo complexo no ambiente terrestre, composto por alta diversidade de formas. O ciclo é compreendido pelas adições e perdas; as adições podem ocorrer de diferentes formas: 1) pela via do P que está presente nas plantas e animais, sendo liberado na matéria orgânica, 2) pela liberação das rochas ao solo e 3) pelas adições feitas com adubações (GONZÁLEZ et al., 2014)

Bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs) com habilidade de solubilizar fosfatos e fixar nitrogênio atmosférico são de grande interesse agrícola, pois melhoram o fornecimento de dois nutrientes essenciais para o crescimento das plantas. Apesar de existir uma grande reserva de fósforo no solo, apenas uma pequena porção do total está disponível para as plantas. BPCPs podem intermediar a conversão de formas insolúveis de fósforo mineral para as solúveis através da liberação de ácidos orgânico ou inorgânicos. Podem também desfosforilar formas orgânicas de fosfato através de fosfatases, aumentando a disponibilidade do nutriente na solução do solo (BASHAN; DE-BASHAN, 2010).

As bactérias transformam fosfatos insolúveis em formas solúveis pela ação de diferentes mecanismos diretos ou indiretos. Dentre eles, destacam-se: i) ação de ácidos orgânicos produzidos por micro-organismos, ii) quelatção dos elementos responsáveis pela insolubilidade dos fosfatos presentes e iii) assimilação direta de fosfatos insolúveis por micro-organismos que os acumulam em suas células e os liberam posteriormente (RESTREPO-FRANCO et al., 2015).

Estudo realizado com bactérias solubilizadoras de fosfato (BSP) *Pseudomonas* sp. e *Klebsiella* sp, associadas com doses de superfosfato triplo (SPT), resultaram em percentuais de fósforo total na parte aérea do trigo maiores nos tratamentos com inoculante e 15 kg P ha⁻¹ do que nos tratamento com dose de 30 kg P ha⁻¹, sem adição do inoculante (HOSSAIN; SATTAR, 2014) .

Avaliando-se a solubilização de P por *Burkholderia gladioli*, *E. aerogenes* e *Serratia marcescens*, na presença de rocha fosfática Mussoorie, verificou-se aumentos na disponibilidade de fósforo no solo entre 86 e 576%, comparando solos inoculados com não-inoculados (GUPTA et al., 2011). Já os aumentos de fósforo absorvido pelas plantas em solo inoculado com BSP, variaram de 64 a 273%.

2.3 Bactérias Diazotróficas na Cultura do Milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie que pertence à família Gramineae/Poaceae, com origem no teosinto, *Z. mays*, subespécie mexicana (*Z. mays* ssp. mexicana (Schrader) Iltis,) há mais de 8000 anos e que é cultivada em muitas partes do Mundo (Estados Unidos da América, República Popular da China, Índia, Brasil, França, Indonésia, África do Sul etc.) (GUIMARÃES et al., 2021). A sua grande adaptabilidade, representada por variados genótipos, permite o seu cultivo desde o Equador até ao limite das terras temperadas e

desde o nível do mar até altitudes superiores a 3600 metros, encontrando-se, assim, em climas tropicais, subtropicais e temperados (GUIMARÃES et al., 2021).

O milho é o cereal mais cultivado no Brasil e no mundo. Apresenta grande relevância no contexto econômico e produtivo no Brasil. Com isso, para fortalecer ainda mais a cultura no país, novas técnicas surgem com a finalidade de contribuir com aumento de produtividade de forma sustentável (GUIMARÃES et al., 2021).

O cultivo de cereais demanda grandes quantidades de nutrientes para atingir altos rendimentos. A adição de fertilizantes sintéticos é a principal via utilizada pela agricultura convencional. Os nutrientes adicionados em cultivos de larga escala estão sujeitos a grandes perdas principalmente por lixiviação, volatilização e erosão do solo. Cerca de 50% do nitrogênio (N) adicionado como fertilizante é perdido pela lixiviação e volatilização (GUIMARÃES et al., 2021).

Especialmente em solos intemperizados, como ocorrem em grande parte das áreas cultivadas no Brasil, o fósforo (P) possui forte grau de interação com o solo. Isto requer recomendação de altas doses deste nutriente em função de sua baixa eficiência de aproveitamento que está relacionada à elevada capacidade de adsorção pelo solo, notadamente sob culturas de ciclo curto, como o milho (GUIMARÃES et al., 2021).

Na família Poaceae, a FBN é conhecida desde que a bactéria *Beijerinckia fluminensis* foi isolada da rizosfera de cana-de-açúcar. Contudo, foi somente após a redescoberta de bactérias do gênero *Azospirillum* que aumentou o interesse pelo estudo da FBN em gramíneas (BALDANI; BALDANI, 2005). Várias bactérias diazotróficas foram isoladas da cultura de milho, destacando-se as espécies *A. lipoferum*, *A. brasilense* e *H. seropedicae* (REIS et al., 2004).

Tem sido relatado que a FBN pelas BPCP contribui de 12 a 70% da absorção total de N em cultivo no campo ou 26,7 kgN.ha⁻¹ (70% da absorção total de N) em milho, bem como aumento na captação de fósforo como resultado da inoculação de *B. subtilis* e *A. brasilense*, com um aumento de 100% e 54,6% na eficiência do uso do fósforo, respectivamente (PEREIRA et al. (2020).

4. CONCLUSÕES

Dada a diversidade funcional das rizobactérias, denota-se a importância de seu estudo e como essas funções podem incrementar a agricultura indo além da questão da produtividade, mas também como mecanismo de manutenção e conservação dos agroecossistemas.

REFERÊNCIAS

ABIALA, M. et al. Phytobeneficial properties of bacteria isolated from the rhizosphere of maize in southwestern Nigerian soils. **Applied and environmental microbiology**, v. 81, n. 14, p. 4736-4743, 2015.

ABOU-EL-SEOUD, I. I.; ABDEL-MEGEED, A. Impact of rock materials and biofertilizations on P and K availability for maize (*Zea mays*) under calcareous soil conditions. **Saudi journal of biological sciences**, v. 19, p. 55-63, 8 2013.

AMARAL, M. B. **Inoculação de bactérias solubilizadoras de fosfatos e fixadoras de nitrogênio dos gêneros *Herbaspirillum* e *Azospirillum* em plantas de arroz**. 2014. 39f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.

- ANTOUN, H. Beneficial microorganisms for the sustainable use of phosphates in agriculture. **Procedia Engineering**, v. 46, p. 62-67, 2012.
- BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: special emphasis on the Brazilian experience. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 77, n. 3, p. 549-579, 2005.
- BASHAN, Y.; DE-BASHAN, L. E. **How the plant growth-promoting bacterium Azospirillum promotes plant growth—a critical assessment**. In: Advances in agronomy. [S.l.]: Elsevier, 2010. p. 77-136.
- BERTHRONG, S. T. et al. Nitrogen fertilization has a stronger effect on soil nitrogen-fixing bacterial communities than elevated atmospheric CO₂. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 80, p. 3103-12, 3 2014.
- DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 22, n. 2, p. 107 – 149, 2003.
- DÖBEREINER, J.; RUSCHEL, A. P. Uma nova espécie de Beijerinckia. **Revista de Biologia**, v. 1, p. 261-272, 1958.
- FAN, D.; SMITH, D. L. Characterization of Selected Plant Growth-Promoting Rhizobacteria and Their Non-Host Growth Promotion Effects. **Microbiology Spectrum**, v. 9, p. e0027921, 2021.
- GARCÍA, J. E. et al. In vitro PGPR properties and osmotic tolerance of different Azospirillum native strains and their effects on growth of maize under drought stress. **Microbiological research**, v. 202, p. 21-29, 2017.
- GONZÁLEZ, L. C. et al. Use of filter cake enriched with rock phosphate and biofertilizers in a Haplustox soil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, 2014.
- GUIMARÃES, V. F. et al. Eficiência de inoculante contendo Bacillus megaterium (B119) e Bacillus subtilis (B2084) para a cultura do milho, associado à fertilização fosfatada. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e431101220920, 2021
- GUPTA, M. et al. Enhanced biomass and steviol glycosides in Stevia rebaudiana treated with phosphate-solubilizing bacteria and rock phosphate. **Plant Growth Regulation**, v. 65, n. 3, p. 449-457, 2011.
- HOFFMAN, B. M. et al. Mechanism of nitrogen fixation by nitrogenase: the next stage. **Chemical Reviews**, v. 114, p. 4041-4062, 1 2014.
- HOSSAIN, M.; SATTAR, M. Effect of inorganic phosphorus fertilizer and inoculants on yield and phosphorus use efficiency of wheat. **Journal of Environmental Science and Natural Resources**, v. 7, n. 1, p. 75-79, 2014.
- MELDAU, D. G.; LONG, H. H.; BALDWIN, I. T. A native plant growth promoting bacterium, Bacillus sp. B55, rescues growth performance of an ethylene-insensitive plant genotype in nature. **Frontiers in Plant Science**, v. 3, p. 112-116 2012.

MONTALDO, Y. et al. Bacterial biofilm production and water stress resistance by rhizobacteria associated to sugarcane (*Saccharum officinarum*) Linnaeus (POACEAE). **Diversitas Journal**, v. 6, n. 2, p. 1899-1909, 2021.

MONTAÑEZ, A. et al. Characterization of cultivable putative endophytic plant growth promoting bacteria associated with maize cultivars (*Zea mays* L.) and their inoculation effects in vitro. **Applied Soil Ecology**, v. 58, p. 21-28, 2012.

MOREIRA, F. M. de S. et al. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 74 – 74, 2010.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.

PEREIRA, N. C. M. et al. Corn yield and phosphorus use efficiency response to phosphorus rates associated with plant growth promoting bacteria. **Frontiers in Environmental Science**, v. 8, 2020.

RAMOS, P. de P. et al. Isolamento, caracterização de rizobactérias e análise da produção de ácido indolacético visando ao enraizamento de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.). **Ciência Florestal**, v. 31, p. 1612-1630, 2022.

REIS, V. et al. *Burkholderia tropica* sp. nov., a novel nitrogen-fixing, plant-associated bacterium. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, Microbiology Society**, v. 54, n. 6, p. 2155-2162, 2004.

REPKE, R. A. et al. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, p. 214-226, 2013

RESTREPO-FRANCO, G. M. et al. Bacterias solubilizadoras de fosfato y sus potencialidades de uso en la promoción del crecimiento de cultivos de importancia económica. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, v. 46, n. 1, p. 63-76, 2015.

ROSENBLUETH, M. et al. Nitrogen Fixation in Cereals. **Frontiers in microbiology**, v. 9, p. 1794-1798 2018.

ROSENBLUETH, M.; MARTÍNEZ-ROMERO, E. Bacterial endophytes and their interactions with hosts. **Molecular plant-microbe interactions**, v. 19, p. 827-837, 8 2006.

SHUKLA, S. et al. Improving rhizospheric environment and sugarcane ratoon yield through bioagents amended farm yard manure in udic ustochrept soil. **Soil & Tillage Research**, v. 99, p. 158-168, 2008.

SILVA FILHO, G. N.; VIDOR, C. Solubilização de fostatos por microrganismos na presença de fontes de carbono. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 311-319, 2000.

SILVA, C. dos S. et al. Bioprospecting of endophytic bacteria (*'Bacillus'* spp.) from passionfruit (*'Passiflora edulis'* Sims f. 'flavicarpa') for plant growth promotion. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 8, p. 1369-1374, 2019.

SILVA, T. F. et al. Bactérias diazotróficas não simbióticas e enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira (*Olea europaea* L.). **Ciência Florestal**, v. 27, p. 61-71, 2017.

SMITH, D. L.; GRAVEL, V.; YERGEAU, E. Editorial: Signaling in the Phytomicrobiome. **Frontiers in plant science**, v. 8, p. 611-5 2017.

SOUZA, A. A. D. **Resposta do milho e do tomateiro à inoculação com bactérias diazotróficas isoladas da superfície de folhas**. 2017. 79 p. Dissertação (Solos e Nutrição de Plantas) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

SUBRAMANIAN, S.; SMITH, D. L. Bacteriocins from the rhizosphere microbiome - from an agriculture perspective. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 909 –, 11 2015.

VURUKONDA, S. S. K. P. et al. Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. **Microbiological Research**, v. 184, p. 13 – 24, 2016

BIOESTIMULANTES EM MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Augusto Oliveira Guedes Soares², Vinicius Rodrigues dos Santos Sena¹, Adiel Felipe da Silva Cruz¹, Fernanda Borges Martins¹, José Matheus da Silva Barbosa¹, Rhadija Gracyelle Costa Sousa¹, Helder Windson Gomes dos Santos Oliveira¹, João Victor Ribeiro da Silva¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB

²Faculdade de Enfermagem Nova Esperança- FACENE, João Pessoa-PB

e-mail: augustoguedess@hotmail.com

RESUMO

A cana-de-açúcar é considerada a maior cultura colhida no mundo em quantidade de produção, sendo o Brasil o maior produtor mundial. Contudo, alguns entraves como condições edafoclimáticas dificultam a padronização do manejo agrônomo da cultura, fazendo com que os produtores precisem elevar os custos de produção e diminuir a longevidade do canavial. Para contornar tais problemas, o uso de tecnologias vem se tornando promissores, como é o caso dos bioestimulantes aliado ao uso de mudas pré-brotadas. Nesse sentido, esse trabalho objetivou realizar por meio de pesquisa bibliográfica, o levantamento das peculiaridades do efeito do uso de bioestimulantes em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. Esse trabalho foi desenvolvido com base em uma pesquisa bibliográfica, sendo esta conduzida por meio de buscas em artigos científicos nacionais e internacionais, adotando-se o método de revisão integrativa. Os resultados mostram que o uso de bioestimulantes em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar apresenta-se como um potencial alternativo para o incremento no crescimento e desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar. Dessa forma, são necessárias mais pesquisas a fim de fornecer melhores informações sobre os interesses agrônomo. No entanto, os trabalhos apontam que o uso dessa tecnologia se encontra em crescimento, visto sua alta eficiência.

PALAVRAS-CHAVE: Biorregulador, MPB, Nutrição.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), é uma cultura de relevada importância no Brasil e no mundo, sendo destaque no agronegócio brasileiro (FIGUEIREDO et al., 2022). Essa cultura alcança superiores a 8 milhões de hectares, deixando o Brasil como o maior produtor mundial e promissor no panorama da produção de açúcar e etanol, bem como seus diversos derivados, sendo a principal fonte geradora de açúcar no mundo, participando de mais de 80% na produção dessa matéria-prima (CONAB, 2021; KAAB et al., 2019), chegando a 300 milhões de toneladas anualmente (PARIDA et al., 2020) e produtividade média de 75,96 kg ha⁻¹.

No estado da Paraíba, essa cultura se destaca especialmente em regiões litorâneas, com produção estadual que respondeu em 6242,1 milhões de toneladas na safra 2020/21, produtividade média de 52,76 kg ha⁻¹ e área de cultivo de 119 mil hectares, representando quase 1% da área ocupada com a cultura no país (CONAB, 2021). Para a safra 2023/23, estimasse que no Brasil tenha 8.307,3 mil hectares produzidos com cana-de-açúcar, com produtividade média esperada em torno de 72,026 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022). Na mesma

safrá, estimasse que o estado da Paraíba chegue a uma produção total de 6.946 mil toneladas de cana-de-açúcar.

No entanto, para que o Brasil consiga se manter no patamar dos países produtores de cana-de-açúcar, estudos a nível nacional e regional vem sendo realizados, de modo a buscar viabilizar uma agricultura de forma eficiente, no entanto, alguns problemas como variações de solo e clima dificultam a padronização do manejo agrônômico da cultura, fazendo com que os produtores precisem aumentar os custos de produção e diminuir a longevidade do canavial (KURINA et al., 2018). Assim, com o intuito de driblar tais entraves, o uso de tecnologias vem se tornando promissores, como é o caso dos bioestimulantes, capaz de favorecer e estimular o controle hormonal na planta, proporcionando mudanças nos processos vitais e estrutural do vegetal, além de seu potencial de aumentar de forma significativa a produtividade da cultura (BHUPENCHANDRA et al., 2022).

Além da utilização dos bioestimulantes, o uso de mudas pré-brotadas (MPB) vem sendo utilizada para aprimorar os campos de produção de cana-de-açúcar, visto sua capacidade de permitir a rápida produção de mudas com bom padrão fitossanitário, vigor e uniformidade, favorecendo o stand inicial do canavial e seu crescimento e desenvolvimento de forma próspera (SANTOS et al., 2018), além da possibilidade de reduzir a quantidade de colmos utilizados para o cultivo, saindo de 20 t ha⁻¹ (convencional) para 3 t ha⁻¹ (MPB).

Dessa forma, entende-se que a utilização de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar é considerada uma boa alternativa para a evolução do setor canavieiro do país, aliado ao uso de bioestimulantes nessa prática. Nesse sentido, esse trabalho objetivou realizar por meio de pesquisa bibliográfica, o levantamento das peculiaridades do efeito do uso de bioestimulantes em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi desenvolvido com base em uma pesquisa bibliográfica, sendo esta conduzida por meio de buscas em artigos científicos nacionais e internacionais, bem como nos dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Para tanto, adotou-se o método de revisão integrativa, tipo de método que proporciona além da síntese de conhecimento, a incorporação da aplicabilidade prática dos resultados de estudos significativos (SOUZA et al., 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar

O sistema de mudas pré-brotadas (MPB), foi criado pelo Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), o que permitiu conseguir aumentar a eficiência e ganho econômico no cultivo de viveiros, replantio das áreas comerciais, expansão e renovação dos canaviais (CUNHA BRAGA et al., 2019). Para a produção de mudas através do método MPB, se utiliza de colmos que são oriundos de viveiros básicos expostos a protocolos de qualidade, ocorrendo sete etapas em um período de 60 dias aproximadamente (XAVIER et al., 2016), sendo divididas em: corte de minirrebolos; tratamento dos minirrebolos; caixas de brotação; individualização ou repicagem; aclimatação; rustificação e muda pré-brotada.

Levando em consideração que a cana-de-açúcar apresenta alto potencial de produção de perfilhos, o uso de forma abundante de gemas no plantio como é realizado de forma convencional tende a aumentar a competição por fatores como água, luz e nutrientes, gerando um aumento da morte de um maior número de perfilhos (LANDEL et al., 2012), que por consequência afeta o stand inicial do canavial. Além disso, as falhas que ocorre

em áreas de cultivo convencional são resultados principalmente da falta de uniformidade de brotação (AQUINO et al., 2018). Para resolver tais problemas, a utilização de mudas pré-brotadas vem sendo uma alternativa promissora, especialmente por apresentar rápida multiplicação de produção de mudas, com elevado padrão fitossanitário, vigor e uniformidade de plantio (LANDELL et al., 2012). Além disso, os mesmos autores apontam que o uso de MPB acarreta em outras vantagens como diminuição do número de mudas que é utilizada em campo, visto que o plantio convencional utiliza entre 18 a 20 toneladas de cana para cada hectare plantado, diferente do sistema em MPB que faz uso apenas de 3 toneladas.

Dessa forma, esse sistema vem sendo utilizado pela sua alta eficácia na uniformidade nas linhas de plantio e, portanto, reduz de forma considerável o número de falhas e diminui a quantidade de colmos na operação de cultivo mecanizado (SANTOS; BORÉM, 2013). Todavia, o estabelecimento de um apropriado stand do canavial por meio de mudas pré-brotadas somente é atingido com o uso de mudas que apresentem elevada qualidade (FRANCO et al., 2020). Na etapa de produção das mudas, o tipo, tamanho do local para armazená-las, e ainda o número de reserva do minirrebolo são alguns dos fatores básicos que influenciam a brotação e o crescimento inicial das plantas, e, com isso, a qualidade da muda produzida (FRANCO et al., 2020).

O tamanho do minirrebolo que se recomenda para esse sistema de multiplicação é de 3,0 cm, contendo uma única gema (LANDEL et al., 2012). Segundo May et al. (2018), ao investigarem diferentes tamanhos de minirrebolos para cultivo de cana-de-açúcar, constataram que o minirrebolo de 3,5 cm de comprimento se adequa melhor quando comparado aos de 2,2 e 2,9 cm, resultando em mudas com melhor qualidade. Gírio et al. (2015), ao investigarem a pesagem dos minirrebolos para cultivo, observaram que aqueles contendo 4,5 gramas resultaram em maior índice de brotação e produção de massa seca de raiz quando comparado aos de 1,5 e 3,0 gramas.

Assim, o sistema de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar surge como uma tecnologia que simplifica e agiliza o sistema de cultivo, visto ser um método totalmente mecanizado com o uso de equipamentos leves (BERTOLINO; ALVES, 2014), com viabilidade mesmo sob o cultivo mínimo, cultivados a 30 cm de profundidade e recobertos com 5 a 8 cm de solo (MARTINHO et al., 2010).

Campana et al. (2016) ao estudarem diferentes formas de plantio da cana-de-açúcar (convencional) e (MPB), observaram semelhanças na quantidade de colmos produzidos por metro, mostrando a eficácia do sistema de MPB ao utilizar menos gemas por metro quando comparado ao cultivo convencional. Na atualidade, um grande aliado à tecnologia MPB é a utilização de produtos tecnológicos que aumentam o rendimento nas características agrônômicas das plantas, agindo como estimulantes vegetais, como é o caso dos bioestimulantes.

Bioestimulantes em mudas pré-brotadas

O uso de bioestimulantes na agricultura vêm se mostrando como uma tecnologia de elevado potencial no aumento da produtividade das culturas, em especial, a da cana-de-açúcar (LOPES et al., 2020), considerados compostos fitohormônios que provocam alterações no metabolismo da planta, influenciando nos processos de emergência, enraizamento, crescimento e florescimento, visando maior rendimento produtivo da cultura. Em mudas pré-brotadas, essa tecnologia vindo sendo empregada proporcionando resultados positivos, visto seu uso para o crescimento radicular e perfilhamento terem se tornando uma prática agrícola comumente utilizada nos canaviais.

Assim, o uso de bioestimulantes nas plantas as leva a um melhor aproveitamento de nutrientes em seus tecidos, com modificações no metabolismo do vegetal de forma benéfica, o que levou essa tecnologia a uma alta procura pelos cientistas, com elevada

tendência de crescimento para o setor agropecuário sustentável (NARDI et al., 2016). Em mudas pré-brotadas, os bioestimulantes tem a capacidade de agir nos processos vitais e estruturais da cultura, de modo a melhorar a qualidade da produção e incrementar valores na produtividade, possibilitando ainda uma facilidade na realização da colheita, visto as alterações na morfologia e fisiologia do vegetal, gerando assim, modificações qualitativas e quantitativas na produção (SILVA, 2010).

Nesse sistema de tecnologia de MPB, é importante o uso de técnicas para prevenir a entrada de pragas e doenças, sendo o tratamento de minirrebolos com fungicidas uma delas, aumentando a qualidade da muda que será cultivada e aumenta sua resistência a doenças e fitopatógenos, acarretando em uma melhor implantação do canavial (LANDELL et al., 2012). Além disso, o bioestimulante pode levar ao aumento da absorção de nutrientes e da expansão celular da cana-de-açúcar, visto estar envolvido em rotas que estimulam o bombeamento de H^+ , mediado pela $H^+ -ATPase$ (SOUZA et al., 2019). Com base nos supracitados, os bioestimulantes também vem despertando interesses econômicos dos responsáveis técnicos e produtores agrícolas, visto seu uso estar crescendo de forma abundante nos últimos anos, tornando um mercado de elevado interesse no agronegócio (SILVA et al., 2019).

Com isso, na produção de mudas pré-brotadas, torna-se necessário o uso de técnicas que ajudem no enraizamento da cultura, visto a diminuição das reservas do colmo por consequência do tamanho do tolete favorecer a um enraizamento mais lento, no entanto, o uso de bioestimulantes ajuda a acelerar o processo de indução das raízes nos colmos, propiciando maior facilidade com o pegamento no solo (LANDELL et al., 2012).

Dentre os bioestimulantes utilizados, tem-se o do grupo das auxinas, considerado um hormônio sintético com alta resposta sobre a célula vegetal, de modo que favorece o enraizamento da planta (NOBERTO et al., 2001). As auxinas atuam nos genes das células vegetais, estimulando a síntese de enzimas que promovem o amolecimento da parede celular vegetal, fazendo com que ocorra a distensão das células (FERNANDES, 2021).

Além disso, plantas do grupo perene como a cana-de-açúcar, quando em contato com a ação da auxina, apresenta crescimento longitudinal do caule (FERNANDES, 2021). De modo geral, nas plantas, o bioestimulante age ativando três vias metabólicas (carbono, nitrogênio e via oxidativa), o que faz que resulte em melhor desenvolvimento da planta.

Assim, o manejo nutricional adequado consegue atender as necessidades da cana-de-açúcar, contudo, ainda faltam estudos sobre o uso destes, especialmente no tocante a adubação por meio de bioestimulantes, sendo este considerado um elemento essencial para o manejo da cana-de-açúcar, de forma que o stand do canavial é dependente da boa tecnologia que é utilizada no plantio (GAZOLA et al., 2017).

Perspectivas futuras

O número de pesquisas relacionados ao uso de bioestimulantes em cana-de-açúcar vem aumentando gradativamente, com boas perspectivas futuras no sistema de mudas pré-brotadas, trazendo aumento quantitativos e qualitativos na produção por intermédio dessa tecnologia (MAGALHÃES et al., 2017). Ao mesmo tempo, pesquisadores vem buscando encontrar melhores fontes de substâncias ou biomoléculas, de modo especial, compostos naturais que possam agir como promotores de crescimento para que o sistema de propagação de mudas pré-brotadas se torne sustentável (GAZOLA et al., 2017).

Ademais, a literatura aponta que pesquisas vêm sendo desenvolvidas na tentativa de solucionar os problemas ambientais ocasionados pelo processo de modernização agrícola, buscando mecanismos viáveis no tocante às técnicas agrícolas alternativas e sustentáveis (SILVA NETO et al., 2021), como por exemplo, voltadas ao sistema de MPB.

As evidências até o presente momento conhecidas sobre as atividades potenciais do uso de bioestimulantes em mudas pré-brotadas, torna-os um foco de atenção para

pesquisas desse tipo no Brasil, onde existe um grande número de área produtora da cultura. No Nordeste do país, há pouca informação sobre o assunto, então, o objetivo é contribuir para um maior conhecimento sobre o potencial do uso de bioestimulante em MPB de cana-de-açúcar, com base no conhecimento prévio sobre seus principais efeitos e modos de ação.

CONCLUSÕES

O uso de bioestimulantes em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar apresenta-se como um potencial alternativo para o incremento no crescimento e desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar.

Entende-se que mais pesquisas são necessárias a fim de fornecer melhores informações sobre os interesses agrônômicos. No entanto, os trabalhos apontam que o uso dessa tecnologia se encontra em crescimento, visto sua alta eficiência.

REFERÊNCIAS

AQUINO, G. S.; C. C. MEDINA, D. A.; SILVESTRE, E. C.; GOMES, A. C. B.; CUNHA, D. A. O.; KUSSABA, L. F.; ALMEIDA, M.; SHAHAB A. D.; SANTIAGO. Straw removal of sugarcane from soil and its impacts on yield and industrial quality ratoons. **Scientia Agricola**, v. 75, p. 526-529, 2018.

BERTOLINO, C. B.; ALVES, P. L. C. A. Seletividade de herbicidas para cana-de-açúcar no sistema Plene® em pré e pós-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 2, p. 197-206, 2014.

BHUPENCHANDRA, I.; CHONGTHAM, S. K.; DEVI, E. L.; RAMESH, R.; CHOUDHARY, A. K.; SALAM, M. D.; KHABA, C. I. Role of biostimulants in mitigating the effects of climate change on crop performance. **Front. Plant Sci**, v. 13, p. 967665, 2022.

CAMPANA, M. P.; XAVIER, M. A.; AFERRI, G.; PERECIN, D.; MIGUEL, P. E.; CARREGARI, H. R.; ANDRADE LANDELL, M. G. Cana-de-açúcar para a produção de material de propagação nos sistemas de mudas pré-brotadas (MPB) e tradicional. **STAB**, p. 221, 2016.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Brasília, DF, v. 9, n. 3 dezembro 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>. Acesso em: 20 de março de 2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Série Histórica das Safras**. Brasília: 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acessado em: 20 de março de 2023.

CUNHA BRAGA, N. C.; COSTA SEVERIANO, E.; SOUSA SANTOS, L.; NETO, A. R.; RODRIGUES, T. M.; LIMA, J. D. P. Production of sugarcane seedlings pre-sprouted in commercial and alternative substrates with by-products of the sugarcane industry. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 33-48, 2019.

FERNANDES, I. **A Importância das Auxinas para as plantas**. 2021. Disponível em: <https://agropos.com.br/auxinas>. Acesso em: 10 de janeiro de 2023.

FIGUEIREDO, H. C. N.; SERRA, J. C. V.; RIBEIRO, M. V. Obtaining and characterizing biodegradable composites from agroenergetic residues. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 19, n. 1, p. 01-13, 2022.

FRANCO, C. B.; SILVA OLIVEIRA, C. E.; SILVA, K. C.; STEINER, F. Qualidade de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em resposta ao tamanho do tubete e do minirrebolo. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 14, n. 1, 2020.

GAZOLA, T.; CIPOLA FILHO, M. L.; JÚNIOR, N. C. F. Avaliação de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar provenientes de substratos submetidos a adubação química e orgânica. **Científica**, v. 45, n. 3, p. 300-306, 2017.

GÍRIO, L. A. D. S.; DIAS, F. L. F.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S.; SCHULTZ, N.; BOLONHEZI, D.; MUTTON, M. A. Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 33-43, 2015.

KAAB A, SHARIFI M, MOBLI H, NABAVI-PELESARAEI A, CHAU KW. Use of optimization techniques for energy use efficiency and environmental life cycle assessment modification in sugarcane production. **Energy**, v. 181, p. 1298-1320, 2019.

KURINA, F. G.; HANG, S.; CORDOBA, M. A.; NEGRO, G. J.; BALZARINI, M. G. Enhancing edaphoclimatic zoning by adding multivariate spatial statistics to regional data. **Geoderma**, v. 310, p. 170-177, 2018.

LANDELL, M. G. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. Ribeirão Preto: Instituto Agrônomo de Campinas, 2012. 17 p. Disponível em: <http://www.sgp.apta.sp.gov.br/sgp.apta/projeto/sistema-de-multiplicacao-de-cana-de-acar-com-uso-de-mudas-pr-brotadas-mpb/276>. Acesso em: 20 de março de 2023.

LOPES, I.; SILVA, J. A. B.; SIMÕES, W. L.; BARROS, E. S. C.; NASCIMENTO, F. M. F.; AMOTIM, M. D. N. Formas de aplicação de bioestimulante na produção da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 14, n. 1, p. 3823 – 3834, 2020.

MAGALHÃES, W. A.; OLIVEIRA PEREIRA, L. F.; LEMOS, J. P. **Efeito de doses de biorregulador vegetal no desenvolvimento de mudas de cana-de-açúcar pelo sistema de mudas pré-brotadas – MPB**. 2017. 7f. Instituto Federal de Minas Gerais, 2017.

MARTINHO, L.; BOCCHI, M.; JEPSON, I.; MOREIRA, M.; CARVALHO, J. C. Plene, an innovative approach for sugarcane planting in Brazil. **Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 27, p. 1-10, 2010.

MAY, A.; RAMOS, N. P.; SANTOS, M. D. S.; SILVA, E. H. F.; ROSSI, P.; SILVA VIANA, R. Pre-sprouted seedlings production methods through buds or mini-stems: Emergence and initial development of sugarcane cultivars. **Científica**, v. 46, n. 4, p. 403-411, 2018.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; SCHIAVON, M.; ERTANI, A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. **Scientia Agricola**, v. 73, p. 18-23, 2016.

NORBERTO, P. M.; CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; VEIGA, R. D.; PEREIRA, G. E.; MOTA, J. H. Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). **Ciência Agrotécnica**, v. 25, n. 3, p. 533-41, 2001.

PARIDA, S.; GOCHHAYAT, S.; MAHALIK, G. Varietal Susceptibility and Major Diseases of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) in Seven Villages of Bhubaneswar, Odisha. **International Journal of Natural Sciences**, v. 10, n. 1, p. 8-12, 2020.

SANTOS, F. A.; BOREM, A. (Org.). **CANA: do Plantio a Colheita**. 1 ed. Viçosa: UFV, 2013. 257p.

SANTOS, S. A.; NUNES, N. A.; MORGADO, C. M. A.; SANTOS, M. M.; COSTA, R. B. Uso de estimulantes no desenvolvimento de mudas pré-brotadas de *Saccharum* sp. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC**, 2018. 5p.

SILVA NETO, J.; ROCHA, E. M. F.; CASTRO, R. B. R. Desenvolvimento Sustentável de Mudas Pré-Brotadas (MPB) de Cana-de-Açúcar Utilizando Ácido Indolbutírico de Sementes de *Phaseolus vulgaris* L. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 1624-1633, 2022.

SILVA, J. H. B.; SILVA, J. M.; SILVA, I. D. N.; PEREIRA NETO, F.; XAVIER, W. A.; NASCIMENTO, R. R. A. Uso de bioestimulantes na cana-de-açúcar para indução do número de entrenós. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2019.

SILVA, M. A. Biorreguladores: Nova Tecnologia Para Maior Produtividade E Longevidade Do Canavial. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 7, n. 2, 2010.

SOUZA, B. R.; PEIXOTO, J. D. S. G.; MARINHO, S. D. A. S.; BRAGA, S. C.; ANTERO, R. V. P. Estímulo da atividade das H⁺-ATPases por *Enterobacter* sp. em mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess (guanandi). **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 7, n. 3, p. 347-355, 2019.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Einstein (São Paulo), v. 8, p. 102-106, 2010.

XAVIER, M. A.; LANDELL, M. G. A.; AFERRI, G.; BIDOIA, M. A. P.; PETRI, R. H.; CARREGARI, H. R.; PERECIN, D. Mudas pré-brotadas (MPB) e produtividade de cana-de-açúcar. **STAB**, p. 238, 2016.

USO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA DE ORIGEM ANIMAL EM PLANTAS DE *SYZYGium MALACCENSIS*: UMA VISÃO GERAL

Vinicius Rodrigues dos Santos Sena¹, Domingos Francisco Correia Neto¹, Denilson de Lima Santos¹, Karla Mariana Silva¹, Dalva Maria de Almeida Silva², Francisco Gledson da Silva¹, Isabel Lopes de Medeiros³, Gisele Lopes dos Santos⁴

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB

²Escola Estadual de Ensino Profissional Antônio Mota – Tamboril, CE

³Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE, Garanhuns, PE

⁴Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA, Mossoró, RN

e-mail: viniciusrsena@hotmail.com

RESUMO

O jambeiro é uma planta exótica com boas qualidades, valor nutricional e se destaca pela sua importância econômica. Contudo, por ser uma cultura subvalorizada, sua produção se torna limitada em diversas regiões, sendo necessário o uso de tecnologias que ajudem a aumentar o seu potencial agrícola e reduzir os custos de produção, como é o caso do uso de adubos orgânicos de origem animal. Portanto, a presente revisão teve como objetivo demonstrar as recentes pesquisas relacionadas ao uso da adubação orgânica de origem animal em plantas de *Syzygium malaccensis*, enfatizando a importância desses esterco, em especial, o bovino, caprino e aviário, como um meio alternativo para a produção de frutíferas. Essa revisão foi desenvolvida com base em uma pesquisa bibliográfica, adotando-se o método de revisão integrativa, utilizando-se de trabalhos publicados sem restrição de idioma ou critérios de exclusão dos últimos 5 anos ou superior que apresentam relevância para o referente estudo. Após a organização dos artigos e leitura crítica acerca do assunto, observou-se que a adubação orgânica com uso de esterco bovino, caprino e aviário são consideradas boas opções para aumentar os campos de produção da cultura do jambeiro, no entanto, ainda são carentes as informações nesta área de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Jambo, Fruta, Esterco.

INTRODUÇÃO

O jambeiro *Syzygium malaccensis* (L.) Merr. & L.M. Perry, conhecido popularmente como jambo-rosa, jambo-vermelho, jambo-roxo, maça-malaia, jambroche e eugenia, é uma cultura exótica de origem asiática com boa adaptação a climas tropicais e utilizada na alimentação humana por fornecer frutas com alto valor nutricional, como antocianinas, ferro, ácido ascórbico e vitaminas, além de sua importância econômica por ser utilizada na arborização, confecção de medicamentos e possuir uma madeira utilizada para produção de objetos (MAJUMDER et al., 2021; MINI et al., 2021).

Assim sendo, torna-se interessante a exploração do potencial agrícola dessa cultura, ainda mais por ser uma planta exótica e subvalorizada em algumas regiões do Brasil e do mundo, sendo crucial a difusão do conhecimento das características que influenciam diretamente na sua produção, estabelecimento e multiplicação (MELO, 2018). De antemão, frutos com boa qualidade e boa produção é dependente de diversos fatores, começando pelo plantio, sendo viável o uso de tecnologias que ajudem o crescimento e desenvolvimento das plantas durante todo o ciclo, melhorando a qualidade, reduzindo os custos e que seja rentável ao produtor (ROCHA et al., 2017).

Na produção agrícola, diversas tecnologias são utilizadas para fins agronômicos, contudo, o alto custo de produção muito das vezes não se torna interessante. Assim sendo, é importante a utilização de meios alternativos e que respondam de forma positiva no vegetal, como é o caso do uso de substratos orgânicos de origem animal, com estudos que mostram sua capacidade de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, favorecendo a disponibilidade de nutrientes para as plantas e conseqüentemente aumentando sua produtividade (SILVA et al., 2017). Dentre esses substratos de origem animal, o esterco bovino (RIBEIRO et al., 2020), caprino (SANTOS et al., 2022) e aviário (HATA et al., 2021), vem se mostrando eficientes na agricultura, sendo importante o seu estudo para produção de frutíferas, em especial, de espécies de *S. malaccensis*.

Portanto, a presente revisão teve como objetivo demonstrar as recentes pesquisas relacionadas ao uso da adubação orgânica de origem animal em plantas de *Syzygium malaccensis*, enfatizando a importância desses estercos, em especial, o bovino, caprino e aviário, como um meio alternativo para a produção de frutíferas.

MATERIAL E MÉTODOS

Tipo de pesquisa

Essa revisão foi desenvolvida com base em uma pesquisa bibliográfica, sendo esta realizada por meio de buscas em artigos científicos nacionais e internacionais. Para tanto, adotou-se o método de revisão integrativa, tipo de método que proporciona além da síntese de conhecimento, a incorporação da aplicabilidade prática dos resultados de estudos significativos (SOUZA et al., 2010).

Procedimentos técnicos

Utilizou-se de trabalhos publicados sem restrição de idioma ou critérios de exclusão, com informações presentes em banco de dados disponíveis na internet e em livros, no período dos últimos 5 anos ou superior que apresentam relevância para o referente estudo. Para selecionar os artigos foram utilizados os seguintes descritores: “Jambeiro”, “*Syzygium malaccensis*”, “Jambo”, “Fruta”, “Adubação orgânica”, “Esterco bovino”, “Esterco caprino”, “Esterco aviário”, entre outros.

Dessa forma, com a seleção dos dados, tornou-se possível descrever a importância do uso da adubação orgânica de origem animal em plantas de *Syzygium malaccensis*. As informações coletadas foram por meio de consulta em publicações de autores de referência na área de estudo com posterior leitura crítica acerca do assunto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultura do jambeiro (*Syzygium malaccensis*)

Syzygium malaccensis (L.) Merr. & L.M. Perry, é uma espécie de árvore frutífera tropical perene conhecida como jambeiro, pertencente a família das Myrtaceae, com frutas crocantes e suculentas que se destacam por serem nutritivas e com coloração variada que vai do vermelho escuro a branco, consumida in natura ou através de compostas, geleias, sucos, saladas e entre outros (BANADKA et al., 2022).

Na Figura 1, pode-se observar uma ilustração do ciclo de vida do gênero *Syzygium*.

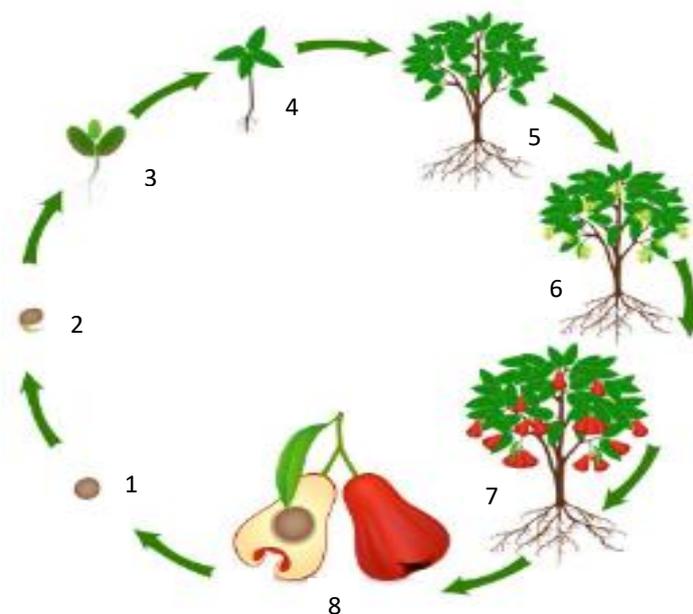


Figura 1. Ciclo de vida de plantas de *Syzygium* (sementes (1), germinação (2), brotação (3), plântulas (4), árvore (5), flores (6), árvore com frutas (7) e, frutas com sementes (8)). **Fonte:** Adaptado de Dreamstime (2023).

O fruto, a casca e a flor de jameiro apresentam propriedades farmacológicas importantes, com ação antibacteriana, anticâncer, antidiabético, anti-inflamatório, anti-mutação, atividade antinociceptiva, atividade antioxidante, efeito antiulcerogênico e atividade cicatrizante (BANADKA et al., 2022). Pesquisas apontam a existência entre 1200 a 1800 espécies de *Syzygium*, com grande parte sendo arbustos e árvores perenes, com frutos de sabor variando de ácido a altamente doce (ZULCAFLI et al., 2020). Os mesmos autores ainda apontam que o gênero *Syzygium malaccensis* podem atingir 25 metros de altura, com grandes raízes, tronco arredondado com ramos exuberantes e folhas na forma oblongas-obovadas a elípticas, subcoriáceas, com medição entre 5 a 20 cm de largura e 14 a 38 cm de comprimento e flores de 2 a 5 mm de comprimento, podendo ser encontrada em países como a Malásia, China, Índia, Indonésia, Japão e Brasil.

Por ser uma planta que apresenta atributos que a torna importante, é necessário estudos com vistas a aumentar os campos de produção. Assim sendo, na seção a seguir serão abordados alguns dos principais estudos sobre o uso da adubação orgânica de origem animal na produção de frutíferas, com ênfase na cultura do jameiro, afim de reunir dados pertinentes para subsidiar informações para produtores dessa exótica cultura.

Adubação orgânica de origem animal

Esterco bovino

O uso de substratos orgânicos é uma prática utilizada a muito tempo na agricultura, com surgimento na China na região do Rio Amarelo, datado em 8 mil anos a.C., em que os chineses faziam uso do resíduo vegetal, animal e até mesmo de humanos. A ideia de utilizar adubos orgânicos nos cultivos vem sendo utilizado até os dias atuais, e os substratos a base de esterco animal tem ganhado espaço nesta vertente, visto atuar na melhoria das propriedades do solo e fornece nutrientes importantes para o desenvolvimento vegetal, estimulando ainda os processos microbianos e aumento do rendimento produtivo das plantas (KRATZ; WENDLING, 2016; MOREIRA et al., 2021).

Dentre os substratos orgânicos de origem animal, os esterco bovinos são empregados em sistemas agrícolas com o intuito de melhorar as condições para o cultivo de frutíferas, proporcionando melhoria no metabolismo das plantas, sistema radicular e liberação dos nutrientes (CHRISTODOULU et al., 2019), em especial, o nitrogênio, podendo ser uma opção para substituir parte ou total da aplicação de fertilizantes minerais (BARBOSA et al., 2020).

Costa et al. (2020) estudando níveis de sombreamento e substrato como o esterco bovino para avaliar o efeito em mudas de jambo, observaram resultados promissores ao utilizar o esterco bovino para produção da cultura, especialmente ao fazer uso de 45% da adubação orgânica. Assim, a adubação ideal e na proporção adequada permite a produção de mudas de frutíferas de forma eficiente e mais saudável.

Dessa forma, o uso do esterco bovino vem mostrando resultados satisfatórios para a produção de fruteiras, como é o caso do jambeiro, proporcionando melhorias no solo como redução da densidade, aumento da agregação e aumento da porosidade e da retenção de água (N'DAFÁ et al., 2022). Na literatura, é carente de estudos direcionados ao uso de esterco bovino no jambeiro, contudo, as pesquisas apontam a necessidade de fazer uso desses materiais para o desenvolvimento da espécie, sendo necessário para tal, pesquisas direcionadas ao fornecimento adequado de nutrientes e propriedades físicas, visto o uso de forma errada ocasionar risco à saúde das plantas. Nesta perspectiva de adubação orgânica de origem animal em plantas, tem-se o esterco caprino como uma outra opção, como observado no tópico a seguir.

Esterco caprino

Cho et al. (2017) enfatizam que o esterco caprino é uma boa opção para produção agrícola, visto desempenhar funções nas plantas como aumento da produção de massa seca e favorecer os solos com aumento da fertilidade, atividade microbiológica e capacidade de retenção de água, apresentando ainda em sua composição teores de nitrogênio e diversos outros elementos importantes para o vegetal. Além disso, apresenta relação C/N menor quando comparado a outros esterco, como o bovino, o que confere rápida fermentação e utilização após um menor período de decomposição.

Souza et al. (2015) estudando a qualidade de mudas de frutíferas sob uso de adubação orgânica a base de esterco de caprino, observaram resultados positivos quanto as variáveis de crescimento, enfatizando ser uma alternativa que proporciona a obtenção de mudas com melhor padrão de qualidade e produção, especialmente utilizando 40% do esterco caprino.

Wahyudi et al. (2020) ao estudarem as características de crescimento e produção de jambeiro na aplicação de esterco caprino, constataram aumento significativo quanto à altura, diâmetro, números de flores e peso do fruto das plantas, além de acelerar a floração. No entanto, os estudos mostram que o uso de esterco caprino ainda é bastante limitado, podendo estar relacionado por parte dos criadores venderem a produção para complementar a renda, sendo crucial uma maior conscientização em relação as vantagens do seu uso como adubo orgânico para produção agrícola, em especial, na cultura do jambeiro.

Assim sendo, a utilização de esterco caprino é uma forma de melhor aproveitamento dos esterco gerados no ambiente rural, sendo necessário a difusão de mais estudos para o conhecimento do seu potencial produtivo. Além do esterco bovino e caprino, como apontados anteriormente, o esterco aviário é uma outra opção que se mostra eficaz para a produção agrícola, sendo importante uma abordagem geral quanto as suas características e vantagens quando utilizada nas plantas, como pode ser observado no tópico a seguir.

Esterco aviário

Mahendra et al. (2020) abordam que o esterco aviário é considerado um importante fornecedor de macronutrientes e micronutrientes, como por exemplo, o zinco (Zn), cobre (Cu), Molibdênio (Mo), cobalto (Co), cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Silício (Si), com capacidade de aumentar a capacidade de troca catiônica – CTC do solo, reagindo ainda a íons metálicos para produzir compostos complexos de forma que os íons metálicos que prejudicam as plantas ou inibem o fornecimento de nutrientes como o alumínio (Al), ferro (Fe) e manganês (Mn), podem ser reduzidos.

Assim sendo, é interessante estudos relacionados ao uso deste esterco como fertilizante orgânico, especialmente ao considerar a grande produção de aves no Brasil, com estimativas de aumento no futuro por intermédio da alta modernização e intensificação da produção, podendo ser utilizada em culturas como a do jambeiro, trazendo benefícios ao solo em suas características física, química e biológica (CORRÊA; MIELE, 2010).

O uso de esterco aviário em plantas de *S. malaccensis* são escassas, contudo, sabe-se que este produto é responsável por liberar nutrientes de 50, 80 e 100%, respectivamente, para o nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) no primeiro ciclo de cultivo (NICOLOSO et al., 2016), enfatizando a importância da sua utilização em culturas que apresentem boas características agrônômicas, como é o caso do jambeiro.

No entanto, a concentração adequada deste adubo orgânico para o sucesso da produção de *S. malaccensis* não é bem definida, sendo necessário mais estudos nesta área, visto que elevadas proporções de esterco aviário afetar de forma negativa as características da planta como o crescimento e a produtividade.

CONCLUSÕES

A adubação orgânica com uso de esterco bovino, caprino e aviário são consideradas boas opções para aumentar os campos de produção da cultura do jambeiro.

Apesar dos benefícios do uso de estercos como fontes de adubos orgânicos, ainda são carentes as informações no que tange a utilização do esterco bovino, caprino e aviário em plantas de *Syzygium malaccensis*.

REFERÊNCIAS

BANADKA, A.; WUDALI, N. S.; AL-KHAYRI, J. M.; NAGELLA, P. The role of *Syzygium samarangense* in nutrition and economy: An overview. **South African Journal of Botany**, v. 145, p. 481-492, 2022.

BARBOSA, J.; OLIVEIRA, J.; BARBOSA, J.; FLHO, A. M.; MEDEIROS, E.; KUKLINSKY-SOBRAL, J. Influence of bovine manure and growth promoting microorganisms on lettuce (*Lactuca sativa* L.) culture in the municipality of Garanhuns, PE. **Trends in Horticulture**, v. 3, n. 1, p. 45-48, 2020.

CHO, W. M.; RAVINDRAN, B.; KIM, J. K.; JEONG, K. H.; LEE, D. J.; CHOI, D. Y. Nutrient status and phytotoxicity analysis of goat manure discharged from farms in South Korea. **Environmental technology**, v. 38, n. 9, p. 1191-1199, 2017.

CHRISTODOULOU, E.; AGAPIOU, A.; ANASTOPOULOS, I.; OMIROU, M.; IOANNIDES, I. M. The effects of different soil nutrient management schemes in nitrogen cycling. **Journal of environmental management**, v. 243, p. 168-176, 2019.

CORRÊA, J. C.; MIELE, M. **A cama de aves e os aspectos agronômicos, ambientais e econômicos.** In: Manejo ambiental na avicultura, Embrapa, cap. 3, p. 125-152, 2010.

COSTA, G. G. S.; SALLES, J. S.; SILVA, E. M.; COSTA, E.; LIMA, A. H. F.; SLLVA BINOTTI, F. F.; SOUZA, A. F. G. O. Shading levels and substrates on quality of rose apple seedlings. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v. 22, n. 4, p. 75-82, 2020.

DREAMSTIME. **Ciclo de vida da roseira de maçã.** 2023. Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/>. Acessado em: 30 de abril de 2023.

HATA, F. T.; PAULA, M. T.; MOREIRA, A. A.; VENTURA, M. U.; LIMA, R. F.; FREGONEZI, G. A. F.; OLIVEIRA, A. L. M. Adubos orgânicos e fertirrigação com esterco aviário fervido para o cultivo de morangueiro. **Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia**, v. 38, n. 2, p. 342-359, 2021.

KRATZ, D.; WENDLING, I. Crescimento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. **Revista Ceres**, v. 63, p. 348-354, 2016.

MAHENDRA, K. A.; SITUMEANG, Y. P.; SUARTA, M. Effect of biochar and compost from chicken, goat, and cow manure on cultivation of red chili (*Capsicum annuum* L). **SEAS (Sustainable Environment Agricultural Science)**, v. 4, n. 2, p. 95-101, 2020.

MAJUMDER, S.; ACHARYYA, S.; GHOSH, A.; CHAKRABORTY, S.; SARKAR, S.; SAHA, S.; BHATTACHARYA, M. Insights into low biological activity of wax apple (*Syzygium samarangense*) juice by in vitro phytochemical investigation with special reference to metabolomics. **Asian Journal of Natural Product Biochemistry**, v. 19, n. 1, 2021.

MELO, Y. N. C. S.; PEREIRA, A. B. D.; GOMES, L. C. A.; MELO, L. D. F. A. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 3, p. 6631-6635, 2018.

MINI, C.; GEETHALEKSHMI, P. R.; SHETTY, M. Underutilised Fruits and Vegetables-Scope for Value Addition. In: **Entrepreneurship and Skill Development in Horticultural Processing**. CRC Press, 2021. p. 161-187.

MOREIRA, F. M.; CAIRO, P. A. R.; BORGES, L. B.; SILVA, D.; HADDAD, F. Investigating the ideal mixture of soil and organic compound with *Bacillus* sp. and *Trichoderma asperellum* inoculations for optimal growth and nutrient content of banana seedlings. **South African Journal of Botany**, v. 137, p. 249-256, 2021.

N'DAFÁ, G.; PINTO, C.; PINTO, O.; SILVA, L. G. Crescimento inicial de mudas de cacaueteiro fertilizado com doses de esterco bovino. **Enciclopedia biosfera**, v. 19, n. 42, 2022.

NICOLOSO RDS; AITA C; GIACOMINI SJ; CERETTA CA; SPAGNOLO E; CASSOL PC; COMIN JJ; BRUNETTO G. Adubos e adubação orgânica. In: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (Org). **Manual de Calagem e Adubação para os Estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Gráfica e Editora Pallotti, 2016. p.317-328.

RIBEIRO, M. D. S.; OLIVEIRA SOUSA, V. F.; PEREIRA, M.; BOMFIM, M. H. B. S. R. Propagação vegetativa por estaquia e miniestaquia em goiabeira cultivada em miniestufas e substratos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. Supl. 1, p. 1-14, 2021.

ROCHA, C. W.; ALMEIDA REIS, M.; ALVES, M. A. D. S. M.; SARAIVA, T. S. S. T. S.; DAYRELL, D. M. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Agroveterinária, Negócios e Tecnologias**, v. 2, n. 1, p. 38-51, 2017.

SANTOS, E. H. F.; SILVA, J. A. B.; GUIMARÃES, M. J. M.; MELONI, D. A.; CASTRO, J. L. G.; NEVES, A. V. F.; SILVA SANTOS, A. Adubação orgânica como fator determinante de emergência e crescimento de mudas de maracujá-amarelo. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e360111032584-e360111032584, 2022.

SILVA, M. R. R.; BERTOLAIA, M. C.; VANZELA, L. S.; VAZQUEZ, G. H. Fosfogesso no crescimento de mudas de mamão. **Cultura Agronômica**, v. 26, n. 1, p. 42-52, 2017.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO R. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Einstein (São Paulo). v. 8, p. 102-106, 2010.

SOUZA, R. R.; MATIAS, S. S. R.; SILVA, R. R.; SILVA, R. L.; BARBOSA, J. S. M. Qualidade de mudas de mamão produzidas em substrato com esterco caprino e doses de superfosfato simples. **Agrarian**, v. 8, n. 28, p. 139-146, 2015.

WAHYUDI, E.; ZULKIFLI, T. B. H.; TAMPUBOLON, K.; RAZALI, R.; PANGGABEAN, M. H. Characteristics of growth and yield for wax apple (*Syzygium samarangense*) in the application of goat manure and NASA liquid organic fertilizer. **Agrinula: Jurnal Agroteknologi dan Perkebunan**, v. 3, n. 2, p. 49-64, 2020.

ZULCAFLI, A. S.; LIM, C.; LING, A. P.; CHYE, S.; KOH, R. Focus: Plant-based Medicine and Pharmacology: Antidiabetic Potential of *Syzygium* sp.: An Overview. **The Yale journal of biology and medicine**, v. 93, n. 2, p. 307, 2020.

ADUBAÇÃO FOLIAR EM CANA-DE-AÇÚCAR: UMA REVISÃO DE LITERATURA

João Henrique Barbosa da Silva¹, Mayra Alves do Nascimento¹, Vinicius Rodrigues dos Santos Sena¹, Santiago Alves de Oliveira¹, Esthepany Vitória Batista Cardoso¹, Sthefany da Silva Vasconcelos¹, José Matheus da Silva Barbosa, Fabio Mielezrski¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, e-mail: henrique485560@gmail.com

RESUMO

A cana-de-açúcar é uma cultura de alta relevância socioeconômica no Brasil. Por ser cultivada em diferentes climas, seu desenvolvimento pode ser interrompido por uma série de fatores. Com isso, tecnologias vêm sendo empregadas nos canaviais com o intuito de resolver esses entraves, como é o caso da adubação foliar. Nesse sentido, esse trabalho objetivou realizar por meio de pesquisa bibliográfica, o levantamento das peculiaridades do efeito da adubação foliar na cana-de-açúcar, enfatizando a importância dessa técnica para alavancar os campos de produção desta cultura. Objetivou-se ainda, apontar os efeitos dessa técnica para mitigar o estresse hídrico, visto ser um problema enfrentado por diversos produtores de cana-de-açúcar. Esse trabalho foi desenvolvido com base em uma pesquisa bibliográfica, sendo esta conduzida por meio de buscas em artigos científicos nacionais e internacionais, adotando-se o método de revisão integrativa. Os resultados mostram que a viabilidade do uso da adubação foliar deve estar atrelada à produtividade física e a análise econômica, de modo a não aumentar os custos operacionais e obter baixo retorno econômico. Assim, entende-se que mais pesquisas são necessárias a fim de fornecer melhores informações sobre os interesses agrônômicos.

PALAVRAS-CHAVE: Canavial, Manejo, Produtividade.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma área plantada de aproximadamente 8,59 milhões de hectares (CONAB, 2019). A cultura é pertencente à família das Poaceae e do gênero *Saccharum*, com alto valor econômico e de extrema relevância devido as suas utilidades, podendo ser utilizada *in natura* como forragem para alimentação animal, bem como fazer uso da própria matéria prima para a produção do etanol e do açúcar, dentre outras utilizações como fontes de adubos orgânicos por meio do vinhoto e da torta de filtro (PINTO et al., 2020).

No ambiente em que a cultura da cana-de-açúcar é cultivada, as plantas estão constantemente sujeitas a situações externas inadequadas, que acabam por ocasionar estresses que causam efeitos negativos no seu crescimento e produtividade (BIANCHI et al., 2016). Ademais, as respostas das plantas ao efeito da seca estão relacionadas com o período de ocorrência desse fator e severidade de exibição ao estresse, idade e estágio fenológico da cultura em períodos secos, como também o órgão e tipo celular.

A utilização de fertilizantes foliares na cana-de-açúcar acarreta em diversos benefícios para a planta, e ao meio ambiente por ser teoricamente menos prejudicial ao ecossistema, além de apresentar um resultado mais acelerado e direcionado ao objetivo em que se estuda quando comparado a fertilização via solo, tendo em vista a alta capacidade de absorção de nutrientes dos tecidos foliares durante os estádios fenológicos críticos do crescimento da planta (FERNÁNDEZ et al., 2015).

As folhas das plantas possuem capacidade de absorver de forma rápida os nutrientes dos fertilizantes foliares na forma de solução na sua superfície, sendo um meio de adubação suplementar à adubação via solo devido à alta capacidade de uso desse meio nutricional pelas plantas quando comparados as aplicações em base, sendo os resultados obtidos de maneira rápida e com uma maior uniformidade, aumentando o crescimento da cultura e conseqüentemente a produtividade com a ação dos macronutrientes, e melhorando os processos enzimáticos por meio dos micronutrientes (NICCHIO et al., 2016).

Assim sendo, para que a cultura da cana-de-açúcar apresente boa produtividade de colmos, é necessário a utilização de um manejo adequado na adubação, sendo os fertilizantes foliares uma alternativa de diminuir os efeitos negativos da deficiência de nutrientes e estresses hídricos ocasionados a cultura, melhorando, dessa forma, o desempenho do vegetal por intermédio de alterações fisiológicas e bioquímicas. Nesse sentido, esse trabalho objetivou realizar por meio de pesquisa bibliográfica, o levantamento das peculiaridades do efeito da adubação foliar na cana-de-açúcar, enfatizando a importância dessa técnica para alavancar os campos de produção desta cultura. Objetivou-se ainda, apontar os efeitos dessa técnica para mitigar o estresse hídrico, visto ser um problema enfrentado por diversos produtores de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi desenvolvido com base em uma pesquisa bibliográfica, sendo esta conduzida por meio de buscas em artigos científicos nacionais e internacionais, bem como nos dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Para tanto, adotou-se o método de revisão integrativa, tipo de método que proporciona além da síntese de conhecimento, a incorporação da aplicabilidade prática dos resultados de estudos significativos (SOUZA et al., 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultura da cana-de-açúcar: histórico e importância

Saccharum spp., comumente conhecida como cana-de-açúcar, é uma espécie de Poaceae com centro de origem localizado no Sul e Sudeste da Ásia tropical (SINGH et al., 2015), se espalhando tempos depois para o resto do mundo, chegando nas Américas no ano de 1493 (D'HONT et al., 2018) e no Brasil em meados do século XVI, em 1532 na Capinania de São Vicente, por Martim Afonso de Souza e dois anos mais tarde foi introduzida na Capitania de Pernambuco por Duarte Coelho. No Estado da Paraíba, a primeira tentativa de iniciar o cultivo da cana-de-açúcar se deu no início de 1579, na Ilha da Restinga, sendo malsucedida pela invasão de piratas franceses na região, sendo apenas em 1587 a implantação definitiva da cultura no estado (MARTINEZ JÚNIOR, 2015). Atualmente, a cana-de-açúcar é de alta relevância para a econômica a nível nacional e mundial, tornando o Brasil o maior produtor desta cultura, seguida de outros grandes países produtores como Índia, China, Paquistão, México, Colômbia, Indonésia, Filipinas e os Estados Unidos (AJALA et al., 2021).

A área plantada com essa cultura, globalmente, supera a marca de 25 milhões de hectares, estando o Brasil com as maiores áreas de cultivo (WIESBERG et al., 2021), com liderança mundial na produção de açúcar e o segundo maior produtor de etanol, ficando apenas atrás dos Estados Unidos (CURSI et al., 2022). Desde o ano de 1980, houve um aumento significativo nas áreas cultivadas com essa cultura no Brasil, passando de 4 milhões para 10 milhões de hectares, apresentando assim, um acréscimo de 150% (CHERUBIN et al., 2021). Ressalta-se que, a cana-de-açúcar contribui com cerca de 80%

referente ao total da produção mundial de açúcar, o que gera receitas anuais superiores a US\$ 150 bilhões (ALI et al., 2020).

Além da alta importância a nível mundial pela produção de açúcar e etanol, a cana-de-açúcar apresenta diversas outras finalidades, como por exemplo os subprodutos gerados no processamento da matéria-prima, que podem ser citados o melaço (WALTER et al., 2014; DIAS et al., 2021), bagaço (CHUNHAWONG et al., 2018) e a torta de filtro (SILVA et al., 2021), além de doces, geleias, rapadura e ser altamente utilizada na alimentação animal por meio da forragem (BELLÉ et al., 2014). Dessa forma, é necessários estudos voltados para essa cultura, de modo a viabilizar seu cultivo e incrementar sua produtividade, visto sua alta importância no tocante econômico, social e ambiental para o Brasil e para o mundo (FERRAZ et al., 2015).

Dentre as regiões produtoras de cana-de-açúcar no país, a região Sudeste se destaca, representando cerca de 5,01 milhões de hectares, produção de 373 milhões de toneladas e uma produtividade que chega a 74,5 toneladas por hectare, sendo o estado de São Paulo o maior produtor dessa região, com área de plantação que chega a ser superior à 50% da área nacional de cultivo, gerando uma produção anual de 301 milhões de toneladas e produtividade média que varia em torno de 73 toneladas por hectare (CONAB, 2022). Assim, o setor sucroenergético brasileiro se destaca por apresentar um forte dinamismo do agronegócio nacional, de modo a desempenhar um importante papel para a economia (ANDRADE PESSOA et al., 2021).

Contudo, a cana-de-açúcar é uma cultura altamente impactada pelas condições climáticas de regiões produtoras que apresentam baixos índices pluviométricos, o que provoca uma diminuição no seu rendimento e na qualidade das próximas safras, além de outros fatores de produção, como destaque, pode se citar a variedade empregada, práticas culturais, controle de pragas e doenças e a própria colheita do vegetal. Com base no explanado e sendo notório a importância da cana-de-açúcar para o país, pesquisas direcionadas a essa cultura são de alta relevância para o setor canavieiro, visto sua alta aceitação no mercado e elevado potencial de comercialização, fato esse que justifica as indústrias produtoras de cana inovarem algumas práticas de cultivo com o intuito de obter um rápido e eficiente resultado, como é o caso da adubação foliar.

Adubação foliar em cana-de-açúcar

A adubação via foliar de nutrientes às plantas não é tida como uma prática nova, sendo conhecida na agricultura há mais de 100 anos. Contudo, recentemente tem-se elevado o número de pesquisas quando comparado a outros métodos de adubação, servindo como uma adubação suplementar à adubação no solo, visto as plantas conseguem absorver os nutrientes de forma facilitada em relação à aplicação no solo. Com base nisso, realizar uma nutrição adequada do canavial é essencial para alcançar resultados promissores, podendo ser uma prática economicamente viável com aumento de produção de colmos, açúcar e qualidade tecnológica (LIRA, 2018).

Nicchio et al. (2020) ao estudarem o efeito da adubação foliar em soqueira de cana-de-açúcar, observaram que a aplicação foliar apresentou máxima produção estimada da cultura para variedade RB 85-5536. Assim sendo, o uso de adubos foliares é relevante, visto esse tipo de adubação diminuir o tempo de atraso entre a aplicação e absorção dos nutrientes pela planta, sendo importante ao longo de uma fase de crescimento rápido, podendo ainda servir para contornar o processo de absorção de um determinado nutriente no solo, como Fe, Mn e Cu, atuando de forma rápida quando aplicado via foliar (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Um outro benefício do uso da adubação foliar se dá na possibilidade de utilizá-los em mistura com defensivos agrícolas, ajudando o produtor na redução dos custos, especialmente no tocante aos custos de aplicação, podendo ser uma prática viável com

aptidão de aumentar a produção da cultura de forma positiva, além de reduzir os efeitos degradantes da falta dos nutrientes que são essenciais para a planta (MARÓSTICA; FEIJÓ, 2013).

Além disso, a adubação foliar ajuda no aumento da produtividade, visto melhorar o aparato fotossintético da cultura, resultado que está ligado as funções dos nutrientes que agem no metabolismo do vegetal, como é o caso do nitrogênio (N), formado por todos os aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleotídeos e poliamidas, além de uma série de outros nutrientes que atuam de forma direta ou indireta nos processos metabólicos da planta (BUCHANAN et al., 2015). Na seção a seguir, serão apresentados os efeitos da adubação foliar na tolerância ao estresse hídrico, considerado um dos principais entraves para bom rendimento produtivo da cultura, o qual ocasionam prejuízos no desenvolvimento do canavial.

Estresse hídrico

De acordo com Taiz; Zeiger (2017), o estresse hídrico pode se apresentar como um material hídrico de um tecido ou célula inferior ao maior teor de água que é apresentado pelo vegetal em estado de hidratação favorável. De modo geral, é uma causa comumente encontrada na produção de plantas que acarreta em distúrbios negativos no crescimento e desenvolvimento da planta. A cultura da cana-de-açúcar se encontra constantemente submetida a situações externas impróprias para o seu bom desenvolvimento, e quando encontradas em situação de seca, sofrem ajuste osmótico ao nível celular, de modo a sintetizar e concentrar compostos metabólicos não tóxicos e de pouco peso molecular (SANTOS, 2015).

Assim, o uso da adubação foliar surge como uma alternativa de tolerância ao estresse hídrico, acarretando em diversos benefícios para a cana-de-açúcar e para o meio ambiente, visto ser uma forma menos prejudicial ao ecossistema e de rápida absorção pela planta, além de ser uma forma de diminuir os efeitos negativos da deficiência de nutrientes e do déficit hídrico ocasionado à cultura (ALMEIDA et al., 2022). Nesse sentido, a adubação foliar visando à tolerância ao estresse hídrico na cultura da cana-de-açúcar permite que a planta mantenha seu crescimento e metabolismo funcionando mesmo com a redução do potencial hídrico do solo.

Com a aplicação de fertilizantes foliares, nutrientes como o potássio (K) se tornam essenciais para a abertura e fechamento dos estômatos, síntese de proteínas, geração de ATP e transporte de fotoassimilados (WU et al., 2018), além de ajudar a planta no maior desenvolvimento do sistema radicular. O fósforo (P) também é outro nutriente importante quando se trata de adubação foliar para mitigar o estresse hídrico, visto desempenhar funções fisiológicas e morfológicas que permitem preservar os recursos energéticos da planta (LANZA, 2021), contribuindo ainda na reparação de membrana, síntese de biomoléculas, divisão celular e ativação e inativação de algumas enzimas importantes (MALHOTRA et al., 2018). Assim, entende-se que a adubação foliar é uma boa alternativa para mitigação do estresse hídrico na cana-de-açúcar.

CONCLUSÕES

A viabilidade do uso da adubação foliar deve estar atrelada à produtividade física e a análise econômica, de modo a não aumentar os custos operacionais e obter baixo retorno econômico.

Entende-se que mais pesquisas são necessárias a fim de fornecer melhores informações sobre os interesses agronômicos.

REFERÊNCIAS

AJALA, E. O.; IGHALO, J. O.; AJALA, M. A.; ADENIYI, A. G.; AYANSHOLA, A. M. Sugarcane bagasse: a biomass sufficiently applied for improving global energy, environment and economic sustainability. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 8, n. 1, p. 1-25, 2021.

ALI, A.; KHAN, M.; SHARIF, R.; MUJTABA, M.; GAO, S. J. Sugarcane Omics: An update on the current status of research and crop improvement. **Plants**, v. 8, n. 9, p. 344, 2019.

ALMEIDA, L. J. M.; SILVA, J. H. B.; ARAÚJO, J. R. E. S.; LIMA CRUZ, J. M. F.; SILVA, F. G.; SILVA BARBOSA, E.; SOUZA SILVA, E. Foliar fertilizer management for tolerance to water drought in sugarcane. **Scientific Electronic Archives**, v. 15, n. 7, 2022.

ANDRADE PESSOA, G. G. F.; ALVES, A. K. S.; ANJOS DANTAS, É.; ALMEIDA, L. J. M.; ANDRADE SILVA, J.; ARAÚJO, J. R. E. S.; SILVA, D. A. M.; OLIVEIRA SANTOS, J. P. Dinâmica temporal da produção de cana-de-açúcar em um município do Brejo Paraibano, Brasil (1995–2019). **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 11, 2021.

BELLÉ, C.; KULCZYNSKI, S. M.; GOMES, C. B.; KUHN, P. R. Fitonematoides associados à cultura da cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul, Brasil. **Nematropica**, v. 44, n. 2, p. 207-217, 2014.

BIANCHI, L.; GERMINO, G. H.; SILVA, M. A. Adaptação das Plantas ao Déficit Hídrico. **Acta Iguazu** 5:15–32, 2016.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology fo plants**. Nova Jersey: EUA, 2015. 1280p.

CHERUBIN, M. R.; CARVALHO, J. L. N.; CERRI, C. E. P.; NOGUEIRA, L. A. H.; SOUZA, G. M.; CANTARELLA, H. Land use and management effects on sustainable sugarcane-derived bioenergy. **Land**, v. 10, n. 1, p. 72, 2021.

CHUNHAWONG, K.; CHAISAN, T.; RUNGMEKARAT, S.; KHOTAVIVATTANA, S. Sugar industry and utilization of its by-products in Thailand: an overview. **SugarTech**, v. 20, n. 2, p. 111-115, 2018.

CHUNHAWONG, K.; CHAISAN, T.; RUNGMEKARAT, S.; KHOTAVIVATTANA, S. Sugar industry and utilization of its by-products in Thailand: an overview. **SugarTech**, v. 20, n. 2, p. 111-115, 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Safra 2019/2020, 1º levantamento, maio/2019. 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: **cana-de-açúcar. Primeiro levantamento**. Brasília: v.9 – safra 2022/23, nº1, 2022.

CURSI, D. E.; HOFFMANN, H. P.; BARBOSA, G. V. S.; BRESSIANI, J. A.; GAZAFFI, R.; CHAPOLA, R. G. History and current status of sugarcane breeding, germplasm development and molecular genetics in Brazil. **Sugar Tech**, 24, p. 112–133, 2022.

D'HONT, A.; SOUZA, G. M.; MENOSSE, M.; VINCENTZ, M.; VAN-SLUYS, M. A.; GLASZMANN, J. C.; ULIAN, E. Sugarcane: a major source of sweetness, alcohol, and bio-energy. In: Genomics of tropical crop plants. **Springer**, p.483-513, 2008.

DIAS, M. S.; CARTAXO, P. H. A.; SILVA, F. A.; FREITAS, A. B. T. M.; SANTOS, R. H. S.; DANTAS, E. A.; MAGALHÃES, J. V. A.; SILVA, I. J.; ARAUJO, J. R. E. S.; SANTOS, J. P. O. Dinâmica produtiva da cultura da cana-de-açúcar em um município da zona da mata alagoana. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 5, p. 22-28, 2021.

FERNÁNDEZ, V.; SOTIROPOULOS, T.; BROWN, P. Adubação Foliar Fundamentos Científicos e Técnicas de Campo. **Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal**. São Paulo – SP, 2015.

FERRAZ, R. L. S.; BARBOSA, M. A.; BATISTA, J. L.; MAGALHÃES, I. D.; DANTAS, G. F.; FRANCO, F. O. Calagem em cana-de-açúcar: efeitos no solo, planta e reflexos na produção. **InterfacEHS**, v. 10, n. 1, p. 166-177, 2015.

LANZA, M. G. D. B. Fisiologia do estresse em plantas: um conceito que pode salvar a produção vegetal. **Agroadvance**, São Paulo: UNESP, 2021.

LIRA, M. V. S. **Adubação de plantio e foliar com micronutrientes na produção da cana-de-açúcar**. 2018. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Universidade Estadual paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Dracena, 2018.

MALHOTRA, H.; VANDANA, S. S.; PANDEY, R. Phosphorus nutrition: plant growth in response to deficiency and excess. In: Plant nutrients and abiotic stress tolerance. **Springer**, p.171-190, 2018.

MARÓSTICA, L. H. B.; FEIJÓ, S. Efeito da Adubação Foliar no Período Vegetativo da Cultura do Milho (*Zea mays*). **Uniciências**, v. 17, n. 1, p.37-40, 2013.

MARTINEZ JÚNIOR, E. **A cana no Brasil**. 2015. Disponível em: <https://www.museudacana.org.br/historiadacana>. Acesso em: março de 2023.

NICCHIO, B.; SANTOS, G. A.; LINO, A. C. M.; RAMOS, L. A.; PEREIRA, H. S.; KORNDÖRFER, G. H. Efeito da adubação foliar em soqueira de cana-de-açúcar. **Acta Iguazu**, v. 9, n. 2, p. 10-24, 2020.

NICCHIO, B.; SANTOS, G. A.; RAMOS, L. A.; PEREIRA, H. S.; KORNDORFER, G. H. Aplicação foliar de fertilizantes no desenvolvimento, produção e qualidade de soqueira de cana-de-açúcar. **STAB**, p. 192, 2016.

PINTO, M. C.; OLIVEIRA, O. H.; BARBOZA, J. B.; SILVA, W. I.; SOUTO, L. S.; FILHO, J. A. D.; LUNA, R. G.; SOUZA, A. S. Avaliação dos parâmetros genéticos da cana-de-açúcar submetida à adubação com silício e ao estresse hídrico. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 98919-98928, 2020.

SANTOS, C. M.; SILVA, M. A. Physiological and biochemical responses of sugarcane to oxidative stress induced by water deficit and paraquat. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.37, n.8, p.172-185, 2015.

SILVA, J. H. B.; NASCIMENTO, M. A.; SILVA, A. V.; NETO, F. P.; ARAÚJO, J. R. E. S.; SILVA, J. M.; MIELEZRSKI, F. Brotação inicial, teor de sólidos solúveis e índice de maturação da cana-de-açúcar submetida à adubação com torta de filtro enriquecida. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 32575-32592, 2021.

SINGH, A.; LAL, L. U. R.; MUKHTAR, H. M.; SINGH, P. S.; SHAH, G.; DHAWAN, R. K. Phytochemical profile of sugarcane and its potential health aspects. **Pharmacognosy Reviews**, v. 9, n. 17, p. e45, 2015.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Einstein (São Paulo), v. 8, p. 102-106, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Artmed, Porto Alegre, 2017. 858p.

WIESBERG, I. L.; MEDEIROS, J. L.; MELLO, R. V. P.; MAIA, J. G. S.; BASTOS, J. B. V.; QUEIROZ, F. A. O. Bioenergy production from sugarcane bagasse with carbon capture and storage: Surrogate models for techno-economic decisions. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 150, p. e111486, 2021.

WU, H.; ZHANG, X.; GIRALDO, J.P.; SHABALA, S. It is not all about sodium: revealing tissue specificity and signalling roles of potassium in plant responses to salt stress. **Plant and Soil**, v. 431, n. 1, p.1-17, 2018.

PRODUTIVIDADE DE CINCO CULTIVARES DE SOJA NO CERRADO DE RORAIMA, SAFRA 2022

Lúcio Mauro Félix¹, Pedro Henrique Santos de Menezes¹, João Henrique Barbosa da Silva², Vinicius Rodrigues dos Santos Sena², Fernanda Borges Martins², Antônio Veimar da Silva², Carla Michelle da Silva², Ellen Vitória Barbosa do Carmo²

¹Instituto de Educação e Inovação – IEDi, Boa Vista-RR

²Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB
e-mail: luciofelix007@hotmail.com

RESUMO

A soja (*Glycine max* L.) é uma cultura de importância na economia mundial e com exploração no Brasil. Estudos já alcançam altos tetos produtivos dessa commodity para o país, com um padrão de produtividade que chega a uma média de 2,5 a 3 mil kg ha⁻¹, sendo um desafio a ser superado no futuro para elevar esses valores. Diante desse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade de cinco cultivares de soja no cerrado de Roraima na safra de 2022. O trabalho foi realizado na área agrícola da fazenda Ouro Verde, localizado no centro-oeste do Estado de Roraima. O experimento foi conduzido em uma área de renovação com tratamento de sementes e adubação segundo os protocolos da fazenda recomendados para a cultura. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com área experimental total composta por 10 materiais e 7 linhas por parcela, contudo, utilizou-se apenas 5 linhas de 5 metros, por parcela, descartando as bordaduras. Para tanto, avaliou-se as cultivares FT 3191, BMX EXTREMA, TMG 2383, BMX OLIMPO e BMXBONUS em relação as variáveis umidade (%), peso A, peso 14%, produtividade e sacas/ha. Verificou-se que não houve diferença significativa para todas as variáveis analisadas. Entretanto, nas condições edafoclimáticas da área de estudo, a cultivar BMX extrema foi a que apresentou melhor desempenho, de forma numérica, nas variáveis analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: Arranjos produtivos, Cultivares, *Glycine max* L.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma cultura de grande importância na economia mundial, visto sua alta capacidade de geração de emprego e renda para muitas famílias, além de sua relevância na composição das exportações de diversos países, especialmente os Estados Unidos, Brasil e Argentina (CONAB, 2017). Dentre os estados brasileiros, o Mato Grosso é destaque sob essa cultura, visto ser o maior produtor de soja do Brasil, alcançando um ranking de 32,454 milhões de toneladas, sendo responsável por 28,2% de toda a soja produzida no país (BRASIL et al., 2018), ficando o Paraná e o Rio Grande do Sul como segundo e terceiro maior produtor, respectivamente (EMBRAPA, 2019).

Salienta-se, ainda, que a soja é uma cultura abundantemente utilizada para a produção de óleo vegetal através dos grãos, além de outros derivados como, leite, bebidas, sucos, frutas, biscoitos, rações, biocombustíveis e entre outros produtos (BRASIL et al., 2018). Sendo assim, essa cultura se torna de alta expressividade na produção de grãos e em área cultivada no país, com produção de proteína por unidade de área que sobressai sobre qualquer outra cultura (CONAB, 2017). Pesquisas já alcançam elevados tetos produtivos dessa commodity para o país, com um padrão de produtividade que chega a uma média de 2,5 a 3 mil kg ha⁻¹, sendo um desafio a ser superado no futuro para elevar esses valores (TOMM, 2018).

Posto isso, para elevar esse teto de produtividade, tecnologias vêm sendo utilizadas na melhoria do desempenho produtivo da cultura da soja. Dentre essas tecnologias, destaca-se o uso de cultivares que apresentem alta produção de grãos, sendo importante o conhecimento sobre as características que interceptam de maneira direta ou indireta na produtividade da cultura, com o intuito de se obter elevado potencial produtivo (MARBURGER et al., 2016). Oliveira e Knies (2021), estudando a produtividade de cultivares de soja no ano agrícola 2020/21, constataram resultados positivos em todos os componentes de rendimento da soja.

Assim, a escolha exata de cultivares de soja para um determinado local pode gerar ganhos expressivos de produtividade, sem impactos elevados no custo de produção e no uso de recursos naturais. Estudo realizado por Campos et al. (2019), ao avaliarem diferentes cultivares de soja em relação a sua produtividade, observaram diferenças significativas de até 1.500 kg ha⁻¹, variando apenas a cultivar. Diante desse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade de cinco cultivares de soja no cerrado de Roraima na safra de 2022.

MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

O trabalho foi realizado na área agrícola da fazenda Ouro Verde, localizado no centro-oeste do Estado de Roraima (Figura 1), na mesorregião Norte, microrregião Boa Vista e distante, aproximadamente, 91,9 km de Boa Vista (Sentido L-W), possuindo latitude 2°52'54" N, longitude 61°9'36", e uma altitude de 72 metros. Limita-se ao Norte com o município de Amajari; ao Sul com Mucajaí, Iracema e República Bolivariana da Venezuela; a Leste, com Boa Vista e; a Oeste, com a República Bolivariana da Venezuela (SEPLAN, 2014; SOARES; ROSA FILHO, 2016).

O município apresenta uma área representativa de 25.567,015 km², correspondendo esse valor a 11,40% das áreas do estado de Roraima (IBGE, 2010), com temperatura média anual de 27,5°C, com uma pluviosidade média anual que varia de 1.750 a 2.000 mm (SANDER; WANKLER, 2016).

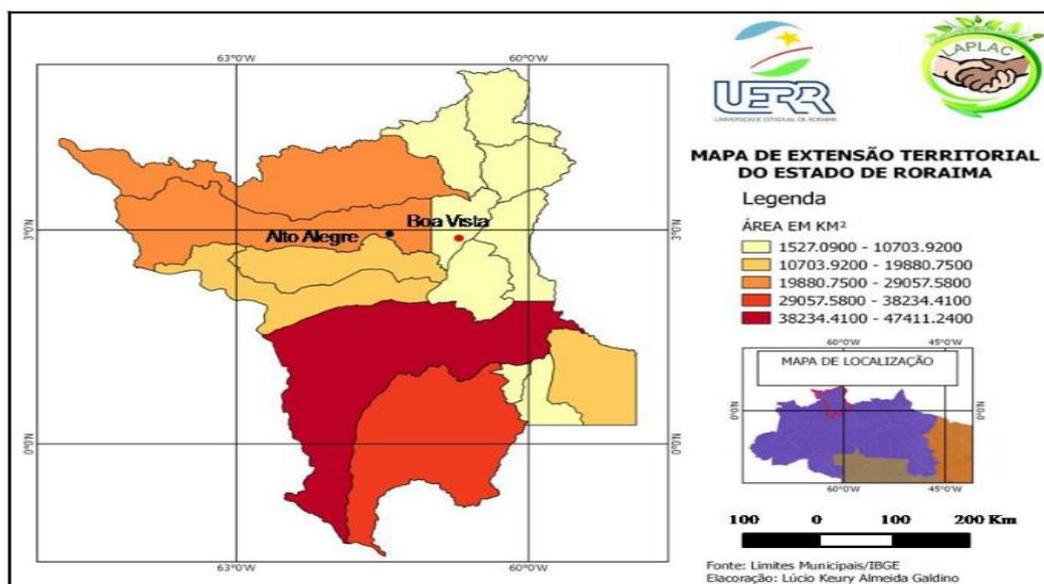


Figura 1. Mapa de localização do município de Alto Alegre-RR. **Fonte:** Galdino, 2018.

O clima predominante da região segundo a classificação de Thornthwaite, apresenta um clima a Oeste, predominante Equatorial quente e úmido, e a Leste, predominante Equatorial quente e semiúmido (GALDINO, 2018). Em consonância, de acordo com Sander e Wankler (2016) e Galdino (2018), o município de Alto Alegre se divide em três

áreas climáticas classificadas por Köppen (no sentido W-L), sendo representados no tipo Af (Clima tropical úmido ou superúmido), Am (Clima tropical úmido ou subúmido) e, Aw (Clima tropical, com inverno seco).

Condução experimental

O experimento foi conduzido em uma área de renovação com dessecação da braquiária com milho que estava presente na área durante 3 anos (safra anterior a soja), com aplicação de herbicidas (Glifosato 2,2 lt/ha – 2,4d 0,5 lts/ha), aliado a uso de Ácido Bórico na dosagem de 2kg/ha, afim de aumentar a quantidade de boro presente no solo. Além disso, foi utilizado o inseticida Cyprtrin 250 CE na dosagem de 300 ml/ha, afim de controlar lagartas e percevejos que acometem as áreas de cultivo de soja no estado.

Antes do plantio, foi realizado o tratamento de sementes com Dermacor® (Inseticida sistêmico e de ingestão) na dosagem de 100 ml/100 kg de sementes, seguindo Certeza® N (fungicida/nematicida sistêmico e de contato com amplo espectro de ação) na dosagem de 200 ml/100 kg. Ademais, utilizou-se 2 doses de inoculante turfoso, afim de possibilitar uma melhor verificação da cobertura das sementes, seguido de 8 doses de inoculante líquido (Co-Mo platinum) na dosagem de 150 ml/ha, que apresenta concentrações superiores de Cobalto e Molibdênio, potencializando a fixação biológica do nitrogênio, contribuindo para a maximização dos teores de proteínas nos grãos da soja.

Seguindo os protocolos da fazenda Ouro Verde, sob a adubação, 15 dias antes do plantio realizou-se adubação a lanço com Cloreto de Potássio, utilizando 90 kg. O plantio direto da soja foi realizado no dia 15 de maio de 2022, utilizando na linha do plantio 300 kg de Super Simples, e com 25 dias após a germinação utilizou-se 90 kg de Cloreto de Potássio em cobertura.

15 dias após a germinação, utilizou-se glifosato na dosagem de 1,2 lts/ha + Mn 1 l/ha, com o intuito de evitar o período de competição das plantas daninhas com a soja. 25 dias após a germinação, utilizou-se 1 l/ha Mn + Mg 0,6 lts/ha. Utilizou-se, ainda, fungicida sistêmico (Cercobin® 875 WG) na dosagem de 0,6 lts/ha, utilizado de forma preventiva para o controle de doenças de parte aérea, aliado a fungicida (Fox® Xpro) na dosagem de 0,5 lts/ha. Ainda, foi utilizado o inseticida sistêmico (Sperto) na dosagem de 300g/ha, de modo a evitar o ataque de pragas na área, especialmente de percevejos.

Aos 45 dias após a germinação da soja, entrou-se com o uso de fungicida (Ativum®) na dosagem de 1,0 l/ha, que apresenta alta performance contra a mela e a antracnose, sendo a principal doença que atinge a cultura da soja no estado de Roraima. No mesmo dia, fez-se uso novamente de (Cercobin® 875 WG) na dosagem de 0,6 lts/ha e 1,5 lts/ha Mn + Mg 1 l/ha. Aos 65 dias, repetiu-se a dosagem de Ativum® (1,0 l/ha) e Cercobin® 875 WG (0,6 lts/ha), incrementado com 2 lts/ha de Mn + inseticida sistêmico (Sperto) na dosagem de 300g/ha. Alcançado os 85 dias após a germinação da soja, empregou-se o fungicida Authority na dosagem de 0,7 lts/ha, utilizado para o controle de doenças, aliado ao inseticida Privilegi na dosagem de 0,3 lts/ha, usado para o controle de pragas.

A colheita foi realizada no dia 20 de agosto de 2022, aos 95 dias após o plantio.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em que a área experimental total foi composta por 10 materiais. Cada parcela com 7 linhas (3,5 m x 10 m), contudo, utilizou-se 5 linhas de 5 metros, por parcela, descartando as bordaduras, ficando assim, uma parcela amostral com (2,5 m x 5 m).

Variáveis analisadas

No momento da colheita (20/08/2022), foram avaliadas 5 cultivares das 10 existentes na área experimental, sendo as cultivares analisadas: FT 3191, BMX EXTREMA, TMG 2383, BMX OLIMPO e BMXBONUS. As variáveis analisadas foram:

- *Umidade (%)*: A umidade foi obtida no momento da colheita de cada material.
- *Peso A*: O Peso A, ou peso de amostragem, foi determinado através do peso de cada amostra na parcela amostral (2,5 x 5m).
- *Peso 14%*: O Peso a 14% foi estimada com base na equação (1).

$$Ud\%: \text{Peso umido} \times \frac{100 - \text{umidade atual}}{100 - Ud\%} \quad (1)$$

Sendo:

Ud% = Umidade desejada.

- *Produtividade (kg ha⁻¹)*: Determinado com auxílio de uma balança para realizar a pesagem das plantas presentes nas parcelas, com valores adquiridos em quilogramas (kg).
- *Número de sacas por hectare*: A quantidade de sacas por hectare foi definida através da equação (2):

$$\frac{\text{Plantas}}{\text{ha}} \times \frac{\text{vagens}}{\text{planta}} \times \frac{\text{grãos}}{\text{vagem}} \times \text{peso de mil grãos} / 60000 \quad (2)$$

Sendo:

60000: Plantas por hectare.

Análise de dados

Para avaliar a diferença entre as cultivares, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada utilizando o software estatístico R (R CORE TEAM, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os valores médios (Tabela 1), verificou-se que não houve diferença significativa pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade para todas as variáveis analisadas das cultivares de soja.

Tabela 1. Valores médios de umidade, peso A, peso a 14%, produtividade e número de sacas por hectare de cultivares de soja cultivadas na savana roraimense.

Cultivares	Umidade (%)	Peso A	Peso 14%	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Número de sacas por hectare
BMX extrema	15,27 a	5,25 a	5,17 a	4137,04 a	68,95 a
FT 3191	15,90 a	4,99 a	4,89 a	3910,51 a	65,17 a

TMG 2383	16,52 a	5,25 a	5,09 a	4076,91 a	67,95 a
BMX Olimpo	16,55 a	5,27 a	5,11 a	4090,90 a	68,18 a
BMX Bonus	16,27 a	5,28 a	5,13 a	4109,82 a	68,49 a
CV%	8,84	7,81	8,96	8,98	8,98

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável umidade (%), observa-se que não houve diferença significativa entre as cultivares analisadas, no entanto, numericamente falando, as cultivares “BMX extrema” e “FT 3191” apresentam uma umidade na margem de 15%, diferente as demais cultivares que ficaram acima dos 16%. Por sua vez, a umidade dos grãos da soja representa influência direta no tocante as perdas da cultura, sendo importante, para evitar esses danos econômicos, realizar uma colheita com uma umidade de 13 a 15% (SILVEIRA & CONTE, 2013). Dessa forma, grãos de soja com teores de umidade inferiores a 15% podem sofrer de forma direta com o dano mecânico e quebra desses grãos (COPETTI, 2021). Ressalta-se, ainda, que sementes com umidade superiores a 15% tendem também a sofrer com injúrias latentes não visíveis (ELEVAGRO, 2017).

Esse trabalho enfatiza a importância da colheita da soja com uma umidade ideal, que como pode ser observado na Tabela 1, as cultivares apresentam uma média de 15 a 16%, estando dentro do padrão de um bom momento de colheita, de forma que não apresentaram grãos duros e nem macios, sendo, portanto, a maturação um ponto crucial para produzir sementes de boa qualidade, equilibrando os arranjos morfológicos, fisiológicos e funcionais (BALDOTTO, 2017).

Para a variável Peso A, ou peso de amostragem, constatou-se que não houve significância estatística. De forma numérica, observou que a cultivar “FT 3191” apresentou o menor peso na parcela amostral, e as cultivares “BMX extrema” e “TMG 2383” ficam com valores iguais numa ordem de 5,25. As cultivares “BMX Olimpo” e “BMX Bonus” apresenta os maiores valores, de 5,27 e 5,28, respectivamente, porém não apresentaram diferença estatística entre as demais. Dessa forma, nota-se que as semelhanças observadas entre as cultivares para essa variável podem estar relacionadas a determinados componentes que tenham maior importância para a elevada produção de grãos em todas as cultivares analisadas. Sousa (2021), retrata que o limite de produção de uma cultivar se determina através das condições climáticas bem como o potencial genético da mesma.

Se tratando da variável Peso 14%, foi constatado que não houve efeito significativo entre as cultivares estudadas. Entretanto, observando os números, é possível notar que dentre as cultivares analisadas, a “FT 3191” foi a que menos se expressou, apresentando uma média de 4,89. Diferentemente das demais cultivares, que sobressaíram, apresentando médias superiores a 5,00, dando destaque a cultivar “BMX extrema”, que alcançou valores de peso a 14% equivalente a 5,17. Como observado na equação (1), o peso foi corrigido para uma umidade de 14%, que como observado, se encaixa dentro do padrão ideal para uma boa colheita.

Essa correção a 14%, estar de acordo com Ritter et al. (2022), que quando aliado a uma boa regulação da colhedora, minimiza-se os danos mecânicos, deterioração dos grãos e reduz as perdas realizadas pela colheita mecanizada, o que por consequência, beneficia o produtor com uma boa qualidade do produto final.

Para a variável produtividade, também não houve diferença estatística em relação as médias das cultivares estudadas. Porém, de forma numérica, observa-se que a cultivar “BMX extrema” se destaca entre as demais, apresentando uma produtividade de 4137,04 kg ha⁻¹, ou seja, uma diferença de 226,53 kg quando comparado a cultivar de menor ganho “FT 3191”, que apresentou uma produtividade de 3910,51 kg ha⁻¹. Contudo, todas as cultivares não se diferiu entre si, podendo ser explicado devido a boa adaptação das cultivares, sendo, portanto, recomendadas para a região.

Por fim, para a variável número de sacas por hectare, foi possível identificar que não houve diferenças significativas entre todas as cultivares. Entretanto, resultados interessantes foram observados, visto que de forma numérica, a cultivar “BMX extrema” se sobressaiu entre as demais cultivares, com valor médio de número de saca que chegou a 68,95, o que representa 3 sacas a mais quando comparado a cultivar “FT 3191”, que apresentou uma média de 65,17 sacas, sendo a menos produtiva. No mais, as demais cultivares se igualaram entre si.

Em Roraima, a produtividade média se dá em torno de 57,8 saca/ha, com uma projeção de crescimento em 2022 de 40% da área produtiva (SALES, 2022). Dessa forma, nossos resultados foram promissores, visto alcançar valores acima da média de sacas no estado de Roraima, com um incremento de 11,15 sacas/ha.

CONCLUSÕES

Nas condições edafoclimáticas da área de estudo, a cultivar BMX extrema foi a que apresentou melhor desempenho, de forma numérica, nas variáveis analisadas.

Sendo assim, esse trabalho apresenta relevância positiva na produção de soja, mostrando respostas concretas da utilização de cultivares para o estado de Roraima.

Entende-se que novas pesquisas no tocante ao uso de diferentes e novas cultivares no estado deve ser levada em consideração, de modo a subsidiar informações para produtores da região.

REFERÊNCIAS

BALDOTTO, M. A. **Descubra qual o momento ideal para a colheita da soja**, 2017. Disponível em: <<https://blog.strider.ag/amp/saiba-quando-e-colheita-dasoja/>>. Acesso em: novembro de 2022.

BRASIL, S. D. O. S.; MARQUES, L. D. L.; SILVA, R. F. B.; FREITAS, D. C. L.; SOARDI, K. Importância da resistência de plantas no controle de oídio: um levantamento de cultivares de soja no Brasil. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 2, p. 188-202, 2018.

CAMPOS, L. J. M.; COSTA, R. V.; ALMEIDA, R. E. M. de; EVANGELISTA, B. A.; SIMON, J.; SILVA, K. J. N.; PEREIRA, A. A.; EVARISTO, A. B. **Produtividade de cultivares de soja em três ambientes do Tocantins**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 18 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira - Grãos V. 4- SAFRA 2016/17- N. 5**. 2017.

COPETTI, W. L. **Danos mecânicos em sementes de soja sob diferentes velocidades de colheita**. 2021. 44p. TCC (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2021.

ELEVAGRO. **Fisiologia dos grãos de soja e as implicações na colheita**. 2017. Disponível em: <<https://elevagro.com/materiais-didaticos/fisiologia-dos-graos-desoja-e-as-implicacoes-na-colheita/>>. Acesso em: novembro de 2022.

EMBRAPA. **Cultivo de soja no cerrado de Roraima**. Sistemas de produção 06. In: SMIDERLE, O. J. Embrapa Roraima, 2019, 147p.

GALDINO, L. K. A. **Roraima: sociedade, política e meio ambiente**. Boa Vista: Edições UERR, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados demográficos (2010)**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. 2010. Acesso em: outubro de 2022.

MARBURGER, D. A.; HAVERKAMP, B. J.; LAURENZ, R. G.; ORLOWSKI, J. M.; WILSON, E.W. CASTEEL, S. N.; LEE, C. D.; NAEVE, S. L.; NAFZIGER, E. D.; ROOZEBOOM, K. L.; ROSS, CONLEY, S.P. Characterizing genotype × Management interactions on soybean seed yield. **Crop Science**, v. 56, n. 2, p. 786-796, 2016.

OLIVEIRA, Z. B.; KNIES, A. E. Produtividade de cultivares de soja no ano agrícola 2020/21 com e sem irrigação suplementar em três épocas de semeadura na região central do RS. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 15, n. 4, p. 561-576, 2021.

RITTER, W. G.; AMARAL POLIDO, C.; MARTINEZ, K. A.; RODRIGUES, A. T.; AMARAL CONRAD, V.; FARIA, R. B. Avaliação da produtividade em diferentes cultivares de soja *Glycine max* (L.) na região do distrito de nova Itamarati em Ponta Porã–ms. **Revista Magsul de Agronomia**, 2022.

SALES, M. **Agronegócio: Roraima vai ultrapassar 100 mil hectares de área colhida de soja em 2022**. 2022. Disponível em: <https://roraimaemfoco.com/agronegocio-roraima-vai-ultrapassar-100-mil-hectares-de-area-colhida-de-soja-em-2022/>. Acesso em: novembro de 2022.

SANDER, C.; WANKLER, F. L. **Dinâmica pluviométrica de Alto Alegre, RR**. In: VERAS, A. T. R.; SANDER, C. (Org.). Alto Alegre: um olhar geográfico. Boa Vista: Editora da UFRR, 2016.

SEPLAN. Secretaria de estado de planejamento e desenvolvimento. **Informações socioeconômicas do município de Alto Alegre - RR**. 4 ed. Boa Vista: DIEP, 2014.

SILVEIRA, J. M; CONTE, O. Determinação de perdas na colheita de soja: copo medidor da Embrapa. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Londrina, p. 1-28, 2013.

SOARES, V. M. A.; ROSA FILHO, A. **Políticas públicas de habitação popular do município de Alto Alegre-RR**. In: VERAS, A. T. R.; SANDER, C. (Org.). Alto Alegre: um olhar geográfico. Boa Vista: Editora da UFRR, 2016.

SOUSA, E. M. **Desempenho agrônômico de cultivares de soja no município de Baixa Grande do Ribeiro-PI**. 2021. 17p. TCC (Graduação em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Uruçuí, 2021.

TOMM, T. F. R. **Componentes de produção da soja, sob efeito da aplicação de fitormônios no cerrado maranhense**. 2018. 33f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha/MA, 2018.

ASPECTOS FENOLOGICOS DE FEIJÃO-CAUPI (IPA 207) EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO COM *BRADYRHIZOBIUM* E DIFERENTES DOSES DE MOLIBDÊNIO

Mateus Ferreira Andrade^{1*}, Josimar Bento Simplício², Monalissa Alves Diniz Silva², José Nildo Tabosa³, Tania da Silva Siqueira⁴, José de Paula Oliveira³, Eric Xavier de Carvalho³

¹Mestrando em Produção Vegetal, UAST/UFRPE, Serra Talhada – PE. *e-mail: mateus.fandrade2013@gmail.com;

²Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE/UAST, Serra Talhada – PE.

³Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, Recife – PE.

⁴Bacharelada em Agronomia – UAST/UFRPE. Serra Talhada – PE.

RESUMO

O conhecimento da fenologia do feijão-caupi é de grande importância na identificação das respostas agrônômicas no ciclo. Objetivando aumentar a produtividade dessa cultura, estão sendo incrementadas técnicas sustentáveis que aumentam a fixação biológica de nitrogênio, quando em simbiose com plantas da família Fabaceae. Um coadjuvante para a assimilação do nitrogênio atmosférico é o molibdênio (Mo). A presente proposta objetivou caracterizar a fenologia do feijão-caupi var. IPA 207, semeado em condições semiáridas, sob diferentes dosagens de Mo, e inoculação das sementes com rizóbios. O estudo foi em DBC, com esquema fatorial 2x5, quatro repetições. 1º fator: presença e ausência do inoculante; 2º fator: doses de Mo (0, 50, 100, 150 e 200 g.ha⁻¹) aplicadas na forma de molibdato de sódio aos 20 DAE das plântulas, totalizando 40 unidades experimentais. A inoculação foi um dia antes da semeadura. Variáveis analisadas diâmetro do caule (cm); altura da planta (cm) e, duração em dias de cada estágio, em função dos tratamentos. Concluiu-se que a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* influenciou positivamente o desenvolvimento das plantas, proporcionando maior altura de planta, sem alterar significativamente o diâmetro do caule.

PALAVRAS-CHAVE: Fenologia, micronutriente, inoculante.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi da espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp., regionalmente conhecido por diferentes codinomes. Na região Nordeste, por exemplo é conhecido como feijão-macássar ou macassa e feijão-de-corda; Na Região Norte, os codinomes mais comuns são: feijão-da-colônia, feijão-da-praia e feijão-de-estrada; Na Região Sul, feijão-miúdo; Em algumas regiões da Bahia e norte de Minas Gerais – feijão-catador e feijão-gurutuba; Nos estados da Bahia e do Rio de Janeiro, o codinome mais popular é o feijão-fradinho.

Apesar de ter significativa importância socioeconômica, principalmente, nas regiões Norte e Nordeste do Brasil e em países Africanos e Asiáticos, até a década de 90 seu cultivo era quase que exclusivo de pequenos e médios agricultores da base familiar.

No entanto, é importante destacar que, na última década, houve incremento nas pesquisas, essa cultura vem alcançando maior expressão econômica, sendo cultivado por pequenos, médios e grandes produtores. Algumas classes de grãos já estão sendo comercializadas em bolsas de mercadorias da região Sudeste, como é o caso do feijão-fradinho (EMPRESA BRASILEIRA DE AGRICULTURA E PECUÁRIA – EMBRAPA, 2023).

Originário do Continente africano, o feijão-caupi foi introduzido no Brasil no século XVI, pelo estado da Bahia, por colonizadores portugueses, de onde se expandiu

para todo o País. É uma *Fabaceae*, herbácea, grãos comestíveis e com alto teor proteico. Freire Filho (1988). O seu valor nutricional, segundo a Embrapa (2021), é em média 23% de proteínas, 64% de carboidratos, 5% de fibra bruta, 1,7% de lipídios, além dos minerais potássio, fósforo, sódio, cobre e cálcio, entre outros em menor concentração.

Ainda como destaque da importância econômica dessa *Fabaceae*, o levantamento da produção nacional das safras 2021/2022 e 2022/2023, apontam produção de 632,2 mil t. contra 643,1 mil t., numa área = 1.287,3 ha contra 1.297,9 ha, respectivamente, da safra 2022/2023, em relação à safra anterior, publicada pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, (2023).

Freire Filho et al. (2000) ressaltaram que “a escolha correta da cultivar para um sistema de produção num determinado ambiente é de grande importância para a obtenção de ganhos na produtividade”. Essa escolha deve estar vinculada aos aspectos fenológicos que vão indicar o tempo de exposição aos mais variados fatores bióticos e abióticos do ambiente, ao hábito de crescimento – determinado ou indeterminado que vai determinar o tipo de manejo adequado e de colheita e, às características do grão e da vagem, que devem atender às exigências de comerciantes e consumidores.

Neste contexto, o conhecimento da fenologia do feijão-caupi é de grande importância para identificar cada etapa do desenvolvimento e contribuir para o conhecimento da melhor época de cada atividade durante o ciclo da cultura.

Portanto, diante do cenário que se vislumbra face aos fatores ambientais atípicos, faz-se necessário investir, incessantemente, em tecnologias e pesquisas que aumentem a produtividade e a qualidade dessa *Fabaceae*.

Por fazer parte da família *fabaceae* é importante destacar que o feijão-caupi, em simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* pode realizar o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN), que é uma interação dessa bactéria com as raízes para formar estruturas especializadas denominadas nódulos. Nos nódulos o *Bradyrhizobium* fixa o N_2 atmosférico e o converte para NH_3 (amônia). A FBN é um método bastante eficiente em feijão-caupi que, quando bem nodulado, pode atingir altos níveis de produtividade (RUMJANEK et al., 2005).

Entretanto, para que ocorra a nodulação e a FBN a planta precisa da disponibilidade de nutrientes no solo. Entre estes, destaca-se o micronutriente molibdênio (Mo), fundamental para o funcionamento de duas enzimas, a nitrogenase, enzima responsável pela fixação biológica de nitrogênio (MENGEL; KIRKBY, 2001) e da redutase do nitrato, uma enzima responsável pela redução do NO_3 para ser assimilado pela planta (DECHEN et al., 1991).

Considerando a importância do Mo e da inoculação para suprimento de N incrementando o crescimento e desenvolvimento das plantas, o trabalho teve como objetivo caracterizar cada estágio fenológico do feijão-caupi cv. IPA 207, no semiárido Pernambucano, em função das diferentes doses de Mo e da inoculação das sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado no município de Quixaba-PE, Sítio Baixio, situado a 7° 11' 04" S e 37° 31' 06". O solo utilizado é classificado como Cambissolo, (EMBRAPA, 2018).

Aproximadamente, 30 dias antes da implantação foram realizadas amostragens de solo nas camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm para aferir sua fertilidade.

O experimento foi realizado em vasos com diâmetro de 0,30 m., altura de 0,37 m., e capacidade de até 20 L de solo, a semeadura foi em 22/07/2021, com três plantas/vaso, separadas de 12 cm, o espaçamento adotado foi de 0,5 m, considerando o centro de cada

vaso, as sementes utilizadas de feijão-caupi foi da cv. IPA 207 com porte semi-prostrado, abertura da flor aos 58 dias e maturação da primeira vagem aos 73 dias da semeadura, segundo (COSTA et al., 2013).

O experimento foi conduzido em DBC, com fatorial de 2x5, quatro repetições, o 1º fator correspondeu à inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* ou não. O 2º fator foi à aplicação de molibdato de sódio com 39% de Mo na composição, via foliar aos 20 DAE das plântulas, nas doses: 0, 50, 100, 150 e 200 g ha⁻¹, totalizando 10 tratamentos: T1- sem inoculação e sem Mo (tratamento controle) = (SI + D₀ de Mo); T2- sem inoculação + 50 g ha⁻¹ de Mo = (SI + D₅₀ de Mo); T3- sem inoculação + 100 g ha⁻¹ de Mo = (SI + D₁₀₀ de Mo); T4- sem inoculação + 150 g ha⁻¹ de Mo = (SI + D₁₅₀ de Mo); T5- sem inoculação + 200 g ha⁻¹ de Mo = (SI + D₂₀₀ de Mo); T6- com inoculação e sem Mo = (CI + D₀ de Mo); T7- com inoculação + 50 g ha⁻¹ de Mo = (CI + D₅₀ de Mo); T8- com inoculação + 100 g ha⁻¹ = (CI + D₁₀₀ de Mo); T9- com inoculação + 150 g ha⁻¹ de Mo = (CI + D₁₅₀ de Mo); T10- com inoculação + 200 g ha⁻¹ de Mo = (CI + D₂₀₀ de Mo). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com desdobramento do efeito quantitativo das doses em regressão, empregando o nível de significância de até 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

O solo utilizado como substrato foi coletado na área experimental e levado para o laboratório de fertilidade do IPA. Foi analisado para determinação das suas propriedades químicas (Quadro 1). A adubação recomendada foi baseada nos resultados laboratoriais (CAVALCANTI, 2008).

Quadro 1. Análise química inicial do solo da área experimental, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, Sítio Baixo, Quixaba-PE, julho de 2021.

Amostra (cm)	P mg/dm ³	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	Na	K	Al	H	S	CTC
			-----dm ³ dm ³ -----							
0-20	2	5,50	1,75	1,00	0,01	0,24	0,35	3,11	3,0	6,5
20-40	3	5,50	1,65	1,10	0,01	0,31	0,10	2,20	3,1	5,4

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. IPA. 2021.

Antes de serem inoculadas, as sementes foram desinfestadas por imersão em álcool 70%, por cinco minutos, e em solução de hipoclorito de sódio, a 1% por três minutos, em seguida, lavadas cinco vezes com água destilada estéril e deixadas para secar a sombra conforme proposto por PACHECO (2014).

Após a secagem, as sementes de feijão-caupi, cv. IPA 207, que fizeram parte dos tratamentos com inoculação, foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* (contendo 107 células viáveis por mL do inóculo) na dosagem de 200 g para cada 50 kg de sementes, adquirido do núcleo de fixação biológica do nitrogênio nos trópicos, laboratório responsável pela fabricação do inoculante, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco IPA.

Os tratamentos com Mo foram aplicados na forma de molibdato de sódio (39% de Mo), via foliar, aos 20 dias após a emergência, quando as plantas apresentaram o terceiro trifólio, utilizando-se um pulverizador costal com volume de 20 L e vazão de 320 L ha⁻¹.

O crescimento das plantas em cada estágio das fases vegetativa e reprodutiva foram avaliados em função da influência da inoculação ou não e das doses de Mo, com o objetivo de caracterizar a duração em dias de cada estágio fenológico (Figura 2), para isso seguiu-se a escala (Quadro 2) proposta por CAMPOS (2000).

Quadro 2. Descrição dos estádios fenológicos, fases vegetativa (V0 a V9) e reprodutiva (R1 a R5) do feijão-caupi, cv. IPA 207. Sítio baixo, Quixaba – PE, julho 2021.

V0	Caracteriza o momento da Semeadura.
V1	Os cotilédones encontram-se em emergência ou emergidos na superfície do solo.
V2	As folhas unifolioladas encontram-se completamente abertas, suas duas margens estão completamente separadas.
V3	A primeira folha trifoliolada encontra-se com os folíolos separados e completamente abertos.
V4	A segunda folha trifoliolada encontra-se com os folíolos separados e completamente abertos.
V5	A terceira folha trifoliolada encontra-se com os folíolos separados e completamente abertos.
V6	Os primórdios do ramo secundário surgem nas axilas das folhas unifolioladas, podendo também ser observados nas axilas das primeiras folhas trifolioladas.
V7	A primeira folha do ramo secundário encontra-se completamente aberta.
V8	A segunda folha do ramo secundário encontra-se completamente aberta.
V9	A terceira folha do ramo secundário encontra-se completamente aberta.
R1	Surgimento dos primórdios do primeiro botão floral no ramo principal.
R2	Antese da primeira flor, geralmente oriunda do primeiro botão floral.
R3	Início da maturidade fisiológica da primeira vagem, geralmente oriunda da primeira flor. Esse estágio é caracterizado pelo início da mudança de coloração das vagens devido ao início da secagem das mesmas.
R4	Maturidade fisiológica de 50% das vagens da planta.
R5	Maturidade fisiológica de 90% das vagens da planta.

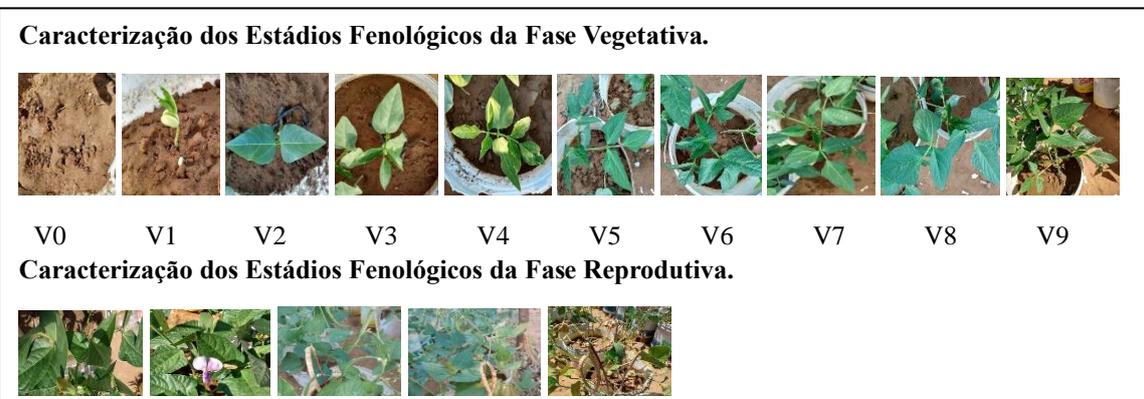


Figura 2. Identificação dos estádios fenológicos do feijão-caupi cv. IPA 207, V0 a V9 e R1 a R5. Sítio baixo, Quixaba – PE, julho 2021. Fonte: Acervo pessoal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados do Quadro 2 e da Figura 2, possibilitam entender o comportamento de cada estágio fenológico do feijão-caupi cv. IPA 207. Verificaram-se variações no número de dias da sementeira até a colheita (NDSC) em cada tratamento. A testemunha (T1 – sem Mo e sem inoculação) quando comparada aos demais tratamentos apresentou precocidade, completando o ciclo em 77 dias. T3 e T5, com 100 e 200 g. de Mo.ha⁻¹ sem inoculação, respectivamente, completaram o ciclo em 89 DAS (dias após a sementeira) indicando aumento do ciclo. Um comportamento a ser avaliado, haja vista a busca pela precocidade, principalmente no ambiente semiárido.

Esses valores discordam dos encontrados por Costa et al. (2013), que trabalhando com a mesma cultivar, registraram abertura da flor aos 58 dias e maturação da primeira vagem aos 73 dias da sementeira. É possível que condições inadequadas de temperatura e radiação solar tenham contribuído para essa diferença de ciclo (Figura 5 A; B e C).

Quanto à fase vegetativa, o estágio V2 ficou caracterizado como o mais longo entre os demais, quando todas as plantas necessitaram de, no mínimo, nove dias para completar esse estágio. Isso pode ser justificado pela presença de pulgões, inseto com características

de picador-sugador que succiona a seiva da planta provocando alterações no metabolismo e no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, ocasionando perdas de produtividade.

A partir do V5, as plantas se desenvolveram “mais rapidamente” até o estágio R2, que necessitou de 17 dias em média para serem completados. No estudo realizado por Moura et al. (2012) com feijão-caupi, cv. BR 17– Gurguéia, nas condições do estado do Piauí, verificou-se que da sementeira até o início da fase reprodutiva foram necessários 35 DAS. Resultados que discordam dos obtidos no presente estudo, que necessitou de, no mínimo, 54 dias para o início da fase reprodutiva. Essa diferença no número de dias está relacionada à data da sementeira (22 de julho de 2021), aliada a temperaturas de até 16°C durante todo o período de desenvolvimento vegetativo.

No entanto, a duração do ciclo completo das plantas encontradas neste estudo corroboram com os resultados de Miranda e Campelo Júnior (2010) que registraram ciclos de 81 e 87 dias, respectivamente, para o período de safra normal e entressafra, ambos em condições irrigadas, um diferencial favorável à qualquer cultura.

A Figura 3 (A e B) destaca os valores de altura de planta (cm) de cada tratamento dos estádios fenológicos, onde fica evidente que as plantas continuaram crescendo, mesmo após o início do estágio reprodutivo. Esse comportamento é compreensível, haja vista, a cultivar IPA 207 fazer parte da genética da cultivar “Vita 3”, lançada para o Estado do Piauí, a qual foi utilizada como progenitor masculino, para dar origem a linhagem “L. 281.005”, conhecida atualmente como “IPA 207” (COSTA et al. 2013). Além disso, o desvio padrão (D.P.) mostra tendência de aumento após o estágio V4, evidenciando a influência dos tratamentos nesta variável, ressaltando que o Mo foi aplicado neste estágio.

A maior altura de planta, 41 cm, foi observada no fim da fase vegetativa, caracterizada como V9, em função do T10 = 200 g.ha⁻¹ Mo + inoculação, superando os tratamentos referentes a 50 e 200 g.ha⁻¹ de Mo sem inoculação e 100 g.ha⁻¹ de Mo com inoculação, respectivamente, sugerindo que ao usar a maior dose de Mo, associada aos tratamentos de inoculação, obteve-se maiores alturas nas condições do estudo.

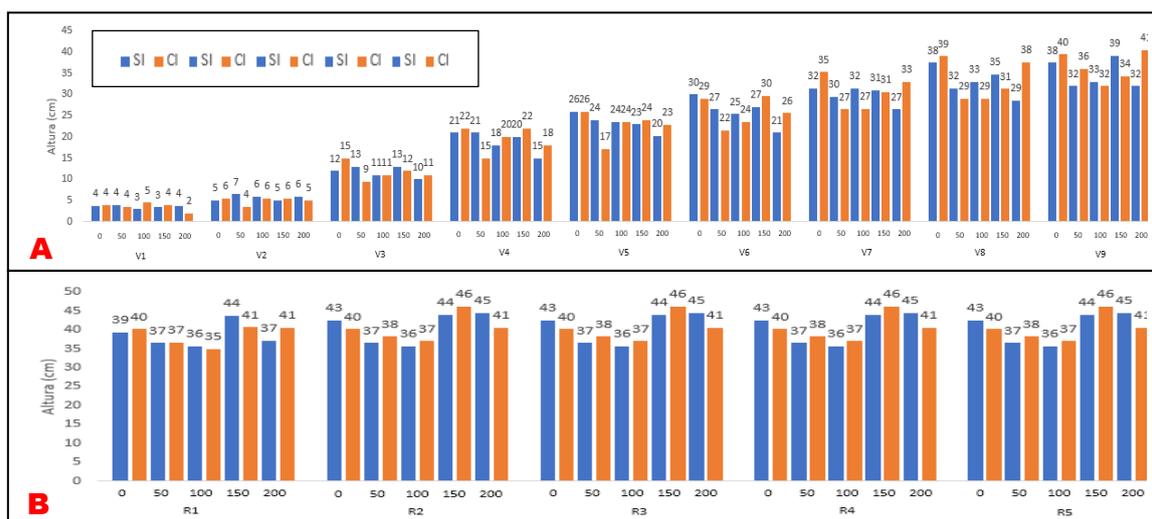


Figura 3 (A e B): Altura de planta nas fases vegetativa (A) e reprodutiva (B), de feijão-caupi, cv. IPA 207, em cada estágio fenológico, em função das crescentes doses de molibdênio (Mo) associadas à presença e ausência de inoculante rizobiano. Sítio Baixio, Quixaba - PE em 2021. Fonte: Arquivo pessoal.

*V1 a V9 e R1 a R5 representam os estádios fenológicos das fases vegetativa e reprodutiva, respectivamente.

Isso indica que a presença do inoculante aumentou a altura das plantas apenas nas doses de 50, 100 e 150 g.ha⁻¹ Mo, sendo os valores obtidos para estas doses de 38; 37 e 46 cm respectivamente. Nas doses de 0 (testemunha) e 200 g.ha⁻¹ Mo, o inoculante não exerceu influência na altura final das plantas, um fato a ser estudado à posteriori.

Quando avaliado o diâmetro do caule das plantas de feijão-caupi em cada estágio

fenológico, em função dos tratamentos (Figura 4 A e B) observou-se que o inoculante não proporcionou maior valor de diâmetro em nenhuma das doses de Mo, além disso, notou-se que o micronutriente também não influenciou nos valores de diâmetro do caule (DC), mesmo com o aumento das doses, essa pouca variação pode ser observada através do desvio padrão da média (D.P.) por apresentar-se menor que 1(um) em todos os estádios fenológicos para todos os tratamentos.

É possível que as temperaturas máximas e mínimas-médias, a baixa radiação solar (horas de Luz solar e crepúsculo) e categorias de nebulosidade registradas pela estação meteorológica (Princesa Isabel – PB) mais próxima à área experimental (Figura 5 A; B e C), principalmente, durante a fase vegetativa tenham contribuído para esse comportamento.

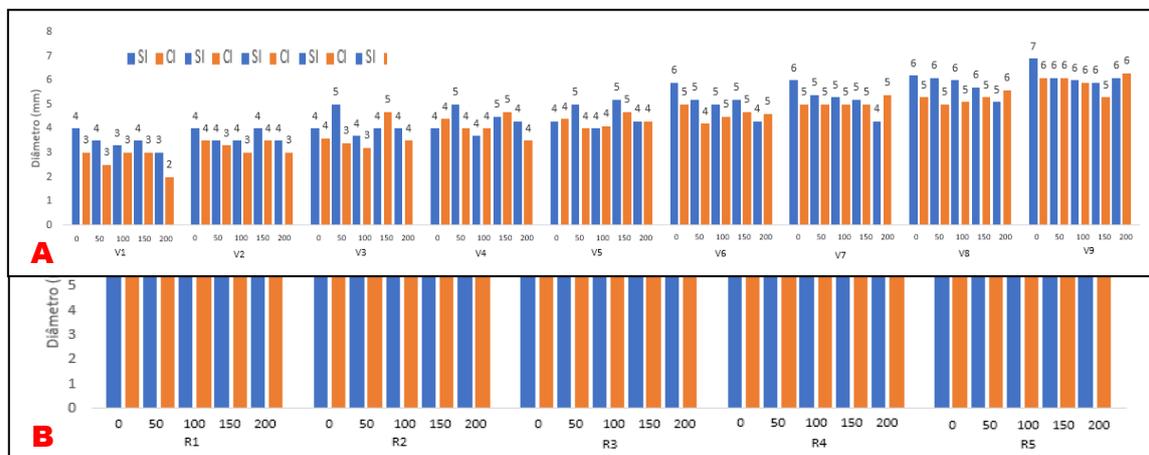
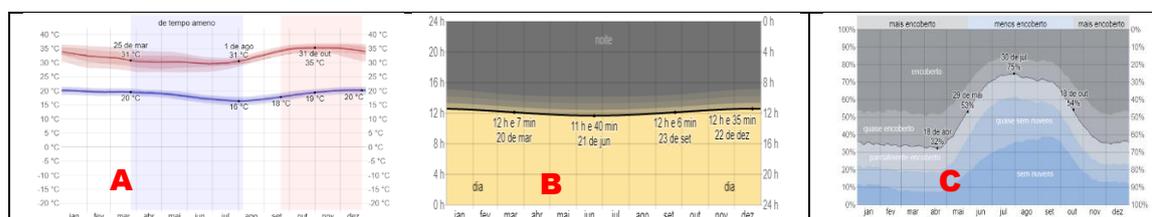


Figura 4 (A e B). Diâmetro do caule das plantas de feijão-caupi, cv. IPA 207, nas fases vegetativa e reprodutiva, em função das doses de Mo, associadas à presença e ausência de inoculante rizobiano. Sítio Baixio, Quixaba-PE, 2021. Fonte: Arquivo pessoal.

Os dados observados caracterizaram as temperaturas máxima-média no ciclo da cultura (julho a setembro de 2021) de 31°C e mínima-média entre 16 e 18°C, sendo julho o mês mais frio, exatamente, o mês da semeadura. O fotoperíodo no ciclo oscilou entre 11 e 12 horas de luz, enquanto a categoria de nebulosidade registrou 75% de tempo encoberto nos primeiros estádios fenológicos e finalizou com aproximadamente, 54% de nebulosidade. Fatores que, possivelmente contribuíram para reduzir o metabolismo e consequentemente, a fotossíntese, figura 5 (A; B e C).



Figuras 5 (A; B e C): (A) T°C máximas e mínimas-médias; (B) Horas de Luz solar e crepúsculo; (C) Categorias de nebulosidade, registradas próxima à área experimental.

Fonte: Weather Spark (2023).

CONCLUSÕES

- A inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* influenciou positivamente o desenvolvimento do feijão-caupi, cv. IPA 207, proporcionando maior altura de planta;
- O aumento das doses até 150 g.ha⁻¹ de Mo, aumentou o ciclo fenológico do feijão-caupi (IPA 207) em até 12 dias, cultivado na estação de inverno no semiárido

pernambucano;

- O diamentro do caule aferido na maturidade fisiológica não sofreu influência significativa em função dos tratamentos.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, F. L.; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. A.; RIBEIRO, V. Q.; SILVA, R. Q. B.; ROCHA, M. M. Ciclo fenológico em caupi (*Vigna unguiculaata* L. WALP.): uma proposta de desenvolvimento. **Revista Científica Rural**. v.5, n.2, p.110-116, 2000. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/307478439>

CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord.). Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco : 2a. aproximação. 3. ed. rev. Recife: IPA, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos**, v. 10, Safra 2022/2023 – Sétimo levantamento, Brasília, abril, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. ISSN: 2318-6852.

COSTA, A. F. da; SOUZA, M. da C. M.; CANUTO, V. T. B.; COITINHO, R. L. B. de; TAVARES, J. A.; FONSECA, M. A. C. Miranda IPA 207, Nova Cultivar de Feijão-Caupi para o Nordeste Brasileiro. Nota Científica-Melhoramento Vegetal. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.18, n.1, p.39-43, 2013. <http://dx.doi.org/10.12661/pap.2013.008>.

DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. C. Mecanismos de absorção e de translocação de micronutrientes. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Ed.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS: CNPq, 1991. p. 79-111.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGRICULTURA E PECUÁRIA - EMBRAPA. **Qualidade tecnológica dos grãos**. Disponível em: [Feijão Caupi - Portal Embrapa](#), acesso em 10/04/2023). Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Estatísticas da produção.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / SANTOS, H. G. [et al.]**. – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2021. 356 p. : il. color. ; 16 cm x 23 cm. ISBN 978-85-7035-800-4.

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

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 26-46.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. (2001) Principles of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 849 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-010-1009-2>.

MIRANDA, M. N., CAMPELO JÚNIOR J. H. Soma térmica para o sub-período semeadura -maturação de feijão cv. Carioca, em Colorado do Oeste, Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 2, p. 180-185, 2010.

MOURA, J. Z.; PÁDUA L. E. M., MOURA S. G., TORRES J. S., SILVA P. R. R. Escala de desenvolvimento fenológico e exigência térmica associada a graus-dia do feijão-caupi. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, p. 66-71, 2012.

PACHECO, R. S. **Fixação Biológica de Nitrogênio em Cultivares de Feijoeiro Estimada pela Abundância Natural de 15N**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, p.38. 2014.

RUMJANEK, N. G.; MARTINS, L. M.; XAVIER, G. R.; NEVES, M. C. P. **Fixação biológica do nitrogênio**. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. Feijão-Caupi: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. cap. 8, p. 281-335.

WEATHER, S. **Clima e condições meteorológicas médias em Princesa Isabel no ano todo**. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/31192/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Princesa-Isabel-Brasil-durante-o-ano>. Acesso, Abril de 2023.

ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO SORGO: UMA REVISÃO

Jakeline Florêncio da Silva^{1*}, Hilderlande Florêncio da Silva¹, Edcarlos Camilo da Silva¹, Maria Silvana Nunes², Severino de Carvalho Neto¹, Mirelly Côelho de Souza¹, Luciana Cordeiro do Nascimento¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail: jakelive_15@hotmail.com

²Universidade Federal de Mato Grosso – UFMG, Mato Grosso-MT

RESUMO

O sorgo é uma cultura que surgiu há 5 mil anos, e apresenta importância mundial. Pertencente à família Poaceae é originária da África e parte da Ásia. No Brasil, o sorgo tem apresentado adaptabilidade, com alto potencial produtivo em regiões distintas do país como nas regiões Sul, Centro-Oeste e em condições do semiárido brasileiro. O sorgo em termos nutricionais e agronômicos é comparado ao milho (*Zea mays*), porém, quanto às exigências e produção, destaca-se como uma alternativa ideal para a produção de silagem. O cultivo do sorgo forrageiro tem sido indicado para áreas semiáridas, devido à velocidade de crescimento, por possuir metabolismo C4 sensível ao fotoperíodo, de dias curtos e com altas taxas fotossintéticas, o que lhe permite desenvolvimento em temperaturas superiores à 21 °C. A demanda nutricional do sorgo apresenta um alto rendimento mesmo com adubação deficiente e pode requerer até 30% menos fertilizantes nitrogenados para produzir a mesma quantidade de etanol por hectare em condições não irrigadas, quando comparado ao milho.

PALAVRAS-CHAVE: *Sorghum bicolor* [L.] Moench, planta C4, silagem.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é uma cultura com grande importância mundial, pertencente à família Poaceae (SOUZA et al., 2020). O seu cultivo tem grande importância nos continentes asiático e africano, sendo consumido diretamente na alimentação humana, e em países ocidentais como Estados Unidos, Austrália e Brasil, é utilizado essencialmente para a alimentação animal (SUBZWARI et al., 2018).

No Brasil, as regiões Sul, Centro-Oeste e em condições do semiárido, o sorgo tem apresentado adaptabilidade, com alto potencial produtivo propondo-se como alternativa para a produção de material forrageiro, grãos e etanol, onde o estresse hídrico e salino limita a produtividade de outras culturas (COSTA et al., 2019; SANTOS et al., 2020).

Em 2022, o Brasil produziu cerca de 999.123 hectares de sorgo, com 1.001.421 hectares de área plantada. Já na região Nordeste, a área plantada foi de 139.156 hectares, tendo um rendimento de 1791 kg/ha (quilogramas por hectare), produzindo cerca de 239.215 toneladas (IBGE, 2023).

O sorgo em termos nutricionais e agronômicos é comparado ao milho (*Zea mays*), porém, quanto às exigências e produção, destaca-se como uma alternativa ideal para a produção de silagem, em que produz mais matéria seca em áreas de solo menos férteis e carboidratos fermentáveis adequadas, com o poder tampão reduzido e alta digestibilidade (MACÊDO et al., 2018).

Fatores externos podem vir a reduzir o potencial produtivo do sorgo, interferindo em maiores produtividades, como forma de manejo, condições ambientais e suscetibilidade da cultivar à patógenos. Dentre estes fatores, os que causam maiores prejuízos são as infecções por fungos patogênicos que causam doenças foliares e problemas no sistema radicular (BRAZ et al., 2019).

DESENVOLVIMENTO

Aspectos gerais

A palavra sorgo vem do latim *sagina* da família das Gramíneas, do reino *Plantae*, filo *Magnoliophyta*, clado Angiospermas e Monocotiledôneas, da família Poaceae, gênero *Sorghum*, e espécie *Sorghum bicolor* [L.] Moench (CORREIA, 2010; CRUZ e CAETANO, 2017).

A cultura do sorgo é originária da África e parte da Ásia, surgindo há 5 mil anos atrás, mais conhecido como sorgo podendo ser chamado também de milho-zaburo no Brasil, mapira (também grafado mapila) em Moçambique e massambala em Angola (TABOSA et al., 2020).

Sendo uma cultura que há muito foi introduzida pelos os escravos africanos, sua produção intensificou-se a partir da década de 1970 no Brasil, com um programa de melhoramento de sorgo, desenvolvido pela EMBRAPA, acreditando no potencial da cultura no país (PURCINO, 2011). Atualmente, como maior produtor desse grão possuindo cerca de 170 milhões de hectares sob pastagens (KIRCHNER et al., 2019), em ordem decrescente, os estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Bahia e São Paulo, que concentram 89% da produção de sorgo granífero no país (JARDIM et al., 2020).

Podendo ser cultivada em regiões semiáridas o sorgo obtém vantagem em relação ao cultivo de outros cereais como a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), milho e a soja (*Glycine max*) (SILVA et al., 2019; VIERA et al., 2020), além de possuir o ciclo vegetativo curto (variando de 90 a 130 dias), sendo uma planta autógama, com baixa taxa de fecundação cruzada, diplóide com 10 pares de cromossomos ($2n=2x=20$) no seu genoma (SANTOS et al., 2005). Conforme o genótipo e o ambiente, e quando ocorre a fecundação é realizada pela dispersão do vento (SMITH e FREDERIKSEN, 2000).

Pela perspectiva agrônômica, o sorgo é dividido em cinco tipos comerciais que são o granífero que apresenta plantas com o porte baixo adaptadas para possibilitar a colheita mecânica, já o sacarino que são plantas de porte alto próprio para a produção de açúcar e álcool, do tipo vassoura que é usado para a fabricação de vassouras. A biomassa é destinada para a produção de energia e o forrageiro é utilizado para silagem, sendo complemento alimentar, fenação e cobertura morta (RODRIGUES et al., 2015; ALMEIDA, 2019).

O sorgo forrageiro tradicional ou silageiro é constituído por plantas com o porte alto, superior a três metros de altura, tendo o ciclo de médio a tardio, elevada produção de forragem e adaptado ao semiárido e regiões similares. O sorgo de porte médio, apresenta ciclo precoce de altura é de até 2,50 metros, apresenta panícula compacta que pode ser colhida na fase leitosa/pastosa para uma silagem enriquecida auxiliando na dieta de bovinos (TABOSA et al., 2020).

A planta do sorgo é formada pelo sistema radicular dividido em raízes são divididas em primárias ou seminais, secundárias e adventícias, podendo alcançar até 1,5 metros de profundidade e em extensão lateral até dois metros, sendo extenso, fibroso e possui maior número de pelos absorventes (MAGALHÃES et al., 2015). O crescimento das raízes termina antes mesmo do florescimento, devido a planta priorizar as partes reprodutivas (panículas), nas quais apresentam grande demanda por fotoassimilados (PEREIRA FILHO e RODRIGUES, 2015).

O caule do sorgo é um colmo dividido em nós e entre nós, que normalmente apresenta apenas um colmo, porém, irá depender da variedade do sorgo, das condições ambientais, na qual a planta pode apresentar perfilhos ou afilhos. O diâmetro do colmo de acordo com as diversas variedades podendo ser entre 5 a 30 mm na sua base. A altura do caule até o extremo da panícula varia segundo o número e a distância dos entrenós e

também segundo o pedúnculo e a panícula, e a quantidade de nós é determinada pelos genes da maturação e por sua reação ao fotoperíodo e a temperatura (MAGALHÃES et al., 2015).

As folhas do sorgo dividem-se em duas partes, bainha e limbo foliar, eretas quando novas, tendendo para horizontalidade quando amadurecem, são alternadas, lanceoladas, com bordos serrilhados, apresentando-se lisas e com uma camada de cerosidade, os estômatos são localizados em ambos os lados da folha, sua nervura central é saliente, convexa no lado de baixo e côncava no lado de cima da folha, a última folha é denominada de bandeira e sua bainha protege a inflorescência quando está emergindo. (MAGALHÃES et al., 2015). Os fatores que determinam o número de folhas no sorgo são as cultivares, fotoperíodo e temperatura (CLERGET et al., 2008).

A inflorescência do sorgo é uma panícula, com flores andróginas que se desenvolvem no topo para a base, com a duração de quatro à cinco dias (MAGALHÃES et al., 2015). Em um campo de sorgo, as plantas podem não florescer ao mesmo tempo, assim a duração do florescimento no campo pode variar de seis à quize dias, possuindo mais de 5000 grãos de pólen por antera, o que equivale dizer que há mais de 20 milhões de grãos de pólen por panícula (ALMEIDA, 2019).

As sementes de sorgo apresentam três estruturas básicas, o tegumento que é a camada periférica que envolve e protege a semente, cuja resistência associa-se ao pericarpo, o endosperma localiza-se em uma camada mais interna, é o tecido que armazena nutrientes servindo como energia para a semente, e o eixo embrionário que fica no canto inferior direito, é a parte responsável por estimular a germinação. As sementes são ovaladas, possuem em média 4 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro, com coloração do tegumento variando entre branco, amarelo, vermelho, marrom e até preto (SANTOS et al., 2021).

O cultivo do sorgo forrageiro tem sido indicado para áreas semiáridas, devido à velocidade de crescimento, metabolismo C4, sensibilidade ao fotoperíodo, de dia curto e com altas taxas fotossintéticas que lhe permite responder bem à temperaturas superiores a 21°C para seu desenvolvimento (CARRILLO et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2020; SANTIN et al., 2020) e a possibilidade de oferta de silagem de alta qualidade, pelo acúmulo de biomassa, por meio do cultivo, contribuindo para um programa sustentável da pecuária nacional (PARRELLA et al., 2014).

A demanda nutricional do sorgo apresenta um alto rendimento mesmo tendo baixo fornecimento de adubação e pode requerer até 30% menos fertilizantes nitrogenados para produzir a mesma quantidade de etanol por hectare, em condições não irrigadas, quando comparado ao milho (DAMASCENO et al., 2016). Ressalta-se a grande adaptabilidade edafoclimática apresentada pela planta do sorgo, as diversas cultivares dessa planta podem ser utilizadas nas diferentes cadeias produtivas (ALMEIDA, 2019).

O sorgo forrageiro produz silagem com boas características fermentativas e destaca-se por ter adequadas concentrações de carboidratos solúveis, que são essenciais para a fermentação láctica, sendo a cultura anual mais importante para produção de silagem. Essa produção de silagem, economicamente viável (alta produção por unidade de área), apresenta níveis médios energético e de proteína (cerca de 8% de proteína bruta) (SANTIN et al., 2020).

O sorgo é uma planta semelhante ao milho em relação à sua composição química e ao seu valor nutricional, como amido, proteínas, lipídios, polissacarídeos não amiláceos e fitoquímicos, compostos fenólicos, fitoesteróis e policosanol, vitaminas e minerais (QUEIROZ et al., 2015; STEFOSKA-NEEDHAM et al., 2015). Pode apresentar também concentrações expressivas de vitamina E, fósforo, zinco e potássio, utilizado como substituto do trigo em produtos de panificação pois não apresenta glúten na sua constituição (ANUNCIACÃO et al., 2017; PAIVA et al., 2017).

CONCLUSÃO

O sorgo nos últimos anos tem-se destacado no cenário agrícola por apresentar maior tolerância ao déficit hídrico e a altas temperaturas, sobretudo nas regiões semiáridas do Brasil, tornando-se uma cultura com potencial para a produção de grãos e forragem em diferentes condições climáticas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. G. F. D. **Etanol de segunda geração utilizando sorgo biomassa (*Sorghum bicolor*)**. Tese de Doutorado - Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina/MG, 47 - 49 p, 2019.
- ANUNCIAÇÃO, P. C.; CARDOSO, L. M.; GOMES, J. V. P.; DELLA LUCIA, C. M.; CARVALHO, C. W. P.; GALDEANO, M. C.; QUEIROZ, V. A. V.; ALFENAS, R. C. G.; MARTINO, H. S. D.; PINHEIROSANT'ANA, H. M. Comparing sorghum and wheat whole grain breakfast cereals: Sensorial acceptance and bioactive compound content. **Food Chemistry**, 221, 984-989. 2017.
- CARRILLO, M. A.; STAGGENBORG, S. A.; PINEDA, J. A. Washing sorghum biomass with water to improve its quality for combustion. **Fuel**, v. 116, p. 427-431, 2014.
- CLERGET, B.; DINGKUHN, M.; GOZE, E.; RATTUNDE, H. F. W.; NEY, B. Variability of phyllochron, plastochron and rate of increase in height in photoperiod-sensitive sorghum varieties. **Annals of Botany**, 101, 579-594, 2008.
- CORREIA, A. I. L.; **Contribuição Para a Melhoria da Qualidade Nutricional do Sorgo**. Universidade de Aveiro - Departamento de Química. Aveiro, Portugal: p.14, 2010.
- CRUZ, L. P. D.; CAETANO, S. S. DANOS OCASIONADOS PELA ANTRACNOSE (*Colletotrichum sublineolum*) EM PLANTAS DE SORGO. 2017.
- DEEPA, N.; RAKESH, S.; SREENIVASA, M. Y. Morphological, pathological and mycotoxicological variations among *Fusarium verticillioides* isolated from cereals. **3 Biotech**, v. 8, n. 2, p. 1-10, 2018.
- JARDIM, A. M. D. R. F.; SILVA, G. Í. N.; BIESDORF, E. M.; PINHEIRO, A. G.; SILVA, M. V.; ARAÚJO, J.; DOS, S. A. Production potential of *Sorghum bicolor* (L.) Moench crop in the Brazilian semiarid. **PUBVET**, v. 14, n. 4, 2020.
- KIRCHNER, J. H.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; TORRES, R. R.; MEZZOMO, W.; BEN, L. H. B.; PEREIRA, A. C. Funções de produção e eficiência no uso da água em sorgo forrageiro irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, p. 1-9, 2019.
- MAGALHÃES, P. C. C.; SOUZA, T. C.; SCHAFFERT, R. E. Ecofisiologia. In: **Sistema de Produção**, 9ª edição: Cultivo de Sorgo, 2015.

NASCIMENTO, A. R. L.; FREIRE, C. S.; SILVA, A. F. A.; OLIVEIRA, E. C. A., FREIRE, F. J.; SANTOS, R. L. Manejo da adubação nitrogenada em solo alcalino cultivado com sorgo sudão. **Revista Geama**, v. 6, n. 2, p. 72-80, 2020.

PAIVA, C. L.; QUEIROZ, V. A. V.; SIMEONE, M. L. F.; SCHAFFERT, R. E.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, C. S. Mineral content of sorghum genotypes and the influence of water stress. **Food Chemistry**, 214, 400-405. 2017.

PARRELLA, R. A. C.; MENEZES, C. B. de; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; PARRELLA, N. N. L. D.; SCHAFFERT, R. E. Cultivares. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L. D.; PARRELLA, R. A. C. (Ed.). **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, cap. 7, p. 169-187. 2014.

PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A.S. **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Coleção 500 perguntas, 500 respostas**. Brasília, DF: Embrapa, 327 p. 2015.

PURCINO, A. A. C. Sorgo sacarino na Embrapa; histórico, importância e usos. In: **Agroenergia em Revista**. Ano II, nº 3, agosto/2011.

QUEIROZ, V. A. V.; SILVA, C. S.; MENEZES, C. B.; SCHAFFERT, R. E.; GUIMARÃES, F. F. M.; GUIMARÃES, L. J. M.; GUIMARÃES, P. E. O.; TARDIN, F. D. Nutritional composition of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] genotypes cultivated without and with water stress. **Journal of Cereal Science**, v. 65, p. 103–111. 2015.

RODRIGUES, J. A. S.; MENEZES, C. B.; MACHADO, J. R. A.; TABOSA, J. N.; SIMPLICIO, J. B. Manejo cultural. In: PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: **Embrapa**. cap. 8, p. 123-139, 2015.

SANTIN, T. P.; FRIGERI, K. D. M.; AGOSTINI, A.; SILVA, H. R.; FRIGERI, K. D. M.; KALLES, N. Z.; DIAS, A. M. Características fermentativas e composição química da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*) com uso de aditivos absorventes. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 54931-54943, 2020.

SANTOS, C. V.; OLIVEIRA, I. C. M.; SILVA, R. A.; RIBEIRO, P. C. O.; MENEZES, C. B.; SILVA, K. J. Regulamentação para produção de sementes de sorgo. In: MENEZES, C. B. (ed. Téc.). **Melhoramento de Sementes de Sorgo**. Brasília – DF: Embrapa, 546p. il. 2021.

SANTOS, F. G.; CASELA, C. R.; WAQUIL, J. M. Melhoramento de sorgo. In: Borém, A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. Ed. p. 605-658, Viçosa, MG: UFV, 2005.

SILVA, E. M. S.; PERES, A. E. C.; SILVA, A. C.; LEAL, M. C. D. M; LIAO, L. M.; ALMEIDA, V. O. Sorghum starch as depressant in mineral flotation: part 1 – extraction and characterization. **Journal of Materials Research and Technology**, v. 8, n. 1, p. 396-402, mar./2019.

SMITH, C. W.; FREDERIKSEN, R. A. Sorghum: origin, history, technology, and production. Wile **Series in Crop Science**, Series Editor Texas A & M University, 824p. 2000.

STEFOSKA-NEEDHAM, A.; BECK, E. J.; JOHNSON, S. K.; TAPSELL, L. C. Sorghum: An Underutilized Cereal Whole Grain with the Potential to Assist in the Prevention of Chronic Disease. **Food Reviews International**, v. 31, n. 4, p. 401–437. 2015.

TABOSA, J. N.; BRITO, A. R. M. B.; LIMA, L. E.; FRANÇA, J. G. E.; CARVALHO, J. X. HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA DO SORGO. **Cadernos do Semiárido riquezas & oportunidades** / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco. – v. 15, n.2 (2020). Recife: CREA-PE: Editora UFRPE, 2020.

VIEIRA, A. L. S.; DUARTE, G. B.; QUEIROZ, V. A. V.; CORREA, T. R.; SILVA, V. D. M.; ARAÚJO, R. L. B.; FANTE, C. A. Caracterização do amido isolado de diferentes cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n.5, p.24704-24718 may. 2020.

EFEITOS DA SALINIDADE NA CULTURA DO RABANETE (*RAPHANUS SATIVUS* L.): MINI-REVISÃO

João Henrique Barbosa da Silva¹, Antônio Veimar da Silva¹, Carla Michelle da Silva¹, Karla Mariana Silva¹, Dalva Maria de Almeida Silva², Talita Regina Veloso Ribeiro Gomes¹, Jade Irg-ma de Oliveira Litran dos Santos¹, Denilson de Lima Santos¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB

²Escola Estadual de Ensino Profissional Antônio Mota – Tamboril, CE
e-mail: henrique485560@gmail.com

RESUMO

Plantas de rabanete quando na presença de estresse salino tendem a apresentar desequilíbrios osmóticos e iônicos, alterando o metabolismo e estimulando o estresse oxidativo através do aumento na produção de espécies reativas de oxigênio (EROs). Portanto, a presente revisão teve como objetivo demonstrar os efeitos da salinidade na cultura do rabanete (*Raphanus Sativus* L.), enfatizando o comportamento da planta quando acometido ao estresse salino. Essa revisão foi desenvolvida com base em uma pesquisa bibliográfica, adotando-se o método de revisão integrativa, utilizando-se de trabalhos publicados sem restrição de idioma ou critérios de exclusão dos últimos 5 anos ou superior que apresentam relevância para o referente estudo. Após a organização dos artigos e leitura crítica acerca do assunto, observou-se que uso de água salina ou de baixa qualidade na agricultura, é umas das principais responsáveis por ocasionar distúrbios nas plantas, podendo leva-las a morte. Além disso, as pesquisas apontam que o estresse salino é responsável por efeitos deletérios em plantas de rabanete, sendo importante o uso de atenuantes eficazes como uma forma de aumentar os campos de produção desta cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse salino, Hortaliça, Atenuantes.

INTRODUÇÃO

Na atualidade, 932 milhões de hectares de terra estão passando por sérios problemas decorrentes do sal, com perspectivas de aumento por intermédio das mudanças do clima (SHAHID et al., 2018), com dados que apontam que 20% do total cultivado e 33% das áreas agrícolas irrigadas a nível mundial podem ser afetadas por injúrias da elevada salinidade (GOPALAKRISHNAN; KUMAR, 2020), com tendência de aumento superiores a 50% até 2050 (WANG et al., 2020).

Plantas quando na presença de estresse salino apresentam fortes desequilíbrios osmóticos e iônicos, com alteração no seu metabolismo e estimulação do estresse oxidativo por meio do aumento na produção de espécies reativas de oxigênio – EROs (EL GHAZALI, 2020; NAVADA et al., 2020). As EROs são geradas de forma contínua durante os processos metabólicos normais na mitocôndria, peroxissomo e citoplasma, contudo, em altos níveis, estes se tornam citotóxicos, podendo reagir com biomoléculas vitais, ocasionando problemas como peroxidação, desnaturação de proteínas e mutação de DNA (SHAHID et al., 2020).

O rabanete (*Raphanus Sativus* L.) é uma espécie de hortaliça altamente cultivada, apresentando raízes tuberosas ricas em nutrientes e antioxidantes (SUGIURA et al., 2015). Aliado a elevada qualidade nutricional e importância econômica, essa cultura apresenta rápido crescimento, ciclo de vida curto e alta plasticidade em resposta às condições ambientais, tornando-a interessante para o estudo do crescimento vegetal e produção sob condições de estresse como a salinidade (WELLES; FUNK, 2021).

Portanto, a presente revisão teve como objetivo demonstrar os efeitos da salinidade na cultura do rabanete (*Raphanus Sativus* L.), enfatizando o comportamento da planta quando acometido ao estresse salino.

MATERIAL E MÉTODOS

Tipo de pesquisa

Essa revisão foi desenvolvida com base em uma pesquisa bibliográfica, sendo esta realizada por meio de buscas em artigos científicos nacionais e internacionais. Para tanto, adotou-se o método de revisão integrativa, tipo de método que proporciona além da síntese de conhecimento, a incorporação da aplicabilidade prática dos resultados de estudos significativos (SOUZA et al., 2010).

Procedimentos técnicos

Utilizou-se de trabalhos publicados sem restrição de idioma ou critérios de exclusão, com informações presentes em banco de dados disponíveis na internet e em livros, no período dos últimos 5 anos ou superior que apresentam relevância para o referente estudo. Para selecionar os artigos foram utilizados os seguintes descritores: “Rabanete”, “*Raphanus Sativus*”, “Hortaliça”, “Salinidade”, “Estresse salino”, “Fitohormônio”, “Atenuantes”, entre outros.

Dessa forma, com a seleção dos dados, tornou-se possível descrever os efeitos da salinidade na cultura do rabanete. As informações coletadas foram por meio de consulta em publicações de autores de referência na área de estudo com posterior leitura crítica acerca do assunto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultura do rabanete (*Raphanus Sativus* L.)

O rabanete (*Raphanus Sativus* L.) é uma raiz tuberosa de pequeno porte e curto ciclo, pertencente à família Brassicaceae, com a presença de raízes globulares de cor vermelha e polpa branca, se destacando por apresentar sabor picante. Essa hortaliça é utilizada na gastronomia popular, especialmente em regiões tropicais, subtropicais e temperadas (SINGH, 2021). Na Figura 1, pode-se observar o ciclo de vida do rabanete.

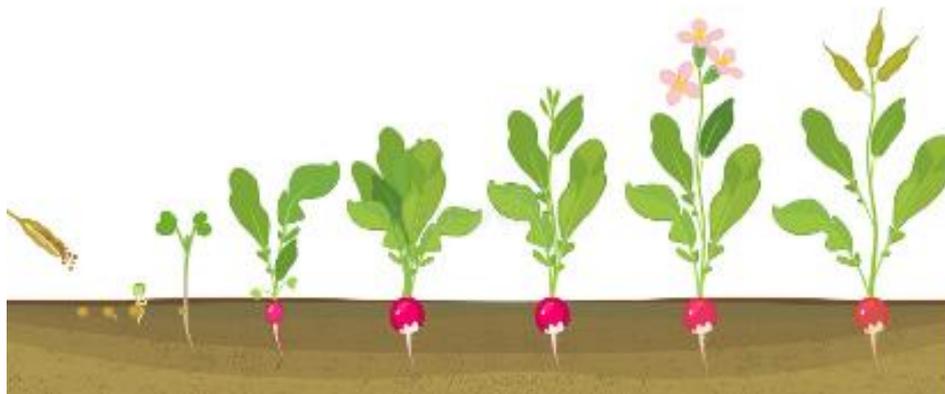


Figura 1. Ciclo de vida do rabanete. **Fonte:** Dreamstime (2023).

A cultura do rabanete é cultivada em todo o mundo, visto apresentar forte importância econômica por possibilitar rápido retorno ao produtor (LI et al., 2022), além de possuir valores energéticos e nutrientes, sendo rico vitaminas C e B, bem como minerais (cálcio, potássio e manganês) (BARZEGAR et al., 2022). A grande parte da produção de *R. sativus* tem origem de pequenas propriedades rurais, e o consumo é a partir dos tubérculos e das folhas, em preparos in natura, conservas, secos ou cozidos (LEE; PARK, 2017).

Para o bom desenvolvimento da cultura, é necessária uma distribuição de água satisfatória durante todo o ciclo da planta, visto o fornecimento irregular ou o excesso hídrico possibilitar rachaduras. Contudo, em vários casos a água disponível para irrigação é oferecida com quantidades de sais, sendo em muitos locais o fator de maior limitação para o cultivo de campos de produção (SILVA et al., 2020).

Dessa forma, é importante entender os limites de tolerância e os problemas ocasionados pelos sais contidos na água de irrigação, o que justifica o tópico a seguir, com abordagens relacionadas aos efeitos da salinidade no solo e na planta.

Salinidade: efeitos no solo e na planta

O solo é um recurso natural não renovável alta importante, visto amparar culturas agrícolas que ajudam na alimentação da população mundial, com dados que mostram aumento até o ano de 2050 próximo a 9,8 bilhões de pessoas (UNITED NATIONS, 2020). Contudo, quando acometido pela presença de sais, seja ele de forma excessiva ou não, o solo apresenta modificações em sua estrutura, tornando-o salino, trazendo consequências negativas quanto a saúde ambiental e para as plantas (DIAZ et al., 2021).

Dois aspectos principais são responsáveis pela ocorrência da salinidade, conhecidos como salinização secundária (ocasionada pelo homem), de modo que o uso de água com restrição de qualidade para uso de irrigação em épocas secas torna-se o principal atributo que ocasionam salinidade do solo (PEÑA et al., 2020), aliado a salinização primária (ocasionada de forma natural), onde a salinização física ou do solo abrange solos salinos os quais apresentam valores de extrato de massa saciada (CE) de > 4 dS /m, ESP < 15 e pH $< 8,5$, solos alcalinos, que apresentam valores correspondentes < 4 dS/m (CE), > 15 (ESP) e $> 8,5$ (pH), e por fim, solos salino-alcalinos (SEIFI et al., 2020).

Assim sendo, as plantas precisam enfrentar condições adversas provenientes da salinização do seu meio de crescimento e desenvolvimento, visto o excesso de sais danificar o sistema radicular levando ao fechamento dos estômatos, redução das trocas gasosas, absorção de água e expansão foliar, levando o vegetal ao efeito iônico, o que acarreta de forma negativa na fotossíntese, biossíntese, e produtividade (SILVA et al., 2018).

De início, os sintomas nas plantas começam no sistema radicular, quando presentes em um ambiente com excesso de sais, explicado pelo estresse osmótico e acúmulo de íons fitotóxicos, fazendo com que ocorra a toxicidade iônica por intermédio da falta de nutrientes no citosol (HERNÁNDEZ et al., 2019). Ainda, o vegetal tende a entrar em um fluxo de transpiração com posterior danificação nas células presentes nas folhas que transpiram, reduzindo seu crescimento de forma rápida (PARIHAR et al., 2015).

Com base nos supracitados, entende-se que a salinidade é uma realidade maléfica para os solos e para as plantas. Na seção a seguir, será abordado os efeitos do estresse salino na cultura do rabanete, com pesquisas da atualidade que abordam efeitos diretos e indiretos do sal nessa cultura. Além disso, será apresentado alguns produtos que vem sendo estudados para mitigar o efeito desse estresse abiótico.

Estresse salino em rabanete e uso de atenuantes

Henschel et al. (2023) ao estudarem os efeitos da salinidade na cultura do rabanete e uso de metil jasmonato - MJ exógeno como atenuante, observaram que nenhuma das concentrações de MJ atenuou a inibição do crescimento ocasionada pelo estresse salino, contudo, 5 μM de MJ atenuou os efeitos deletérios do estresse salino na taxa de assimilação de carbono, transpiração, condutância estomática e respiração escura, concluindo portanto, que o MJ não atenua o estresse salino em plantas de rabanete, podendo ocasionar inibição no seu crescimento quando em altas concentrações.

Santos et al. (2020) ao avaliarem o crescimento da cultura do rabanete cultivado sob níveis de salinidade (0,5, 1,5, 3,0, 4,5 dS m^{-1}) na água de irrigação e adubação foliar (com e sem), observaram resultados interessantes, de modo que os níveis crescente de salinidade afetou o crescimento e desenvolvimento das plantas, ocasionando redução nas variáveis analisadas, concluindo ainda, que a adubação foliar não atenuou os efeitos negativos da salinidade.

Sousa Basílio et al. (2018) investigando o efeito da irrigação com água salina (0,50, 1,30, 3,25, 5,20 e 6,00 dS m^{-1}) combinada com aplicações de ácido ascórbico (0,00, 0,29, 1,00, 1,71 e 2,00 mM) no desenvolvimento e atividade fotossintética de rabanete, observaram que a água salina influenciou de forma negativa os caracteres estudados, independentemente da aplicação de ácido ascórbico. Contudo, os autores observaram que a concentração de 1,00 mM de ácido ascórbico foi capaz de promover aumento nas clorofilas *a*, *b* e total nas plantas de rabanete.

Yildirim et al. (2008) ao utilizar bioinoculantes em efeitos melhorados em plantas de rabanete sob estresse salino, observaram que a salinidade afetou de forma negativa o crescimento do rabanete, contudo, os tratamentos com bactérias promotoras do crescimento das plantas afetaram de forma positiva os parâmetros de crescimento avaliados por aumentar a absorção de nutrientes pelo vegetal.

Em síntese, percebe-se poucos estudos quanto a cultura do rabanete sob estresse salino, sendo importante mais pesquisas que ajudem a subsidiar informações válidas para verticalizar as áreas de cultivo dessa cultura. Além disso, a salinidade é uma realidade presente na maioria das áreas em que o rabanete é cultivado, sendo imprescindível a adoção de tecnologias, como é o caso dos atenuantes, para melhorar o crescimento e desenvolvimento das plantas sob o estresse.

CONCLUSÕES

O uso de água salina ou de baixa qualidade na agricultura, é umas das principais responsáveis por ocasionar distúrbios nas plantas, podendo leva-las a morte.

O estresse salino é responsável por efeitos deletérios em plantas de rabanete.

O uso de atenuantes eficazes é uma forma interessante de aumentar os campos de produção da cultura do rabanete.

REFERÊNCIAS

BARZEGAR, T.; MAHMOODI, S.; NEKOUNAM, F.; GHAREMANI, Z.; KHADEMI, O. Effects of humic acid and cytokinin on yield, biochemical attributes and nutrient elements of radish (*Raphanus sativus* L.) cv. Watermelon. **Journal of Plant Nutrition**, v. 45, n. 10, p. 1582-1598, 2022.

- DÍAZ, F. J.; SANCHEZ-HERNANDEZ, J. C.; NOTARIO, J. S. Effects of irrigation management on arid soils enzyme activities. **Journal of Arid Environments**, v. 185, p. 104330, 2021.
- EL GHAZALI, G. E. B. Suaeda vermiculata Forssk. ex JF Gmel.: structural characteristics and adaptations to salinity and drought: a review. **International Journal of Sciences**, v. 9, n. 2, p. 28-33, 2020.
- GOPALAKRISHNAN, T.; KUMAR, L. Modeling and mapping of soil salinity and its impact on Paddy Lands in Jaffna Peninsula, Sri Lanka. **Sustainability**, v. 12, n. 20, p. 8317, 2020.
- HENSCHER, J. M.; AZEVEDO SOARES, V.; FIGUEIREDO, M. C.; SANTOS, S. K.; DIAS, T. J.; BATISTA, D. S. Can exogenous methyl jasmonate mitigate salt stress in radish plants?. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, p. 1-13, 2023.
- HERNÁNDEZ, J. A. Salinity tolerance in plants: trends and perspectives. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 10, p. 2408, 2019.
- LEE, O. N.; PARK, H. Y. Assessment of genetic diversity in cultivated radishes (*Raphanus sativus*) by agronomic traits and SSR markers. **Scientia Horticulturae**, v. 223, p. 19–30, 2017.
- LI, C.; GAO, J.; LI, W.; FANG, P.; LIU, Y.; WANG, C.; CHEN, F. B. Improved efficiency of callus induction, bud differentiation, and plant regeneration in radish (*Raphanus sativus* L.). **Research Square**, p. 1-22, 2022.
- NAVADA, S.; VADSTEIN, O.; GAUMET, F. et al. Biofilms remember: osmotic stress priming as a microbial management strategy for improving salinity acclimation in nitrifying biofilms. **Water Research**, v. 176, p. 115732, 2020.
- PARIHAR, P.; SINGH, S.; SINGH, R.; SINGH, V. P.; PRASAD, S. M. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental science and pollution research**, v. 22, n. 6, p. 4056-4075, 2015.
- PEÑA, A.; DELGADO-MORENO, L.; RODRÍGUEZ-LIÉBANA, J. A. A review of the impact of wastewater on the fate of pesticides in soils: Effect of some soil and solution properties. **Science of the Total Environment**, v. 718, p. 134468, 2020.
- SANTOS, R. H. S.; SANTOS DIAS, M.; SILVA, F. D. A.; OLIVEIRA SANTOS, J. P.; REIS, L. S.; TAVARES, C. L.; SANTOS, S. C. Adubação foliar na cultura do rabanete cultivado sob estresse salino. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e889974859-e889974859, 2020.
- SEIFI, M.; AHMADI, A.; NEYSHABOURI, M. R.; TAGHIZADEH-MEHRJARDI, R.; BAHRAMI, H. A. Remote and Vis-NIR spectra sensing potential for soil salinization estimation in the eastern coast of Urmia hyper saline lake, Iran. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 20, p. 100398, 2020.
- SHAHID, M. A.; SARKHOSH, A.; KHAN, N. et al. Insights into the physiological and biochemical impacts of salt stress on plant growth and development. **Agronomy**, v. 10, n. 7, p. 938, 2020.

SHAHID, S. A.; ZAMAN, M.; HENG, L. Soil salinity: Historical perspectives and a world overview of the problem. In: *Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques*. Springer, p. 43-53, 2018.

SILVA, A. F.; VALÉRIA, F. D. O.; SANTOS, G. L.; JÚNIOR, E. S. A.; SILVA, S. L.; MACEDO, C. E. et al. Antioxidant protection of photosynthesis in two cashew progenies under salt stress. *Journal of Agricultural Science*, v. 10, p. 388-404, 2018.

SILVA, J. G.; LOPES, K. P.; OLIVEIRA, O. H.; RODRIGUES, M. H. S.; PAIVA, F. J. S. Tolerance to irrigation water salinity in physalis plants: productive aspects. *Bioscience Journal*, v. 36, n. 1, p. 83-96, 2020.

SINGH, B. K. Radish (*Raphanus sativus* L.): Breeding for higher yield, better quality and wider adaptability. *Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops: Volume 8: Bulbs, Roots and Tubers*, p. 275-304, 2021.

SOUSA BASÍLIO, A. G.; VIEIRA DE SOUSA, L.; SILVA, T. I.; MOURA, J. G.; MELO GONÇALVES, A. C.; MELO FILHO, J. S. et al. Radish (*Raphanus sativus* L.) morphophysiology under salinity stress and ascorbic acid treatments. *Agronomía Colombiana*, v. 36, n. 3, p. 257-265, 2018.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO R. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Einstein (São Paulo). v. 8, p. 102-106, 2010.

SUGIURA, D.; BETSUYAKU, E.; TERASHIMA, I. Manipulation of the hypocotyl sink activity by reciprocal grafting of two *Raphanus sativus* varieties: its effects on morphological and physiological traits of source leaves and whole-plant growth. *Plant Cell & Environment*, v. 38, p. 2629–2640, 2015.

UNITED NATIONS. World population prospects 2019: **revision population**. 2020, Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>. Acessado em: 25 de abril de 2023.

WANG, F.; SHI, Z.; BISWAS, A.; YANG, S.; DING, J. Multi-algorithm comparison for predicting soil salinity. *Geoderma*, v. 365, p. 114211, 2020.

WELLES, S. R.; FUNK, J. L. Patterns of intraspecific trait variation along an aridity gradient suggest both drought escape and drought tolerance strategies in an invasive herb. *Annals of Botany*, v. 127, p. 461-471, 2021.

YILDRIM, E.; DONMEZ, M. F.; TURAN, M. Use of bioinoculants in ameliorative effects on radish plants under salinity stress. *Journal of plant nutrition*, v. 31, n. 12, p. 2059-2074, 2008.

AS AGRICULTURAS E OS CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO E CONSUMO

João Manoel da Silva¹, Jayne Nere Mendes¹, Aglair Cardoso Alves¹, Alcilane Arnaldo Silva¹, Fábio Nascimento de Jesus¹, Elizabeth Simões do Amaral Alves¹

¹Universidade Estadual do Piauí, Campus Dep. Jesualdo Cavalcanti – UESPI, e-mail: agrobio.jm@gmail.com

²Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE / Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Recife-PE

RESUMO

O consumo de alimentos de origem vegetal *in natura* é um dos meios de movimentação da agricultura, onde, majoritariamente, constituem alimentos oriundos da agricultura familiar. Essa produção demanda uma série de necessidades no que tange seus produtores desde a lavoura até o mercado e consumo pela população. Nessa seara, buscou-se por meio desse ensaio discutir alguns pontos relacionados a modos de agriculturas e os canais de distribuição da produção de alimentos, bem como o consumo destes pela população. Assim, percebe-se que há uma constante dinâmica que envolve todos os atores e segmentos envolvidos no processo de produção e consumo de alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura familiar, Comercialização de alimentos, Circuitos de produção.

INTRODUÇÃO

O início das atividades agrícolas data de dez a doze mil anos atrás, no período neolítico, quando alguns caçadores notaram ser possível semear alguns dos grãos que coletavam da natureza. Os primeiros sistemas de cultivo e de criação eram praticados nos arredores das moradias, ou seja, em terras já fertilizadas naturalmente, sem necessidade de qualidade adicional. Posteriormente, com o conseqüente aumento da oferta de alimento, as plantas começaram a ser cultivadas mais próximas umas das outras, culminando em maior produtividade das espécies em relação ao seu habitat natural, o que diminuiu a procura de alimento. Assim, surgiu o cultivo das primeiras plantas domesticadas, entre as quais se incluem o trigo e a cevada (MAZOYER; ROUDART, 2008).

De acordo com Belik e Chaim (2002), no passado recente, a comercialização de hortaliças, assim como de frutas, dava-se principalmente através das feiras livres. A cadeia produtiva da época possuía muitas falhas, que refletiam a precariedade dos sistemas de abastecimento e a falta de planejamento das cidades, por outro lado, o nível de renda da sociedade e o baixo apelo ao consumo garantiam a continuidade da comercialização sustentada pelas bases tradicionais. A dieta alimentar era basicamente composta por produtos *in natura* ou semiprocessados.

O Brasil é um país com expansões continentais, de solos férteis e clima favorável para o desenvolvimento das atividades agrícolas. Está entre os três maiores produtores de frutas no mundo e possui uma produção de hortaliças expressiva para a cesta da população brasileira, ambas atividades são responsáveis por originar muitos empregos e representam uma importante atividade econômica (LIMA, 2016). O elemento chave do sistema de comercialização é o mercado, definido como o local em que operam as forças da oferta e demanda, através de vendedores e compradores.

Nesse sentido, o constructo do presente estudo preconiza a necessidade de compreender formas de agricultura e os canais de distribuição de seus produtos, bem

como o seu posterior consumo. Assim, desenvolve-se uma apresentação desde o debate entre agricultura convencional e a agricultura familiar e abordando a distribuição de produtos e a dinâmica de consumo.

AGRICULTURA CONVENCIONAL

A sociedade vem enfrentando problemas com pragas e insetos há muitos anos, e, com isso, buscou e aprimorou no decorrer de anos e séculos formas de tratar dessa questão, que era vista como uma ameaça a sua própria sobrevivência. No século XVIII, com o avanço das práticas agrícolas e o uso excessivo de fertilizantes, o problema agravou-se, e compostos inorgânicos e extratos vegetais começaram a ser utilizados (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Nesse contexto, a agricultura convencional caracteriza-se como um modo agrícola em que prevalece a busca da maior produtividade por meio da utilização intensa de insumos externos, o que no curto prazo traz resultados econômicos visíveis, como o aumento da produtividade e a eficiência agrícola. No primeiro momento, o aumento da produtividade também contribui para a diminuição da migração rural e da melhoria da distribuição de renda (SOUZA, 2005), porém, a longo prazo, trazem danos ambientais que não são contabilizados pelos adeptos da agricultura convencional, uma vez que são inseridos aparatos tecnológicos que substituem progressivamente a mão de obra empregada.

Hutt e Speh (2001) acrescentaram que as cadeias de suprimentos devem ser gerenciadas de forma integrada, considerando os relacionamentos, a informação e os fluxos de materiais, além dos limites da forma, com o objetivo de diminuir custos e tornar os fluxos mais eficientes. Guanzioli et al. (2001) atenta para o fato de que esta dependência de insumos externos acarreta prejuízos, pois para aumentar a produtividade, há uso excessivo de fertilizantes químicos e combustível, o que no primeiro momento causa uma superprodução, mas que depois resulta na diminuição do preço aferido na produção agrícola, devido sua dependência, além da contaminação de lençóis freáticos, rios e empobrecimento do solo, acarretando prejuízos para a sociedade.

Na agricultura convencional, observa-se uma lógica de exploração ao máximo da natureza e do que ela tem para servir, sem observar os limites de sua utilização. Outrossim, identifica-se que o plantio é focado na monocultura desenvolvida em larga escala, o que a longo prazo pode gerar um estreitamento da diversidade genética do meio ambiente explorado. Diante do avanço da produção agrícola em larga escala impulsionada pela agricultura convencional, ocorre a difusão da proposta de uma agricultura ecológica, que tem como premissas a utilização de métodos e técnicas (policultura e rotatividade no cultivo) que respeitam os limites da natureza, pouca ou nenhuma dependência de agroquímicos (substituído por adubo e repelente natural) e troca de saberes científicos com saberes locais desenvolvido pelos agricultores (CAPORAL; COSTABEBER, 2000).

AGRICULTURA FAMILIAR

O universo agrário é muito intrincado, pela função da grande diversidade de paisagem agrária, seja em virtude da experiência de diferentes tipos de agricultores. Da mesma forma, o universo de agricultores familiares é heterogêneo, seja do ponto de vista econômico, social ou cultural (SILVA; COSTA, 2023). Por esse pretexto, definir a agricultura familiar não é uma tarefa fácil, existindo uma multiplicidade de metodologias, critérios e variáveis para construir tipologias de produtores.

Esta pesquisa optou por uma definição simples, também utilizada por Guanzioli e Cardim (2000) e Guanzioli et al. (2001). Nesta definição, o universo de produtores familiares é caracterizado seguindo a condição da direção dos trabalhos do estabelecimento ser exercida pelo produtor e o trabalho familiar ser superior ao trabalho

contratado. Faulin, e Azevedo (2003) ressaltam que esta definição não é unânime e, muitas vezes, tampouco operacional é perfeitamente compreensível, já que os diferentes setores sociais e suas representações constroem categorias científicas que servirão a certas finalidades práticas, em que a definição de agricultura familiar pode não ser exatamente a mesma daquela estabelecida para um estudo acadêmico.

Para explicitar as principais características da agricultura familiar, Guanziroli et al. (2001) fizeram uma exposição comparativa entre as características dos produtores familiares e dos patronais. Segundo estes autores, pode-se observar que a área média dos estabelecimentos familiares é de 26 ha, o que é muito inferior à área dos produtores patronais, que é de 433 ha. Isto reflete as especificidades do processo histórico de ocupação de terra em cada região do país. A renda total por estabelecimento apresenta a grande diferença entre os agricultores familiares e os patronais, assim como entre os agricultores da mesma região. A renda total média, em toda parte, dos agricultores patronais, é superior à dos familiares (SOUZA, 2001). No entanto, quando se considera a renda total por unidade área, os resultados da agricultura familiar são superiores aos dos estabelecimentos patronais em todas as regiões do país.

Com relação à terra, 75% dos produtores familiares brasileiros são proprietários. Entre os estabelecimentos familiares, 39,8% possuem menos de 5 ha, 30% têm entre 5 ha e 20 ha e 17% estão na faixa de 20 ha a 50 ha. Mesmo dispondo de apenas 30% da área, a agricultura familiar é responsável por 76,9% do pessoal ocupado, sendo assim a principal fonte de ocupação da força de trabalho no meio rural brasileiro (SATO et al., 2007).

O acesso à tecnologia, como energia elétrica, tração animal e/ou mecânica e assistência técnica, está mais presente entre os produtores patronais do que nos produtores familiares. Entre os agricultores patronais, 43,5% utilizam assistência técnica e entre os familiares a proporção é de apenas 16,7%. O uso de tração animal e mecânica é bastante baixa nos estabelecimentos familiares: 50% empregam apenas tração manual, 23% utilizam apenas tração animal e 27% tração mecânica ou mecânica e animal em conjunto (SATO et al., 2007; SILVA; COSTA, 2023).

É importante destacar que alguns comerciantes relataram que utiliza a terra de sua própria residência familiar para o cultivo de hortaliças, posteriormente colhem para venda, na complementação do rendimento familiar e/ou para consumo. Segundo Siviero et al. (2011), relataram que o uso agrícola da área nos quintais domésticos e hortas comunitárias urbanas, tem aumentado, seja para a produção de alimentos, na complementação da dieta alimentar e para incrementar a renda média mensal das famílias ou dos pequenos produtores.

Outros números ressaltam a importância socioeconômica da agricultura familiar para o Brasil. De acordo com Guanziroli et al. (2001), o Censo Agropecuário 1995/96 realizado pelo IBGE, concluiu que a agricultura familiar soma um total de 4,1 milhões de estabelecimentos, corresponde a 85,2% dos estabelecimentos agropecuários do país e responde por 37,9% do valor bruto da produção agropecuária. Dessa maneira, a capacitação ainda é um item que tem muito a ser desenvolvido, seja ela relacionada a temas técnicos, temas de gestão e até mesmo temas que deem maior conhecimento de mercado para o agricultor.

CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO

De acordo com Coughlan et al. (2002), canal de distribuição é um conjunto de organizações interdependentes envolvidas no processo de disponibilizar um produto ou serviço para uso ou consumo. O conceito indica que várias empresas estão envolvidas no processo a fim de satisfazer aos usuários finais no mercado, sejam eles consumidores ou compradores empresariais.

Para entender canais de distribuição é interessante saber as razões da emergência dessa estrutura. Segundo Coughlan et al., (2002), existem duas fontes que geram o desenvolvimento e a mudança no canal de distribuição: fatores por parte da demanda e fatores por parte da oferta. Nos fatores por parte da demanda, têm-se a facilitação da busca e o ajuste de discrepância de sortimento (PARENTE, 2000). Os canais de distribuição têm desafios relacionados principalmente com a organização da cadeia produtiva de hortaliças. Entre os fatores destacam-se as necessidades de diminuir a briga por margens de comercialização; estabelecer uma frequência de suprimento; obter produtos com qualidade; gestão de estoques; mix de produtos; previsibilidade de demanda e adequação às novas formas de consumo (LUENGO et al., 2007). Portanto, no setor de distribuição, os desafios e tendências encontrados são referentes aos canais que vêm se destacando.

Entre os fatores por parte da oferta, têm-se a criação de rotinas de transações e a redução do número de contatos. Como cada transação de compra envolve pedir, avaliar e pagar por bens e serviços e, ao mesmo tempo, comprador e vendedor têm que chegar a um acordo sobre a quantia, modo e prazo de pagamento, as rotinas de transação podem minimizar os custos e a rotina leva à padronização de bens e serviços. A redução no número de contatos é possível devido à existência do intermediário. Sem estes, cada produto teria que interagir com cada comprador potencial diretamente, para criar todos os intercâmbios possíveis de mercado (MAINVILLE, 2002).

Coughlan et al. (2002) afirmam que os canais de distribuição são compostos por fabricantes, intermediários e usuários finais. Os fabricantes são o elo inicial do canal e os responsáveis pela fabricação dos produtos. Ao mencionar fabricante, a referência é ao produtor ou a quem dá origem ao produto ou serviço que está sendo vendido, criando utilidade de forma. Uma forma de gerenciar este risco é a estruturação dos canais de distribuição, de modo a garantir a colocação dos produtos nos mais diversos mercados disponíveis (MAINVILLE, 2002).

Ao contrário do intermediário puramente atacadista, estes vendem diretamente para consumidores individuais ou usuários finais. Este segmento capitaliza grandes vantagens por ser detentor de um relacionamento privilegiado com o consumidor final, na medida que é capaz de receber e processar informações de tendência e alterações nos hábitos de consumo antes de qualquer outro elo da cadeia (PARENTE, 2000). Os intermediários especializados ou facilitadores são trazidos para um canal para desempenhar um fluxo específico e, em geral, não estão envolvidos por completo na atividade crucial representada pelo produto vendido. Os usuários finais podem ser clientes empresariais ou consumidores individuais. São classificados como membros do canal porque podem desempenhar, e frequentemente desempenham, fluxos de canal, assim como o fazem outros membros.

CONSUMO E COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR

A Organização Mundial de Saúde (OMS) tem incentivado em todo o mundo campanhas de estímulo ao consumo de hortaliças e frutas. Esses alimentos são importantes para a composição de uma dieta saudável da população, já que apresentam uma densidade energética baixa e são ricos em micronutrientes, fibras e outros elementos fundamentais ao organismo. De acordo com os resultados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF-IBGE, 2002-2003), a quantidade de hortaliças e frutas consumida pelo brasileiro atualmente está abaixo do mínimo preconizado pela OMS. A recomendação é que de 6 a 7 % da energia total consumida seja proveniente desses alimentos. Os resultados da POF-IBGE mostram que hortaliças e frutas respondem apenas por 1 a 3,5 % das calorias totais ingeridas pelo consumidor brasileiro (SILVA; MACHADO, 2005).

A pesquisa evidencia ainda que o aumento da renda familiar é refletido automaticamente no maior consumo de hortaliças. Desse modo, nas famílias onde a renda

mensal era superior a R\$ 3.000,00, o consumo médio anual de hortaliças foi de 42 kg por pessoa. Já entre as famílias com renda de até R\$ 400,00 por mês, o consumo por pessoa caiu para 15,7 kg/ano.

A pesquisa POF mostrou de forma clara que o consumo de hortaliças nas regiões Sudeste e Sul, em média, é aproximadamente 60 % superior à média das regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste. Outro fator a considerar como inibidor da expansão do consumo de hortaliças relaciona-se à contaminação das hortaliças por resíduos de agrotóxicos e por água de má qualidade utilizada na irrigação (SILVA; MACHADO, 2005).

Nos últimos anos tem-se verificado mudanças relevantes nos hábitos de consumo dos alimentos, em consequência do crescimento da mão de obra feminina no mercado de trabalho, da redução do tamanho da família, do envelhecimento da população, da busca por maior conveniência e, mais recentemente, da preocupação com a segurança dos alimentos (OLIVEIRA; LIMA FILHO, 2006).

Souza (2005) incluiu, ainda, outros fatores socioeconômicos e demográficos, responsáveis por essas mudanças: (i) a evolução no número de pessoas que estudam e, muitas vezes, moram fora; (ii) mudanças na estrutura familiar, com o aumento do número de pessoas morando sozinhas; e (iii) pessoas de terceira idade com maior renda disponível. Soma-se a isso o fato de que a mulher que trabalha fora, na maioria das vezes continua sendo a responsável pela alimentação da família.

Essas mudanças refletem no perfil dos consumidores, cada vez mais exigentes quanto aos aspectos nutricionais, pela possibilidade de prevenção de doenças graves, e preocupados com a estética e a obesidade, o que acaba influenciando a decisão de compra da população, que opta por locais que ofereçam mais conforto, praticidade, limpeza, segurança e flexibilidade de horários, adequados a seu cotidiano, como os sacolões, as quitandas e os supermercados, pela conveniência que oferecem (SOUZA, 2005; VILELA; HENZ, 2000).

Pesquisas apontaram fatores que interferem na decisão de compra dos consumidores e o que os motiva a comprar em determinados estabelecimentos. Alguns desses trabalhos focam o perfil do consumidor e seus hábitos de consumo. Costa Junior, Silva e Oliveira (2007) realizaram uma pesquisa em Crato-CE para caracterizar o perfil socioeconômico e o comportamento dos consumidores dos produtos hortifrutícolas da feira, buscando avançar em questões acerca da satisfação desses consumidores em relação à feira e seus produtos, e após análise dos principais motivadores para a escolha da feira livre, concluíram que este equipamento possui potencial para competir com os demais tipos de varejo, desde que promova melhorias em relação à limpeza do local e à infraestrutura, para oferecer maior conforto ao cliente, além de investir na apresentação dos produtos, melhorando a forma de acondicionamento e limpeza dos mesmos (OLIVEIRA; LIMA FILHO, 2006).

Lima, Vanzo e Lima (2007) analisaram o comportamento do consumidor de feiras livres da cidade de Marília-SP, também interessadas nos motivos que levam os consumidores à escolha deste tipo de varejo e os fatores que influenciam o processo de compra. As autoras também verificaram que apesar da deficiente infraestrutura das feiras, em especial a limpeza do espaço, a possibilidade de comparação de preços, a qualidade dos produtos, a simpatia e o atendimento e o bom relacionamento do feirante com o consumidor são bastante motivadores para que eles optem por estes canais de venda (SOUZA, 2005).

Pesquisa realizada por Sato et al. (2007) focou o consumidor de alimentos minimamente processados na cidade de São Paulo, verificando que o consumo de frutas, legumes e verduras minimamente processados está associado à conveniência apresentada, por facilitar o consumo imediato, seguido da higiene dos produtos (VILELA; HENZ, 2000). Os autores apontaram, ainda, que esses produtos são comprados preferencialmente em supermercados, e a faixa etária mais elevada e a existência de filhos influenciam

positivamente no seu consumo. A pesquisa, na forma como foi conduzida (amostra restrita), não indicou influência da renda familiar nem do grau de instrução na decisão de compra desses produtos (LIMA; VANZO; LIMA, 2007). Dentre os fatores que influenciam o comportamento e os hábitos de consumo destacam-se os fatores sociais e os pessoais, com destaque para os grupos de referência (influência dos pais e da escola no hábito de consumo) e as condições econômicas (poder de compra do indivíduo), respectivamente.

TRANSFORMAÇÕES NA COMERCIALIZAÇÃO E NOS CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO

Conforme pesquisa realizada por Sato et al. (2007) as mudanças que vêm ocorrendo nos setores de distribuição e comercialização têm desafiado todos os elos da cadeia produtiva de hortaliças. Do lado da demanda, os consumidores mostram-se cada vez mais exigentes, interessados em produtos com qualidade e sempre disponíveis nos pontos de venda. Do lado da oferta, as grandes redes de supermercado, que detêm hoje mais de 50% da comercialização de hortifrutis nos grandes centros urbanos do país, têm dificuldade em alinhar demanda e oferta. Isso decorre de problemas relacionados, principalmente, à logística e à qualidade (MAGAREY; McKEAN; DANIELS, 2006). Por conta disso, as grandes redes de supermercado abandonaram o sistema tradicional de suprimento de produtos hortícolas, por meio das centrais de abastecimento e estabeleceram centrais próprias de compras onde a aquisição dos produtos é feita diretamente de produtores rurais e atacadistas especializados.

As cadeias de suprimentos, que optaram pela distribuição por meio das centrais de compras de grandes redes de autosserviço têm apresentado melhor desempenho competitivo do que a distribuição por meio das centrais de abastecimento tradicionais (LOURENZANI; SILVA, 2004). Essa tendência parece ser irreversível e tem servido de estímulo à melhor organização do setor. Para aumentar o poder de barganha, a saída encontrada por alguns produtores do estado de São Paulo, que já vinham se dedicando individual.

CONCLUSÕES

A produção e comercialização dos produtos agrícolas compreendem universos extremamente dinâmicos e complexos, os quais apresentam peculiaridades moldadas pelos territórios e identidades. Desse modo, a agricultura familiar ganha destaque importante na produção de alimentos e em sua distribuição para a população.

REFERÊNCIAS

BELIK, W.; CHAIN, N. A. **Formas híbridas de coordenação na distribuição de frutas, legumes e verduras no Brasil**. Disponível em agroindustrial da pecuária de corte no Brasil. Brasília, DF: IEL, v. 33, n. 11, 398 p. 2000.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A. Química dos agrotóxicos. **Química Nova na Escola**, v.34, n.1, p.10-15, 2012.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A. Química dos agrotóxicos. **Química Nova na Escola**, v.34, n.1, p.10-15, 2012.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova extensão rural.**, Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, v. 3, n. 11, 2000.

COSTA JUNIOR, M. P.; SILVA, L. P.; OLIVEIRA, M. A. S. **Características e satisfação dos consumidores de produtos hortifrutícolas na feira livre do Crato-CE.** In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45, 2007. Anais... Londrina: UEL, 2007. 21p. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/6/820.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2022.

COUGHLAN, A. T. et al. **Canais de marketing e distribuição.** 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 461 p.

FAULIN, E. J.; AZEVEDO, P. F. Distribuição de hortaliças na agricultura familiar: uma análise das transações. **Informações Econômicas**, v. 33, n. 11, 2003.

GUANZIROLI, C. E.; CARDIM, S. E. C. S. **Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto.** Brasília: 2000. Projeto de cooperação técnica INCRA/FAO. Disponível em: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=26131>>. Acessado em: 25 de abril de 2023.

GUANZIROLI, C. E. et al. **Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI.** Rio de Janeiro: Garamond, 2001. 288 p.

HUTT, M. D.; SPEH, T. W. **Business Marketing Management a strategic view of industrial and organizational markets** 7 ed. USA: Harcourt College Publishers, 2001. 716 p.

LIMA, A.C.T.; VANZO, F.M.; LIMA, J. **O comportamento do consumidor nas feiras livres da cidade de Marília**, 2007. Trabalho de Conclusão – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, Marília, 2007.

LIMA, J. A. D. **Métodos para a conservação de frutas e hortaliças.** Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade de Brasília como requisito para a obtenção conclusão de curso e obtenção do título de Engenheira Agrônoma. Brasília- DF, 2016. p. 1-53.

LOURENZANI, W. L. et al. A qualificação em gestão da agricultura familiar: A experiência da Alta Paulista. **Revista Ciências Exatas**, v.4, n.1, p.62, 2008.

LUENGO, R.F.A. et al. **Pós-colheita de hortaliças.** 2007. Embrapa Hortaliças: DF. 100p.

MAGAREY, A.; McKEAN, S.; DANIELS, L. **Evaluation of fruit and vegetable intakes of Australian adults: the National Survey 1995.** Australian and New Zealand Journal Public Health, v.30, n.1, p.32-37, 2006.

MAINVILLE, D. Y. **The structure of fresh produce markets in São Paulo: recent developments, trends and implications for market structure.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40., 2002, Passo Fundo: SOBER, Anais. Passo Fundo, 2002.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas do mundo: do neolítico à crise contemporânea.** Ministério do Desenvolvimento Agrário. 2008.

OLIVEIRA, V.R.; LIMA FILHO, D.O. **Comportamento do consumidor e os locais de compra de alimentos.** In: IX SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO – SEMEAD, FEA: USP, 2006. Anais... Disponível em:

<http://www.ead.fea.usp.br/semead/9semead/resultado_semead/trabalhosPDF/287.pdf>

Acesso em: 15 jun. 2022.

PARENTE, J. **Varejo no Brasil: gestão e estratégia**. São Paulo: Atlas, v.12, n. 5, 388 p. 2000.

SATO, G. S. et al. Uma abordagem sobre a comercialização de hortaliças produzidas na região do Alto Tiete. **Informações Econômicas**, v.38, n. 11, p.36-45, 2007.

SILVA, A. L.; MACHADO, M. D. **Canais de Distribuição para Produtos Agroindustriais**. In: BATALHA, M. O. (Coord.) *Gestão do Agronegócio: Textos Seleccionados*. São Carlos: EdUFSCar, 2005.

SILVA, J. M.; COSTA, J. H. Q. Agricultura familiar: vulnerabilidades, desafios e enfrentamentos. **Diversitas Journal**, v. 8, n. 2, p. 912-927, 2023.

SIVIERO, A. et al. Cultivo de espécies alimentares em quintais urbanos de Rio Branco, Acre, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 25, n. 3, p. 549-556, 2011.

STERN, L. W.; EL-ANSARY, A. I. *Marketing channels*. Englewood Cliffs: Prentice - Hall, v.28, n.10, 621 p. 2002.

VILELA, N.J.; HENZ, G.P. Situação atual da participação das hortaliças do agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.17, n.1, p.71-89, 2000.

ORGANIZADORES

Khyson Gomes Abreu

Graduado em Agroecologia pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Mestre e Doutorando em Agronomia (UFPB) com área de concentração em Agricultura Tropical e linha de pesquisa em Biotecnologia, Melhoramento e Proteção de Plantas Cultivadas. Tem experiência em Fitossanidade com foco em Entomologia Agrícola.

Joyce Naiara da Silva

Técnica em Agropecuária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - Campus Floresta (2013). Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada (2019). Mestre e Doutoranda em Agronomia pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia (UFPB) com área de concentração em Agricultura Tropical e linha de pesquisa em Ciência e Tecnologia de Sementes, Bioquímica e Fisiologia Pós-Colheita com ênfase em Sementes. Possui experiência em pesquisas direcionadas para tecnologia de sementes de espécies florestais.

João Manoel da Silva

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Alagoas (2014). Licenciado em Ciências Biológicas (2021). Especialista em Docência na Educação Profissional (2021), Mestre em Ciências (área de concentração em Agricultura e Biodiversidade) (2016) e Doutor em Biotecnologia (área de concentração em Agropecuária) pela Rede Nordeste de Biotecnologia. Atualmente é professor na Universidade Estadual do Piauí e atua nas linhas de pesquisa: Microbiologia e bioquímica do solo, fitopatologia, microbiologia de alimentos, ecologia microbiana e extensão rural.

João Henrique Barbosa da Silva

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal da Paraíba (2022). Mestrando em Agronomia (UFPB) na área de Agricultura Tropical. Tem experiência e desenvolve pesquisas na área de Fitotecnia com foco na produção de grandes culturas e olerícolas.

Allan Sales de Sousa

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Tocantins (2017). Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins (2020). Tem experiência e desenvolve pesquisas na área de microbiologia, com ênfase na utilização de bactérias diazotróficas endofíticas.

João Paulo de Oliveira Santos

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal da Paraíba (2017), Especialista em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo Instituto Federal da Paraíba (2023), Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2019) e Doutor em Agronomia (UFPB) (2023) na área de Agricultura Tropical, com linha de pesquisa em Ecologia, Manejo e Conservação de Recursos Naturais. Atua com pesquisas com foco em Produção Vegetal, Ecofisiologia, Gestão Ambiental e Recursos Hídricos.



editora
itacaiúnas