

MARÍLIA HORTÊNCIA BATISTA SILVA RODRIGUES
JOSÉ RAYAN ERAALDO SOUZA ARAÚJO
JOÃO MANOEL DA SILVA
JOÃO HENRIQUE BARBOSA DA SILVA
KHYSON GOMES ABREU
FREDSON LEAL DE CASTRO CARVALHO
JOÃO PAULO DE OLIVEIRA SANTOS
(ORGANIZADORES)

Ensaio em Agropecuária e Meio Ambiente

Volume II

Marília Hortência Batista Silva Rodrigues

José Rayan Eraldo Souza Araújo

João Manoel da Silva

João Henrique Barbosa da Silva

Khyson Gomes Abreu

Fredson Leal de Castro Carvalho

João Paulo de Oliveira Santos

(Organizadores)

ENSAIOS EM AGROPECUÁRIA E MEIO AMBIENTE

Volume 2

Editora Itacaiúnas

Ananindeua – Pará

2022

©2022 por Marília Hortência Batista Silva Rodrigues, José Rayan Eraldo Souza Araújo, João Manoel da Silva, João Henrique Barbosa da Silva, Khyson Gomes Abreu, Fredson Leal de Castro Carvalho e João Paulo de Oliveira Santos (orgs.)

© 2022 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: Deivid Edson

Organização e preparação de originais: Walter Rodrigues

Projeto de capa: dos organizadores

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

E59 Ensaio em agropecuária e meio ambiente [recurso eletrônico] / vários autores; organizado por Marília Hortência Batista Silva Rodrigues, José Rayan Eraldo Souza Araújo, João Manoel da Silva, João Henrique Barbosa da Silva, Khyson Gomes Abreu, Fredson Leal de Castro Carvalho e João Paulo de Oliveira Santos. - Ananindeua : Editora Itacaiúnas, 2022.

227 p. : il. : PDF - (Ensaio em agropecuária e meio ambiente, v2.)
9,0 MB.

Inclui bibliografia e índice.

ISBN: 978-85-9535-184-4 (Ebook)

DOI: 10.36599/itac-enamam

1. Agricultura. 2. Agropecuária. 3. Meio ambiente. 4. Pesquisas Interdisciplinares. 5. Produção agrícola. 6. Sustentabilidade. I. Título.

CDD 630

CDU 63

Índice para catálogo sistemático:

1. Agricultura 630
2. Agricultura 63

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 setembro de 2022.

Sumário

APRESENTAÇÃO	8
<i>Trichoderma</i> spp. NO CONTROLE BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS	9
Amanda Caroline Nascimento dos Santos, João Manoel da Silva, Paula Cibelly Vilela da Silva, Clara Beatriz de Ataíde, Yamina Coentro Montaldo, Jakes Halan de Queiroz Costa, Tania Marta Carvalho dos Santos	
MICROFLORA FÚNGICA DE HORTÍCOLAS E CONTROLE DE <i>Fusarium</i> COM ÓLEOS ESSENCIAIS	15
Jéssica Marcelle Lemos Ribeiro, Jakeline Florêncio da Silva, Maria Silvana Nunes, Lucas Firmino da Silva Medeiros, Jheyson Érick Dantas da Silva, Lucy Gleide da Silva, Luciana Cordeiro do Nascimento	
FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NO BIOMA CAATINGA	21
Flaviana Gonçalves da Silva, Adrielle Naiana Ribeiro Soares Tenório, Janivan Fernandes Suassuna, Kalyne Sonale Arruda de Brito	
MICRO-ORGANISMOS, SEMIÁRIDO E SUSTENTABILIDADE: MECANISMOS E ESTRATÉGIAS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL	28
João Manoel da Silva, Regla Toujaguez, Paula Cibelly Vilela da Silva, Tania Marta Carvalho dos Santos, Jakes Halan de Queiroz Costa, Viviane Araújo Dalbon	
PERFIL MICROBIOLÓGICO PRESENTE NA SILAGEM	34
Paula Cibelly Vilela da Silva, João Manoel da Silva, Clara Beatriz Ataíde, Yamina Coentro Montaldo, Tânia Marta Carvalho dos Santos	
CONTROLE DE <i>Colletotrichum</i> sp. ASSOCIADO À HORTALIÇAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE AREIA/PB COM ÓLEOS ESSENCIAIS	39
Jéssica Marcelle Lemos Ribeiro, Jakeline Florêncio da Silva, Maria Silvana Nunes, Lucas Firmino da Silva Medeiros, Jheyson Érick Dantas da Silva, Lucy Gleide da Silva, Luciana Cordeiro do Nascimento	
AS INTERAÇÕES DE RIZODEPÓSITOS COM RIZOBACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO: ALTERNATIVAS NO CONTROLE DE PATÓGENOS	46
Thamilys do Nascimento Silva, Luciana Cordeiro do Nascimento, Magaly Morgana Lopes da Costa, Wagner Magno Catão Barbosa	
CONTROLE BIOLÓGICO EM SEMENTES – ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O MANEJO DE DOENÇAS DE PLANTAS	53
Cosma Layssa Santos Gomes, Luciana Cordeiro do Nascimento, Géisa Emanuelle Silva Farias, Marília Hortência Batista Silva Rodrigues, Joyce Naiara da Silva	
CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DO PIMENTÃO COM DAMPING-OFF (<i>FUSARIUM SOLANI</i>) SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE SILÍCIO	59
José Vitorino da Silva Neto, Nayana Rodrigues de Sousa, Denilson de Lima Santos, Lylian Souto Ribeiro, João Victor da Silva Barbosa, Matheus Neiva Batista, Marco Antônio Nunes Santana	
DINÂMICA POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (Diptera: Tephritidae) E PARASITOIDES EM POMARES DOMÉSTICOS NOS MUNICÍPIOS DE BARRA DE SANTA ROSA, CUITÉ E REMÍGIO - PB	64
Lylian Souto Ribeiro, Khyson Gomes Abreu, Nayana Rodrigues de Sousa, Marília Macedo Duarte Morais, Angélica da Silva Salustino, Denilson de Lima Santos, Carlos Henrique de Brito	

PLANTAS INSETICIDAS E SUA IMPORTÂNCIA NO CONTROLE DE PRAGAS DE GRÃOS ARMAZENADOS.....	72
Nayana Rodrigues de Sousa, Marco Antônio Nunes Santana, Angélica da Silva Salustino, Lylian Souto Ribeiro, Khyson Gomes Abreu, Andrezza Maddalena. José Vitorino da Silva Neto	
ABELHAS, IMPORTANTES POLINIZADORES PARA OS ECOSISTEMAS: UMA REVISÃO .	78
Aíla Rosa Ferreira Batista, Daiane Gomes da Silva, Lucimere Maria da Silva Xavier, Larissa Albuquerque Brito, Ricardo de Sousa Silva, Acacyara Batista de Sousa, Lucilândia de Sousa Bezerra	
ATIVIDADE ALELOPÁTICA DA LEUCENA SOBRE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE GLIRICÍDIA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO	83
Cosma Layssa Santos Gomes, Djair Alves de Melo, Lilia Lhais Lima Costa, George Henrique Camelo Guimarães	
SALINIDADE E A TECNOLOGIA DE SEMENTES DE OLEAGINOSAS	88
Lucilo José Moraes de Almeida, Dayane Gomes da Silva, Roberto Balbino da Silva, Júlio César Guimarães Alves, Lucimere Maria da Silva Xavier, Marcia Paloma da Silva Leal, Talita Regina Veloso Ribeiro Gomes, Lucas Soares Rodrigues	
TESTES RÁPIDOS DE VIGOR PARA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE SEMENTES: TETRAZÓLIO, EVELHECIMENTO ACELERADO E pH DE EXSUDATO.....	94
Marília Hortência Batista Silva Rodrigues, Edna Ursulino Alves, Maria Luiza de Souza Medeiros, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua, Edinete Nunes de Melo, Caroline Marques rodrigues, Maria Karoline Ferreira Bernardo, Guilherme Romão Silva	
REVISÃO: ASPECTOS GERAIS DA <i>Crateva tapia</i> L.....	100
Marília Hortência Batista Silva Rodrigues, Edna Ursulino Alves, Maria Luiza de Souza Medeiros, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua, Joyce Naiara da Silva, Cosma Layssa Santos Gomes, Géisa Emanuelle Silva Farias, Maria Joelma da Silva.	
ESTUDO CIENCIOMÉTRICO DA ESPÉCIE VEGETAL <i>Psychotria colorata</i> (Willd. ex Schult.) Müll.Arg	106
Géisa Emanuelle Silva Farias, Ênia Geyce Silva Farias, Cosma Layssa Santos Gomes, Maria da Conceição Leite da Silva, Marília Hortência Batista Silva Rodrigues, Joyce Naiara da Silva, Caroline Marques Rodrigues, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua	
ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA EXPANSÃO URBANA E DE UTILIZAÇÃO DE TELHADO VERDE: ESTUDO DE CASO DE UM RESIDENCIAL EM GARANHUNS-PE ..	110
Tamara de Lima Oliveira, Ana Marisa Silva de Albuquerque, Thamires Carolayne Cavalcanti Moura, Ricardo Brauer Vigoderis, Arielle Alves Melo, Eusileide Suianne Rodrigues Lopes de Melo, João Manoel da Silva	
EXTRAÇÃO DE LENHA E PRODUÇÃO DE CARVÃO NO SERIDÓ ORIENTAL DA PARAÍBA: UMA ANÁLISE TEMPORAL (2000-2020).....	117
Eryadison Flávio Bonifácio de Araújo, Bruna Thalia Silveira Sabino, Lucas Firmino da Silva Medeiros, Emília Marcielle Dias de Medeiros, Sabrina Michaelly Alves dos Santos Oliveira, José Rayan Eraldo Souza Araújo, Aíla Rosa Ferreira Batista, João Paulo de Oliveira Santos	
O FACHEIRO (<i>Pilosocereus pachycladus</i>) NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: UMA REVISÃO	122
José Luiz Carneiro da Silva, João Paulo Vieira de Melo Fernandes de Lima, Lylian Souto Ribeiro, Erasmo Venâncio de Luna Neto, Sthefany da Silva Vasconcelos, Adailton Bernardo de Oliveira, João Victor Ribeiro da Silva Santos, Vinicius Rodrigues dos Santos Sena	
PRODUÇÃO EXTRATIVISTA DE UMBU NO SERIDÓ ORIENTAL DA PARAÍBA	127
Bruna Thalia Silveira Sabino, Eryadison Flávio Bonifácio de Araújo, Roberto Ítalo Lima da Silva, Lucas Firmino da Silva Medeiros, José Rayan Eraldo Souza Araújo, Pedro Luan Ferreira da Silva, Letícia Barbosa de Lacerda, João Paulo de Oliveira Santos	

POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO SOB DIFERENTES MANEJOS DE PASTAGENS NO EXTREMO NORTE DO TOCANTINS	132
Rayane Reis Sousa, Fredson Leal de Castro Carvalho, Kaio Cesar Lima Vale, Julia Stephane Melo Eneas, Wádilla Morais Rodrigues, Lindomar Braz Barbosa Júnior, Raimundo Laerton de Lima Leite, Diego Alves Monteiro da Silva	
USO DE TORTA DE FILTRO ENRIQUECIDA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR: UMA REVISÃO	140
João Henrique Barbosa da Silva, Lucilo José Morais de Almeida, Edson de Souza Silva, José Fidelis dos Santos Neto, Diego Alves Monteiro da Silva, Raiff Ramos Almeida Nascimento, Lylian Souto Ribeiro, Fabio Mielezski	
A CANA-DE-AÇÚCAR EM CAMUTANGA, PERNAMBUCO: UMA ANÁLISE TEMPORAL (2000-2020)	147
João Henrique Barbosa da Silva, Lucilo José Morais de Almeida, Bruno de Souza Oliveira, Rayane Amaral de Andrade, Diego Alves Monteiro da Silva, Lylian Souto Ribeiro, Eduardo Marinho Gomes, Vinícius Rodrigues dos Santos Sena	
A PRODUÇÃO DE FEIJÃO EM OLIVENÇA, SEMIÁRIDO DE ALAGOAS: UMA ANÁLISE INTERANUAL	152
Diego Alves Monteiro da Silva, José Rayan Eraldo Souza Araújo, Olivia Marianny de Oliveira Santos, Lylian Souto Ribeiro, Letícia Barbosa de Lacerda, Haile Silvino Guimarães, Michelly Fernandes dos Santos, Lian Rodrigo Torres Cavalcante	
INFLUÊNCIA DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM SOJA SOB BAIXA LATITUDE	158
Fredson Leal de Castro Carvalho, Rayane Reis Sousa, Kaio Cesar Lima Vale, Julia Stephane Melo Eneas, Lindomar Braz Barbosa Júnior, Nortton Balby Pereira Araújo, Joênes Mucci Peluzio	
FATORES QUE INFLUENCIAM NA PRODUTIVIDADE DA PALMA FORRAGEIRA	166
Khyson Gomes Abreu, Nayana Rodrigues de Sousa, José Danrley Cavalcante dos Santos, Geni Caetano Xavier Neta, Gabriel Ferreira de Lima Cruz, Andrezza Madalena, João Paulo de Oliveira Santos	
INFLUÊNCIA DO NITROGÊNIO NA QUALIDADE DAS FRUTAS	173
Cosma Layssa Santos Gomes, Italo Herbert Lucena Cavalcante, Géisa Emanuelle Silva Farias, Marília Hortência Batista Silva Rodrigues, Djair Alves de Melo, Maria da Conceição Leite da Silva, Maria Karoline Ferreira Bernardo, Ênia Geyce Silva Farias	
DESEMPENHO AGRONÔMICO DA ALFACE EM FUNÇÃO DO SILÍCIO E CONTROLE DA <i>Ascia monuste orseis</i>	177
Renata Miranda Parente, Rayane Reis Sousa, Fredson Leal de Castro Carvalho, Kaio Cesar Lima Vale, Wádilla Morais Rodrigues, Lindomar Braz Barbosa Júnior, Roberta de Freitas Souza Lobo, Diego Alves Monteiro da Silva	
ASPECTOS GERAIS DO BORO EM CULTURAS AGRÍCOLAS COMERCIAIS	184
Guilherme Romão Silva, Itamar Teixeira Rosa, Edinete Nunes de Melo, Yago César Rodrigues Morais, Lucas de Azevedo Sales, Abraão Targino de Sousa Neto, Wilton Pereira da Silva	
BANANICULTURA - AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO NO MUNICÍPIO DE ARAGUATINS – TOCANTINS	189
Ana Paula Brasil Viana, Railton Reis Arouche, Fredson Leal de Castro Carvalho, Rayane Reis Sousa, Kaio Cesar Lima Vale, Lindomar Braz Barbosa Júnior, Ruy Borges da Silva, Diego Alves Monteiro da Silva	

EFEITOS DE COBERTURA COMESTÍVEL À BASE DE <i>Chlorella</i> sp. NA QUALIDADE DE FRUTOS DE GOIABA	197
Thais Batista de Queiroga, Elny Alves Onias, Adriana da Silva Santos, Maiara Tatiane Lima Silva, Luana Aquino Santos, Whesley Silva de Moraes, Jackson Teixeira Lobo	
ESTUDO COMPARATIVO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE LARANJA ‘PERA’ PRODUZIDA NO TOCANTINS COM FRUTOS DE OUTROS ESTADOS DO PAÍS	205
Railton Reis Arouche, Ana Paula Brasil Viana, Fredson Leal de Castro Carvalho, Rayane Reis Sousa, Kaio Cesar Lima Vale, Raymara Reis Sousa, Ruy Borges da Silva, Diego Alves Monteiro da Silva	
INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL NA PECUÁRIA LEITEIRA	212
Elizabeth Simões do Amaral Alves, João Batista dos Santos Filho, Anderson Ravanny de Andrade Gomes, João Manoel da Silva, Micheline Thais dos Santos, Jefferson da Silva Santos, Jose Sérgio da Silva	
COOPERAR COMO FERRAMENTA DE TRANSFORMAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR: A COOPEAGRO EM MARAGOGI, ALAGOAS	218
Alessandra Keilla da Silva, João Manoel da Silva, Orlando Angelo Neto, Luiggi Canário Cabral e Sousa, Jonas Olimpio de Lima Silva, Daniela Garcez Wives	
ORGANIZADORES	226

APRESENTAÇÃO

O Brasil se destaca internacionalmente pela força de seu agronegócio, setor que apresenta relevante importância para o Produto Interno Bruto do país. Ao tempo que, detém também elevada biodiversidade, representada pela riqueza de sua fauna e flora. Nesse sentido, em um cenário de expressivo aumento populacional a nível global, há uma demanda cada vez maior por alimentos, o que reflete na necessidade de se produzir cada vez mais e de forma sustentável, o que hoje é um dos grandes desafios do setor agropecuário.

Assim, esse e-book, em seu volume II, apresenta diversos ensaios desenvolvidos por pesquisadores de instituições brasileiras e que contemplam diferentes áreas das Ciências Agrárias e Ambientais. Esperamos que essa obra possa contribuir com a ampliação de discussões nesses segmentos, bem como subsidiar avanços teóricos e práticos nessas áreas.

Os organizadores

Trichoderma spp. NO CONTROLE BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS

Amanda Caroline Nascimento dos Santos^{1*}, João Manoel da Silva², Paula Cibelly Vilela da Silva¹, Clara Beatriz de Ataíde¹, Yamina Coentro Montaldo¹, Jakes Halan de Queiroz Costa¹, Tania Marta Carvalho dos Santos¹

¹Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Rio Largo-AL. *E-mail: yczte11@gmail.com

²Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Corrente – PI.

RESUMO

O uso de *Trichoderma* spp. no Brasil e no mundo vem se consolidando como uma alternativa biotecnológica, principalmente no desenvolvimento de técnicas de controle biológicos, ou seja, desempenhar um mecanismo natural de combate a fitopatógenos em culturas. Fungos, como o *Trichoderma* spp. podem ajudar a solucionar problemas ambientais, ao reutilizar os vários tipos de resíduos de diversas atividades industriais e agroindustriais que seriam depositados no solo. À medida que agrega valor a esse tipo de tecnologia, estes fungos se sobressaem em relação a outros, quando se trata de cultivo realizado em locais de clima tropical e subtropical, por possuírem características próprias desse tipo de clima. O cultivo do *Trichoderma* spp. pode ser realizado em diversos resíduos agrícolas, com as mais diferentes técnicas, uma vez que tem a capacidade de se desenvolver em uma ampla variação de temperatura, sendo este um micro-organismo polífago.

PALAVRAS-CHAVE: Biocontrole, Fungo polífago, Hiperparasita.

1. INTRODUÇÃO

Trichoderma compreende o gênero de fungos Ascomiceos filamentosos que estão entre os micro-organismos do solo mais frequentemente isolados. Este grupo de micro-organismos é caracterizado por seu crescimento rápido e pela adaptação a diversos ambientes, podendo sobreviver mesmo em condições de crescimento desfavoráveis. Está localizado taxonomicamente de acordo com Villegas (2005) em: Reino dos fungos; Divisão: Mykota; Subdivisão: Eumicota; Classe: Hifomicetos; Ordem: Moniliales; Família: Moniliaceae e gênero: *Trichoderma*.

Esse gênero compreende pelo menos 254 espécies atualmente conhecidas e descritas. As espécies que foram caracterizadas a nível molecular são classificadas como *Hypocrea*, para aquelas espécies tipificadas por um estágio sexual (teleomórfico), ou *Trichoderma* quando as cepas apresentam um estágio assexuado (anamórfico ou mitospórico) (DRUZHININA et al., 2011).

As espécies deste gênero reproduzem-se assexuadamente e podem ser encontrados com maior frequência em material em decomposição, em rizosferas de plantas solos de regiões de clima temperado e tropical (MACHADO, 2012). São espécies descritas como cosmopolitas, saprófitas, que podem ser encontradas tanto em regiões de clima tropical, como em regiões de clima frio e em temperatura extremas, como em solo Antártico (MÁCIAS-RODRÍGUEZ, 2020).

São micro-organismos simbioses vegetais oportunistas e não patogênicos que podem crescer também ambientes aquáticos, possuindo funções antagonicas baseadas em vários mecanismos como hiperparasitismo, antibiose e competição (MBARGA et al, 2012). O *Trichoderma* possui diversos mecanismos exercidos na planta, desde impedir que fitopatógenos ataquem a planta, até melhorar a saúde e as defesas da planta. Os fungos que constituem *Trichoderma* spp. produzem metabólitos secundários com capazes de induzir resistência à planta contra fitopatógenos, promover o crescimento e melhor a atividade fotossintética das plantas, possuindo diversas aplicações no campo da agricultura, indústrias e biorremediação (CONTRERAS-CORNEJO, 2016).

Os metabólitos gerados a partir da interação entre planta e *Trichoderma* spp. também atuam sobre a estrutura radicular das plantas, aumentando o comprimento da raiz lateral e primária que resulta na eficácia da absorção de nutrientes pela planta (NUR et al., 2020). O principal interesse

econômico nesse micro-organismo está no potencial de seus metabólitos secundários, que podem ser utilizados para o biocontrole de fitopatógenos, como produtor de enzimas que atuam como promotor de crescimento de plantas (KASHYAP et al., 2017). Além disso, o uso de cepas de *Trichoderma* está associada a maior tolerância da planta contra estresses abióticos, redução da toxicidade de pesticidas, herbicidas e biofertilizantes no solo, e como fonte de genes para uso em biotecnologia ou micromediador (NUR et al., 2020), o que lhe dá lugar de destaque.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão narrativa de trabalhos publicados nas bases de dados *SciELO - Scientific Electronic Library Online*, *Scencedirect* e *Scopus - Basic Search*, Google adêmico e PUBMED. Os estudos selecionados foram os que focalizaram o utilização do uso de *Trichoderma* para controle biológico.

3. OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO

O poder de adaptação do *Trichoderma* em diferentes ambientes ocorre devido as interações com outros organismos, artrópodes e plantas em diversos níveis tróficos, alta capacidade reprodutiva, capacidade de sobreviver sob condições de crescimento desfavoráveis e rápida utilização dos nutrientes disponíveis do solo (MACÍAS-RODRIGRES et al, 2020).

As espécies de *Trichoderma* conseguem utilizar uma ampla variedade de compostos como fonte de carbono e nitrogênio para o seu crescimento, que pode ser suprido por carboidratos simples e complexos, purinas, pirimidinas, aminoácidos, taninos condensados, catequinas, aldeídos, ácidos orgânicos, particularmente ácidos graxos de cadeia longa, metanol, metilamina e formato (CORABI-ADELL, 2005).

A competição é um mecanismo muito importante de antagonismo. É definido como o comportamento desigual de dois ou mais organismos diante de um mesma exigência (substrato, nutrientes), desde que quando o uso deste por um dos organismos reduz a quantidade ou espaço disponível para o resto. Esse tipo de antagonismo é favorecido por as características do agente de controle biológico, como plasticidade ecológica, velocidade de crescimento e desenvolvimento, e por outro lado por fatores externos como do solo, pH, temperatura, umidade, entre outros (SILVA et al., 2017)

Esses fungos possuem ampla distribuição ocorrendo no mundo inteiro e são frequentemente isolados em solos compostos por argila e areia, em solos que contém ou consistem em matéria orgânica, as densidades populacionais da rizosfera foram estimadas entre 10¹ e 10³ propágulos viáveis por grama de solo. A presença natural de *Trichoderma* em diferentes solos (agrícola, florestal, pousio), é considerada evidência de plasticidade ecológica deste fungo e sua capacidade como um excelente competidor por espaço e recursos nutricionais (BONONI et al., 2020).

Trichoderma é biologicamente adaptado para colonização agressiva de substratos e em condições adversas para sobreviver, principalmente na forma de clamidósporos. Alta taxa de crescimento, esporulação abundante e a grande variedade de substratos sobre os quais pode crescer, devido à riqueza de enzimas que possui, tornam que é muito eficiente como saprófita e ainda mais como agente de controle biológico (HJELJORD et al., 1998).

A competição por nutrientes pode ser por nitrogênio, carboidratos não estruturais (açúcares e polissacarídeos como amido, celulose, quitina, laminarina e pectinas, entre outros) e microelementos. Essa forma de competição em solos ou substratos ricos em nutrientes não tem importância prática. Portanto, quando se utiliza a fertilização completa ou há excesso de alguns dos componentes de fertilizantes e mesmo em solos com alto teor de matéria orgânica, esse tipo de antagonismo não é muito eficaz (INFANTE, 2009).

A competição por substrato ou espaço depende se está livre de patógenos (substrato estéril) ou se existe uma micobiota natural. No primeiro caso, a taxa de crescimento do antagonista não determina a colonização efetiva dos nichos, mas a aplicação uniforme do mesmo em todo o substrato. No entanto, no segundo caso, a velocidade de crescimento, juntamente com outros mecanismos de

ação do antagonista, é determinante no biocontrole do patógeno e colonização do substrato (INFANTE, 2009).

Em ambientes onde não há grandes variações de pH, fontes de nitrogênio como amônia aminoácidos, uréia, nitrato ou mesmo nitrito, promovem abundante crescimento vegetativo do *Trichoderma* spp. Além disso, sais inorgânicos como os de magnésio e cloreto de sódio também aumentam o crescimento e desenvolvimento deste micro-organismo (CORABI-ADELL, 2005).

Algumas espécies respondem a presença de CO₂ em diferentes concentrações em meio alcalino, razão pela qual este micro-organismo, que normalmente é observado em solos tipicamente acidofílicos, pode ser observado também em habitats muito úmidos e levemente básicos, este fato pode ser atribuído ao íon bicarbonato (HCO₃⁻) que também tem efeito sobre o crescimento do *Trichoderma* spp. (CORABI-ADELL, 2005).

Um bom exemplo dessas interações é o relatado por Durman et al. (2013), que encontraram uma diminuição no crescimento de *Ralstonia solani* e da viabilidade dos escleródios pela ação de diferentes isolados de *Trichoderma* spp. Além destas, as espécies mais frequentemente estudadas são os micoparasitas *T. atroviride* e *T. virens* e o saprófito *T. reesei* (CONTRERAS-CORNEJO, 2016).

3.1. MECANISMOS DE AÇÃO

Na ação de biocontrole do *Trichoderma*, vários mecanismos de ação foram descritos regular o desenvolvimento de fungos fitopatogênicos alvo. Dentre eles, os principais são a concorrência por espaço e nutrientes, micoparasitismo e antibiose, aqueles que têm ação direta contra o fungo fitopatogênico (INFANTE, 2009) Esses mecanismos são favorecidos pela capacidade dos isolados de *Trichoderma* de colonizar a rizosfera das plantas.

Além disso, *Trichoderma* é conhecido por apresentar outros mecanismos, cuja ação biorreguladora é maneira indireta. Entre estes pode-se citar o que provocam ou induzem mecanismos de defesa fisiológicos e bioquímicos como a ativação na planta de compostos relacionados à resistência, com a desintoxicação de toxinas excretadas por patógenos e a desativação de enzimas destes durante o processo de infecção; a solubilização de elementos nutricionais, que em sua forma original não são acessíveis às plantas. (HARMAN, 2004).

O micoparasitismo é definido como uma simbiose antagônica entre organismos, na qual enzimas extracelulares, como quitinases e celulases, decompõe a estrutura das paredes celulares de fungos parasitados (INFANTE, 2009). *Trichoderma* é capaz de produzir metabólitos com diversas atividades, sendo as mais interessantes para o campo agrícola a capacidade de promover o crescimento de plantas, bem como a capacidade de inibir o crescimento de fitopatógenos, seja por uma ação direta ou por uma indução de resistência sistêmica nas plantas hospedeiras (POVEDA, 2020).

O contato físico entre e raízes de plantas também modula enzimas fúngicas envolvidas na produção de metabólitos secundários que são benéficos para a sobrevivência, crescimento e colonização do fungo. As cepas de *Trichoderma* produzem compostos elicitores, que têm como função ativar respostas de defesa da planta sob estresse. Segundo Poveda et al (2020), o *Trichoderma* spp. tem a capacidade de modular a expressão gênica da planta em estresse ocorre resistência sistêmica induzida.

A resposta de indução de resistência da planta depende do tipo de elicitores liberados, essa modulação genética também está envolvida na transdução de sinais que induzem mecanismos na planta que ajudam as plantas a suportar as condições de estresse e abióticos leva a uma melhor adaptação das plantas (KASHYAP et al, 2017).

Fatores como salinidade, períodos de seca, submersão, presença de metais pesados e temperaturas desfavoráveis são os principais estresses abióticos que induzem danos celulares em diversas culturas. As cepas de *Trichoderma* regulam vários genes envolvidos na defesa da planta e no aumento do metabolismo basal (CONTRERAS-CORNEJO et al. 2016).

O tipo de elicitores produzidos por *Trichoderma* são produzidos a partir de estímulos do ambiente, com isso, a aplicação de formulações usadas para produzir inóculos ativos e viáveis usando conídios em um estágio inicial de crescimento da cultura demonstram melhores resultados no desenvolvimento de raízes e absorção de nutrientes (KASHYAP et al, 2017).

Contudo, a resposta da planta ao *Trichoderma* spp. durante o tratamento geralmente variava com a cultura, genótipo da planta, método de aplicação (se na semente, raiz e solo), tamanho do inóculo, método de entrega e condições do solo e do ambiente etc. (ESPARZA-REYNOSO et al. 2015).

3.2. INTERAÇÕES PLANTA-FUNGO

Segundo Biere et al. (2013), a interação entre os micro-organismos, plantas e insetos modulam suas populações, ou seja, a população micro-organismos pode influenciar na população e comunidade de insetos presentes nas plantas cultivadas gerando uma série de feedbacks “eco evolucionários”.

Produtos compostos de metabólitos, isolados ou em misturas, são candidatos promissores para a geração de novos produtos devido a sua fácil produção, escalonamento e possibilidades de formulações, permitindo assim, um maior tempo de armazenamento e a preparação para aplicação de acordo com a cultura de interesse (POVEDA, 2020).

Segundo Zeilinger et al. (2016) os compostos metabólicos são produzidos a partir da estimulação ambiental, reconhecida por proteínas receptoras que desencadeiam a transdução de sinais que ativam e reprimem a expressão de determinados genes que gera a produção de metabólitos distintos. Dessa forma, a variedade de metabólitos secundários está relacionada diretamente com a diversidade de organismos-alvo que o gênero *Trichoderma* consegue parasitar.

Macías-Rodríguez et al. (2020) descrevem grande variedade de compostos químicos, voláteis e não voláteis, que permitem que esses fungos desempenhem suas inúmeras atividades no ambiente, como as Quitinases e Harzianopiridona, enzimas secretadas que degradam a quitina da parede celular nos fitopatógenos fúngicos e inibem seu crescimento, respectivamente.

Outros metabólitos também foram mencionados por Vinale et al. (2020) que apresentam efeito positivo no desenvolvimento das plantas, como Koninginins C, 6-Pentyl-A-Pyrone, Trichocaranes A - D, Harzianopiridona, Ciclonerodiol, Harzianolida e Ácido Harzianico. Além desses outros metabólitos podem modular a expressão de genes relacionados ao crescimento radicular e resistência ao estresse, como Trichocaranos A, B, C e D, Tricoconina VI (Tk VI), β -Mirceno, cis- e trans - β -ocimeno, além de Ácido Harziânico, C 8 compostos derivados de oxilipina: 3-octanol, 1-octen-3-ol e 2-octanona, que atuam como regulador de crescimento e modulam a defesa da planta (MACÍAS-RODRÍGUEZ et al., 2020).

4. CONCLUSÕES

O conhecimento de diferentes isolados de *Thichordema*, assim como seus mecanismos de ação, podem determinar com maior eficiência, o potencial deste Gênero, no controle biológico de fitopatógenos, bem como compreender de modo mais aprofundado como ocorrem as interações ecológicas entre esses fungos e as plantas e os fitopatógenos.

REFERÊNCIAS

BIERE, A.; BENNETT, A. Three-way interactions between plants, microbes and insects, **Functional Ecology**. v. 27, 2013.

BONONI, L.; CHIARAMONTE, J. B.; PANSA, C. C.; MOITINHO, M. A.; MELO, I. S. Phosphorus-solubilizing *Trichoderma* spp. from Amazon soils improve soybean plant growth. **Scientific Reports**, v. 10. 2020.

CONTRERAS-CORNEJO, H. A.; MACÍAS-RODRÍGUEZ, L.; DEL-VAL, E.; LARSEN, J. Ecological functions of *Trichoderma* spp. and their secondary metabolites in the rhizosphere: interactions with plants, **FEMS Microbiology Ecology**, n. 92, 2016.

CORABI-ADELL, C. **Biodiversidade do gênero *Trichoderma* (Hypocreales - fungi) mediante técnicas moleculares e análise ecofisiográfica**. Tese de doutorado. UNESP, Rio Claro, São Paulo – Brasil, 2005.

DRUZHININA, I. S.; SEIDL-SEIBOTH, V.; HERRERA-ESTRELLA, A.; HORWITZ, B. A.; KENERLEY, C. M. *Trichoderma*: the genomics of opportunistic success. **Nature Reviews Microbiology**, v. 9, 2011.

DURMANS, MENÉNDEZ A, GODEAS A. Evaluación de *Trichoderma* spp. como antagonista de *Rhizoctonia solani* “in vitro” y como biocontrolador del damping off de plantas de tomate en invernadero. **Revista Argentina de Microbiología**, v. 31, n. 1. 2003.

ESPARZA-REYNOSO, E., RUÍZ-HERRERA, L. F., PELAGIO-FLORES, R., MACÍAS-RODRÍGUEZ, L. I., MARTÍNEZ-TRUJILLO, M., et al. *Trichoderma* atroviride-emitted volatiles improve growth of *Arabidopsis* seedlings through modulation of sucrose transport and metabolism. **Plant Cell & Environment**, v. 44 n. 6. 2021.

HARMAN G. E. Mythos and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derive from research on *Trichoderma harzianum* T22. **Plant Disease**, v. 84, n. 4, 2004.

HU, S.; BIDOCHKA, M. J., Root colonization by endophytic insect-pathogenic fungi, **Journal of Applied Microbiology**, v. 130, n. 2, 2019.

INFANTE, D., MARTÍNEZ, B. GONZÁLEZ, N., REYES, Y. Mecanismos De Acción de *Trichoderma* Frente a Hongos Fitopatógenos. **Revista de Protección Vegetal**, v. 24, n. 1, 2009.

JANGUIR, M.; PATHAK, R.; SHARMA, S. *Trichoderma* and Its Potential Applications, In: SINGH D.; SINGH H.; PRABHA R. **Plant-Microbe Interactions in Agro-Ecological Perspectives**. Springer, Singapore. 2017.

KASHYAP, P. L.; RAI, P.; SRIVASTAVA, A. K.; KUMAR, S. *Trichoderma* for climate resilient agriculture. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 33, n. 155, 2017.

LIMA, L.H.C.; MARCO, J.L. de; FELIX, C.R. Enzimas hidrolíticas envolvidas no controle biológico por micoparasitismo. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Ed.). Controle biológico. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**. 2000.

MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI Z. I. *Trichoderma* In Brazil: The Fungus And The Bioagent. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, 2012.

MACÍAS-RODRÍGUEZ, L.; CONTRERAS-CORNEJO, H. A.; ADAME-GARNICA, S. G.; DEL-VAL, E.; LARSEN, J. The interactions of *Trichoderma* at multiple trophic levels: inter-kingdom communication. **Microbiological Research**, v. 240, 2020.

MBARGA, J. B.; HOOPEN, M. T.; KUATÉ, J.; ADIOBO, A.; NGONKEU, M. E. L. *Trichoderma asperellum*: A potential biocontrol agent for *Pythium myriotylum*, causal agent of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) root rot disease in Cameroon. **Crop Protection**, v. 36, 2012.

NUR, A. Z.; NOOR, A. B. Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 65, 2020.

PÉREZ N. **Manejo Ecológico de plagas**. CEDAR: La Habana.. Cuba 296 pp. 2004

POVEDA, J.; EUGUI, D.; ABRIL-URIAS, P. Could *Trichoderma* Be a Plant Pathogen? Successful Root Colonization, In: Sharma A., Sharma P. **Trichoderma. Rhizosphere Biology**. Springer, Singapore. 2020.

SILVA, J. M.; TEIXEIRA, R. R. O.; ROCHA, J. R.; SANTOS, T. M. C. In vitro and in vivo inhibition of *Sclerotium rolfsii* Sacc. by strains of *Trichoderma* spp. **International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch**, v. 2, n. 1, p. 60-67, 2017.

VILLEGAS, M. A. *Trichoderma* Pers. Características Gênerale y su potencial biológico en la agricultura sostenible. **Orius Biotecnología**. Colombia 2005.

VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K. Beneficial effects of *Trichoderma* secondary metabolites on crops. **Phytotherapy Research**, v. 34, 2020.

WOO, S. L.; RUOCCO, M.; VINALE, F.; NIGRO, M.; MARRA, R.; LOMBARD. N.; PASCALE, A.; LANZUISE, F.; MANGANIELLO, G.; LORITO, M. *Trichoderma*-based Products and their Widespread Use in Agriculture. **The Open Mycology Journal**, v. 8, 2014.

ZEILINGER, S.; GRUBER, S.; BANSAL, R.; MUKHERJEE, P. K. Secondary metabolism in *Trichoderma* – Chemistry meets genomics. **Fungal Biology Reviews**, v. 30, n. 2, 2016.

MICOFLORA FÚNGICA DE HORTÍCOLAS E CONTROLE DE *Fusarium* COM ÓLEOS ESSENCIAIS

Jéssica Marcelle Lemos Ribeiro¹, Jakeline Florêncio da Silva¹, Maria Silvana Nunes^{2*}, Lucas Firmino da Silva Medeiros¹, Jheyson Érick Dantas da Silva¹, Lucy Gleide da Silva¹, Luciana Cordeiro do Nascimento¹

¹Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia/PB

²Universidade Federal de Mato Grosso, Campus I, Cuiabá/MT, *e-mail: silvana.nunes@hotmail.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi identificar os fungos associados a hortaliças comercializadas no município de Areia/PB e verificar a eficiência de óleos essenciais no controle *in vitro* de *Fusarium* sp. O experimento foi conduzido na Universidade Federal da Paraíba e as sementes foram obtidas através do beneficiamento de frutos de quiabo, berinjela, pimentão e maxixe adquiridas em estabelecimentos comerciais do município de Areia/PB. Cepas de *Fusarium* sp. foram isoladas a partir de tecido vegetal da berinjela. Após o procedimento de extração, as sementes foram desinfestadas e submetidas ao teste de sanidade utilizando o método Blotter Test. Os tratamentos utilizados no controle *in vitro* foram: T1- Testemunha, T2- Óleo essencial de Patchouli, T3- Óleo essencial de Sândalo, T4- Óleo essencial de Bergamot, T5- Óleo essencial de Lemongrass e T6- Óleo essencial de Gengibre, ambos na concentração de 1%. As variáveis determinadas foram: Diâmetro Médio da Colônia (DMC), Percentual De Inibição do Crescimento Micelial (PIC), e Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. As médias foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,005$). Os gêneros fúngicos associados ao Quiabo foram *Fusarium*, *Cladosporium*, *Aspergillus* e *Nigrospora* e os patógenos associados a Berinjela foram *Fusarium* e *Colletotrichum*. Não ocorreu o desenvolvimento de estruturas fúngicas nas sementes de Pimentão e Maxixe. Dentre os tratamentos testados no controle de *Fusarium*, o óleo essencial de Lemongrass apresentou elevado potencial como inibidor deste patógeno.

PALAVRAS-CHAVE: Controle alternativo, Patologia de sementes, *Solanum melongena*

1. INTRODUÇÃO

As hortaliças são plantas que possuem características em comum, por exemplo, elas são plantas normalmente não lenhosas, possuem ciclo biológico curto, são cultivadas em áreas pequenas, utilizadas na alimentação humana e não exigem processamento industrial para o consumo (PEREIRA & PEREIRA, 2016). As hortaliças têm um papel importante para a economia devido a estabilidade que ela proporciona a agricultura e ao número de empregos gerados por essa atividade, tanto de forma direta, quanto indiretamente (SOUSA, 2020).

A produção mundial de hortaliças no período de 2011 a 2013 foi de 1,11 bilhão de ton/ano e a China foi responsável por 51% deste total (CAMARGO FILHO & CAMARGO, 2019). O Brasil ocupa a 13ª posição com 11,4 milhões de toneladas, mas estaria na 6ª posição com 19,5 milhões de toneladas caso a produção considerada pela FAO englobasse todas as espécies de hortaliças produzidas (CAMARGO FILHO & CAMARGO, 2017).

Em 2020 a área plantada com hortaliças no Brasil foi de 77 mil ha, sendo a Paraíba responsável por apenas 337 ha, o que representa 0,43% da produção total (IBGE, 2022). Dentre os fatores que podem afetar a produção de hortaliças, a ocorrência de doenças é o mais grave, como a fusariose causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, que provoca o amarelecimento das folhas mais velhas para as novas, a murcha e a morte da planta (NASCIMENTO et al., 2020; MICHEREFF et al., 2005).

A utilização do controle químico é o método mais utilizado na agricultura brasileira, mas pode ser uma prática desvantajosa, devido sua capacidade de afetar o meio ambiente com o acúmulo de compostos químicos, contaminação de áreas, danos a saúde de pessoas envolvidas no trabalho rural e próximas as áreas de cultivo (PEREIRA et al., 2020).

Visando minimizar os impactos negativos do uso de agrotóxicos, a utilização de óleos essenciais é uma opção menos agressiva no controle de patógenos, pois são produtos aromáticos naturais, gerados naturalmente de metabólitos secundários em diferentes partes das plantas, desde folhas, flores, caule, frutos, sementes e raízes (SILVA et al., 2018; FAZIO et al., 2020).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo identificar os fungos associados a hortaliças comercializadas no município de Areia/PB e verificar a eficiência de óleos essenciais no controle *in vitro* de *Fusarium* sp.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Localização do Experimento e Aquisição das Sementes

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia (LAFIT) do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). As sementes foram adquiridas através da extração manual, em peneira e água corrente, dos frutos de Berinjela (*Solanum melongena*), Maxixe (*Cucumis anguria*), Quiabo (*Abelmoschus esculentus*) e Pimentão (*Capsicum annum Group*) adquiridos em agosto de 2021 em pontos comerciais da cidade de Areia, Paraíba.

Teste de Sanidade

Após a extração, as sementes foram dispostas em bandejas plásticas contendo papel absorvente e levadas para secagem em casa de vegetação durante 24 horas. Após a secagem, as sementes passaram pelo procedimento de desinfestação utilizando Hipoclorito de Sódio (1%) e Água Destilada Esterilizada (ADE). O teste de sanidade foi instalado em Blotter Test, onde as sementes foram dispostas em placa de petri (9 cm) com dupla camada de papel filtro previamente umedecido com ADE.

As placas de petri foram mantidas em sala de incubação, com temperatura de 25°C durante 7 dias, após este período avaliou-se a incidência de fungos associados às sementes utilizando microscópio óptico e fazendo a comparação com a literatura específica (SEIFERT & GAMS, 2011).

Controle In Vitro

Cepas fúngicas foram obtidas através do isolamento indireto em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA) de fragmentos das hortaliças antes do procedimento de extração das sementes. Foi realizado o controle *in vitro* de *Fusarium* sp. associado com a cultura da Berinjela.

Um disco de 5 mm, retirado de uma placa de petri contendo micélio dos fungos previamente identificados, foi depositado no centro da placa de petri, contendo os tratamentos diluídos em meio de cultura BDA na concentração única de 1%, sendo o tratamento testemunha composto apenas pelo meio BDA.

Os tratamentos utilizados no controle *in vitro* foram: T1- Testemunha (BDA), T2- Óleo essencial de Patchouli, T3- Óleo essencial de Sândalo, T4- Óleo essencial de Bergamot, T5- Óleo essencial de Lemongrass e T6- Óleo essencial de Gengibre.

As placas foram mantidas em sala de incubação, com temperatura de 25°C, sendo as avaliações realizadas diariamente com auxílio de uma régua graduada, medindo-se o comprimento da colônia em dois sentidos perpendiculares até que o micélio de uma placa atingisse a extensão máxima (9 cm).

As variáveis determinadas foram: Diâmetro Médio da Colônia (DMC), determinado com a média do comprimento dos dois eixos, Percentual de Inibição do Crescimento Micelial (PIC), calculado conforme a fórmula utilizada por Hillen et al. (2012) e Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM), determinado conforme a fórmula proposta por Gomes (2008).

Análise Estatística

O teste de sanidade foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), utilizando-se 200 sementes de cada espécie, divididas em 20 repetições de 10 sementes cada e os resultados expressos em porcentagem de incidência.

O controle *in vitro* foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), utilizando-se cinco repetições por tratamento, sendo cada parcela composta por 2 placas de petri. As médias foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,005$), utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados observados, a incidência de fungos associados às sementes de Quiabo foi *Fusarium* sp. (23%), *Cladosporium* sp. (27%), *Aspergillus* sp. (2%) e *Nigrospora* sp. (2%). Para as sementes de Berinjela foram identificados os gêneros fúngicos *Fusarium* sp. (12%) e *Colletotrichum* sp. (10%). Não ocorreu o desenvolvimento de estruturas fúngicas nas sementes de Pimentão e Maxixe testadas neste estudo.

A baixa diversidade de fungos identificados nestas hortaliças provavelmente se deu devido a utilização de sementes recém extraídas, ou seja, que não passaram pelo processo de armazenagem, onde ocorre uma maior associação com fungos de armazenamento. As condições ambientais de armazenamento e o tratamento de sementes são os fatores mais importantes para a conservação da viabilidade das sementes, além de retardar a introdução de patógenos que causam doenças (ARAÚJO et al., 2019).

Um estudo desenvolvido por Oliveira (2021), mostrou que as doenças que provocam os maiores danos em hortaliças cultivadas por pequenos produtores em São Carlos (SP) são de origem fúngica, com intensa expressão de sintomas e sinais destes patógenos. Com isso, torna-se evidente a necessidade de um manejo fitossanitário eficiente para que não ocorra prejuízos em termos de quantidade e qualidade destas hortaliças produzidas.

De acordo com os resultados do controle *in vitro* de *Fusarium* sp. (Fig. 1), é possível constatar a eficiência do tratamento com óleo essencial de Lemongrass, pois foi o tratamento que inibiu o desenvolvimento micelial da colônia, apresentou ótimo percentual de inibição do crescimento micelial (100%) e proporcionou um efeito fungistático sobre a cepas fúngica (IVCM de 0 cm dia⁻¹). O óleo essencial de Gengibre foi o menos eficiente no controle de *Fusarium*, visto que as variáveis analisadas apresentaram resultados estatisticamente igual a testemunha.

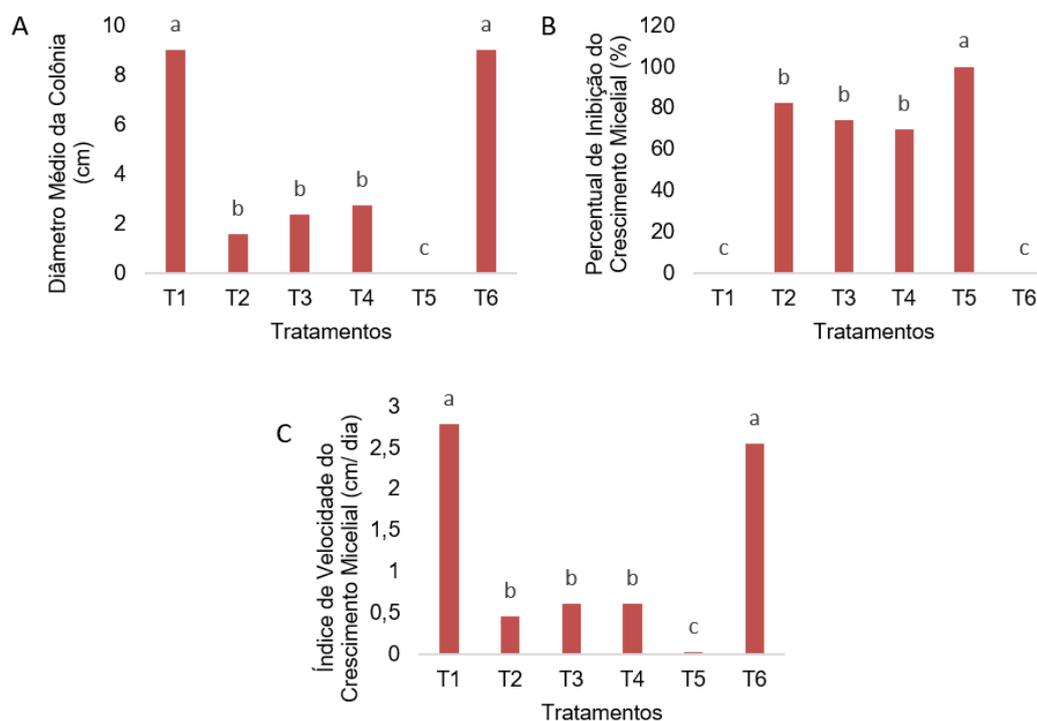


Figura 1. Óleos essenciais utilizados no controle *in vitro* de *Fusarium* sp. associado à cultura da Berinjela (*Solanum melongena*). A- Diâmetro média da colônia, B- Percentual de inibição do crescimento micelial, C- Índice de velocidade do crescimento micelial.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,005$).

T1- Testemunha (BDA), T2- Óleo essencial de Patchouli, T3- Óleo essencial de Sândalo, T4- Óleo essencial de Bergamot, T5- Óleo essencial de Lemongrass e T6- Óleo essencial de Gengibre.

A capacidade de controle de fitopatogênicos, como o *Fusarium*, utilizando óleos essenciais, está atribuído ao modo de ação destes até mesmo em baixas concentrações, dentre os principais podemos citar as alterações provocadas na estrutura dos fungos devido a interação com as enzimas responsáveis pela síntese da parede celular, degradação da membrana celular através dos compostos lipofílicos e polares contidos nos óleos e a formação de vacúolos nas células dos fungos (KRZYŚKO-ŁUPICKA et al., 2020).

Um estudo realizado por Sharma et al., (2018) concluiu que uma emulsão formulada com óleo essencial de lemongrass e cravo durante o ensaio *in vivo* reduziu a severidade do *Fusarium* em até 70,6% em comparação com a testemunha, e quando aplicada em sementes também mostrou-se eficiente e não apresentou qualquer sinal de fitotoxicidade.

4. CONCLUSÕES

Foram identificados os fungos *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp. e *Nigrospora* sp. associados as sementes de hortaliças comercializadas no município de Areia/PB.

O óleo essencial de Lemongrass é uma alternativa com elevado potencial de utilização na agricultura brasileira, por ser um método de controle mais sustentável e altamente eficaz no controle de fitopatogênicos associados ao cultivo de hortaliças tropicais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. F.; ZONTA, J. B.; ARAÚJO, E. F.; LEAL, C. A. M. Tratamentos alternativos para conservação de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). **Summa Phytopathologica**, v. 45, p. 89-96, 2019.

- CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F. P. Evolução da produção e comercialização global e brasileira das principais hortaliças, 1970-2015. **Instituto de Economia Agrícola**, v. 47, n. 3, p. 5-15, 2017.
- CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F. P. PIB da produção de hortaliças no Estado de São Paulo, 2017. **Revista Attalea Agronegócios**. IEA, 2019.
- FAZIO, M. L. S.; BAZAN, J. R.; GEROMEL, M. R. Ação de óleos essenciais cítricos sobre algumas bactérias. **Revista InterCiência-IMES Catanduva**, v. 1, n. 4, p. 11-11, 2020.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- Gomes, L. I. S. **Métodos de inoculação de Colletotrichum gloeosporioides e efeito de óleos essenciais no controle da antracnose em frutos de mamoeiro**. 2008, 54 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- HILLEN, T.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; MESQUINI, R. M.; CRUZ, M. E. S.; STANGARLIN, J. R.; NOZAKI, M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos in vitro e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, p. 439-445, 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **SIDRA: Produção agrícola municipal 2020**. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#resultado> >. Acesso em: 15 jul. 2022.
- KRZYŚKO-ŁUPICKA, T.; SOKÓŁ, S.; PIEKARSKA-STACHOWIAK, A. Evaluation of Fungistatic Activity of Eight Selected Essential Oils on Four Heterogeneous Fusarium Isolates Obtained from Cereal Grains in Southern Poland. **Molecules**, v. 25, n. 2, p. 292, 2020.
- MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005.
- NASCIMENTO, I. O.; ALMEIDA, I. G.; NUNES, S. E. A. Potencial do extrato de tiririca, *Cyperus rotundus* L., no desempenho produtivo e controle de fusariose em rúcula. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 6, n. 19, p. 120-127, 2020.
- OLIVEIRA, J. L. M. D. **Levantamento de hortaliças cultivadas em hortas domésticas no município de São Carlos e principais fitopatologias associadas**. 2021. P. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos/ UFSCar, São Carlos, 2021.
- PEREIRA, I. S.; PEREIRA, M. T.; **Olericultura**. 1. Ed –Brasília: NT Editora, 2016.
- PEREIRA, L. M.; STUMM, E. M. F.; BURATTI, J. B. L.; DA SILVA, J. A. G.; DE FÁTIMA COLET, C.; PRETTO, C. R. A utilização de fungicida no cultivo de aveia: uma revisão integrativa da literatura. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 8, p. 6, 2020.
- SEIFERT, K. A.; GAMS, W. The genera of Hyphomycetes – 2011 update. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 27, p. 119, 2011.
- SHARMA, A.; SHARMA, N. K.; SRIVASTAVA, A.; KATARIA, A.; DUBEY, S.; SHARMA, S.; KUNDU, B. Clove and lemongrass oil based non-ionic nanoemulsion for suppressing the growth of plant pathogenic *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici. **Industrial crops and products**, v. 123, p.

353-362, 2018.

SILVA, L. S.; MEDEIROS, T. R.; SILVA, A. P. R.; DAVID, G. Q.; MOYA, W. P.; SORATO, A. M. C. Controle alternativo do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* com óleos essenciais. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, p. 6, 2018.

SOUSA, J. D. A. **REVISÃO: Gestão da produção de hortaliças orientada pela viabilidade financeira e econômica**. 2020. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Agronegócio). Faculdade Vale Do Aço, Açailândia, 2020.

FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NO BIOMA CAATINGA

Flaviana Gonçalves da Silva¹, Adrielle Naiana Ribeiro Soares Tenório², Janivan Fernandes Suassuna³, Kalyne Sonale Arruda de Brito³

¹Universidade Federal do Amapá – UNIFAP/Campus Mazagão, Mazagão-AP, e-mail: flaviana@unifap.br

²Secretaria de Educação de Pernambuco, Educação do Campo, Garanhuns-PE

³Universidade Federal do Amapá – UNIFAP/Campus Mazagão, Mazagão-AP

RESUMO

O bioma Caatinga, único e exclusivamente brasileiro, é uma floresta tropical seca com formação vegetal adaptada às condições de variação do ambiente, com regime pluviométrico irregular e altas taxas de evapotranspiração do solo, fato que desencadeia a expressão de vários estresses ambientais e problemas com a nutrição vegetal. Com isso, a constante exploração desse bioma, muitas vezes de forma inadequada, quanto à pressão de exploração das espécies nativas e atividades agropecuárias vêm ocasionando sérios riscos para a degradação do bioma. Dessa forma, o uso de práticas biotecnológicas ligadas à microbiologia do solo, como a exploração de fungos micorrízicos arbusculares, vem sendo uma alternativa que busca a sustentabilidade nesse bioma, reduzindo os impactos gerados pela ação antrópica e beneficiando a estruturação das comunidades de vegetais.

PALAVRAS-CHAVE: Microbiologia, reestruturação vegetal, sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga ocupa aproximadamente 70% da região Nordeste do Brasil e parte do norte do estado de Minas Gerais, representando cerca de 11% do território nacional (SILVA et al., 2017). O bioma encontra-se com elevado grau de degradação, causada, principalmente, pelo uso irracional dos recursos naturais. Destacando-se as atividades agrícolas, as queimadas, o extrativismo mineral, vegetal e a pecuária extensiva, como os fatores que proporciona a uma rápida perda de espécies endêmicas e de serviços ecossistêmicos nessas áreas (PEREIRA et al., 2018).

O desenvolvimento de atividades agropecuárias na Caatinga requer estratégias sustentáveis, sendo que a ação antrópica sobre as espécies vegetais e animais vem afetando drasticamente a sobrevivência destas espécies neste bioma. Dessa forma, explorar o potencial biotecnológico dos micro-organismos do solo existentes na Caatinga pode proporcionar alternativas promissoras no setor agropecuário, além de melhorar a estruturação e estabilidade do solo.

Na Caatinga existem diferentes estruturações de comunidades microbianas associadas a espécies vegetais nativas e a plantas cultivadas. Assim, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) participam de processos relevantes e são importantes para a estabilização do sistema solo-planta. Contribuem na ciclagem de nutrientes no solo, interações com bactérias promotoras de crescimento vegetal, com plantações puras e consorciadas, agrícolas ou florestais, atenuação do estresse hídrico e salino no solo, proteção de plantas contra metais pesados, e recuperação de áreas degradadas associados a manutenção e funcionalidade na Caatinga.

Nos últimos anos, estudos vêm sendo desenvolvidos em busca de compreender melhor a relação dos FMAs em associação com plantas nativas, arbóreas e cultivadas (leguminosas, gramíneas, frutíferas, fibrosas e ornamentais) no bioma Caatinga, além de conhecer a identidade e diversidade dos fungos em ambientes nativos e degradados. Dessa forma, a simbiose micorrízica traz para essas áreas, alternativas capazes de proporcionar às plantas, maior tolerância à escassez de água e à salinidade do solo, recuperação de solos degradados, bem como o estabelecimento e manutenção de espécies nativas e introduzidas, contribuindo com a sustentabilidade e com o processo de reflorestamento das áreas desse bioma.

O uso de FMAs pode ser explorado de diferentes formas com a finalidade de contribuir com o desenvolvimento das culturas agrícolas e com a recuperação de ambientes degradados. Portanto, neste capítulo, procurou-se fazer uma abordagem geral sobre os fungos micorrízicos arbusculares predominantes na Caatinga e sua interação com os vegetais e fatores ambientais.

2. FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES: ASPECTOS GERAIS

A microbiota do solo é composta por uma grande diversidade de micro-organismos, que desempenham extrema importância para a manutenção da vida e equilíbrio da biosfera. Dentre essa diversidade, os fungos podem representar até 50% da biomassa microbiana nos solos (PEREIRA et al., 2012), desempenhando um papel crucial nos solos dos ecossistemas naturais manejados e degradados.

Na natureza existe a formação da simbiose entre fungos do solo e as raízes das plantas, denominada de micorriza. Esse conceito teve origem presumida há aproximadamente 460 milhões de anos, desempenhando um importante papel na evolução das plantas terrestres (PILIAROVÁ et al., 2019). Os fungos micorrízicos estão presentes em associação com mais de 80% das espécies vegetais, estabelecendo uma relação com raízes de angiospermas, gimnospermas, além de alguns representantes das briófitas e pteridófitas. Pertencentes ao filo Glomeromycota, os FMAs são micro-organismos biotróficos obrigatórios que estabelecem relação simbiótica mutualista e vivem em interação com as raízes de plantas, colonizando os tecidos do córtex radicular e estabelecendo um estímulo à síntese de metabólitos secundários (FOSSALUNGA; NOVERO, 2019). Com isso, nas associações micorrízicas ocorrem estreitas interações entre os fungos e as plantas hospedeiras, por meio de trocas de sinais moleculares, resultando em uma alta compatibilidade funcional (PEREIRA et al., 2012).

3. MICORRIZAS ARBUSCULARES E A CICLAGEM DE NUTRIENTES NO SOLO

As micorrizas arbusculares possuem um importante papel nos ambientes terrestres, facilitando a ciclagem de nutrientes no solo, com papel de extrema relevância para a manutenção dos ecossistemas. Na Caatinga, ocorrem inúmeras associações de espécies de micorrizas com espécies nativas e cultivadas, contribuindo de forma direta na nutrição das plantas neste bioma, uma vez que os solos possuem baixa fertilidade e gera elevada dependência das plantas pelos FMAs.

Esses fungos formam associações simbióticas com várias espécies vegetais, sendo o principal efeito da associação, o aumento no crescimento da planta e pelo aumento da absorção de nutrientes. Por essas interações, o fungo entra no córtex radicular para obter carbono, sendo que a planta fornece até 20% de C fixado via fotossíntese para os FMAs e, em troca, esta associação contribui com o fornecimento dos nutrientes do solo como nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), entre outros para as plantas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; PILIAROVÁ et al., 2019).

A simbiose micorrízica pode melhorar a resposta fisiológica das plantas a estresses abióticos e bióticos, aumentando o rendimento de biomassa e a produtividade destas. A partir do movimento bidirecional de nutrientes, a associação fungo/planta é favorecida com o fornecimento de açúcares, além de contribuir com a atenuação de estresses ambientais, como os estresses hídrico e salino (BALOTA et al., 2011), especialmente em áreas do bioma Caatinga. Dessa forma, o grau de interação entre FMAs e a planta depende do genótipo do vegetal, sendo que a nutrição é considerada o principal fator controlador dessa associação. Com isso, existem duas vias de absorção de nutrientes na relação entre o fungo e o hospedeiro, sendo a via de absorção de plantas e a via de captação micorrízica (BUCKING; KAFLE, 2015).

Uma das principais funções dos FMAs é contribuir na nutrição de plantas, particularmente com o P em ambientes com limitação deste nutriente. O P é um elemento essencial para todas as formas de vida por fazer parte de biomoléculas como ácidos nucléicos e o trifosfato de adenosina (ATP). Devido à alta exigência das plantas e à baixa disponibilidade no solo, o déficit nutricional de P acaba limitando o crescimento vegetal. As micorrizas aumentam a absorção de P através de mecanismos físicos, fisiológicos e químicos, por meio da maior exploração do solo e de sítios não acessíveis às

raízes sem micorrizas, como também provocando alterações nos parâmetros cinéticos de absorção e alterações na rizosfera (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Em pesquisas com espécies nativas da Caatinga, é possível perceber a interação das plantas com fungos micorrízicos. A inoculação de *Glomus etunicatum* e a aplicação de P influenciou positivamente o crescimento de *Caesalpinia férrea* (Pau-ferro), de *Piptadenia stipulacea* (Jurema branca) (FEITOSA et al., 2016), bem como o manejo do solo influencia diretamente a riqueza de espécies de FMAs, assim como a densidade de esporos em relação à vegetação natural e o tipo da espécie vegetal. Com isso, nos casos de situações de alta disponibilidade de nutrientes, especialmente de P, as plantas tendem a diminuir a sua colonização.

As redes micorrízicas exercem um papel fundamental para o transporte a longa distância de nutrientes, água, produtos químicos de estresse e aleloquímicos, permitindo que as plantas hospedeiras interconectadas “se comuniquem” com outras plantas dentro dessa rede. Existem evidências também que a captação e o transporte de N e P estão intimamente ligados na simbiose de FMAs, sendo a colonização do hospedeiro da planta controlada por mecanismos de feedback entre os dois nutrientes (BÜCKING; KAFL, 2015).

4. FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E A ATENUAÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO E SALINO NAS PLANTAS

Na Caatinga ocorrem inúmeros estresses ambientais, principalmente o hídrico e o salino, às vezes simultaneamente, que frequentemente causam degradação do ambiente e limitação quanto ao desenvolvimento das espécies nativas e de plantas alimentícias cultivadas. Nestes ambientes adversos, os FMAs desempenham mecanismos de adaptação, como a elevação da esporulação e aumento da área de absorção de nutrientes e água, beneficiando o crescimento das plantas e contribuindo com a estruturação do solo (PEREIRA et al., 2012; CASAZZA et al., 2017).

A problemática da salinização de solos vem crescendo em todo o mundo, sendo que no Brasil acontece especialmente na região Nordeste, resultando em abandono das áreas agricultáveis por parte dos produtores, principalmente nos perímetros irrigados. Tais áreas tornam-se degradadas, limitando, ou até impedindo o cultivo de plantas de interesse comercial, ocasionando a formação de manchas sem cobertura vegetal (SILVA et al., 2016).

A simbiose de FMAs com os vegetais da Caatinga promove benefícios estimulados por meio da produção de substâncias, principalmente a glicoproteína glomalina, produzida pelas hifas externas, esporos e raízes colonizadas, sendo importante na comunicação entre plantas e micro-organismos, além de contribuir com a regulação da simbiose micorrízica, como mencionado anteriormente (PEREIRA et al., 2012). Sua concentração favorece a formação e estabilidade de agregados em vários tipos de manejo do solo, contribuindo para a melhoria da qualidade do solo, podendo fornecer proteção para as plantas contra os fatores de estresse salino e hídrico expressados na Caatinga (SANTOS et al., 2018).

A salinidade também afeta os FMAs no momento da colonização e, neste caso, nem sempre ocorre a estabilização da simbiose, o que provavelmente é devido ao efeito direto dos sais sobre os fungos (PEREIRA, 2012). Em condições salinas, a dificuldade em obter água afeta a germinação dos esporos de FMA e a simbiose nem sempre é estabelecida (OLIVEIRA et al., 2017). A fase de estabelecimento e funcionamento dos FMAs durante as condições impostas pelos estresses supracitados, direcionam a ativação de um complexo processo de reconhecimento e desenvolvimento, o que promovem alterações bioquímicas, fisiológicas e moleculares em ambos os simbioses. Além disso, a colonização micorrízica tem impacto direto na expressão gênica de diversas plantas que codificam proteínas (peroxidases e outras enzimas antioxidantes, proteínas ricas em prolina, proteínas de choque térmico) envolvidas na tolerância ao estresse (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; PEREIRA et al., 2012).

Em diferentes pesquisas, constatou-se a interação de fungos micorrízicos em condições de estresse salino no cultivo de espécies frutíferas, nativas e medicinais na Caatinga, indicando diferentes situações. A colonização micorrízica pode ser influenciada devido ao estresse salino, no entanto pode não afetar a densidade de esporos no substrato, conforme abordam Almeida et al. (2016), no

crescimento inicial de mudas de bananeiras em associação com *Glomus* sp. e *Gigaspora* sp. Em mudas de sabiá, espécie vegetal nativa do Nordeste, a salinidade reduziu a colonização micorrízica de *Glomus clarum*, *Glomus intraradices* e *Glomus* AZ112, sendo que a intensificação das condições de estresse aumentou a dependência micorrízica das plantas, além dos FMAs influenciarem na redução do pH após o cultivo no solo (TAVARES et al., 2012).

Além da salinidade, a disponibilidade hídrica é fator limitante na produção vegetal, alterando o metabolismo e a fisiologia das plantas, sendo que a associação com FMAs pode ser a alternativa para mitigar os efeitos do estresse hídrico sobre o crescimento das plantas nativas na Caatinga e também decisivo para alterações na esporulação e colonização radicular dos fungos. A redução da capacidade de absorção de água pelas raízes das plantas também é um efeito negativo do excesso de sais no solo, o qual provoca estresse hídrico e térmico associados ao salino.

Os vegetais submetidos às condições de déficit hídrico passam por uma série de mudanças fisiológicas, quanto a alteração dos níveis hormonais, mudanças na condutância estomática e potencial osmótico. Com a otimização da exploração hídrica pelas hifas, o sistema radicular se torna mais vigoroso, o que contribui para a produção de hormônios vegetais (auxinas, citocininas, ácido abscísico, giberelinas) e proporciona um aporte de maior tolerância das plantas ao estresse hídrico e/ou salino, relacionando com o aumento na expressão de genes responsivos aos estresses ambientais (PEREIRA, 2012).

Espécies de FMAs possuem a capacidade de amenizar o estresse hídrico em associação com diversas espécies vegetais. As espécies *Acaulospora longula*, *Claroideogломus etunicatum*, *Fuscutata heterogama* e *Gigaspora rosea* contribuíram para o aumento da biomassa fresca do colmo e raiz de cana-de-açúcar submetido a estresse hídrico em Pernambuco, resultando no aumento da absorção de P (PEREIRA et al., 2016). O uso de FMAs também tem sido pesquisado em plantas ornamentais sob estresse hídrico associadas com hidrogel, o que foi possível perceber uma intensiva colonização dos fungos nas raízes e um aumento significativo no crescimento das plantas durante o estresse (RYDLOVÁ; PÜSCHEL, 2020).

A umidade do solo é considerada ótima para o desenvolvimento e eficiência dos FMAs quando está entre 40 e 80% da capacidade de campo. Em plantas de *Bauhinia cheilantha* (Mororó), a colonização micorrízica de *Claroideogломus etunicatum* foi influenciada pelo período de coleta, sendo mais intensa no período chuvoso (NASCIMENTO et al., 2014). Em áreas impactadas pela exploração de piçarra e área de vegetação nativa na Caatinga, a maior quantidade e diversidade de esporos de FMAs (*Glomus* spp., *Rhizophagus* spp.) foram obtidos em período seco associado a *Mimosa tenuiflora* (Jurema preta) e *M. caesalpiniiifolia* (Sabiá) (SILVA et al., 2019).

Os estresses salino e hídrico constituem problemática relevante, podendo ou não interferir efetivamente nas comunidades microbianas do solo. Deste modo, selecionar espécies microbianas que atenuam estes tipos de estresses, bem como bioprospectar isolados de FMAs associados as áreas de plantas da Caatinga é uma estratégia que traz alternativas para melhorar o desenvolvimento vegetal, além de beneficiar as características biológicas e químicas do solo. Nesse contexto, as micorrizas contribuem para maior produtividade, sustentabilidade agrícola e para a conservação ambiental, melhorando a interação do solo-planta em diferentes ambientes.

5. USO DE FMAS NO MANEJO FLORESTAL E NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Os ecossistemas semiáridos vêm sofrendo forte pressão antrópica que gera além da perda de diversidade, alterações edáficas, ocasionando a diminuição da produtividade vegetal e o aumento de remanescentes florestais em diferentes estágios de sucessão secundária. Devido às condições limitantes, os processos de regeneração e sucessão em remanescentes florestais podem ocorrer lentamente, pois estão diretamente ligados à fatores como degradação do solo e condições favoráveis ao desenvolvimento de plantas (CARRILLO-SAUCEDO et al., 2018).

Várias espécies arbóreas na Caatinga necessitam do uso de alternativas adequadas para otimizar o desenvolvimento vegetal, possibilitando um melhor manejo florestal e até mesmo contribuindo com

aquelas espécies cultivadas, que podem gerar maior produtividade e, conseqüentemente, maior retorno econômico no setor florestal. Ações visando a recuperação de áreas degradadas com adequação das condições físico-químicas do solo à introdução sustentável de plantas, asseguram o retorno de processos fundamentais ao funcionamento e estabilização do ecossistema. Neste sentido, os FMAs exercem um papel importante, favorecendo o estabelecimento das comunidades vegetais e a melhoria da qualidade do solo (KÖHLER et al., 2017).

A dinâmica dos FMAs no solo pode ser alterada com o desenvolvimento de sistemas agroflorestais, tornando-se uma importante ferramenta no estabelecimento da estrutura do solo degradado pelo cultivo intensivo. Em sistemas agroflorestais e sistemas tradicionais de uso da terra no semiárido do Nordeste do Brasil, a presença das árvores (gliricídia e maniçoba) aumentou a colonização micorrízica, esporulação e produção de propágulos de FMA em três sistemas de uso da terra (cultivo tradicional de milho + feijão; pastagem de capim buffel e cultivo de palma forrageira). No entanto, houve maior produção de proteínas do solo relacionadas à glomalina pelos FMAs em parcelas com o cultivo de palma forrageira, independentemente da presença das árvores. As espécies de FMAs pertencentes ao gênero *Glomus* predominaram independentemente da presença das árvores, do sistema de uso da terra e do período de amostragem do solo (SOUSA et al., 2013).

Espécies de plantas arbóreas, como Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), Aroeira (*Schinus terebenthifolius*), Mutamba (*Guazuma ulmifolia*), Açóita-cavalo (*Luehea divaricata*), Cedro (*Cedrella fissilis*) e Angico (*Anadenanthera peregrina*) (COLODETE et al., 2014) podem viver em associação de forma natural com FMAs, sendo que estes micro-organismos são capazes de auxiliar no desenvolvimento vegetal. A existência do maior número de espécies de FMAs em ambientes preservados de mata nativa do que naqueles com exploração de minério, confirma que a degradação do solo pode influenciar na atuação desses fungos. Em solos degradados, os FMAs são severamente afetados pois a perda da porção orgânica superficial altera a estrutura dos horizontes do solo e, conseqüentemente, a diminuição do número de propágulos e da infectividade dos FMA limitando assim, o estabelecimento vegetal (OLIVEIRA et al., 2013).

O estabelecimento de áreas florestais micorrizadas pode ser uma opção viável para o aproveitamento de áreas degradadas ou que poderão sofrer degradação. No entanto, ainda são necessárias pesquisas para que haja conhecimento a respeito da biotecnologia ligada ao emprego dos fungos micorrízicos na produção agroflorestal e na recuperação de áreas degradadas. Apesar da grande importância dos FMAs, pouco se conhece sobre a dinâmica e a distribuição desses fungos durante os processos de regeneração espontânea e sucessão na Caatinga, sendo necessário entender como as limitações ecológicas intrínsecas ao bioma podem interferir no potencial regenerativo desse grupo de fungos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A simbiose de fungos micorrízicos arbusculares beneficia as plantas, aumentando as taxas de absorção de nutrientes, tolerância a estresses abióticos, proteção contra patógenos e, promovendo a resiliência das florestas nativas e espécies cultivadas a condições adversas. Por essa razão, é muito importante a exploração da diversidade das comunidades de FMAs no bioma Caatinga, a fim de subsidiar oportunidades de exploração biotecnológica que beneficiem o desenvolvimento dos vegetais. Dessa forma, é importante avançar em estudos sobre o funcionamento das estruturas das comunidades de FMAs desse bioma e avaliar a diversidade funcional desses simbiontes, visando estabelecer relações entre a diversidade de FMAs e os benefícios às plantas.

Portanto, a associação de fungos micorrízicos arbusculares com plantas nativas e cultivadas no bioma Caatinga é uma alternativa sustentável para contribuir no processo de reflorestamento e recuperação de áreas que sofreram processos de desmatamento e/ou exploração errônea por atividades agropecuárias.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. M. M.; GOMES, V. F. F.; MENDES FILHO, P. F.; LACERDA, C. F.; FREITAS, E. D. Influence of salinity on the development of the banana colonised by arbuscular mycorrhizal fungi. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, n.3, p.421-428, 2016.

BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; TRUBER, P. V.; SCHERER, A.; SOUZA, F. S. Physic nut plants present high mycorrhizal dependency under conditions of low phosphate availability. **Brazilian society of plant physiology**, v.23, n.1, p.33-44, 2011.

BÜCKING, H.; KAFLE, A. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in the nitrogen uptake of plants: current knowledge and research gaps. **Agronomy**, v.5, n.1, p. 587-612, 2015.

CARRILLO-SAUCEDO, S. M.; GAVITO, M. E.; SIDDIQUE, I. Arbuscular mycorrhizal fungal spore communities of a tropical dry forest ecosystem show resilience to land-use change. **Fungal Ecology**, v.32, n.1, p. 29-39, 2018.

CASAZZA, G.; LUMINI, E.; ERCOLE, E.; DOVANA, F.; GUERRINA, M.; ARNULFO, A.; MINUTO, L.; FUSCONI, A., MUCCIARELLI, M. The abundance and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi are linked to the soil chemistry of screes and to slope in the Alpic paleo-endemic *Berardia subacaulis*. **PLoS ONE**, v.12, n.2, 2017.

COLODETE, C. M.; DOBBSS, L. B.; RAMOS, A. G. Aplicação de micorrizas arbusculares na recuperação de áreas impactadas. **Natureza online**, v.12, n.1, p.31-37, 2014.

FEITOSA, A. G.; SANTOS, D. R. Fósforo e fungos micorrizicos no crescimento de mudas arbóreas da caatinga. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.12, n.4, p.392-396, 2016.

FOSSALUNGA, A. S.; NOVERO, M. To trade in the field: the molecular determinants of arbuscular mycorrhiza nutrient exchange. **Chemical and Biology Technologies Agriculture**, v.12, n.6, p.1-12, 2019.

KOHLER, J.; ROLDÁN, A.; CAMPOY, M.; CARVACA, F. Unraveling the role of hyphal networks from arbuscular mycorrhizal fungi in aggregate stabilization of semiarid soils with different textures and carbonate contents. **Plant and soil**, v. 410, n.1-2, p. 273-281, 2017.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Ed 2. Lavras: UFLA, 729 p, 2006.

NASCIMENTO, J. M. L.; MORAES, T. A. L.; SILVA, E. M.; MELO, N. F.; MELO, A. M. Y. Crescimento de plantas de *Bauhinia cheilanta* micorrizadas em dois tipos de solo do bioma Caatinga. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 4, pp. 570-576, 2014.

OLIVEIRA, D. F. B.; ENDRES, L.; SILVA, J. V.; BARROS, J. M. T. M.; SANTOS, A. F. S.; GONZAGA, E. P. Association and mycorrhizal dependency in *Jatropha curcas* L. seedlings under salt stress. **Revista Ceres**, v.64, n.6, p. 592-599, 2017.

OLIVEIRA, L. G.; CAVALCANTI, M. Q. A.; FERNANDES, F. J. S.; LIMA, D. M. M. Diversity of filamentous fungi isolated from the soil in the semiarid area, Pernambuco, Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 95, n.1, p. 49-54, 2013.

PEREIRA, C. C. M. S.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; CAVALCANTE, U. M. T.; PEREIRA FILHO, J. V. Estresse hídrico e seus efeitos no desenvolvimento inicial e atividade bioquímica em

- cana-de-açúcar com a dupla inoculação de *meloidogyne incognita* e fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.4, p.726-738, 2016.
- PEREIRA, J. E. S.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; SCORIZA, R. N.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; GOMES, V. S. Arbuscular mycorrhizal fungi in soils of arboreal Caatinga submitted to forest management. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.13, n.1, e5497, 2018.
- PEREIRA, M. S. F. **Fungo micorrízico arbuscular e glicina betaína aumentam a tolerância de pinhão-mansão em condições de estresse abiótico**. 2012. 152 p. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- PEREIRA, M. S. F.; MEIRA-HADDAD, L. S.; BAZZOLLI, D. M. S.; KASUYA, M. C. M. Micorriza arbuscular e a tolerância das plantas ao estresse. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n. 6, p.1663-1679, 2012.
- PILIAROVÁ, M.; ONDREIČKOVÁ, K.; HUDCOVICOVÁ, M.; MIHÁLIK, D.; KRAIC, J. Arbuscular mycorrhizal fungi – their life and function in ecosystem. **Agriculture**, v. 65, n.1, p.3–15, 2019.
- RYDLOVÁ, J.; PÜSCHEL, D. Arbuscular mycorrhiza, but not hydrogel, alleviates drought stress of ornamental plants in peat-based substrate. **Applied Soil Ecology**, 146, p.1-8, 2020.
- SANTOS, V. L. S.; SILVA, C. F.; PEREIRA, M. G.; BERBARA, R. L. L. Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares e glomalina em ecossistemas de Mata Seca, Brasil. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.117, n.1, p. 13-21, 2018.
- SILVA, F. F. S.; SANTOS, T. A.; JESUS E. C.; CHAER, G. M. Characterization of rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi in áreas impacted by gravel mining in Brazil. **Revista Caatinga**, v. 32, n.4, p. 995-1004, 2019.
- SILVA, F. G.; SANTOS, I. B.; SOUSA, A. J.; FARIAS, A. R. B.; DINIZ, W. P. S.; SOBRAL, J. K.; FREIRE, M. B. G. S. Bioprospecting and plant growth-promoting bacteria tolerant to salinity associated with *Atriplex nummularia* L. in saline soils. **African Journal of Microbiology Research**, v.10, n.31, p. 1203-1214, 2016.
- SILVA, J. M. C.; BARBOSA, L. C. F. Impacto f Human Activities on the Caatinga. In: **Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**. Springer, pp.359-368, 2017.
- SOUSA, C. S.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; LIMA, F. S.; OEHL, F.; MAIA, L. C. Arbuscular mycorrhizal fungi within agroforestry and traditional land use systems in semi-arid Northeast Brazil. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.35, n.3, p. 307-314, 2013.
- TAVARES, R. C.; MENDES FILHO, P. F.; LACERDA, C. F.; SILVA, J. Colonização micorrízica e nodulação radicular em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.3, p. 409-416, 2012.

MICRO-ORGANISMOS, SEMIÁRIDO E SUSTENTABILIDADE: MECANISMOS E ESTRATÉGIAS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

João Manoel da Silva^{1*}, Regla Toujaguez², Paula Cibelly Vilela da Silva³, Tania Marta Carvalho dos Santos², Jakes Halan de Queiroz Costa², Viviane Araújo Dalbon

¹Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Corrente-PI, *e-mail: jm.agro@hotmail.com

²Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Rio Largo-AL

³Rede Nordeste de Biotecnologia – Renorbio, Maceió-AL

RESUMO

Ao longo do tempo, com os avanços industriais e a necessidade de mitigar os efeitos adversos do clima por sobre a produção de alimentos, estratégias são sempre prospectadas para que ocorra produção de alimentos e atenuação dos efeitos gerados pela produção agroindustrial em larga escala. O Semiárido compreende um clima caracterizado pela baixa pluviosidade e alta evapotranspiração e com vegetação predominantemente do bioma Caatinga. Esses aspectos convergem para compreensão e busca por estratégias de recuperação das áreas degradadas, aplicações agropecuárias e valorização da biodiversidade, especialmente a biodiversidade microbiana, a qual realiza funções ecológicas importantes e determinantes para o estabelecimento das plantas, cultivadas ou não. Ainda, ressalta-se que outras estratégias podem ser aplicadas e devem ser mais amplamente abordadas, como é o caso do uso do pó de rocha para remineralização dos solos, sendo uma alternativa que proporciona sustentabilidade para recuperação nutricional do solo e conseqüentemente melhorias em seus atributos químicos e físicos. Nesse contexto, é importante ressaltar a necessidade de desenvolvimento de estratégias de modo interdisciplinar para que se obtenham produtos ecológicos e sustentáveis para uma agricultura limpa.

PALAVRAS-CHAVE: Remineralizadores, fungos filamentosos, rochagem, produção agrícola.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura constantemente passa por mudanças e adaptações, as quais são mediadas pelos avanços e necessidades da sociedade, especialmente em prol do fornecimento de alimentos em quantidade e qualidade para a população. Atrelado a isso, os avanços biotecnológicos são uma das maiores ferramentas que o desenvolvimento agrícola possui para o desenvolvimento de suas práticas, especialmente devendo se pensar na sustentabilidade e métodos limpos de produção. Ainda, esses avanços, por muitas vezes necessitam de estratégias para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

O semiárido é um clima característico de regiões que recebem um índice pluviométrico baixo e irregular em função também da evapotranspiração potencial (NASCIMENTO et al., 2018). Nesse clima encontra-se predominantemente o bioma Caatinga, reservatório de biodiversidade resiliente. Junto a essa biodiversidade, há as relações simbióticas e mutualísticas entre plantas e micro-organismos, as quais têm sido amplamente estudadas tendo em vista o conhecimento acerca da diversidade de espécies vegetais e microbianas. Estas últimas comumente aplicadas em processos biotecnológicos em função de suas funcionalidades, as quais são das mais diversas, desde aplicação à farmacologia e agropecuária.

Embora ainda pouco explorado do ponto de vista de prospecção biotecnológica para agropecuária, os micro-organismos do solo habitantes desse clima estão presentes em abundância e diversidade, apresentando potencialidades para incremento ao desenvolvimento vegetal na agricultura. Isso pois o solo é um reservatório amplo e rico no abrigo desses organismos, os quais podem ser de vida livre ou simbióticos para com as plantas que na região habitam. A rizosfera é compreendida como a região próxima e circundante a região das raízes dos vegetais, assim, é importante a bioprospecção de micro-organismos associados a vegetação devido a maior capacidade simbiótica, especialmente em ambientes extremos, como é o semiárido.

Nesse sentido, os fungos filamentosos são micro-organismos multicelulares, organizados filogeneticamente no domínio Eukarya, estando proximamente ligados aos grupos dos animais e plantas, mas sendo um grupo distinto de ambos e completamente diverso no que tange morfologia e variabilidade genética (TORTORA; FUNKE; CASE, 2016). Silva et al. (2022) destacam a diversidade que pode ocorrer em ambientes em processo de degradação, onde os autores mostram a existência de várias espécies de fungos filamentosos associados à cactáceas do Semiárido em Alagoas.

Nas relações simbióticas, apresentam afinidade com as raízes das plantas, atuando como extensões destas, facilitando assimilação e absorção de nutrientes conferindo maior resistência aos eventos adversos que podem ocorrer no ambiente, como escassez de água, por exemplo. Logo, a bioprospecção de fungos filamentosos associados à rizosfera de cactáceas naturalmente habitantes do clima semiárido é importante para o desenvolvimento de estratégias de melhorias na produtividade agrícola por meio dos mecanismos de promoção de crescimento vegetal que esses organismos são capazes de prover.

2. ROCHAGEM E AGRICULTURA

Em adição às tecnologias utilizadas para incremento e implementação da produtividade agrícola, outras alternativas para a nutrição de plantas e melhoria da qualidade dos agroecossistemas têm sido pesquisadas. Isto pois, a utilização de nutrição mineral das plantas por muitas vezes se torna onerosa e não completamente aproveitada, dadas as condições edafoclimáticas e as necessidades nutricionais de cada cultura.

A rochagem é compreendida como uma técnica baseada na adição de pó de rocha de variados tipos de rochas ou minerais que possuam a habilidade de alterar positivamente a fertilidade dos solos (WELTER et al., 2011). Essa técnica pode ser considerada como um tipo de remineralização, onde o pó de rocha é utilizado para rejuvenescer solos pobres ou lixiviados, sendo fonte natural de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, além de uma série de micronutrientes indispensáveis à nutrição vegetal (THEODORO et al., 2006), os quais seriam originalmente oriundos da adubação mineral convencional.

Essa tecnologia, conforme o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), pretende modificar a tendência no uso de insumos químicos, bem como tornar-se uma prática acessível ao agricultor, especialmente pelo seu baixo custo. Remineralizador pode ser definido então como um material de origem mineral que sofreu redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altera índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promove a melhoria das propriedades físicas, químicas como também da atividade biológica dos solos (BRASIL, 2013).

Dada a sua natureza geológica, a maioria das rochas precisa ser processada para estimular e acelerar o processo de liberação dos seus nutrientes. A moagem, em diferentes granulometrias, é o primeiro passo para facilitar a disponibilização dos macro e micronutrientes, uma vez que provoca o aumento da superfície de contato e, conseqüentemente, facilita a ação de processos intempéricos e microbiológicos, aumentando a solubilidade mineral. Logo, a aplicação das técnicas de remineralização por meio de rochagem em associação com a inoculação de sementes é uma alternativa promissora, uma vez que micro-organismos como os fungos rizosféricos possuem a habilidade de solubilizar nutrientes para que estes sejam disponibilizados às plantas de interesse (SILVA et al., 2021), entretanto, estudos que tratam dessa associação ainda são incipientes, porém necessários para adoção de técnicas e desenvolvimento de bioprodutos para aplicação agrícola.

Para a produção de mudas, por exemplo, é necessário uma série de fatores que permitam que estas possuam um firme estabelecimento e pleno desenvolvimento quando transplantadas para o campo. Desse modo, a aplicação de bioinsumos e agentes microbianos são alternativas para desenvolvimento de mudas sadias e estabelecimento no campo (CORREIA et al., 2021), bem como proporcionar melhorias às condições físicas, químicas e biológicas dos solos.

3. BIOINSUMOS FÚNGICOS E REMINERALIZADORES NO DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA

A inoculação de micro-organismos promotores do crescimento vegetal, isolados ou em mistura, pode elevar a porcentagem de sobrevivência e crescimento das plantas, como sua produtividade (OLIVEIRA et al., 2012). Dentre os fatores responsáveis pelo aumento na busca de insumos ambientalmente sustentáveis, a aplicação indiscriminada de fertilizantes inorgânicos e agrotóxicos tem grande relevância (GONÇALVES JÚNIOR, 2013), especialmente pelos impactos causados na saúde humana e no meio ambiente.

No entanto, quando se pensa em alimentação global, tais insumos agrícolas ainda são de grande importância (PRASHAR; SHAH, 2016). As culturas agrícolas necessitam de nutrientes essenciais para seu desenvolvimento e rendimento (GRANT et al., 2005) e para isso, é necessário que estejam em quantidades adequadas e disponibilizadas no solo, para serem assimiladas pelas plantas. Dessa forma, os fertilizantes são fontes rápidas e de fácil aplicabilidade para oferecer o padrão nutricional exigido para um bom rendimento das plantas (CAMARGO, 2012). Isso se dá pelo fato de que apresentam resultados considerados imediatos, bem como a baixa divulgação sobre a existência de insumos sustentáveis como fertilizantes biológicos, especialmente no que se trata de produtores com menor assistência técnica. Ademais, ainda se há uma baixa preocupação dos profissionais quanto a utilização desses produtos biológicos em larga escala.

Assim, a preocupação com os danos à saúde humana, animal e ambiental vem crescendo, junto com a busca por componentes biológicos na formulação de novos insumos (LUCON, 2016). Nesse contexto, uma prática que vem sendo bastante estudada é a utilização de micro-organismos do solo no controle biológico de doenças e como biofertilizantes (ALORI; GLICK; BABALOLA, 2017; HADDAD, et al., 2017). Tais estudos são uma alternativa ambientalmente correta para novas aplicações desses insumos nos solos agrícolas (KHAN; ZAIDI; WANI, 2007). A microbiota do solo é responsável por funções de grande importância para o sistema como um todo. A degradação de compostos orgânicos, conseqüente disponibilidade de nutrientes e, portanto, auxiliando no crescimento das plantas.

Nas interações simbióticas entre fungos e o sistema radicular das plantas o micélio do fungo colonizando a raiz se estende para o solo e absorve água e nutrientes. Por outro lado, os fungos se beneficiam ao utilizar em seu metabolismo produtos fixados pelo processo fotossintético das plantas (WANG; QIU, 2006).

Segundo Silva et al. (2019) a aplicação de bioinsumos/biofertilizantes proporciona o aumento e adensamento da população microbiana do solo, incluindo aquela composta por fungos filamentosos. Desse modo, entende-se que o efeito benéfico exercido por essa tecnologia vai além da demanda nutricional das plantas, mas proporciona ao ambiente a manutenção de sua qualidade, como por exemplo na sanidade do solo, apresentando também caráter supressivo, o qual pode ocorrer a médio prazo.

Dentre as alternativas que podem ser aplicadas de modo conjunto à inoculação de micro-organismos promotores de crescimento como os fungos rizosféricos filamentosos, pode ser citada a rochagem, a qual compreende como uma técnica baseada na adição de pó de rocha de variados tipos de rochas ou minerais que possuam a habilidade de alterar positivamente a fertilidade dos solos (WELTER et al., 2011). Essa técnica pode ser considerada como um tipo de remineralização, onde o pó de rocha é utilizado para rejuvenescer solos pobres ou lixiviados, sendo fonte natural de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, além de uma série de micronutrientes indispensáveis à nutrição vegetal (THEODORO et al., 2006), os quais seriam originalmente oriundos da adubação mineral convencional.

Conforme o MAPA, há uma pretensão em modificar a tendência de uso de insumos químicos, como também tornar-se uma prática acessível aos agricultores, especialmente ao se considerar seu baixo custo. Nesse contexto, define-se como remineralizador, segundo o MAPA, um material de origem mineral que sofreu redução e classificação granulométrica por meio de processos mecânicos. Esses processos alteram os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e

micronutrientes essenciais às plantas, bem como promove a melhoria das propriedades físicas, químicas como também da atividade biológica dos solos (BRASIL, 2013).

Dada a sua natureza geológica, a maioria das rochas precisa ser processada para estimular e acelerar o processo de liberação dos seus nutrientes. A moagem, em diferentes granulometrias, é o primeiro passo para facilitar a disponibilização dos macro e micronutrientes, uma vez que provoca o aumento da superfície de contato e, conseqüentemente, facilita a ação de processos intempéricos e microbiológicos, aumentando a solubilidade mineral. Logo, a aplicação das técnicas de remineralização por meio de rochagem em associação com a inoculação de sementes é uma alternativa promissora, uma vez que micro-organismos como os fungos rizosféricos possuem a habilidade de solubilizar nutrientes para que estes sejam disponibilizados às plantas de interesse (SILVA et al., 2021), entretanto, estudos que tratam dessa associação ainda são incipientes, porém necessários para adoção de técnicas e desenvolvimento de bioprodutos para aplicação agrícola.

Nesse tocante, ao se aliar os diferentes métodos para desenvolvimento agrícola, a peletização de sementes pode ser uma alternativa que facilita o manejo de sementes, especialmente na etapa de plantio, facilitando uniformização dos tamanhos da semente, por exemplo. Conforme Cruz (2019) a peletização de sementes juntamente com fontes de fosfato proporcionam o desenvolvimento biométrico e fisiológico de plantas de café.

A peletização de sementes e fungos para desenvolvimento vegetal já é uma realidade, porém ainda separada. Melo et al. (2020) estudando a peletização de sementes de milho crioulo com pó de rocha afirmam que goma de mandioca proporciona o melhor agente aderente nesse processo. Portanto, há uma lacuna de pesquisas que demonstrem a ação conjunta dos remineralizadores em adição aos fungos filamentosos promotores de crescimento vegetal. Ainda nesse contexto, destaca-se a pesquisa desenvolvida por Silva et al. (2022), onde os autores apresentam que a utilização do pó de rocha silicática em associação com fungos rizosféricos proporciona o desenvolvimento de plantas de tomate.

4. CONCLUSÕES

As contribuições aqui abordadas apresentam estratégias que podem ser aplicadas para aquisição de conhecimentos e produtos eficientes para melhoria da produção vegetal, bem como mitigar efeitos causados pelas mudanças climáticas, como também pelas práticas agrícolas degradantes que causam exaustão de recursos naturais. Ainda, ressalta-se a necessidade de uma visão holística por sobre o desenvolvimento das estratégias.

REFERÊNCIAS

ALORI, E. T.; GLICK, B. R.; BABALOLA, O. O. Microbial phosphorus solubilization and its potential for use in sustainable agriculture. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, n. 6, p. 1-8, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112890.htm>. Acesso em: 20 de julho de 2022.

CAMARGO, M. S. A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 1-4, 2012.

CORREIA, D. P. A.; SANTANA-SANTOS, I. V.; DA SILVA LIMA, I.; ROCHA ANDRADE, K.; GOBBI BARBOSA, A. V.; ALMEIDA VIÉGAS, P. R.; MARINO, R. H. PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO EM INOCULANTE FÚNGICO. **Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável**, v. 11, n.1, p. 118-127, 2021.

CRUZ, R. S. **Crescimento e respostas fisiológicas de Coffea arabica inoculado com fungos micorrízicos arbusculares e adubado com fosfato de liberação lenta**. 2019. 95 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C. Descontaminação e monitoramento de águas e solos na região amazônica utilizando materiais adsorventes alternativos, visando a remoção de metais pesados tóxicos e pesticidas. **Inclusão Social**, v. 6, n. 2, p. 105-113, 2013.

GRANT, C.; BITTIMAN, S.; MONTREAL, M.; PLENCHETTE, M.; MOREL, C. Soil and fertilizer phosphorus : Effects on plant P supply and mycorrhizal development. **Journal of Plant Science**, v. 85, n. 1, p. 3-14, 2005.

HADDAD, P. E.; LEITE, L. G.; LUCON, C. M. M.; HARAKAVA, R.. Selection of *Trichoderma* spp. strains for the control of *S. sclerotiorum* in soybean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 12, p. 1140-1148, 2017.

KHAN, M. S.; ZAIDI, A.; WANI, P. A. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture – A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 27, p. 29-43, 2007.

LUCON, C. M. M. **Trichoderma**: uso do bioagente na produção agrícola brasileira. Tecnologia Sustentável: Trichoderma, 2016.

MELO, L. D. F. A.; MELO JUNIOR, J. L. A.; CRISÓSTOMO, N. M. S.; BERTO, T. S.; RAMOS, M. G. C.; SILVA, L. G. Uso de agentes aderentes na peletização de sementes de milho crioulo com pó de rocha. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n.3, jul.-set., p.245-249, 2020.

NASCIMENTO, S. P. G.; SILVA, J. M.; SANTOS, E. O.; SILVA, P. V.; SANTOS, J. R. U.; SANTOS, T. M. C. Impactos ambientais da produção vegetal no processo de desertificação do semiárido alagoano: o caso de Ouro Branco-AL. **Ciência Agrícola**, v. 16, n. suplementar, p. 31-35, 2018.

OLIVEIRA, A. G.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; SANTOS, G. R.; MILLER, L. O.; CHAGAS, L. F. B. Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 149-155, 2012.

PRASHAR, P.; SHAH, S. **Impact of Fertilizers and Pesticides on Soil Microflora in Agriculture**. In: Sustainable Agriculture Reviews, 2016. pp. 331-361.

SILVA, J. M.; MONTALDO, Y. C. M.; ALMEIDA, A. C. P. S.; DALBON, V. A.; ACEVEDO, J. P. M.; SANTOS, T. M. C.; LIMA, G. S. A. Rhizospheric fungi to plant growth promotion: a review. **Journal of Agricultural Studies**, v. 9, n. 1, p. 411-425, 2021.

SILVA, J. M.; DALBON, V. A.; ACEVEDO, J. P. M.; MASSAHUD, R. T. R.; ALVES, E. S. A.; SILVA, P. C. V.; SANTOS, T. M. C.; LIMA, G. S. A. Development of tomatoes seedlings (*Lycopersicon sculentum* L.) in combination with silicate rock powder and rhizospheric fungi inoculation. **Current Science**, v. 122, n. 20, p. 819-825, 2022.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O.; ROCHA, E. L.; REGO, K. G. Experiências de uso de rochas silicáticas como fonte de nutrientes. **Espaço e Geografia**, v. 9, n. 2, p. 263-292, 2006.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B.R.; CASE, CL. **Microbiologia**. 12. ed., Porto Alegre: Artmed, 2016.

WANG, B.; QIU, Y. L. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. **Mycorrhiza**, v. 16, n.5, p.299-363, jul. 2006.

WELTER, M. K.; MELO, V. F.; BRUCKNER, C. H.; GÓES, H. T. P.; CHAGAS, E. A.; UCHÔA, S. C. P. Efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 922-931, 2011.

PERFIL MICROBIOLÓGICO PRESENTE NA SILAGEM

Paula Cibelly Vilela da Silva^{1*}, João Manoel da Silva², Clara Beatriz Ataíde³, Yamina Coentro Montaldo³,
Tânia Marta Carvalho dos Santos³

¹ Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO– UFAL; *e-mail: paulacibelly17@gmail.com
Universidade Estadual do Piauí – UESP, Corrente-PI

³Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Rio Largo-AL

RESUMO

Com o aumento da demanda de alimentos de origem animal, a utilização de forragem conservada cresce a cada ano. A ensilagem é um método de conservação de plantas forrageiras para alimentação animal, baseado na fermentação natural ácido láctica. Durante o ensilamento os micro-organismos de interesse que podem ser identificados na silagem são bactérias ácido lácticas homofermentativas e heterofermentativas, bactérias que produzem ácido acético, enterobactérias, clostrídios, leveduras e fungos filamentosos. Diferentes fatores como teor de matéria seca e carboidratos solúveis, substâncias tamponantes e principalmente, a composição microbiológica da própria forragem, podem influenciar no desenvolvimento dos micro-organismos durante o ensilamento, alterando assim o produto da ensilagem. A atividade da microbiota presente na massa de forragem durante o ensilamento depende do pH, umidade, temperatura, teor e qualidade de substrato disponível na fermentação e fatores inerentes ao processo de ensilamento. O perfil microbiano esperado durante o processo de ensilamento é composto por bactérias ácido lácticas que podem ser classificadas acordo com a forma de utilização de açúcares. Diferentes tipos aditivos inoculantes compostos por bactérias ácido lácticas podem ser utilizados para auxiliar na otimização do crescimento. Este trabalho teve como objetivo reunir as principais informações sobre o perfil microbiológico presente na silagem.

PALAVRAS-CHAVE: Fermentação anaeróbia, conservação, Inoculantes.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda de alimentos de origem animal, a utilização de forragem conservada cresce a cada ano. A importância da utilização da forragem conservada se dá nos períodos secos, com baixa oferta de forragem pelas pastagens, momento em que o pasto não oferece a quantidade de nutrientes necessários para os animais em produção. A conservação de forragens é um método que oferece a oportunidade de conservar alimentos perdendo o mínimo do seu valor nutritivo, ainda elevando o período de sua utilização, ou seja, os processos envolvidos na conservação permitem que o alimento seja armazenado e utilizado em períodos mais longos.

A ensilagem é um método de conservação de plantas forrageiras para alimentação animal, baseado na fermentação natural ácido láctica, convertendo carboidratos solúveis em água, ácidos orgânicos e, principalmente, ácido láctico. Com o acúmulo desses ácidos, ocorre redução do pH do material ensilado, que inibe a deterioração e o crescimento de micro-organismos patogênicos, conservando o valor nutricional do material ensilado

A técnica de produção de silagem consiste no corte, picagem, compactação e a devida alocação do material dentro do silo. Durante o ensilamento a forragem ensilada favorece o crescimento de diferentes colônias de micro-organismos que influenciam as características da ensilagem de acordo com os metabólitos produzidos durante a fermentação.

O processo de ensilagem pode ser dividido em quatro fases. A fase aeróbica, em geral, tem duração de poucas horas. É quando ocorre a redução do oxigênio por bactérias lácticas e outros micro-organismos aeróbios ou anaeróbios facultativos, como as leveduras e enterobactérias. Nessa fase também existe o consumo de oxigênio por parte da cultura ensilada.

Devido ao O₂ residual presente na massa ensilada ocorre a respiração celular das células oriundas das plantas como também o desenvolvimento de vários grupos microbianos, convertendo aminoácidos livres e açúcares solúveis em ácidos orgânicos, calor, CO₂ e H₂O, a respiração nesta fase não somente poderá causar perdas de MS, como também induzir a processos oriundos pelo aumento da temperatura, como é o caso da reação de Maillard onde aminoácidos e açúcares se complexam, tornando-se caramelizados e indisponíveis.

A fase de Fermentação Ativa inicia-se quando a concentração de oxigênio presente no meio diminui. Com a concentração de oxigênio reduzida, a respiração por parte da planta cessa e ocorre inibição do crescimento dos micro-organismos aeróbios, o que cria condições favoráveis para que bactérias lácticas produzam ácido láctico. Durante a produção de ácido láctico ocorre queda do pH que reduz o crescimento de microrganismos indesejáveis e redução da atividade proteolítica das enzimas da própria forragem.

A duração desta fase depende das características da planta ensilada e das condições do processo de ensilagem, a respiração da planta remove o O₂ residual, promovendo condições anaeróbias, iniciando-se a fase de fermentação.

Na fase de Fermentação Estável, caso não ocorra a entrada de ar no silo, o material ensilado não sofrerá mudanças significativas. Os baixos valores de pH fazem com que a atividade das bactérias anaeróbias seja reduzida, o que permite a conservação da forragem por longos períodos. Alguns micro-organismos ácido tolerantes sobrevivem a esta fase em estado de inatividade ou na forma de esporos. Nessa fase ocorre a conservação do material ensilado, o pH permanece em torno de 4,0 ocorrendo declínios da população de BAL devido a acidez promovida pelo AL permanecendo em equilíbrio por tempo indeterminado.

A fase de desabastecimento, ou remoção da ensilagem, inicia-se logo que o silo é aberto e o material ensilado fica exposto ao ar. A deterioração do material começa com a degradação dos ácidos orgânicos por leveduras e, ocasionalmente, por bactérias acéticas.

A silagem, quando exposta ao ar, pode sofrer aumento de temperatura e de pH, podendo, ainda, ocorrer perdas de carboidratos residuais e dos produtos da fermentação, o que contribui para reduzir a qualidade da silagem e a sua digestibilidade para o animal. O último estágio desta fase inclui a atividade de outros micro-organismos aeróbios deterioradores, como fungos filamentosos e enterobactérias.

Estes micro-organismos começam a multiplicar-se na presença de O₂ promovendo aquecimento e liberação de H₂O da massa ensilada e contribui para alterações químicas principais da silagem, indicada por uma redução de AL, elevação do pH e um decréscimo substancial no valor nutricional, podendo ainda produzirem compostos tóxicos para a saúde animal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta revisão é considerada qualitativa descritiva (PEREIRA et al., 2018), com informações publicadas em bases eletrônicas de dados (*Google Scholar, Scielo, Science Direct, Scopus e Web of Sciences*) e livros especializados.

3. FATORES QUE INFLUENCIAM O DESENVOLVIMENTO DE MICRO-ORGANISMOS DURANTE A PRODUÇÃO DE SILAGEM

O processo de ensilagem é o principal método de preservação de volumosos no Brasil e é uma interessante alternativa para conservação de alimentos em locais onde os períodos sazonais são marcantes, pois além de conservar o alimento permite preservar nutrientes de melhor digestibilidade e água no período seco do ano.

Diferentes fatores como teor de matéria seca e carboidratos solúveis, conteúdo de substâncias tamponantes e principalmente, a composição microbiológica da própria forragem, podem influenciar no desenvolvimento dos micro-organismos durante o ensilamento, alterando assim o produto da ensilagem.

A população microbiana da cultura forrageira no momento da colheita difere da encontrada durante o processo de fermentação que ocorre no ensilamento e no produto. As plantas geralmente possuem microbiota autóctone equilibrada. Além do processo de ensilamento, a microbiota pode variar de acordo com o teor de matéria seca, concentração de carboidratos solúveis, capacidade tampão e produção de ácidos orgânicos durante a fermentação dos ingredientes da silagem.

Além das contaminações que podem ocorrer durante a ensilagem, outros fatores podem selecionar o perfil microbiológico característico, como altas temperaturas dentro do silo, presença de umidade e pH abaixo do valor ideal que é entre 3,8 e 4,0.

4. ATIVIDADE MICROBIANA NO PROCESSO DE ENSILAMENTO

Durante o ensilamento os micro-organismos de interesse que podem ser identificados na silagem são bactérias ácido lácticas homofermentativas e heterofermentativas, bactérias que produzem ácido acético, enterobactérias, clostrídios, leveduras e fungos filamentosos. A atividade de cada micro-organismo na massa de forragem depende do pH, umidade, temperatura, teor e qualidade de substrato disponível na fermentação e fatores inerentes ao processo de ensilamento.

A microbiota da silagem desempenha papel fundamental na qualidade do processo de conservação da forragem e pode ser dividida em dois grupos: micro-organismos desejáveis, que benéficos ao processo de conservação das características nutricionais da forragem, representados pelas bactérias do ácido láctico (BAL) e micro-organismos indesejáveis, que estão associados às perdas durante a ensilagem, ocasionadas pela deterioração anaeróbia (*Clostridium spp.* e enterobactérias) ou deterioração aeróbia (*Bacillus spp.*, *Listeria spp.*, leveduras e fungos filamentosos).

Bactérias Ácido Lácticas -BAL

A classificação das Bactérias Ácido Lácticas teve início em 1919 por Orla-Jensen e compreende um grupo de micro-organismos gram-positivos, anaeróbios aerotolerantes, não esporulantes, sem motilidade e catalase negativa que produzem principalmente ácido láctico como metabólito durante a fermentação. As BAL pertencem ao filo Firmicutes e compreende os gêneros *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Oenococcus*, *tetragenococcus*, *Vagococcus* e *Weisella*.

As BAL podem ser classificadas de acordo com a forma de utilização de açúcares durante a fermentação em homofermentativas (produzem quase que exclusivamente ácido láctico como produto da fermentação), heterofermentativas (produzem ácido láctico e outras substâncias), de acordo com a temperatura de crescimento, e heterofermentativas facultativas.

As duas vias principais de utilização de açúcares pelas BAL são a glicólise ou via de Embden-Meyerhof Parnas (EMP) e a via das pentoses fosfato. O grupo homofermentativo utiliza, durante a fermentação, a rota EMP para converter 1 mol de glicose em dois moles de ácido láctico, produzido mais de 85% de ácido láctico a partir da glicose.

As bactérias homofermentativas não produzem a enzima piruvato-descarboxilase, então a conversão de glicose em ácido láctico ocorre pela transferência do hidrogênio formado pela ação da fosfotriose-desidrogenase ao ácido pirúvico com a ajuda da fosfotriose-adenina-dinucleotídeo (NAD).

O grupo heterofermentativo fermentam 1 mol de glicose para formar 1 mol de ácido láctico, 1 mol de etanol e 1 mol de CO₂. Produzindo 50% de ácido láctico como produto. Esse grupo metaboliza hexoses através da rota EMP, porém as pentoses e outras substâncias são metabolizadas via fosfocetolase para produzir ácido láctico e ácido acético e etanol.

As heterofermentativas facultativas, representadas pelas espécies *L. plantarum*, *L. pentosus* e *Enterococcus faecium*, são semelhantes às anteriores, contudo, também são capazes de fermentar pentoses em ácido láctico e acético, pois têm a enzima aldolase constitutiva e a fosfoquetolase.

As BAL também podem ser classificadas de acordo com a temperatura ótima de crescimento em mesófilas, que possuem temperatura ideal de incubação entre 20 e 25 °C, volume de cultivo líquido de 1-2%, tempo de incubação 18-20 horas, acidez final 0,8% de ácido láctico; e termófilas que

possuem temperatura ideal de incubação entre 40 e 45 °C, volume de cultivo líquido de 2-3%, tempo de incubação 2-4 horas, acidez final 0,9% de ácido láctico.

Micro-organismos indesejáveis

Micro-organismos indesejáveis são aqueles associados a perdas durante todas as fases do processo de ensilagem, estando relacionados à deterioração anaeróbia, apresentando elevado consumo de nutrientes, como as enterobactérias e *Clostridium spp.* ou deterioração aeróbia, como leveduras, fungos filamentosos, *Bacillus spp.* e *Listeria spp.* Esses micro-organismos podem estar presentes na cultura ou ser oriundos de contaminação, principalmente do solo, competindo com as BAL por carboidratos solúveis e os produtos da fermentação

Dessa forma, as maiores perdas estão relacionadas à ação de fungos e de leveduras sobre a silagem. Após exposição ao oxigênio, esses micro-organismos se tornam metabolicamente ativos, produzem calor, consomem ácido láctico e outros nutrientes. Muitos desses micro-organismos deterioradores não somente diminuem o valor nutritivo da silagem, como também têm efeito prejudicial na saúde animal, além de interferirem na qualidade dos produtos produzidos pelos animais alimentados com essas silagens, além de propiciar ambiente adequado para o surgimento de outros agentes deteriorantes, como os clostrídios.

Inoculantes microbianos

Durante o processo de ensilagem, fatores como respiração, atividade proteolítica microbiana realizadas pela planta, fermentação clostridiana, deaminação microbiana e descarboxilação de aminoácidos podem afetar negativamente a conservação do volumoso, gerando perdas energéticas e nutricionais, afetando negativamente a performance, sanidade colocando em risco a rentabilidade do sistema produtivo.

Para otimizar a fermentação ácido-láctica e diminuir as perdas, inoculantes contendo BAL são empregados como aditivos na silagem com o intuito de melhorar a eficiência da preservação. Uma vez adicionados à forrageira, estimulam a fermentação ácido-láctica, acelerando a diminuição de seu pH e, melhorando comparativamente qualidade ao volumoso. As espécies comumente utilizadas são as homofermentativas como *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* e *pediococcus*.

Xiamiao et al. (2021) demonstraram o efeito positivo de inoculantes BAL na qualidade da fermentação aliado a diminuição de micotoxinas associados a silagem de alfafa sem diminuir o teor de matéria seca além do normal.

Mu et al. (2022) avaliou o potencial do suco pré-fermentado contendo *Lactobacillus plantarum*, *L. paralimentarius* e *L. nodensis* para melhorar a qualidade da fermentação de silagem mista de resíduo e luzerna (*Medicago sativa*) que demonstrou diminuição do pH, perdas de proteína bruta.

Paradhipta et al. (2021) demonstrou os efeitos de inoculantes que produzem atividades antifúngicas e carboxilesterase na silagem de milho e sua vida útil contra a contaminação por fungos na fase de alimentação obtendo efeitos positivos nas características de fermentação estendendo o tempo de conservação e maior resistência contra fungos na fase de fermentação.

5. CONCLUSÕES

O perfil microbiano interfere diretamente no processo fermentativo na qualidade da silagem produzida. Este estudo destaca a importância do conhecimento dos micro-organismos produtores de ácido láctico e os fatores que influenciam na sua seleção e desenvolvimento. Esse conhecimento é vital do ponto de vista prático, tendo em vista que afeta diretamente no aspecto produtivo e econômico nas unidades rurais.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, H., F., **Avaliação de silagens de capim elefante aditivadas com farelo de milho e inoculante da microbiota autóctone**, 2013. Dissertação Mestrado (Pós-graduação em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB, 2013.

HUERTAS, R. A. P. Review. Lactic acid bacteria: Functional role in the foods. **Facultad de Ciencias Agropecuárias**. v. 8, n.1, 2010.

MACEDO, A. J. S.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, E. M.; PERAZZO, A. F. Microbiologia de silagens: Revisão de Literatura, **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 9, 2017.

MU, L.; WANG, Q.; CAO, X.; LI, H.; ZHANG, Z. The Potential of Pre-fermented Juice or Lactobacillus Inoculants to Improve the Fermentation Quality of Mixed Silage of Agro-Residue and Lucerne. **Frontiers in Microbiology**, v. 13, p. 858546, 2022.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J. SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica**. [e-book]. Santa Maria Ed. UAB/NTE/UFSM. 2018. Recuperado de: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

RAMOS, B. L. P.; PIRES, A. J. V.; CRUZ, N. T.; SANTOS, A. P. S.; NASCIMENTO, L. M. G.; SANTOS, H. P.; AMORIM, J. M. S. Perdas no Processo de Ensilagem: Uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e8910514660, 2021.

SANTOS, A. O. **Caracterização de silagens de milho produzidas em minas gerais e caracterização metabólica e genotípica de bactérias do ácido láctico isoladas dessas silagens**, 2016. 137p. Tese doutorado (Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG, 2016.

WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, Haren, v. 19, n. 3, p. 53-68, 1996.

XIAOMIAO, V.; ZHAO, S.; YANG, F.; WANG, Y.; WANG, Y. Effects of Lactic Acid Bacterial Inoculants on Fermentation Quality, Bacterial Community, and Mycotoxins of Alfalfa Silage under Vacuum or Nonvacuum Treatment. **Microorganisms**, v. 9, p. e2614, 2021.

PARADHIPTA, D.H.V.; JOO, Y.H.; LEE, H.J.; LEE, S.S.; NOH, H.T.; CHOI, J.S.; KIM, J.; MIN, H.G.; KIM, S.C. Effects of Inoculants Producing Antifungal and Carboxylesterase Activities on Corn Silage and Its Shelf Life against Mold Contamination at Feed-Out Phase. **Microorganisms**. v. 9, n. 3, 2021.

CONTROLE DE *Colletotrichum* sp. ASSOCIADO À HORTALIÇAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE AREIA/PB COM ÓLEOS ESSENCIAIS

Jéssica Marcelle Lemos Ribeiro¹, Jakeline Florêncio da Silva¹, Maria Silvana Nunes^{2*}, Lucas Firmino da Silva Medeiros¹, Jheyson Érick Dantas da Silva¹, Lucy Gleide da Silva¹, Luciana Cordeiro do Nascimento¹

¹Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia/PB

²Universidade Federal de Mato Grosso, Campus I, Cuiabá/MT, *e-mail: silvana.nunes@hotmail.com.br

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho verificar a eficiência de óleos essenciais no controle *in vitro* de *Colletotrichum* sp. O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia, da Universidade Federal da Paraíba, utilizando isolados de *Colletotrichum* sp. isolados de fragmentos de frutos de maxixe (*Cucumis anguria*), pepino (*Cucumis sativus*) e pimentão (*Capsicum annuum*) adquiridos em Areia/PB. Os tratamentos utilizados foram T1- Testemunha, T2- Óleo de Patchouli, T3- Óleo de Sândalo, T4- Óleo de Bergamota, T5- Óleo de Capim limão e T6- Óleo de Gengibre. Um disco de 5 mm da colônia fúngica foi depositado no centro da placa de Petri, contendo os óleos essenciais diluídos em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA) na concentração de 1%, sendo a testemunha composta apenas pelo meio BDA. As placas foram mantidas em sala de incubação com temperatura de 25°C, e as avaliações realizadas diariamente, com auxílio de uma régua graduada. As variáveis determinadas foram o Diâmetro Médio da Colônia (DMC), Percentual De Inibição do Crescimento Micelial (PIC), e Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. As médias foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey (p<0,005). O óleo essencial de Capim limão é uma alternativa eficiente ao uso de fungicida químico, pois inibiu 100% do crescimento micelial de *Colletotrichum* sp. associado à diversas espécies hortícolas comerciais.

PALAVRAS-CHAVE: Antracnose, Controle Alternativo, Desenvolvimento Fúngico.

1. INTRODUÇÃO

O consumo diário de hortaliças é extremamente benéfico para a saúde, pois elas são importantes fontes de vitaminas, sais minerais, fibras e antioxidantes (DO VALE, 2019). Manter uma alimentação saudável ao longo da vida evita não só a má nutrição em todas as suas formas, mas também outras condições de saúde (RODRIGUES, 2021).

As doenças de plantas interferem diretamente na qualidade e no valor dos frutos destinados ao mercado consumidor, como é o caso da antracnose, causada por fungo do gênero *Colletotrichum*, que é considerada uma das mais importantes e destrutivas doenças em solanáceas, principalmente para o tomate, pimentão, pimentas, jiló e berinjela (CORREIA, 2011).

O conhecimento dos sintomas, a etiologia, a epidemiologia e as medidas de controle são fundamentais em sistemas integrados que busquem a sustentabilidade da produção, a redução do impacto ambiental e os melhores níveis de qualidade de vida (TÖFOLI; DOMINGUES, 2018). A prática mais comum no controle de fungos fitopatogênicos é o uso de fungicidas químicos, porém alguns deles não são facilmente biodegradáveis e tendem a persistir por um longo período na área aplicada (WONGKAEW; SINSIRI, 2014).

A exposição aos agrotóxicos pode causar uma série de doenças, dependendo do produto que foi utilizado, do tempo de exposição e quantidade de produto absorvido pelo organismo (DA GRAÇA, 2021). Sendo assim, os produtos naturais com ação antifúngica são alternativas promissoras e vêm

sendo utilizados na produção agrícola em substituição aos fungicidas químicos (SUPRAJA et al., 2020).

Óleos essenciais são substâncias naturais provenientes de plantas medicinais, aromáticas e condimentares, muitas vezes de fácil obtenção a baixo custo e não apresentam toxidez residual, de fácil degradação e sem característica fitotóxica (BETTIOL et al., 2009). O uso dos óleos essenciais pode contribuir para a inibição do desenvolvimento fúngico e assim retardar o aparecimento dos sintomas da doença, além disso estes conseguem atingir uma grande variedade de patógenos (PIMENTEL et al., 2010).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo verificar a eficiência de óleos essenciais no controle *in vitro* de *Colletotrichum* sp. associado à hortaliças.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Localização do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia (LAFIT) do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Frutos de Maxixe (*Cucumis anguria* L.), Pepino (*Cucumis sativus* L.) e Pimentão (*Capsicum annum* L.) com sintomas típicos da antracnose foram adquiridas em agosto de 2021 em pontos comerciais do município de Areia/PB.

Controle In Vitro

Isolados de *Colletotrichum* sp. foram obtidos através do isolamento indireto de frutos de hortaliças, em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA).

Um disco de 5 mm, retirado de uma placa de Petri contendo colônia pura do patógeno, previamente identificado e depositado no centro da placas de Petri, contendo os tratamentos diluídos em meio de cultura BDA na concentração única de 1%, sendo o tratamento testemunha composto apenas pelo meio BDA.

Os tratamentos utilizados no controle *in vitro* de *Colletotrichum* sp. foram T1- Testemunha (BDA) e os óleos essenciais comerciais: T2- Óleo de Patchouli, T3- Óleo de Sândalo, T4- Óleo de Bergamota, T5- Óleo de Capim limão e T6- Óleo de Gengibre.

As placas foram mantidas em sala de incubação, com temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, sendo as avaliações realizadas diariamente com auxílio de uma régua graduada, medindo-se o comprimento da colônia, em dois sentidos perpendiculares, até que o micélio de uma placa atingisse a extensão máxima (9 cm).

As variáveis determinadas foram o Diâmetro Médio da Colônia (DMC), determinado com a média do comprimento dos dois eixos, Percentual De Inibição do Crescimento Micelial (PIC), calculado conforme a fórmula utilizada por Hillen et al. (2012) e Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM), determinado conforme a fórmula proposta por Gomes (2008).

Análise Estatística

O controle *in vitro* foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), utilizando-se cinco repetições por tratamento, sendo cada unidade experimental composta por duas placas de Petri. As médias foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,005$), utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados observados, o controle do *Colletotrichum* sp. associado à frutos de maxixe (Fig. 1) foi eficiente utilizando o óleo essencial de Capim limão (T5) pois proporcionou a inibição total do crescimento micelial (100%) durante o período de avaliação, diferindo assim da testemunha que apresentou um crescimento médio de 3,3 cm dia⁻¹. O óleo essencial de gengibre apresentou menor ação fungistática, proporcionando o desenvolvimento da colônia fúngica ao inibir

apenas 25% do crescimento micelial e reduzindo 0,8 cm dia⁻¹ da velocidade de crescimento em relação aos resultados observados na testemunha.

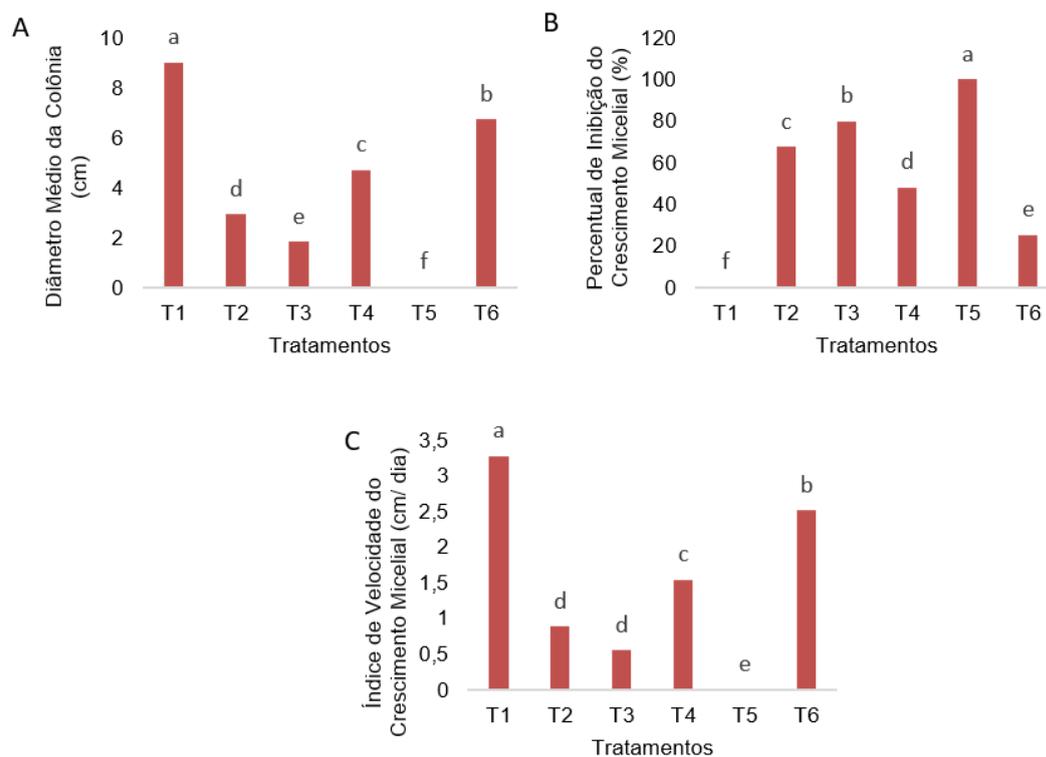


Figura 1. Óleos essenciais no controle *in vitro* de *Colletotrichum* sp. associado à cultura do Maxixe (*Cucumis anguria*). A- Diâmetro média da colônia, B- Percentual de inibição do crescimento micelial, C- Índice de velocidade do crescimento micelial. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,005$). T1- Testemunha (BDA), T2- Óleo de Patchouli, T3- Óleo de Sândalo, T4- Óleo de Bergamota, T5- Óleo de capim limão e T6- Óleo de Gengibre.

Um estudo desenvolvido por Nyamath; Karthikeyan (2018), utilizando extrato de capim limão em três concentrações (250, 500 e 1000 ppm) comprovou a atividade antifúngica contra os fungos *Aspergillus niger* e *Colletotrichum musae* em teste de controle *in vitro*. DANH et al. (2021) verificaram que esse óleo essencial de capim limão foi eficiente no controle de *Colletotrichum acutatum*, reduzindo efetivamente o efeito da antracnose em frutos de mangueira (*Mangifera indica*).

O óleo essencial de capim limão (T5) inibiu totalmente o crescimento micelial de *Colletotrichum* sp. associado a cultura do pepino (Fig. 2), indicando assim potencial para ser uma alternativa mais sustentável para o tratamento sanitário de hortaliças, podendo ser aplicado em sementes, frutos, mudas e até mesmo na planta adulta, dependendo da necessidade do produtor. Os demais óleos apresentaram indícios que em concentrações maiores que 1% podem exercer uma ação fungistática ou fúngitóxica mais eficiente sobre o crescimento micelial do fungo, pois todos os tratamentos foram estatisticamente inferiores aos resultados observados na testemunha.

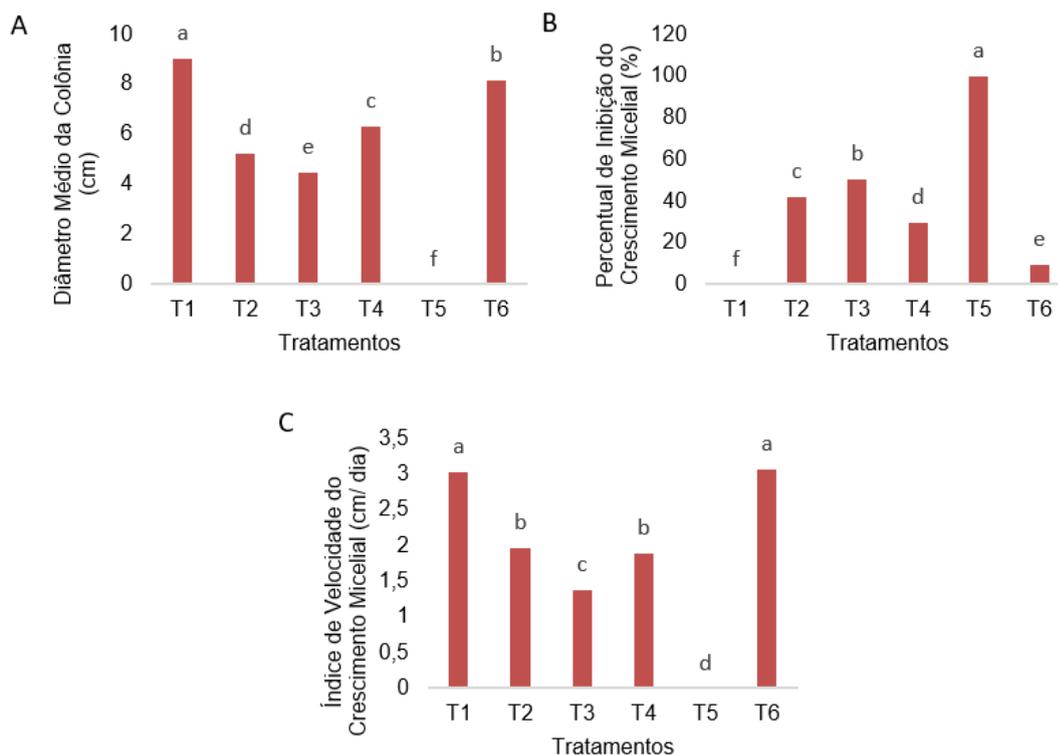


Figura 2. Óleos essenciais utilizados no controle *in vitro* de *Colletotrichum* sp. associado à cultura do Pepino (*Cucumis sativus*). A- Diâmetro média da colônia, B- Percentual de inibição do crescimento micelial, C- Índice de velocidade do crescimento micelial. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,005$). T1- Testemunha (BDA), T2- Óleo de Patchouli, T3- Óleo de Sândalo, T4- Óleo de Bergamot, T5- Óleo de capim limão e T6- Óleo de Gengibre.

De acordo com a Figura 3, é evidenciado o efeito antifúngico do óleo essencial de capim limão (T5), pois este atingiu 100% de inibição do crescimento micelial do *Colletotrichum* sp. associado à cultura do pimentão, diferindo da testemunha que proporcionou um crescimento micelial de 3,2 cm dia⁻¹. Os demais óleos testados também se mostram uma alternativa promissora no tratamento fitossanitário de hortaliças, pois exerceram a inibição do crescimento micelial em 79%, 83%, 75% e 72% com os óleos de Patchouli, Sândalo, Bergamota e Gengibre, respectivamente.

Esse efeito antifúngico pode ser atribuído a sua composição química, que pode servir também como estimulante ou como inibidor do desenvolvimento micelial, dependendo de quais compostos majoritários estiverem presentes. Um estudo realizado por Danh et al. (2021) detectou 16 compostos químicos presentes no óleo essencial de capim limão, sendo o geranial (34,6%), neral (34,5%), geraniol (3,4%), acetato de geranila (2,6%) e cis-carveol (2,0%) os principais componentes encontrados.

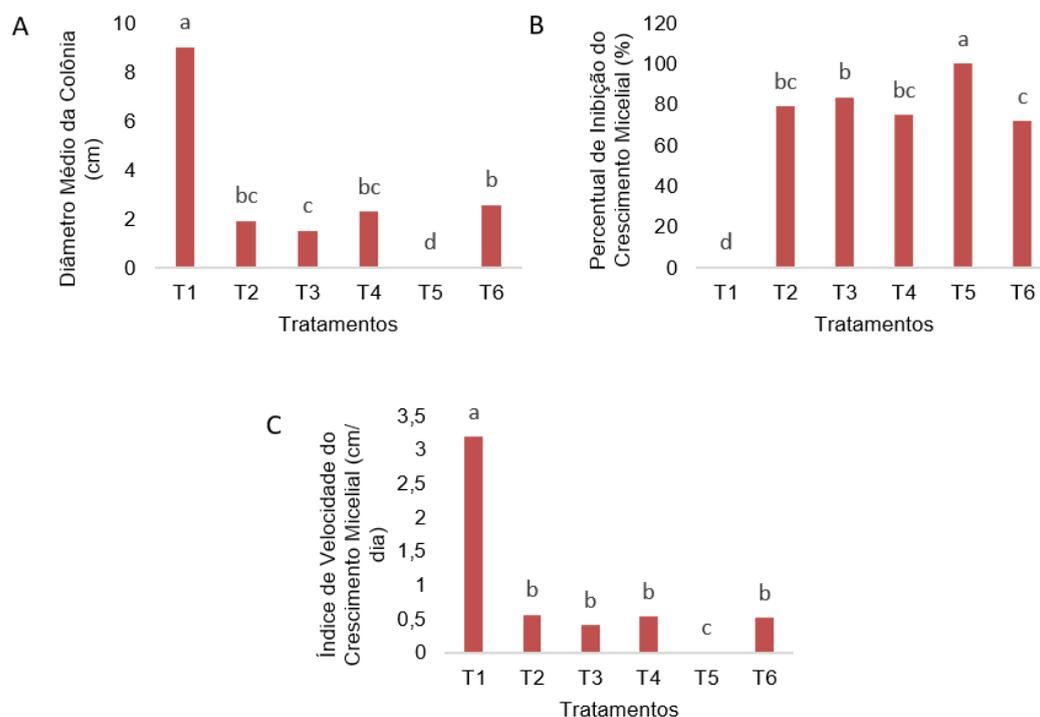


Figura 3. Óleos essenciais utilizados no controle *in vitro* de *Colletotrichum* sp. associado à cultura do Pimentão (*Capsicum annuum* Group). A- Diâmetro média da colônia, B- Percentual de inibição do crescimento micelial, C- Índice de velocidade do crescimento micelial. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,005$). T1- Testemunha (BDA), T2- Óleo de Patchouli, T3- Óleo de Sândalo, T4- Óleo de Bergamota, T5- Óleo de capim limão e T6- Óleo de Gengibre.

O óleo essencial de capim limão foi eficiente no controle de isolados de *Colletotrichum* sp. de diferentes hortaliças, indicando assim que sua composição possui substâncias químicas com potencial antifúngico para o gênero *Colletotrichum* (DIAS et al., 2022), sendo necessário o desenvolvimento de novas pesquisas com isolados associados a outros hospedeiros infectados por *Colletotrichum* sp. para comprovar sua eficácia como alternativa de controle do patógenos e manejo da doença em campo e pós-colheita.

Os demais óleos essenciais apresentaram um controle parcial no desenvolvimento fúngico das cepas testadas neste estudo, e isso pode resultar em uma menor incidência e menor severidade da antracnose em hortaliças produzidas em campo ou ambiente protegido, reduzindo assim as perdas e o custo final de produção. Este efeito pode estar associado a concentração do óleo utilizado, que não foi suficiente para conter o crescimento micelial, sendo necessário então novos estudos com diferentes concentrações (KUME et al., 2021).

4. CONCLUSÕES

O óleo essencial de capim limão (1%) é uma alternativa eficiente para o controle de *Colletotrichum* sp. em hortaliças comerciais, pois inibiu 100% do crescimento micelial do fungo.

O óleo essencial de sândalo apresenta elevado potencial para controle da antracnose em hortaliças, mas necessita de estudos posteriores utilizando concentrações superiores a 1%, que seja capaz de causar o efeito fungistático necessário para inibir o crescimento micelial.

REFERÊNCIAS

- BETTIOL, W. M. A. B.; MORANDI, M. A.; WAGNER BETTIOL, C. N. P. M. A.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009.
- CORREIA, K. C.; MARTINS, R. B.; CÂMARA, M. P. S.; MICHEREFF, S. J. Escala diagramática para avaliação da gravidade da antracnose em pinha. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1-4, 2011.
- DA GRAÇA, S. R. M.; DA CONCEIÇÃO, L. N.; DA SILVA, A. K. P.; BEZERRA, D. H. S.; DA SILVA ROCHA, C. H.; DE SOUSA VERA, G.; DE HOLANDA LEITE, M. J. Percepção dos produtores familiares da zona rural de Vitorino Freire sobre a Lei Federal dos Agrotóxicos (Lei nº 9.974/2000) e do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012). **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 4, pág. e53210414461-e53210414461, 2021.
- DANH, L. T., GIAO, B. T., DUONG, C. T., NGA, N. T. T., TIEN, D. T. K., TUAN, N. T., TRANG, D. T. X. Use of Essential Oils for the Control of Anthracnose Disease Caused by *Colletotrichum acutatum* on Post-Harvest Mangoes of Cat Hoa Loc Variety. **Membranes**, v. 11, n. 9, p. 719, 2021.
- DIAS, P. P.; FERNANDES, M. D. C. D. A.; AGUIAR, L. A. D.; ABOUD, A. C. D. S.; MORENZ, E. F. Atividade fungitóxica in vitro do óleo essencial de capim limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) e controle de *Rhizoctonia solani* em plantas de alface (*Lactuca sativa* L.), cultivar maravilha quatro estações. **Summa Phytopathologica**, v. 47, p. 204-208, 2022.
- DO VALE, C. P.; LOQUETE, F. C. C.; ZAGO, M. G.; CHIELLA, P. V.; BERNARDI, D. M. Composição e propriedades da semente de abóbora. Composição e propriedades da semente de abóbora. **Fag Journal of Health (FJH)**, v. 1, n. 4, p. 79-90, 2019.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: Um sistema de análise computacional para delineamentos de parcelas divididas de efeitos fixos: Sisvar. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- GOMES, L. I. S. **Métodos de inoculação de Colletotrichum gloeosporioides e efeito de óleos essenciais no controle da antracnose em frutos de mamoeiro**. 53-f, 2008.
- HILLEN, T.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; MESQUINI, R. M.; CRUZ, M. E. S.; STANGARLIN, J. R.; NOZAKI, M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos in vitro e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, p. 439-445, 2012.
- KUME, J. E. P.; JUNIOR, R. A.; DI-TANNO, M. F. P.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I. Uso de óleos essenciais *in natura* e ozonizados no controle in vitro de *Trichophyton mentagrophytes*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, pág. e4710111233-e4710111233, 2021.
- NYAMATH, S.; KARTHIKEYAN, B. In vitro antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) leaf extracts. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 3, pág. 1148-1151, 2018.
- PIMENTEL, F. A.; CARDOSO, M. D. G.; BATISTA, L. R.; GUIMARÃES, L. G. D. L.; SILVA, D. M. Ação fungitóxica do óleo essencial de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. e K. Shum sobre o *Aspergillus flavus* isolado da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*). **Acta Amazonica**, v. 40, p. 213-220, 2010.
- RODRIGUES, H. S. **Hábitos alimentares saudáveis para manutenção da qualidade de vida da pessoa idosa: uma revisão integrativa da literatura**. 2021.

SUPRAJA, K. V.; BEHERA, B.; BALASUBRAMANIAN, P. Efficacy of microalgal extracts as biostimulants through seed treatment and foliar spray for tomato cultivation. **Industrial crops and products**, v. 151, p. 112453, 2020.

TÖFOLI, J. G., DOMINGUES, R. J. **Doenças fúngicas. COLARICCIO, A.; TOFOLI, JG Aspectos fitossanitários do tomateiro.** São Paulo, p. 36-56, 2013.

WONGKAEW, P.; SINSIRI, W. Efetividade de extratos de plantas de cassia e açafraão na inibição do crescimento contra alguns importantes fungos patogênicos de plantas. **American Journal of Plant Sciences**, v. 2014, 2014.

AS INTERAÇÕES DE RIZODEPÓSITOS COM RIZOBACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO: ALTERNATIVAS NO CONTROLE DE PATÓGENOS

Thamillys do Nascimento Silva^{1*}, Luciana Cordeiro do Nascimento¹, Magaly Morgana Lopes da Costa¹, Wagner Magno Catão Barbosa¹

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

RESUMO

As interações planta-micróbios da rizosfera têm norteado o desenvolvimento de diversos estudos em busca de estratégias para o desenvolvimento de ferramentas para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Entre os resultados já encontrados, destaca-se o potencial de uso das rizobactérias promotoras de crescimento, um grupo de micróbios rizosféricos que desempenham diversas funções positivas para o desenvolvimento vegetal, como por exemplo, o controle de doenças de plantas. Na rizosfera, processos como a rizodeposição, se mostram de grande relevância para esse tipo de rizobactéria. Nesse sentido, esse estudo objetivou revisar a importância dos rizodepósitos e do processo de rizodeposição no desenvolvimento e desempenho das rizobactérias promotoras de crescimento, enfocando-se os reflexos dessa interação no uso para controle de patógenos agrícolas. O processo de rizodeposição abrange a liberação de uma grande diversidade de compostos, como os exsudatos radiculares. Na presença de rizodepósitos, verifica-se maior diversidade de microrganismos, como por exemplo, as rizobactérias promotoras de crescimento, o que se deve principalmente a grande disponibilidade de nutrientes. A liberação de alguns exsudatos radiculares, como por exemplo, ácido L-málico e polissacarídeos vegetais, é associada a formação de biofilme na raiz, um requisito bem estabelecido para a proteção contra patógenos. Os exsudatos radiculares, propiciam, ainda, a quimiotaxia. A exsudação de compostos fenólicos pelas raízes também pode induzir a produção de compostos antifúngicos em rizobactérias. O conhecimento dessa interação rizodepósitos e rizobactérias promotoras de crescimento é fundamental para o sucesso do uso comercial desses microrganismos, vista a importância desse substrato para o seu bom desenvolvimento e desempenho.

PALAVRAS-CHAVE: Exsudatos radiculares, Inoculantes microbianos, Sustentabilidade agrícola.

1. INTRODUÇÃO

A área do solo circundante a raiz da planta, denomina-se zona da rizosfera, e é nessa região onde a biologia e a química do solo são fortemente influenciadas pela raiz (CHAUHAN et al., 2021). A rizosfera é tida como um dos ecossistemas mais compostos da Terra, abrigando milhões de células microbianas (KHAN et al., 2021), dos quais diversos grupos microbianos desempenham várias funções e exercem inúmeros efeitos no crescimento das plantas, como por exemplo, participam ativamente da ciclagem de nutrientes e na proteção contra patógenos (HAKIM et al., 2021).

Uma vez que os microrganismos presentes na rizosfera apresentam relevante importância para a saúde das plantas e para os ciclos biogeoquímicos, o conhecimento e aplicação da engenharia da rizosfera representa um grande potencial de utilização em substituição ao uso de agroquímicos, substituindo suas funções por micróbios benéficos (ALAWIYE & BABALOLA, 2019). Dessa forma, as interações planta-micróbios da rizosfera têm atraído muita atenção por parte dos pesquisadores, e os estudos realizados indicam que as bactérias rizosféricas possuem um papel crucial na saúde e na produção das culturas agrícolas (KAUR et al., 2021).

As plantas apresentam atividades metabólicas que liberam fotossintatos e diversos compostos orgânicos, processo esse conhecido como rizodeposição, e que facilita a atração de diversos grupos de microrganismos que constituem o microbioma da rizosfera (NWOKOLO et al., 2021). Na rizodeposição são secretadas várias moléculas que são denominadas coletivamente como rizodepósitos, e estes representam até 17% do total de fotoassimilados produzidos pelas plantas

(KAUR et al., 2021). Os rizodepósitos são ricos em carbono e são constituídos por metabólitos primários e secundários de baixo peso molecular, lisados e mucilagens (MAVRODI et al., 2021), incluindo uma grande variedade de ácidos orgânicos, aminoácidos, açúcares e outras pequenas moléculas que atuam como fortes quimioatrativos para a microbiota do solo (SANTOYO et al., 2021), dentre elas as rizobactérias promotoras de crescimento (LAZCANO et al., 2021).

As rizobactérias promotoras de crescimento se constituem como um grupo de micróbios rizosféricos de ocorrência natural que desempenham diversas funções positivas para o desenvolvimento vegetal, como por exemplo, aumentam a disponibilidade de nutrientes e induzem a tolerância ao estresse biótico e abiótico por meio de uma ampla gama de mecanismos (AERON et al., 2020). Esse tipo de rizobactérias são inoculantes microbianos amplamente aceitos para o alcance da sustentabilidade agrícola, de modo que várias cepas já foram descobertas, algumas das quais já estão disponíveis comercialmente para uso como biofertilizantes (CHAUHAN et al., 2021).

Nesse sentido, esse estudo objetivou revisar a importância dos rizodepósitos e do processo de rizodeposição no desenvolvimento e desempenho das rizobactérias promotoras de crescimento, enfocando-se os reflexos dessa interação no uso para controle de patógenos agrícolas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A importância dos rizodepósitos e da rizodeposição

O rizomicrobioma é constituído pelas comunidades de microrganismos que cercam a raiz da planta, este desempenha um papel crucial na promoção do crescimento e da saúde vegetal. A composição do rizomicrobioma apresentam forte dinamismo temporal e espacial, sendo fortemente influenciado por diversos fatores, como por exemplo, os rizodepósitos (TIAN et al., 2020). O processo de liberação de rizodepósitos, que são compostos liberados de raízes de plantas vivas, é denominado de rizodeposição (HUPE et al., 2018). Os rizodepósitos se apresentam nas formas de mono e polissacarídeos, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, aminoácidos, proteínas e células vegetais; sendo que sua composição, tal qual a do rizomicrobioma, é dinâmica espacial e temporalmente (LEISSO et al., 2017; TIAN et al., 2020).

A rizodeposição abrange a liberação de exsudatos radiculares, mucilagem, células e tecidos descamados, lisados celulares e restos radiculares, sendo uma importante fonte de Carbono nos solos (LIU et al., 2019). Por isso, a rizodeposição é frequentemente calculada como a massa diária de carbono liberada em razão da massa vegetal da planta (raiz ou total) (PREECE & PEÑUELAS, 2016).

Além dos exsudatos de raízes, o processo de rizodeposição também abarca a liberação de componentes específicos, como os fragmentos de raízes, que são de lenta degradação. Dessa forma, ao se investigar quantitativamente a dinâmica do Carbono e do Nitrogênio em sistemas agrícolas, esse termo deve ser utilizado em sua definição ampla, com a inclusão de todos os compostos liberados por raízes vivas e pelos fragmentos de raízes (HUPE et al., 2018).

A rizodeposição pode ser dividida em rizodeposição bruta e líquida; a rizodeposição bruta diz respeito a entrada total de Carbono orgânico advindo das raízes vivas presentes no solo, já a rizodeposição líquida pode ser definida como sendo a parte do Carbono que permaneceu no solo após a utilização microbiana e decomposição parcial em CO₂. Destaca-se que, a rizodeposição, especialmente a rizodeposição bruta, permanece muito difícil de se avaliar (PAUSCH & KUZUYAKOV, 2018).

A presença de rizodepósitos é de grande importância para a microbiota do solo, de modo que, quando da presença de rizodepósitos, verifica-se abundância de bactérias, e dessa forma, esses ambientes apresentam maior riqueza de microflora e de nutrientes disponíveis do que se comparado ao ambiente externo (ALAWIYE & BABALOLA, 2019).

A interface entre a raiz e o solo se destaca por ser uma porta de entrada estratégica para as plantas realizarem a absorção de água e nutrientes minerais disponíveis no solo, bem como para liberarem rizodepósitos. Esses rizodepósitos, em suas diferentes formas, facilitam as interações subterrâneas entre as plantas e os microrganismos, o que implica, conseqüentemente, em modificações na biodiversidade local (ALAWIYE & BABALOLA, 2019).

Ainda, destaca-se que a boa disponibilidade de nutrientes torna a rizosfera um microecossistema altamente competitivo, no qual os microrganismos lutam para colonizar as melhores zonas de raízes, e assim, ocupar nichos ecológicos para a sobrevivência. Nessas circunstâncias, um grupo de bactérias, as rizobactérias, apresentam diversas estratégias biológicas, que evoluíram e se aprimoraram para o alcance de sucesso nessas condições adversas (KHATOON et al., 2020).

2.2. Rizobactérias promotoras de crescimento

Entre as bactérias de vida livre, estão as rizobactérias promotoras de crescimento, organismos esses que exercem efeitos benéficos nas plantas por meio de mecanismos diretos e indiretos. Essas rizobactérias benéficas estão sendo muito utilizadas para diversas funções no meio vegetal, como para melhorar a absorção de água e nutrientes e tolerância ao estresse abiótico e biótico (BACKER et al., 2018). Essas rizobactérias apresentam alta adaptabilidade a diversos tipos de solo, o que se deve à sua plasticidade bioquímica para metabolizar uma série de compostos naturais e xenobióticos (KHATOON et al., 2020).

Esses organismos mantêm a saúde do solo e da planta por meio da produção de um arsenal de compostos estimulantes do crescimento de plantas e antimicrobianos, dos quais alguns podem ser excretados ou difundidos em meio sólido, enquanto outros são volatilizados (MHATRE et al., 2019).

A relação benéfica entre planta e bactéria mais conhecida e estudada, é a simbiose fixadora de Nitrogênio entre rizóbios e leguminosas. Nessa relação, as leguminosas fornecem carbono aos rizóbios e um ambiente anaeróbio protegido, o que é necessário para a atividade da nitrogenase, os rizóbios por sua vez, fornecem às leguminosas o Nitrogênio biologicamente disponível (BACKER et al., 2018).

As rizobactérias promotoras de crescimento, por meio da biofertilização, melhoram o crescimento da planta, aumentando a acessibilidade ou absorção de nutrientes de um reservatório de nutrientes do solo limitado. Isso é particularmente importante porque a absorção de água e nutrientes do solo é o fator ambiental mais comum que restringe o crescimento de espécies de plantas terrestres (GOUDA et al., 2018).

Essas rizobactérias influenciam o crescimento e a sobrevivência das plantas por meio da produção de vários produtos químicos reguladores sob uma variedade de circunstâncias, principalmente de estresse (MUSTAFA et al., 2019). Neutralizar o estresse da planta por meio desses organismos se aplica tanto ao estresse biótico quanto abiótico, e as rizobactérias promotoras de crescimento também estão indiretamente envolvidos na promoção do crescimento das plantas, diminuindo ou prevenindo os efeitos deletérios dos organismos fitopatogênicos (GOUDA et al., 2018).

O melhor desenvolvimento das plantas por meio da presença de rizobactérias se dá por várias vias diretas e indiretas. As vias diretas abrangem mecanismos como a disponibilização de nutrientes por meio da solubilização de fosfato e potássio, fixação biológica de nitrogênio, fornecimento de micronutrientes, secreção de fitohormônios como auxinas, ácido giberálico, citocininas e resistência a doenças por secreção de fatores antibacterianos, antifúngicos e antinematódeos. Já as vias indiretas incluem a produção de sideróforos, tolerância ao estresse abiótico, produção de ACC desaminase e a produção de amônia (KAUR et al., 2021). Os efeitos indiretos estão principalmente relacionados a capacidade dessas bactérias como agentes de biocontrole, levando ao antagonismo do crescimento e a sobrevivência de fitopatógenos, o que se dá pela produção de compostos químicos antagonistas ou pela indução de resistência sistêmica em toda a planta contra o ataque de patógenos (MUSTAFA et al., 2019). Deve-se ainda considerar que as vias indiretas ocorrem fora da planta, no qual as rizobactérias reduzem ou interrompem os efeitos prejudiciais dos fitopatógenos pela produção de diferentes sinais, os quais serão respondidos pelo processo metabólico defensivo da planta, por meio da produção de substâncias de defesa ou indução de resistência (TABASSUM et al., 2017).

Entre os gêneros de rizobactérias promotoras de crescimento, *Azospirillum*, *Pseudomonas* e *Bacillus* são os microrganismos colonizadores da rizosfera que são amplamente explorados

comercialmente (MHATRE et al., 2019). No entanto, do ponto de vista da inibição do crescimento de patógenos, outras espécies de rizobactérias de diferentes gêneros como *Agrobacterium*, *Arthrobacter*, *Burkholderia*, *Collimonas*, *Enterobacter*, *Paenibacillus*, *Pedobacter*, *Rahnella*, e *Serratia* são relatadas como produtores de compostos voláteis e outros agentes antimicrobianos (KHATOON et al., 2020).

A inoculação de plantas com rizóbios induz a modificações morfológicas e bioquímicas, resultando assim, em aumento da tolerância a estresses abióticos definidos, ou seja, tolerância sistêmica induzida. Evidências experimentais, sugerem ainda, que o crescimento de plantas estimulado por essas bactérias é o resultado líquido de vários mecanismos de ação que são ativados simultaneamente (ETESAMI & MAHESHWARI, 2018). O sucesso no uso das rizobactérias promotoras de crescimento para fins benéficos como fitoestimulação, biofertilização, fitorremediação e biocontrole é dependente da boa colonização na rizosfera (MHATRE et al., 2019).

2.3. Rizodepósitos e Rizobactérias no controle de doenças de plantas

Como já demonstrado, nas interações planta-micróbio, os compostos antimicrobianos dos exsudatos da raiz e das células da fronteira propiciam o aumento do crescimento da planta e a supressão de diversos patógenos bacterianos e fúngicos. Os diferentes gêneros de rizobactérias promotoras de crescimento podem responder de forma diferente aos nutrientes da rizosfera do solo, o que é expresso na diversidade de compostos secretados, no qual alguns desses compostos irão suprimir os patógenos vegetais. Além da supressão de fitopatógenos, essas rizobactérias também competem com a microbiota pela aquisição de nutrientes na rizosfera (HASSAN et al., 2019).

Os exsudatos da raiz representam a maior parte dos rizodepósitos (TIAN et al., 2020). A secreção de fitoquímicos bioativos na rizosfera, como fontes de carbono e energia, gera a atração de várias bactérias benéficas e ajuda a aumentar a capacidade de colonização da raiz por rizobactérias promotoras de crescimento, resultando assim, em uma relação mutuamente benéfica entre essas rizobactérias e as raízes das plantas (HASSAN et al., 2019). Destaca-se que a colonização eficaz da raiz é uma característica importante para que as rizobactérias desempenhem uma boa atividade de biocontrole, pois somente quando as cepas eficazes colonizam a rizosfera e/ou os tecidos da raiz, elas podem realizar sua ação contra os fitopatógenos (JIAO et al., 2021).

De uma perspectiva microbiana, o ambiente da rizosfera é frequentemente limitado por nutrientes, portanto, os rizodepósitos apresentam grande importância para esses microrganismos, visto que para que os micróbios colonizem e sobrevivam com sucesso, eles ocupam os locais onde a água e os nutrientes que contêm carbono estejam mais facilmente disponíveis (TABASSUM et al., 2017). Devido a diferentes efeitos, como os de promoção e seleção nos microrganismos, além da heterogeneidade espacial ao longo dos segmentos de raiz, os rizodepósitos podem propiciar distintas densidades e diversidades α dos microbiomas em diferentes partes da raiz (TIAN et al., 2020).

O processo de rizodeposição também pode ter impactos diferentes sobre os microrganismos, dependendo se eles são *r* ou *K* estrategistas. Os *r* estrategistas de crescimento rápido, aproveitam melhor os compostos de baixo peso molecular e facilmente degradáveis, que são rapidamente consumidos e levam essa classe de microrganismos a responder rapidamente às mudanças na quantidade de rizodeposição. Já os *K* estrategistas de crescimento lento são menos adaptados para utilizar os rizodepósitos (LOEPPMANN et al., 2016; PREECE & PEÑUELAS, 2016).

Nos rizodepósitos, notadamente nos exsudatos das raízes, dois tipos de compostos de defesa podem contribuir para a resistência das plantas a fitopatógenos. Um tipo é produzido constitutivamente mesmo antes do estresse biótico, o que permite que a raiz estabeleça uma zona tampão preventiva, visando proteger a planta contra infecções potenciais. O outro tipo é produzido e induzido por estresses causados por infecções por fitopatógenos. Os compostos químicos antimicrobianos de baixo peso molecular que estão presentes na planta antes do estresse biótico são chamados de fitoanticipinas. Já as fitoalexinas, constituem-se como os compostos antimicrobianos de baixo peso molecular induzíveis que normalmente não são detectáveis em plantas saudáveis (TIAN et al., 2020).

No tocante a interação entre os rizodepósitos com rizobactérias promotoras de crescimento, diversos estudos trazem os efeitos benéficos desse processo. Como por exemplo, para a bactéria de solo *Bacillus subtilis*, que é amplamente utilizada na agricultura como um agente de biocontrole capaz de proteger as plantas de uma variedade de patógenos. Diferentes estudos mostram a influência de exsudatos radiculares nas atividades de *B. subtilis* (CHEN et al., 2012; BEAUREGARD et al., 2013; ALLARD-MASSICOTTE et al., 2016).

Para *B. subtilis* a formação de um biofilme na raiz é um requisito bem estabelecido para a colonização de longo prazo, assim como para a proteção contra patógenos (ALLARD-MASSICOTTE et al., 2016). A motilidade é uma importante estratégia de sobrevivência usada pelas bactérias, como *B. subtilis*, para se mover em direção a gradientes crescentes de atração de moléculas ou para longe de moléculas repelentes. Esse processo, denominado de quimiotaxia, permite que os organismos atinjam nichos ecológicos com maiores concentrações de nutrientes, evitando ainda as toxinas (ALLARD-MASSICOTTE et al., 2016; LÓPEZ-FARFÁN et al., 2019). Allard-Massicotte et al. (2016) identificaram que, em *Arabidopsis thaliana*, é uma mistura de aminoácidos dos rizodepósitos que promove a quimiotaxia de *B. subtilis* em direção às raízes.

Destaca-se que, segundo López-Farfán et al. (2019), a colonização das raízes das plantas por rizobactérias pode, além de proteger as plantas contra patógenos, promover o crescimento das plantas. E nesse sentido a quimiotaxia dos exsudatos das raízes é um pré-requisito essencial para uma colonização eficiente das raízes. Esses mesmos autores conduziram um estudo com milho, no qual utilizaram *Pseudomonas putida* como rizobactéria modelo, os resultados obtidos demonstraram que enquanto à distância da raiz, os exsudatos radiculares aumentam os níveis de transcrição dos quimiorreceptores, promovendo, por sua vez, a quimiotaxia.

Algumas bactérias, como as pseudomonas, podem inibir os patógenos ao produzir antibióticos, e o controle dessas bactérias pode ajudar a melhorar o condicionamento físico das plantas. Em cevada, a exsudação de compostos fenólicos pelas raízes induziu a produção do composto antifúngico 2,4-DAPG por *Pseudomonas fluorescens* em resposta a presença do patógeno *Pythium ultimum* (JOUSSET et al., 2011).

Cabe ainda destacar, que embora os mecanismos de biocontrole sejam considerados mecanismos indiretos das rizobactérias promotoras de crescimento, incluindo antibiose, competição e produção de enzimas líticas; essas ações de controle de patógenos indiretamente melhoram o crescimento da planta através da supressão desses agentes nocivos e aumento da imunidade inata da planta (TABASSUM et al., 2017).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os rizodepósitos apresentam destacada importância para o bom desenvolvimento da microbiota do solo, especialmente para as rizobactérias promotoras de crescimento. Essa interação positiva promove uma colonização eficiente desses microrganismos, propiciando assim, que estes possam expressar sua máxima atividade de biocontrole de patógenos. Ademais, destaca-se a capacidade de atração dos componentes dos rizodepósitos sobre as rizobactérias promotoras de crescimento. Esses conhecimentos são fundamentais para o sucesso do uso comercial dessas rizobactérias, visto, como aqui demonstrado, a importância desse substrato para o bom desenvolvimento e desempenho desses microrganismos.

REFERÊNCIAS

AERON, A.; KHARE, E.; JHA, C. K.; MEENA, V. S.; AZIZ, S. M. A.; ISLAM, M. T. et al. Revisiting the plant growth-promoting rhizobacteria: lessons from the past and objectives for the future. *Archives of Microbiology*, v. 202, n. 4, p. 665-676, 2020.

ALAWIYE, T. T.; BABALOLA, O. O. Bacterial diversity and community structure in typical plant rhizosphere. *Diversity*, v. 11, n. 10, p. 179, 2019.

- ALLARD-MASSICOTTE, R.; TESSIER, L.; LECUYER, F.; LAKSHMANAN, V.; LUCIER, J. F.; GARNEAU, D. et al. *Bacillus subtilis* early colonization of *Arabidopsis thaliana* roots involves multiple chemotaxis receptors. **MBio**, v. 7, n. 6, p. e01664-16, 2016.
- BACKER, R.; ROKEM, J. S.; ILANGUMARAN, G.; LAMONT, J.; PRASLICKOVA, D.; RICCI, E. et al. Plant growth-promoting rhizobacteria: context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. e1473, 2018.
- BEAUREGARD, P. B.; CHAI, Y.; VLAMAKIS, H.; LOSICK, R.; KOLTER, R. *Bacillus subtilis* biofilm induction by plant polysaccharides. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 17, p. e1621-e1630, 2013.
- CHAUHAN, A.; SAINI, R.; SHARMA, J. C. Plant growth promoting rhizoacteria and their biological properties for soil enrichment and growth promotion. **Journal of Plant Nutrition**, v. 2021, p. 1-27, 2021.
- CHEN, Y.; CAO, S.; CHAI, Y.; CLARDY, J.; KOLTER, R.; GUO, J. H.; LOSICK, R. A *Bacillus subtilis* sensor kinase involved in triggering biofilm formation on the roots of tomato plants. **Molecular Microbiology**, v. 85, n. 3, p. 418-430, 2012.
- ETESAMI, H.; MAHESHWARI, D. K. Use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) with multiple plant growth promoting traits in stress agriculture: Action mechanisms and future prospects. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 156, p. 225-246, 2018.
- GOUDA, S.; KERRY, R. G.; DAS, G.; PARAMITHIOTIS, S.; SHIN, H. S.; PATRA, J. K. Revitalization of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture. **Microbiological Research**, v. 206, p. 131-140, 2018.
- HAKIM, S.; NAQQASH, T.; NAWAZ, M. S.; LARAIB, I.; SIDDIQUE, M. J.; ZIA, R. et al. Rhizosphere Engineering With Plant Growth-Promoting Microorganisms for Agriculture and Ecological Sustainability. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, p. e16, 2021.
- HASSAN, M. K.; MCINROY, J. A.; KLOEPPER, J. W. The interactions of rhizodeposits with plant growth-promoting rhizobacteria in the rhizosphere: a review. **Agriculture**, v. 9, n. 7, p. 142, 2019.
- HUPE, A.; SCHULZ, H.; BRUNS, C.; HAASE, T.; HEB, J.; JOERGENSEN, R. G.; WICHERN, F. Even flow? Changes of carbon and nitrogen release from pea roots over time. **Plant and Soil**, v. 431, n. 1, p. 143-157, 2018.
- JIAO, X.; TAKISHITA, Y.; ZHOU, G.; SMITH, D. L. Plant associated rhizobacteria for biocontrol and plant growth enhancement. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. e420, 2021.
- JOUSSET, A.; ROCHAT, L.; LANOUE, A.; BONKOWSKI, M.; KEEL, C.; SCHEU, S. Plants respond to pathogen infection by enhancing the antifungal gene expression of root-associated bacteria. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 24, n. 3, p. 352-358, 2011.
- KAUR, R.; KAUR, S.; KAUR, G. Molecular and physiological manipulations in rhizospheric bacteria. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 43, n. 5, p. 1-13, 2021.
- KHAN, N.; ALI, S.; SHAHID, M. A.; MUSTAFA, A.; SAYYED, R. Z.; CURÁ, J. A. Insights into the Interactions among Roots, Rhizosphere, and Rhizobacteria for Improving Plant Growth and Tolerance to Abiotic Stresses: A Review. **Cells**, v. 10, n. 6, p. e1551, 2021.
- KHATOON, Z.; HUANG, S.; RAFIQUE, M.; FAKHAR, A.; KAMRAN, M. A.; SANTOYO, G. Unlocking the potential of plant growth-promoting rhizobacteria on soil health and the sustainability of agricultural systems. **Journal of Environmental Management**, v. 273, p. e111118, 2020.

- LEISSO, R.; RUDELL, D.; MAZZOLA, M. Metabolic composition of apple rootstock rhizodeposits differs in a genotype-specific manner and affects growth of subsequent plantings. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 113, p. 201-214, 2017.
- LIU, Y.; GE, T.; YE, J.; LIU, S.; SHIBISTOVA, O.; WANG, P. et al. Initial utilization of rhizodeposits with rice growth in paddy soils: Rhizosphere and N fertilization effects. **Geoderma**, v. 338, p. 30-39, 2019.
- LOEPPMANN, S.; BLAGODATSKAYA, E.; PAUSCH, J.; KUZYAKOV, Y. Substrate quality affects kinetics and catalytic efficiency of exo-enzymes in rhizosphere and detritosphere. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 92, p. 111-118, 2016.
- LÓPEZ-FARFÁN, D.; REYES-DARIAS, J. A.; MATILLA, M. A.; KRELL, T. Concentration dependent effect of plant root exudates on the chemosensory systems of *Pseudomonas putida* KT2440. **Frontiers in Microbiology**, v. 10, p. e78, 2019.
- MAVRODI, O. V.; MCWILLIAMS, J. R.; PETER, J. O.; BERIM, A.; HASSAN, K. A.; ELBOURNE, L. D. et al. Root exudates alter the expression of diverse metabolic, transport, regulatory, and stress response genes in Rhizosphere *Pseudomonas*. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, 2021.
- MHATRE, P. H.; KARTHIK, C.; KADIRVELU, K.; DIVYA, K. L.; VENKATASALAM, E. P.; SRINIVASAN, S. et al. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A potential alternative tool for nematodes bio-control. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 17, p. 119-128, 2019.
- MUSTAFA, S.; KABIR, S.; SHABBIR, U.; BATOOL, R. Plant growth promoting rhizobacteria in sustainable agriculture: from theoretical to pragmatic approach. **Symbiosis**, v. 78, n. 2, p. 115-123, 2019.
- NWOKOLO, N. L.; ENEBE, M. C.; CHIGOR, C. B.; CHIGOR, V. N.; DADA, O. A. The contributions of biotic lines of defence to improving plant disease suppression in soils: A review. **Rhizosphere**, v. 19, p. e100372, 2021.
- PREECE, C.; PEÑUELAS, J. Rhizodeposition under drought and consequences for soil communities and ecosystem resilience. **Plant and Soil**, v. 409, n. 1, p. 1-17, 2016.
- SANTOYO, G.; URTIS-FLORES, C. A.; LOEZA-LARA, P. D.; OROZCO-MOSQUEDA, M.; GLICK, B. R. Rhizosphere Colonization Determinants by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR). **Biology**, v. 10, n. 6, p. e475, 2021.
- TABASSUM, B.; KHAN, A.; TARIQ, M.; RAMZAN, M.; KHAN, M. S. I.; SHAHID, N.; AALIYA, K. Bottlenecks in commercialisation and future prospects of PGPR. **Applied Soil Ecology**, v. 121, p. 102-117, 2017.
- TIAN, T.; REVERDY, A.; SHE, Q.; SUN, B.; CHAI, Y. The role of rhizodeposits in shaping rhizomicrobiome. **Environmental Microbiology Reports**, v. 12, n. 2, p. 160-172, 2020.

CONTROLE BIOLÓGICO EM SEMENTES – ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O MANEJO DE DOENÇAS DE PLANTAS

Cosma Layssa Santos Gomes^{1*}, Luciana Cordeiro do Nascimento¹, Géisa Emanuelle Silva Farias¹, Marília Hortência Batista Silva Rodrigues¹, Joyce Naiara da Silva¹

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

RESUMO

Embora os produtos químicos sejam eficazes para a produção agrícola é importante salientar que a utilização excessiva desses produtos pode trazer malefícios tanto para o homem como para o agroecossistema. Logo, para realizar o manejo adequado do campo é preciso levar em consideração o agente causador, para que se possam selecionar as técnicas adequadas para o controle de pragas e doenças, a fim de aperfeiçoar o sistema de produção de sementes. Assim, essa revisão de literatura teve como objetivo sistematizar e explicar informações sobre o uso do controle biológico de patógenos em sementes de feijão (caupi e crioulo), soja e cupuaçu, destacando a melhor forma de combater esses patógenos. As produções científicas foram obtidas de bancos eletrônicos de dados e portais de pesquisas de periódicos nacionais e internacionais da capes, do scielo e trabalhos de dissertação e tese. Diante do que foi exposto nessa revisão, o controle biológico é eficaz tanto quanto o controle químico sem que cause danos à saúde do homem como também do ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: patógeno, sustentabilidade, hospedeiro.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, com tantas tecnologias de melhoramento genético e métodos de manejo de doenças de plantas ocasionados por fungos, bactérias, vírus, nematoides e protozoários, os quais representam grandes problemas para a agricultura, notadamente, no que tange à produção de alimentos, é latente a enorme preocupação da sociedade no que diz respeito aos impactos ambientais decorrentes dos manejos adotados na agricultura. Tais ações, quase sempre, resultam em contaminações decorrentes do uso inadequado de meios de controle, essencialmente químicos, e que vêm causando problemas no âmbito do mundo agrícola, o que compromete alguns segmentos ou setores do mercado agrícola que, por conseguinte, visam à aquisição de produtos diferenciados ou de boa qualidade (MORANDI; BETTIOL, 2008)

O uso de compostos químicos no controle de doenças de plantas, pragas e plantas invasoras, além de causarem sérios problemas ambientais, como contaminação de alimentos, do solo, água e redução da biodiversidade, podem colaborar com o aumento da resistência de patógenos. Quanto mais específico é o efeito do químico no organismo, maior é a probabilidade da diminuição do efeito através das mudanças genéticas populacionais (TJAMOS et al., 1992; BENÍTEZ et al., 2004; BETTIOL; MORANDI, 2009).

Do ponto de vista agroecológico, a diminuição do uso de substâncias químicas vem tornando-se um requisito para as grandes empresas. Portanto, o aumento da preocupação da sociedade com o impacto da agricultura no ambiente tem aumentado pesquisas para a redução do uso de agrotóxicos, como também tem motivado o uso de métodos alternativos (BARRETO, 2018). A perspectiva do controle biológico tem crescido nas discussões, tanto com o controle biológico natural, quanto na introdução de um agente de controle biológico (BETTIOL; MORANDI, 2009; RAUT; KARUPPAYIL, 2014).

Assim, essa revisão de literatura teve como objetivo sistematizar e explicar informações sobre o uso do controle biológico de patógenos em sementes de feijão (caupi e crioulo), soja e cupuaçu, destacando a melhor forma de combater esses patógenos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1.1. Controle biológico

Dentre as técnicas sustentáveis, o controle biológico se destaca como uma das alternativas mais promissoras, uma vez que, a demanda atual busca métodos que possam garantir a rentabilidade do agricultor (CARRER FILHO et al., 2008; LUCON, 2009) e que, visando um processo de transição agroecológica, diminua-se a aplicação de produtos químicos.

Uma alternativa biológica promissora, é o uso de microrganismos que produzem metabólitos voláteis com ação antagonista às pragas e patógenos de plantas. Portanto, as pesquisas por novas ferramentas biotecnológicas tornam-se importantíssimas, de modo que sejam amigáveis ao meio ambiente e possam ser utilizadas no controle de patógenos (GLARE et al., 2012; SCHALCHLI et al., 2016).

2.2 Utilização do controle biológico em sementes

2.2.1 Sementes

A semente é um dos principais insumos agrícolas, uma vez que representa o potencial genético da espécie e, para que este se expresse, é necessário, dentre outros fatores, que a semente possua elevado potencial fisiológico e ausência de patógenos (RAMOS et al., 2014).

Assim, a qualidade das sementes e o emprego de técnicas sustentáveis que também contribuam para o controle de diferentes patógenos, a fim de se obter o sucesso do plantio, seja qual for a finalidade do mesmo, favorecem também o desempenho germinativo e a obtenção de mudas saudáveis e, conseqüentemente, proporcionando alta produtividade (MENTEN e MORAES, 2010; SILVA et al., 2014).

2.2.2 Feijão caupi

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa bastante cultivada por pequenos e médios produtores na região Nordeste do Brasil, e nos últimos 10 anos por grandes agricultores de outras regiões sendo uma das principais alternativas sociais e econômicas de suprimento alimentar e geração de emprego, pelo alto valor nutritivo e baixo custo de produção (OLIVEIRA et al., 2011).

Fatores como o manejo adequado à cultura, problemas na comercialização e nas políticas públicas vem resultando em baixas produções dessa cultura. Além dos fatores citados, as doenças destacam-se como um dos mais importantes na diminuição da produtividade do feijoeiro especialmente as causadas por fungos de solo, que podem causar prejuízos severos, com diminuição das qualidades fisiológica, nutricional e sanitária do produto colhido, afetando o preço e sua comercialização (BOECHAT et al., 2014).

As doenças causadas pelo gênero *Fusarium* apresentam difícil controle devido à alta variabilidade genética, sendo necessária a combinação de várias medidas dentro do manejo a fim de fornecer resultados efetivos (MILANESI et al., 2013). Dentre estas medidas destaca-se o controle biológico que apresenta as vantagens de se utilizar agentes como controladores de doenças em plantas, como exemplo o gênero *Trichoderma* que possui espécies que são economicamente importantes, principalmente pela sua capacidade de produzir enzimas, antibióticos e atuação no controle biológico (CAVERO et al., 2015).

Para o controle da podridão radicular seca (PRS) do feijoeiro, os produtos comerciais Trichodermil SC, Trichodermax CE e Trichodel Solo SC, usados no tratamento de sementes ou aplicados no sulco de plantio, aumentaram a emergência das plântulas tanto quanto o fungicida *fludioxonil*. A incidência de PRS não foi afetada, mastodos os produtos biológicos e o químico reduziram a severidade em relação à testemunha (TEIXEIRA et al., 2012).

Reis et al. (1995) observaram que os isolados TN-31 (*Trichoderma aureoviride*), TN 63 (*T. viride*) e TN-10 reduziram em até 55% a severidade da murcha de fusário do feijoeiro, apresentando-se mais eficientes que o fungicida benomyl no tratamento de sementes.

Diante disto, fica claro que o controle biológico é uma alternativa viável no controle de doenças fitopatogênicas que acometem o feijoeiro, tanto quanto os métodos tradicionais, porém sem causar danos ao agroecossistema.

2.2.3. Feijão crioulo (comum)

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), pertencente à família Fabaceae, é um alimento comum na mesa dos brasileiros, sendo uma fonte de proteína vegetal. No Rio Grande do Sul, Brasil, na safra 2018/19, foram produzidas 67,7 mil toneladas de feijão preto comum na primeira safra e 27,3 mil toneladas na segunda (CONAB, 2019). Na busca por altos rendimentos, os tratamentos de sementes são frequentemente utilizados, visando reduzir as perdas causadas por patógenos e melhorar o estande inicial da cultura (DALZOTTO et al., 2020).

Com isso Dalzotto et al. 2020 avaliou doses de um produto comercial (cp) com *Trichoderma harzianum* (cepa ESALQ-1306) onde observaram a eficiência do *T. harzianum* no controle do *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium oxysporum* e que a dose de 100 mL do *T. harzianum* obteveram melhores resultados para a germinação e vigor, sendo esta dose uma alternativa ao tratamento químico em sementes de feijão crioulo.

2.2.4 Soja

A soja (*Glycine max* L.) é considerada uma cultura de grande importância econômica, devido ao fato de ser a oleaginosa mais consumida no mundo. O Brasil é o segundo maior produtor dessa leguminosa, atrás apenas dos EUA, com produção média de 86 mil toneladas, nos últimos anos agrícolas. A cultura da soja tem papel de destaque no cenário de produção de grãos do Brasil, ocupando aproximadamente 55% da área total cultivada com grãos (CONAB, 2017).

Associada aos avanços em extensão de área e produtividade, a soja, assim como outras culturas, tem enfrentado diversos problemas fitossanitários. Os nematoides têm-se apresentado como fator-chave no sucesso da lavoura, em detrimento de que estes podem afetar negativamente a produção e conseqüentemente, a qualidade final do produto (COSTA et al., 2020).

Em função desse problema, Coelho et al. (2021) buscaram avaliar diferentes produtos biológicos no controle de nematoides em sementes de soja e observaram que os produtos utilizados não interferiram no comprimento da raiz e no número de nematoides. O produto Votivo Prime®, apresentou melhor resultado quando se avaliou o comprimento de planta e contataram ainda menor severidade quando se fez uso do controle biológico no para controle de nematoides nessa cultura.

Daronco et al. (2015) estudando o efeito de diferentes doses (10, 20 e 30%) de óleos essenciais de *Cymbopogon flexuosus* Stapf, *Eucalyptus globulus* Labill. e *Baccharis trimera* (Less) DC. sobre a microflora fitopatogênica e fisiologia de sementes de soja confirmaram que o tratamento com o óleo de *E. globulus* a 20% apresentou o maior rendimento de grãos, com aumento de 10% em relação ao controle. Os autores ainda observaram que houve redução significativa das micotoxinas com o uso de todos os óleos testados, embora nenhuma tenha sido superior ao tratamento com Vitavax + Thiran® (zero).

Assim, o uso do controle biológico é uma estratégia viável no sistema de produção da soja, pois reduz a poluição do meio ambiente, não deixa resíduos nas sementes e ainda contribui para a manutenção do equilíbrio do ecossistema.

2.2.5 Cupuaçu

As sementes de cupuaçu podem ser facilmente atacadas por patógenos devido à presença de mucilagem e quando associadas à alta umidade nos locais de produção tornam-se um ambiente ideal para a proliferação de microrganismos (CRUZ et al., 2006).

Outro fator que contribui no desenvolvimento dos fungos das sementes de cupuaçu é o fato das sementes desta cultura não sofrerem dessecação natural na planta progenitora ao longo do processo de maturação, sendo dispersas com elevados teores de água que, se reduzidos a um nível considerado crítico, levarão à rápida perda da sua viabilidade e até a morte, logo é necessitando fazer o uso de técnicas que prolonguem sua qualidade fisiológica (SANCHES et al., 2015).

Assim, Santos et al. (2018) avaliando o efeito de isolados de *Trichoderma spp.* sobre a germinação e sanidade de sementes de cupuaçu obtiveram que os isolados não influenciaram na germinação das sementes de cupuaçu mais que o tratamento biológico eliminou a incidência de fungos nas sementes e promoveu o aumento do crescimento das radículas das plântulas.

Portanto, a partir do controle biológico é possível controlar de forma satisfatória as pragas agrícolas e os insetos que transmitem doenças na cultura do cupuaçu, através de microrganismos que atuam biologicamente nesse controle.

3. CONCLUSÃO

O controle biológico é eficaz tanto quanto o controle químico sem que cause danos à saúde do homem como também do ambiente.

REFERÊNCIAS

- BARRETO, G. G. **Caracterização Morfológica de Fusarium Spp. do Feijão Fava e Controle Biológico via Sementes-Plântulas**. 2018. 66 p. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação: Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. **Embrapa Meio Ambiente**, 2009. 341 p.
- BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A. M.; LIMÓN, M. C.; CODÓN, A. C. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **Int Microbiol**, v.7, n. 4, p. 249-260, 2004.
- BOECHAT, L. T.; PINTO, F. A. C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; QUEIROZ, D. M.; TEIXEIRA, H. Detecção do mofo-branco no feijoeiro, utilizando características espectrais. **Revista Ceres**, v.6, n. 61, p. 907-915, 2014.
- CAVERO, P. A. S.; HANADA, R. E.; GASPAROTTO, L.; COELHO NETO, R. A.; SOUSA, J. T. Controle biológico da Sigatoka-negra da bananeira com *Trichoderma*. **Ciência Rural**, v. 45, n. 6, p.951-957, 2015.
- COELHO, T. N.; MARTINS, W. S.; MIRANDA, F. F. R. Controle biológico no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em diferentes tratamentos na cultura da soja. **Journal Of Biotechnology And Biodiversity**. [S.I], p. 274-278. jul. 2021.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - nono levantamento**, v.6, n.9, 49p. 2019. Available from: <Available from: <http://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?limitstart=0>>. Accessed: Ago. 01 2021.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2016/2017: abril de 2017. Brasília: Conab, 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: agosto de 2021.
- COSTA, N. L.; SANTANA, A. C.; CORONEL, B. A. L.; MATTOS, C. A. C. Aspectos da

- importância do complexo soja no Brasil e no Rio Grande do Sul: 1997–2017. **Redes** (St. Cruz Sul, Online), v.25, n.4, p.1840-1863, 2020.
- CRUZ, E. D. **Armazenamento de sementes de cupuaçu** (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.). Piracicaba, 2006. Tese de Doutorado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.
- DALZOTTO, L.; TORTELLI, B.; STEFANSKI, F. S.; DEIVID, S.; SILVA, V. N.; MILANESI, P. M. Creole bean seeds microbiolization with doses of *Trichoderma harzianum*. **Ciência Rural**, v. 50, n. 5, p. 1-6, 2020.
- DARONCO, M. V.; SCHNEIDER, A.; VIAU, L. V. M.; COLET, C. F. Avaliação da eficácia de óleos essenciais no tratamentos de sementes de soja. **Revista Ciência Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 49-58, 2015.
- GLARE, T.; CARADUS, J.; GELERNTER, W. Have biopesticides come of age. **Trends Biotechnol**, v.30, n. 1, p.250–258, 2012.
- HARMAN, G. E. Myths and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum*-T22. **Plant Disease**, v.84, n.1, p.377–393, 2000.
- HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma species* – opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Review Microbiology**, v.2, n.1, p.43–56, 2004.
- MORANDI, M. A. B; BETTIOL, W. Interação de métodos biocompatíveis no manejo de doenças e pragas: experiências em plantas ornamentais e medicinais. **Tropical Plant Pathology**, v.33, n.1, p.31-34, 2008.
- MILANESI, P. M.; BLUME, E.; MUNIZ, M. F. B.; REINIGER, L. R. S.; ANTONIOLLI, Z. I.; JUNGES, E.; LUPATINI, M. Detecção de *Fusarium* spp. e *Trichoderma* spp. e antagonismo de *Trichoderma* sp. em soja sob plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3219 – 3234, 2013.
- OLIVEIRA, G. A.; ARAUJO, W. F.; CRUZ, P. L. S.; LIMA, W. L. M.; FERREIRA, G. B. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 872- 882, 2011.
- RAUT, J. S.; KARUPPAYIL, S. M. A status review on the medicinal properties of essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 62, n.1, p. 250-264, 2014.
- REIS, A; OLIVEIRA, S. M. A.; MENEZES, M.; MARIANO, R. L. Potencial de isolados de *Trichoderma* para biocontrole da murcha de fusarium do feijoeiro. **Suma Phytopathologica**, v.21. n.1, p. 16-20, 1995.
- SANCHES, A. G.; MOREIRA, E. G. S.; COSTA, J. M.; SILVA, M. B.; CORDEIRO, C. A. M. Germinação e sanidade de sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) tratadas com fungicidas. **Holos**, v.8, n.1, p.87-97, 2015.
- SANTOS, M. F.; COSTA, D. L.; MATOS, J. C. N.; SILVA, G. B.; VIEIRA, T. A.; LUSTOSA, D. C. Tratamento biológico de sementes de cupuaçu para o controle de fitopatógenos e promoção da germinação. **Revista Cadernos de Agroecologia**, v.13, n.1, p. 1-6, 2018.

SCHALCHLI, H.; TORTELLA, G. R.; RUBILAR, O.; PARRA, L.; HORMAZABAL, E; QUIROZ, A. Fungal volatiles: an environmentally friendly tool to control pathogenic microorganisms in plants. **Critical reviews in Biotechnology**, v.36, n.1, p.144-52,2016.

TEIXEIRA, H.; PAULA JÚNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; SILVA, M. B.; FERRO, C. G.; LEHNER, M. S. *Trichoderma* spp. decrease *Fusarium* root rot in common bean. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 4, p. 334-336, 2012.

TJAMOS, E. C.; PAPAVIDAS, G. C.; COOK, R. J. Biological control of plant diseases. Progress and challenges for the future. **Plenum Press**, New York, 1992.

CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DO PIMENTÃO COM DAMPING-OFF (*FUSARIUM SOLANI*) SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE SILÍCIO

José Vitorino da Silva Neto^{1*}, Nayana Rodrigues de Sousa², Denilson de Lima Santos², Lylian Souto Ribeiro², João Victor da Silva Barbosa², Matheus Neiva Batista³, Marco Antônio Nunes Santana³

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco-URFPE/ campus Recife -PE, *email: netovitorio07@gmail.com

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

³Universidade Estadual do Piauí- UESPI/ Campus Picos, Picos-PI.

RESUMO

O pimentão é uma solanácea muito consumida e cultivada no Brasil e no mundo. Esta cultura pode ser acometida por diversos grupos de fitopatógenos como vírus, bactérias e principalmente os fungos. Um dos principais sintomas observados em plantas atacadas por *Fusarium solani* é o tombamento de plantas, no qual, proporciona perdas elevadas. A utilização do silício induz a planta a produzir uma camada de silicata, que impede ou dificulta a penetração do fitopatógeno no hospedeiro. Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar através de cortes anatômicos o efeito do silício na proteção do tecido das plantas de pimentão sob ataque do fungo fitopatógeno *F. solani*. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (tratamento 1 – testemunha – sem aplicação de silício, tratamento 2 – 600 kg ha, tratamento 3 - 800 kg ha, e tratamento 4 - 1000 kg ha, e tratamento 5 - 1200 kg ha de silicato de cálcio) com quatro repetições, totalizando 20 blocos experimentais. As avaliações consistiram em analisar a formação da camada sílica na planta de pimentão, através de cortes anatômicos e visualização em microscópio óptico. Observou-se uma camada epidérmica, no qual não ocorreu a presença da camada sílica. Constatamos que não ocorreu a colonização do fungo *F. solani* nas plantas de pimentão, assim, para a variedade utilizada é indicada a realização de um estudo bioquímico para analisar se houve estímulo na produção de alguma substância tóxica para o fungo.

PALAVRAS-CHAVE: *Capsicum annuum*, fitopatógeno, Fusariose.

1. INTRODUÇÃO

De origem americana, o pimentão (*Capsicum annuum* L.) está presente na família Solanaceae, ocorrendo de formas silvestres no México, América Central e América do Sul (FILGUEIRA, 2008). Além de ser uma das culturas mais cultivadas, o *C. annuum* está entre as dez hortaliças mais importante do Brasil (SOUZA et al., 2009; SANTOS et al., 2013).

O cultivo do pimentão em campo aberto, estão sujeitas ao ataque de inúmeras pragas e doenças, algumas extremamente agressivas que causam grandes perdas. Entre as doenças mais relevantes são citadas viroses, bactérias, nematóides e os fungos (HENZ, et al., 2007). Este último grupo de fitopatógenos possui diversas espécies de patógenos causadores de doenças no pimentão, destacando-se, *Phytophthora infestans* (Mont.), *Fusarium* sp., *Alternaria alternata* (Fr.: Fr.) Keissl. spp, *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn e *Verticillium dahliae* Kleb (TÖFOLI; DOMINGUES, 2018).

As doenças fúngicas são as que provocam as maiores perdas na cultura, com destaque para a fusariose causada pelo fungo *Fusarium solani* quando atinge as raízes, causa apodrecimento da raiz e do estipe, logo, observa-se que o *F. solani* pode ocasionar no tombamento das plântulas que pode-se chamar de “damping-off” (PIZZINATTO et al., 1996; TREMACOLDI, 2010).

O Damping-off é causado, principalmente, por patógenos que naturalmente habitam o solo e vivem saprofiticamente se alimentado de restos culturais em decomposição, dessa forma, a maioria dos patógenos não apresentam especificidade em relação ao hospedeiro, podendo afetar diversas

espécies de plantas, o que torna o problema ainda mais difícil de ser controlado. (AMORIN et al., 2011).

O uso de silício (Si) como um elemento capaz de reduzir os efeitos negativos dos estresses bióticos e abióticos em plantas vem despertando o interesse na área da produção vegetal, tendo benefícios para as plantas relacionados ao acúmulo do Si na parede celular das plantas, formando uma barreira física à redução da perda de água, melhorando a arquitetura das plantas (KORNDÖRFER et al., 2002; MA e YAMAJI., 2006). Além disso, aumenta a atividade fotossintética, resistência ao ataque de fitopatógenos e pragas, potencializa atividades de enzimas como peroxidases, polifenoloxidasas e quintinases (MENZIES et al., 1991; MA et al., 2001; POZZA et al., 2004; LIANG et al., 2005).

O transporte do Si é realizado através do xilema, sendo sua distribuição dependente da transpiração dos órgãos envolvidos, no qual, nas folhas forma-se uma camada dupla de sílica abaixo das cutículas nas células epidérmicas (MALAVOLTA, 2006). Essa camada de sílica limita a perda de água pelas folhas e dificulta a penetração e o desenvolvimento de hifas de fungos (MALAVOLTA, 2006). Nesse contexto, esse trabalho objetivou-se em avaliar através de cortes anatômicos o efeito do silício na proteção do tecido das plantas de pimentão sob ataque do fungo fitopatógeno *F. solani*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação na Universidade Estadual do Piauí – Campus Professor Barros Araújo (07°04'37" S, 41°28'01" W e altitude média de 206 m). O clima do município é do tipo BSh de acordo com Köppen e Geiger, temperatura média de 26,3 °C e uma pluviosidade média anual de 608 mm.

Para a semeadura do pimentão, variedade Big All, utilizou-se vasos de 1,5L, no qual, foi adicionado adubação orgânica formulada com: casca de Pinus, esterco bovino, NPK. A semente utilizada para o plantio foi adquirida no comércio de Picos.

Analisou-se os seguintes tratamentos fitossanitários: a) Tratamento 1 – Testemunha – sem aplicação de silício; b) Tratamento 2 – 600 kg ha de silicato de cálcio; c) Tratamento 3 - 800 kg ha de silicato de cálcio d) Tratamento 4 - 1000 kg ha de silicato de cálcio; e) Tratamento 5 - 1200 kg ha de silicato de cálcio, as doses foram aplicadas em cada tratamento misturando-as no solo, determinou-se um período de 45 dias para reação do silicato de cálcio.

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 blocos experimentais. O inóculo do fungo *Fusarium solani* foi repicado em placas de petri em meio BDA, posteriormente, inoculou-se a suspensão de esporos nas raízes através de ferimento.

As avaliações foram realizadas sete dias após a inoculação, coletou-se as raízes ao acaso em plantas centrais de cada repetição, determinando-se a porcentagem de plantas infectadas com *F. solani*. Para visualizar o efeito da aplicação do silício na formação de camada protetora na parede celular, foram realizadas fotografias microscópicas do corte transversal da raiz central (colo). Para avaliação do acúmulo de sílica, baseia-se na formação de uma camada protetora externamente à cutícula das raízes do pimentão.

O seccionamento do material foi efetuado a mão livre, com auxílio de lâmina de barbear, obtendo-se cortes de 7 a 9 µm, corados com fucsina básica e azul de astra 20. Para visualização dos cortes, foram preparadas lâminas temporárias para visualização no microscópio óptico. Os registros fotográficos foram realizados em câmera digital de 13 megapixels. Assim, após as fotografias, analisou-se e descreveu as estruturas dos tecidos da raiz do pimentão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação do efeito silício nas mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.)

De acordo com muitos trabalhos publicados relacionado a esse tema, expõem-se que o silício (Si) atua em uma maior lignificação da parede celular, formando uma camada sílica, conferindo uma

proteção contra agentes patogênicos. Estudos mais recentes como o de Fauteux et al. (2005) indicam que o Si pode atuar como potencializador de respostas de defesa de plantas ou como um ativador de proteínas de sinalização específicas que interagem com vários componentes chave de sistemas de sinalização de estresse de plantas, levando à resistência induzida contra fitopatógenos.

Nesse trabalho observa-se que tanto os tratamentos submetidos a aplicações de Si, quanto a testemunha sem Si, obteve-se mudas de qualidade, com bom desenvolvimento, justificando a não interferência do Si na biomassa da planta, quando a mesma não está submetida a nenhum tipo de estresse. Porém, Rodrigues et al., (2015) especificam que quando as plantas submetidas a estresse bem como várias interações entre patógeno-hospedeiro, isso confirmado por análise de microarray, onde com a suplementação de Si proporciona níveis mais elevado de ácido salicílico, ácido jasmônico e etileno, que são hormônios essenciais na defesa do vegetal.

Avaliação de efeito do silício na anatomia do pimentão (*Capsicum annuum* L.), submetidos a inoculação do *Fusarium solani*

Na análise microscópica das estruturas do colo da raiz das plantas, observou-se uma camada epidérmica, onde não ocorreu a presença da camada sílica nos tratamentos com aplicação de silício como também na testemunha, essa estrutura forma-se acima da epiderme conferindo maior lignificação da parede celular e proteção contra fatores bióticos e abióticos, logo abaixo está o córtex constituído por parênquima cortical, também torna evidente abaixo do córtex a estria de caspary e bainha do esclerênquima, onde conferi maior seletividade na passagem de substâncias para os vasos condutores e circunda-os (Figura 1). Segundo Mitani e Ma(2005) o fato de não ter se formado a camada sílica pode ser justificado pelo fato de algumas espécies de plantas ser reconhecidas como não acumuladoras de Si, a exemplo o tomateiro e cafeeiro. Contrariamente, o arroz, a cana-de-açúcar e outras gramíneas, reconhecidas como acumuladoras de Si, chegam a apresentar até 5% de Si na matéria seca da parte aérea (DATNOFF et al., 2007).

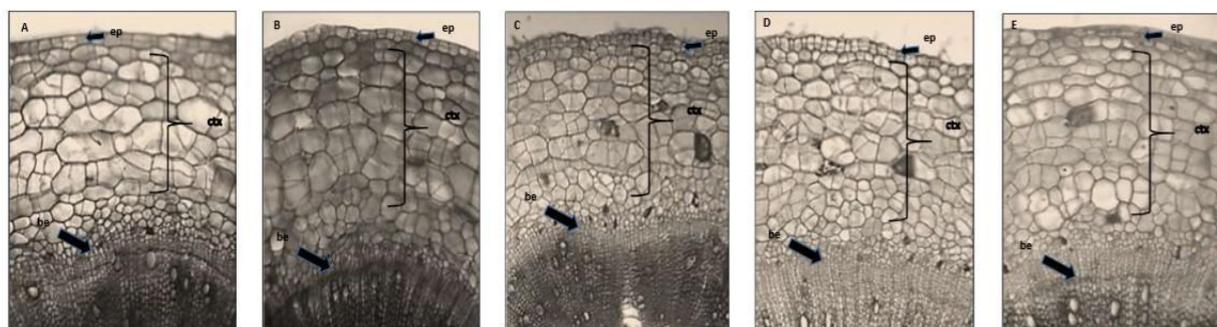


Figura 1. Anatomia do sistema radicular de plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.), submetidas a aplicação de silício (B, C, D e E) e a testemunha (A), sendo inoculado com o fungo (*Fusarium solani*). ep = epiderme. ctx = córtex. be = bainha esclerênquima.

O fungo atua inicialmente impedindo a passagem de sais e nutrientes para parte aérea, percebe-se com as análises que não se obteve alteração na anatomia do sistema radicular entre os tratamentos analisados incluindo a testemunha, com as condições que foi conduzido o experimento. A colonização pode ter sido ineficiente devido ao rápido crescimento da planta, visto que o fungo infecta com maior severidade as plantas no estágio de plântulas.

Porém segundo alguns autores, como Belanger et al.(2003),Brunings et al. (2009), Chain et al.(2009) e Sakr (2016), os efeitos benéficos do Si em relação à resistência das plantas à doença são atribuídos ao acúmulo desse elemento no tecido epidérmico, à formação de complexos com compostos orgânicos na parede celular, à indução de compostos fenólicos, à produção de fitoalexina, glucanase, peroxidase e à regulação da patogenicidade ou estresse expressão gênica relacionada para limitar invasão e colonização de fitopatógenos.

4. CONCLUSÃO

Diante das condições de que foi conduzido o experimento não ocorreu a colonização do fungo *Fusarium solani* nas plantas de pimentão, assim para essa variedade utilizada é indicado realizar um estudo bioquímico para analisar se houve estímulo na produção de alguma substância tóxica para o fungo.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia**. 4 ed. São Paulo: Ceres, 2011. 704p.

BELANGER, R. R.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G. Cytological evidence of an active role of silicon in wheat resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis f. sp tritici*). **Phytopathology**. v. 93, p. 402–412, 2003.

BRUNINGS, A. M.; DATNOFF, L. E.; MA, J. F.; MITANI, N.; NAGAMURA, Y.; RATHINASABAPATHI, B.; KIRST, M. Differential gene expression of rice in response to silicon and rice blast fungus *Magnaporthe oryzae*. **Annals of Applied Biology**. v. 155, p.161–170, 2009.

CHAIN, F. CÔTÉ-BEAULIEU, C.; BELZILE, F.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. A comprehensive transcriptomic analysis of the effect of silicon on wheat plants under control and pathogen stress conditions. **Molecular Plant-Microbe Interactions**. v. 22, p. 1323–1330, 2009.

DATNOFF, L.E, RODRIGUES, F.A, SEEBOLD, K.W. Silicon and Plant Nutrition. In: Datnoff LE, Elmer WH, Huber DM (Eds.) **Mineral nutrition and plant disease**. Saint Paul MN. APS Press, p. 233-246, 2007.

FAUTEUX, F. BOREL, W. R.; MENZIES, J.G.; R. R. BÉLANGER. Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. **FEMS Microbiology Letters**. v. 249:p. 1–6, 2005.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa. **UFV**. 421p, 2008.

HENZ, G.P. et al. Como cultivar pimentão: alta produtividade. **Cultivar hortaliças e frutas**, v.7, p.1-6, 2007.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de Cálcio e Magnésio na Agricultura**. 2.ed. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2002. 24 p. (Boletim Técnico, 1).

LIANG, Y.C.; SOL, W. C.; SI, J.; RÖMHELD, V. Effects of foliar and root applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in *Cucumis sativus*. **Plant Pathology**, v.54, p.678-685, 2005.

MA, J.F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plant. In: **Silicon in Agriculture**. Edited by DATNOFF, L. E., KORNDÖRFER, G. H., SNYDER, G. New York: Elsevier science. p.17-39, 2001.

MA, J.F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Trends in Plant Science**, v.11, p.392-397, 2006.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 638 p, 2006.

MENZIES, J. EHRET, D. L.; GLASS, A. D. M.; SAMUELS, A. L. The influence of silicon on cytological interactions between *Sphaerotheca fuliginea* and *Cucumis sativus*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.39, p.403-414, 1991.

MITANI, N., MA, J.F. Uptake system of silicon in different plant species. **Journal of Experimental Botany**, v. 56, p. 1255-1261, 2005.

PIZZINATTO, M.A., TANAKA, M.A.S. Método para identificação de *Colletotrichum gossypii* e *C. gossypii* var. *cephalosporioides* em sementes de algodoeiro baseado no hábito de crescimento. II. Avaliação em casa de vegetação. **Summa Phytopathologica** v. 22, p. 122-127. 1996.

POZZA, A. A. A.; ALVES, E.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G.; MONTANARI, M.; GUIMARÃES, P. T. G.; SANTOS, D. M. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.2, p.185-188, 2004.

RODRIGUES, S.F.; RESENDE, R. S.; DALLAGNOL, L. J.; DATNOFF, L. E. Silicon potentiates host defense mechanisms against infection by plant pathogens. In: **Silicon and Plant Disease**. Rodrigues F. A., and L. E. Datnoff (eds.). Springer International Publishing, Switzerland, p. 109–138, 2015.

SAKR, N. The role of silicone (Si) in increasing plant resistance against fungal diseases. **Plant Protect.** v. 9, p. 1–15, 2016.

SANTOS, P.R.; MOURA, F. M.; ALVES, A. O.; ROCHA, F.A.T.; RODRIGUES, J. D.; FILHO, F. P. L.; MENEZES, D. **Avaliação de híbridos simples e triplos de pimentão em ambiente protegido**. XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

SOUZA, M. J. R.; MELO, D. R. M.; FERNANDES, D.; SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R. Crescimento e produção do pimentão sob diferentes concentrações de biofertilizante e intervalos de aplicação. **Revista Verde**, Mossoró – RN – Brasil. v.4, n.4, p. 42 – 48, 2009.

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. Doenças fúngicas. In: J. U. T. BRANDÃO FILHO, P. S. L. FREITAS, L. O. S. BERIAN, R. GOTO. **Hortalças-fruto** — Maringá: Eduem, 2018. 535 p

TREMACOLDI, C. R. **Principais doenças fúngicas da pimenteira-do-reino no Estado do Pará e recomendações de controle**. Belém. Embrapa Amazônia Oriental. 2010. 23p. (Documentos, 367).

DINÂMICA POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (Diptera: Tephritidae) E PARASITOIDES EM POMARES DOMÉSTICOS NOS MUNICÍPIOS DE BARRA DE SANTA ROSA, CUITÉ E REMÍGIO - PB

Lylian Souto Ribeiro^{1*}, Khyson Gomes Abreu¹, Nayana Rodrigues de Sousa¹, Marília Macedo Duarte Morais¹, Angélica da Silva Salustino¹, Denilson de Lima Santos¹, Carlos Henrique de Brito¹.

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

RESUMO

A infestação em pomares por moscas-das-frutas é de grande preocupação pois, estas são consideradas as maiores pragas de fruteiras no país e no mundo causando danos diretos e indiretos. Neste sentido se faz necessário conhecer a biodiversidade e o monitoramento destas populações através de armadilhas e atrativos alimentares. Este trabalho teve como objetivo caracterizar as populações de moscas-das-frutas por meio de índices faunísticos e dinâmica populacional ao longo do ano em pomares domésticos nos municípios de Barra de Santa Rosa, Cuité e Remígio – PB. De todas as coletas realizadas foi encontrado um total geral de 10 indivíduos sendo oito *Anastrepha sororcula* e duas *Ceratitidis capitata*, encontradas nos municípios de Remígio e Cuité, respectivamente. No município de Barra de Santa Rosa não foi encontrado nenhum indivíduo no período do estudo. Em relação a infestação dos frutos, os resultados obtidos foram 66,6% de viabilidade pupal e taxa de emergência para o hospedeiro *Psidium guajava* na cidade de Cuité, 42,85% de viabilidade pupal e taxa de emergência para o hospedeiro *P. guajava* e 75% de viabilidade pupal e taxa de emergência para o hospedeiro *Citrus sinensis* na cidade de Remígio – PB. Desta forma, concluímos que o município de Remígio apresenta maior incidência de moscas-das-frutas da espécie *A. sororcula* e o município de Cuité apresentou maior incidência de *C. capitata*; O município de Barra de Santa Rosa está ausente de infestação de moscas-das-frutas nos frutos no período coletado; As moscas-das-frutas foram encontradas em hospedeiros de goiaba e laranja em todos os locais estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiversidade, *Psidium guajava*, *Citrus sinensis*.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os aspectos fitossanitários, a infestação por moscas-das-frutas (Díptera: Tephritidae) é considerada o maior gargalo na produção, comercialização e exportação de frutíferas, caracterizando-se como a maior praga das fruteiras do país, considerando os danos diretos e indiretos que causam, e a alta capacidade de adaptação a outras regiões, quando introduzidas (praga quarentenária) (GODOY et al., 2011). Seus prejuízos são decorrentes tanto da oviposição quanto da alimentação das larvas que aceleram a maturação e provocam a queda antecipada do fruto, impossibilitando a comercialização e industrialização, além das barreiras fitossanitárias impostas pelos países importadores (SANTOS et al., 2012).

O monitoramento populacional das moscas-das-frutas, realizado com o uso de armadilhas e coletas manuais permite verificar a flutuação populacional destes insetos relacionados com fatores abióticos (por exemplo, o clima), auxiliando na definição das épocas de maior ou menor possibilidade de infestações através da disponibilidade de frutos hospedeiros, hospedeiros alternativos e inimigos naturais. Portanto, é fundamental ter cautela na inferência de afirmação que tal fator biótico ou abiótico é único ou o principal responsável por picos populacionais das moscas naquela época do ano (ALUJA, 1994; ARAUJO et al., 2008).

Diante do exposto e da inexistência de informações sobre as espécies de moscas-das-frutas, principalmente na microrregião do Curimataú Ocidental e considerando a importância ecológica e econômica deste grande grupo, o presente trabalho teve como objetivo, caracterizar as populações de

moscas-das-frutas por meio de índices faunísticos e estudar a dinâmica populacional ao longo do ano em pomares domésticos nos municípios de Barra de Santa Rosa, Cuité e Remígio – PB.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área experimental

As áreas de coleta situam-se na Mesorregião do Agreste Paraibano e Microrregião do Curimataú Ocidental nos Municípios de Barra de Santa Rosa, Cuité e Remígio – PB, sendo em cada cidade duas propriedades privadas. As propriedades foram selecionadas através do critério de diversidade de espécies frutíferas, após prévio contato com técnicos extensionistas da Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária – EMPAER. As coletas foram realizadas no período de novembro/2020 a maio/2021, nas propriedades descritas na tabela 1, com pomares livres de qualquer uso de agrotóxicos, com exceção da cidade de Cuité, pois estes são pomares comerciais. A finalidade das frutas nestas propriedades é para consumo doméstico e/ou comercial.

Tabela 1. Propriedades estudadas nas localizações do presente trabalho.

PROPRIEDADE	LOCALIZAÇÃO
Sítio Canastra	Barra de Santa Rosa – PB
Fazenda Riachão	Barra de Santa Rosa – PB
Comunidade de Lagoa do Meio	Cuité – PB
Comunidade Quilombola Senhor do Bonfim	Remígio - PB

2.2. Coleta dos frutos e obtenção dos adultos

A aquisição dos frutos foi obtida através de coletas mensais em pomares domésticos coletando-se preferencialmente frutos maduros ou em início de maturação, diferenciando frutos de solo e da planta. O número de frutos coletados variou de acordo com o período de frutificação. Os frutos coletados foram transportados em bandejas até o Laboratório de Invertebrados, pertencente ao Departamento de Biociências do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – Areia/PB, onde foram contabilizados, individualizados por tipo, pesados e mantidos em bandejas plásticas teladas com uma camada de vermiculita, substrato para pupação. As bandejas foram etiquetadas com os dados de campo e mantidas no referido laboratório.

Após o período compreendido entre 10 e 13 dias, os frutos, já em estágio de apodrecimento, foram examinados a fim de localizar larvas tardias e, posteriormente foi feito o descarte. Os recipientes foram examinados periodicamente e os pupários coletados e armazenados em placas de Petri com areia, sendo cobertos por “voil” e mantidos no laboratório até a emergência das moscas. O material coletado foi transferido para eppendorf de 2 mL contendo álcool 70% para posterior identificação.

2.3. Monitoramento de adultos nos pomares

O monitoramento dos adultos de moscas-das-frutas foi realizado com auxílio de armadilhas construídas a partir de garrafas plásticas (2L) com quatro orifícios de 2,5 cm diâmetro, localizados a 10cm de distância da abertura superior da garrafa. No interior da armadilha foram adicionados 300 ml de atrativo alimentar de solução aquosa de proteína hidrolisada (Bioanastrepha®) a 5% da solução por armadilha (FONFOKA, 2007), como observado na figura 1.

Duas armadilhas por propriedade ficaram suspensas na copa da fruteira a uma distância de $\frac{3}{4}$ de sua altura, a partir do nível da superfície do solo, ficando geralmente na porção mediana da copa da árvore, altura em que normalmente se concentra um maior número de moscas. Foi utilizado este tipo de armadilha por ser uma tecnologia acessível a todos os produtores rurais para a realização de frequentes monitoramentos.

Após a confecção das armadilhas, estas foram levadas aos locais de coleta e após oito dias da instalação foi realizada a coleta dos insetos capturados. O material coletado pelas armadilhas foi identificado quanto a localização e data de coleta e acondicionado em potes plásticos de 80 mL. Após

a chegada do material no laboratório, o mesmo foi identificado a nível taxonômico e transferido para microtubos de 2 ml contendo álcool 70% para garantir a integridade do material.

A distribuição das armadilhas caça-moscas assim como as coletas dos frutos, foram realizadas em espécies botânicas identificadas como hospedeiras de moscas-das-frutas, pertencentes às famílias: Myrtaceae, Passifloraceae, Malpighiaceae, Solanaceae, Lauracea, Rutaceae e Anacardiaceae.

2.4. Identificação de espécies de moscas-das-frutas

Os exemplares de moscas-das-frutas foram separados por sexo e apenas as fêmeas foram identificadas uma vez que, os machos não apresentam os caracteres diagnósticos para a identificação específica (ZUCCHI, 2000).

A identificação dos exemplares coletados foi realizada por meio da análise morfológica das fêmeas adultas do gênero *Anastrepha*, com base principalmente no ápice do acúleo utilizando-se chaves de identificação (ZUCCHI, 2000). O acúleo das fêmeas foi extrovertido, destacado da membrana eversível e montado em glicerina entre lâmina e lamínula e examinados sob lupa estereomicroscópio. O exame do acúleo será realizado ao microscópio óptico sob aumento de 20X ou 40X.

Os espécimes foram depositados na coleção científica de insetos do Laboratório de Invertebrados, do Setor de Biologia Animal da Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB.

2.5. Parâmetros analisados

2.5.1. Flutuação populacional

O levantamento dos exemplares de *Anastrepha sororcula* e *Ceratitis capitata* para estudo da flutuação populacional foi realizado por um período de 7 meses através de coletas em armadilhas, baseando-se no número total de adultos de *A. sororcula* e *C. capitata* por mês, onde o valor obtido foi determinado pela soma do número de adultos machos e fêmeas capturados na coleta do mês em referência, sendo analisada em relação a variáveis climáticas temperatura, umidade e precipitação pluviométrica.

2.5.2. Nível de infestação com base na coleta dos frutos

2.5.2.1. Viabilidade pupal (Souza et al., 2005)

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

VP% = Viabilidade pupal; n = nº moscas emergidas; N= nº total de pupários; np = nº de parasitoides emergidos.

2.5.2.2. Taxa de emergência (Castro Portilla, 2002)

$$E \% = \frac{n}{N} \times 100$$

E % = Taxa de emergência; n = nº de moscas emergidas; N = nº total de pupários.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

a. Levantamento e diversidade de moscas-das-frutas

No município de Remígio foram capturadas em armadilhas pet apenas duas moscas-das-frutas e nos frutos foram capturados seis indivíduos, todas da espécie *A. sororcula*. No município de Cuité foram capturadas nos frutos duas moscas-das-frutas da espécie *C. capitata*, totalizando assim 10 indivíduos como apresentado na tabela 2.

O número de fêmeas encontradas foi maior (9) que o número de machos (1) (Tabela 3). No município de Barra de Santa Rosa não foi encontrado nenhum indivíduo em independentemente do método de coleta. No município de Remígio, o número de tefritídeos foi relativamente maior, com total de seis indivíduos capturados nos frutos e dois em armadilhas, onde, todos são pertencentes a

espécie *A. sororcula*. Nos frutos coletados no município de Cuité foram encontrados apenas dois exemplares de moscas-das-frutas da espécie *C. capitata*.

Tabela 2. Número total de moscas-das-frutas das espécies *Anastrepha sororcula* e *Ceratitidis capitata* obtidas em armadilhas pet e em frutos de pomares domésticos, nos municípios de Remígio, Barra de Santa Rosa e Cuité - PB, no período de novembro/2020 a maio/2021.

Armadilhas Pet			
Espécies	Remígio	Barra de Santa Rosa	Cuité
<i>A. sororcula</i>	2	-	-
<i>C. capitata</i>	-	-	-
Total			2
Frutos			
Espécies	Remígio	Barra de Santa Rosa	Cuité
<i>A. sororcula</i>	6	-	-
<i>C. capitata</i>	-	-	2
Total			8
Total geral			10

Tabela 3. Número de indivíduos machos e fêmeas de tefritídeos coletados em armadilhas pet e em frutos nos municípios de Remígio, Barra de Santa Rosa e Cuité, no período de novembro/2020 a maio/2021.

Indivíduos coletados em armadilhas pet				
	<i>A. sororcula</i>		<i>C. capitata</i>	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
Remígio – PB	-	2	-	-
Barra de Santa Rosa – PB	-	-	-	-
Cuité – PB	-	-	-	-
Total de indivíduos				2
Indivíduos coletados em frutos				
	<i>A. sororcula</i>		<i>C. capitata</i>	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
Remígio – PB	1	5	-	-
Barra de Santa Rosa – PB	-	-	-	-
Cuité – PB	-	-	-	2
Total de indivíduos				2

3.2. Hospedeiros de moscas-da-frutas

De acordo com a distribuição das armadilhas pet/hospedeiro, a espécie *A. sororcula* foi capturada em frutos da goiabeira (*Psidium guajava*) da família Myrtaceae na cidade de Remígio-PB.

Ainda na cidade de Remígio, para frutos coletados tanto na planta e no solo, foram encontradas moscas-das-frutas em laranja (*Citrus sinensis*) da família Rutaceae sendo estas, pertencentes a espécie *A. sororcula* (Tabela 4). No município de Barra de Santa Rosa não foram encontradas nenhuma espécie. Já na cidade de Cuité, para frutos coletados na planta, foram encontradas moscas-das-frutas em goiaba.

Tabela 4. Número de adultos de moscas-das-frutas obtidas nos hospedeiros, no período de novembro/2020 a maio/2021, nos municípios de coleta.

Remígio				
Família	Nome comum	Adultos	Coleta	Procedência
Rutaceae	Laranja	6	Fruto	E
Myrtaceae	Goiaba	2	Armadilha	E
Cuité				
Myrtaceae	Goiaba	2	Fruto	E

E – Procedência da cultura desconhecida.

3.3. Estudos de flutuação populacional de moscas-das-frutas em armadilhas PET

Nos municípios de Cuité e Barra de Santa Rosa não foram encontrados indivíduos nas armadilhas. No entanto, no município de Remígio foram encontradas moscas-das-frutas da espécie *A. sororcula* no mês de dezembro (Figura 1). Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação obtiveram médias de 24,8 °C, 83% e 38 mm para a cidade de Cuité, 24,7°C, 79% e 43 mm para a cidade de Barra de Santa Rosa, 24,7 °C e 85% e 42 mm para a cidade de Remígio (AESA).

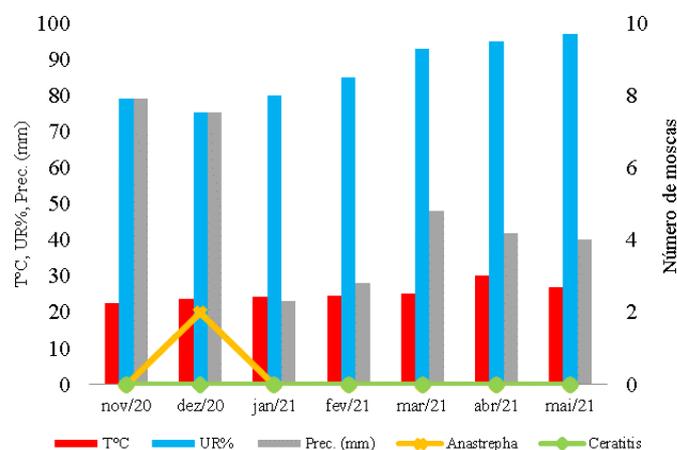


Figura 1. Flutuação populacional de moscas-das-frutas da espécie *A. sororcula* obtidas em armadilhas caça-moscas em pomares domésticos, no município de Remígio – PB de acordo com a variação de temperatura, umidade e precipitação pluviométrica, no período de novembro de 2020 a maio de 2021.

3.4. Níveis de infestação de moscas-de-frutas em frutos coletados

No município de Cuité - PB foi observado a presença apenas de *C. capitata* no hospedeiro *P. guajava*, sendo coletado um total de 38 frutos, tanto da planta como do solo, destes, três frutos apresentaram incidência de tefritídeos, formando três pupários com emergência de dois adultos, resultando em uma viabilidade pupal e taxa de emergência de 66,66%. Já para o município de Remígio – PB, foi observado a espécie *A. sororcula* nos hospedeiros *P. guajava* e *C. sinensis*, sendo coletados um total de 19 frutos, tanto na planta como do solo, destes, cinco goiabas com sete pupários e emergência de três adultos, obtendo viabilidade e taxa de emergência de 42,85 %, nas laranjas foram coletadas um total de 12 frutos, destes, três tiveram incidência de larvas, formando quatro pupários com emergência de três adultos obtendo viabilidade e taxa de emergência de 75 % (Tabela 5).

Tabela 5. Índices de infestação de *Ceratitits capitata* em frutos nos municípios de Cuité – PB e Remígio - PB, no período de novembro/2020 a maio/2021.

Cuité – PB							
Nome científico	Nome comum	Nº de frutos infestados	Nº de pupários	Nº de frutos / Nº de pupários	Nº de adultos emergidos	Viabilidade pupal (%)	Taxa de emergência (%)
<i>P. guajava</i>	Goiaba	3	3	1	2	66,66	66,66
Remígio – PB							

<i>P. guajava</i>	Goiaba	5	7	0,71	3	42,85	42,85
<i>C. sinensis</i>	Laranja	3	4	0,75	3	75	75

3.5. Levantamento e diversidade de moscas-das-frutas

O baixo número de *C. capitata* encontradas nas localidades estudadas pode estar relacionado com a distância entre essas propriedades e áreas urbanas, visto que, de acordo com Malavasi (2000), a ocorrência de *C. capitata* encontra-se praticamente restrita às áreas urbanas, apresentando populações com baixa densidade nas áreas rurais e pomares comerciais em regiões Norte/Nordeste. Alvarenga et al. (2010), também destaca resultados que demonstram um maior número de moscas-das-frutas pertencentes a espécie *C. capitata* em pomares domésticos de áreas urbanas do norte de Minas Gerais, sendo, seis vezes maior que o número de *A. sororcula*.

O número de moscas encontradas, também apresenta correlação com a quantidade de frutos presentes nos pomares, assim como, de acordo com a época do ano (SOUZA et al., 2008). Resultados coincidentes a este foram apresentados por Duarte et al. (2015), onde foram encontrados reduzidos números de moscas-das-frutas pertencentes a espécie *A. sororcula* e a *C. capitata* em decorrência da época de frutificação de goiabas nos pomares semi-orgânicos.

3.6. Hospedeiros de moscas-das-frutas

Resultados coincidem com Silva (2013), que também encontraram as espécies *A. sororcula* e *C. capitata* em pomares domésticos do município de Areia - PB em todas as famílias de hospedeiros citados: Anacardiaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, Rutaceae e Oxalidaceae. A cidade de Areia – PB está localizada próxima a cidade de Remígio – PB, um dos locais de coleta do estudo, o que pode justificar a coincidência com o tipo de hospedeiros estabelecidos nos locais.

3.7. Estudos de flutuação populacional de moscas-das-frutas em armadilhas PET

Os resultados do estudo demonstraram correlação da oscilação populacional das moscas-das-frutas apenas com a precipitação pluviométrica, porém com o número muito baixo de tefritídeos. Com o aumento da precipitação ocorreu o aparecimento de moscas, o que se esperava que ocorresse em meses subsequentes, porém pela baixa disponibilidade de frutos ocorreu exatamente o contrário. Duarte et al. (2015), mostrando maior incidência de moscas-das-frutas em pomares de goiaba durante período mais quente e de alta precipitação pluviométrica. Incidências de mosca-das-frutas em pomares no Cariri durante precipitação pluviométrica elevada também foram encontradas por Azevedo et al. (2012), porém, as temperaturas permaneceram estáveis neste período.

3.8. Níveis de infestação de moscas-das-frutas em frutos coletados

A ocorrência de *C. capitata* apenas em *C. sinensis*, pode estar relacionado com a origem do hospedeiro. Segundo Malavasi & Morgante (1981), hospedeiros exóticos apresentam maiores índices de infestação por *C. capitata*, enquanto os nativos são mais infestados pelas espécies de *A. sororcula*, no entanto, pode ocorrer adaptações, e ambos as espécies se desenvolverem em frutos nativos ou exóticos.

4. CONCLUSÕES

O município de Remígio apresenta maior incidência da espécie *A. sororcula* e o município de Cuité maior incidência de *C. capitata*;

O município de Barra de Santa Rosa está ausente de infestação de moscas-das-frutas nos frutos no período coletado;

As espécies capturadas no presente estudo ocorrem em baixa frequência populacional;

A ocorrência sazonal, bem como os índices de infestação de tefritídeos nos pomares domésticos, estão relacionadas à baixa diversidade de plantas hospedeiras e disponibilidade de frutos.

REFERÊNCIAS

- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review Entomology**, v. 39, p. 155-178, 1994.
- ALVARENGA, C. D.; ALVES, D.A.; SILVA, M.A.; LOPES, E.N.; LOPES, G.N. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares da área urbana no norte de Minas Gerais**. Universidade Federal Rural do Semiárido, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema>>. Acesso em: 24 de junho 2020.
- ARAUJO, E.L.; SILVA, R.K.B.; GUIMARÃES, J.A.; SILVA, J.G.; BITTENCOURT, M.A.L. Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera:Tephritidae) em goiaba *Psidium guajava* L., no município de Russas (CE). **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.138-146, 2008.
- AZEVEDO, F. R., GURGEL, L. S.; SANTOS, M. L. L.; SILVA, F. B. MOURA, M. A. R.; NERE, D. R. Eficácia de armadilhas e atrativos alimentares alternativos na captura de moscas-das-frutas em pomar de goiaba. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, p. 343-352, 2012.
- CASTRO PORTILLA, N. E. **A acerola (*Malpighia puniceifolia* L., 1972) como hospedeiro de moscas-das-frutas (Diptera:Tephritidae) no Recôncavo da Bahia**. 2002. 63f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2002.
- DUARTE, R.T. et. al. Flutuação Populacional de moscas-das-frutas em pomar de goiaba no município de Pindorama – SP. Dourados: **Revista Agrarian**, v. 8, n. 28, 11 mar. 2015. Anual. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/2707>. Acesso em: 24 jun. 2020.
- FOFONKA, L. **Espaço agrícola, ambiente e agroecologia: incidência de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) nos pomares de laranja do município de Caraá, RS**. 2006. 149 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2006.
- GODOY, M. J. S.; PACHECO, W. S. P.; MALAVASI, A. Moscas-das-frutas quarentenárias para o Brasil. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (eds.). **Moscas-dasfrutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. Cap. 7. p. 111-131.
- SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (eds.). **Moscas-dasfrutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. Cap. 7. p. 111-131.
- MALAVASI, A.; MORGANTE, J.S. Adult and larval population fluctuation of *Anastrepha fraterculus* and its relationship to host availability. **Environmental Entomology**, v.10, p.275-278, 1981.
- MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. Manejo integrado de moscas-das-frutas. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil – Conhecimento Básico e Aplicado**. Holos, 2000. 325p.
- SANTOS, J. M. dos; **Levantamento populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), seus parasitoides e hospedeiros em cultivo orgânico e convencional em Maceió, AL**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, 77 p. 2012.
- SILVA, J. G. **Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)**. 2013. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, 2013.

SOUZA, S.A.S.; RESENDE, A.L.S.; STRIKIS, P.C.; COSTA, J.R.; RICCI, M.S.F; AGUIAR-MENEZES, E.L. Infestação natural de moscas frugívoras (Diptera: Tephritidae) em café arábico, sob cultivo orgânico arborizado e a pleno sol, em Valença, RJ. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 4, p. 639-648, 2005.

SOUZA, A. J. B.; LIMA, M. G. A de; GUIMARÃES, J. A.; FIGUEIREDO, A. E. Q. de. Moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) associadas às plantas hospedeiras o pomar do Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 1, p. 21-27. 2008.

PLANTAS INSETICIDAS E SUA IMPORTÂNCIA NO CONTROLE DE PRAGAS DE GRÃOS ARMAZENADOS

Nayana Rodrigues de Sousa^{1*}, Marco Antônio Nunes Santana², Angélica da Silva Salustino¹, Lylian Souto Ribeiro¹, Khyson Gomes Abreu¹, Andrezza Maddalena¹, José Vitorino da Silva Neto³

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, e-mail: nayanasousa12@hotmail.com

²Universidade Estadual do Piauí-UESPI/ Campus Picos, Picos-PI.

³Universidade Rural de Pernambuco-URFPE/ Campus Recife-PE.

RESUMO

As perdas de grãos ocasionadas por pragas em armazéns ou presença de fragmentos de insetos em subprodutos alimentares trazem a deterioração da massa dos grãos. Para o controle biológico, uma das alternativas de baixo custo e sem contaminação do meio ambiente é a utilização de plantas inseticidas, que são uma alternativa viável por ter baixo custo, são de fácil preparação e podem ser facilmente encontradas. Nesse sentido, objetivou-se com essa revisão reunir informações sobre o uso de extratos naturais de plantas e sua aplicação em pragas de grãos armazenados. Realizou-se uma revisão bibliográfica sobre as principais pragas, os inseticidas naturais e as espécies de plantas com princípios ativos que podem ser utilizados como extratos aplicados no controle dos insetos. Concluiu-se que os extratos apresentam potencial no controle das pragas de grãos armazenados e são necessários mais estudos e pesquisas de espécies de plantas para que esse método de controle possa ganhar mais espaço.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, extrato vegetal, insetos.

1. INTRODUÇÃO

As unidades armazenadoras de grãos são definidas como complexos agroindustriais, constituídas de estruturas que tem por finalidade receber, pré-beneficiar, armazenar e expedir a produção agrícola de uma determinada área (MESQUITA et al., 2007).

Com o aumento da produção de grãos, surge o surgimento de pragas, essas resultam da infestação de insetos-praga em grãos armazenados que se traduz em perdas de massa, disseminação de fungos, deposição de dejetos na massa de grãos, origem de focos de calor durante o armazenamento e depreciação dos valores nutricionais e comerciais dos grãos, o que determina, conseqüentemente, a redução do valor de mercado (JAYAKUMAR et al., 2017).

Existem vários insetos que podem reduzir o rendimento agrônômico, sendo muitos desses insetos pertencentes a ordem coleóptera, acarretando perdas de produtividade em diversas culturas, exemplo: vaquinha-do-feijoeiro, *Cerotoma arcuatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) e o manhoso, *Chalcodermus bimaculatus* (Coleoptera: Curculionidae) (SANTOS; QUINDERÉ, 1988; QUINTELA et al., 1991; SILVA; CARNEIRO, 2000).

Para controle biológico, uma das alternativas de baixo custo e sem poluições ao meio ambiente, é a utilização de plantas inseticidas que são uma alternativa viável por ter baixo custo, de fácil preparação e podem ser facilmente encontradas em locais de vegetação em áreas urbanas e rurais. Essas plantas podem ser usadas como óleo, pós-secos e extratos, com ação sobretudo de contato pois são fumigantes, causam repelência, altera o crescimento, prolonga o desenvolvimento, e ocasiona mortalidade (ALMEIDA et.al.; 2009).

Portanto, essa revisão bibliográfica teve como objetivos trazer informações sobre o uso de extratos naturais de plantas que sejam específicos, biodegradáveis, de fácil aquisição e de custo relativamente baixo e que, quando comparado aos inseticidas convencionais, trazem maior sustentabilidade no seu uso e aplicação.

2. PRAGAS DE GRÃO ARMazenADOS

As pragas de grão armazenados primárias são aquelas que atacam grãos e sementes sadias e, dependendo da parte do grão que atacam, podem ser denominadas pragas primárias internas ou externas. As primárias internas perfuram os grãos e sementes e nestes penetram para completar seu desenvolvimento, alimentam-se de todo o interior do grão ou semente e possibilita a instalação de outros agentes de deterioração. As pragas primárias externas destroem a parte exterior do grão ou semente (casca) e, posteriormente, alimentam-se da parte interna sem, no entanto, se desenvolverem no interior destes. Há destruição do grão ou semente apenas para fins de alimentação (LORINI, 2008).

Pragas secundárias se definem aquelas que não conseguem atacar grãos e sementes sadias, pois requerem que estejam danificados ou quebrados para deles se alimentarem. Essas pragas ocorrem na massa de grãos quando estes estão trincados, quebrados ou mesmo danificados por pragas primárias. Multiplicam-se rapidamente e causam prejuízos elevados (LORINI, 2008).

As principais pragas de grãos armazenados são as que se dispõem a seguir:

2.1 *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: *Bostrychidae*).

Os adultos são besouros de 2,3 mm a 2,8 mm de comprimento, possuem 3,9 mm de comprimento e 1,0 mm de largura do corpo, aproximadamente. As larvas são de coloração branca, com cabeça escura, e medem cerca de 2,8 mm quando completamente desenvolvidas. Os ovos são cilíndricos, embora variáveis na forma, inicialmente brancos e posteriormente rosados e opacos, com 0,59 mm de comprimento e 0,2 mm de diâmetro (POTTER, 1935). O ciclo de vida da praga é de, aproximadamente, 60 dias. A fêmea tem fecundidade média de até 250 ovos (ALMEIDA; POY, 1994).

2.2 *Sitophilus oryzae* e *S. zeamais* (Coleoptera: *Curculionidae*)

Essas duas espécies são muito semelhantes em características morfológicas e podem ser distinguidas somente pelo estudo da genitália. Ambas podem ocorrer juntas na mesma massa de grãos ou sementes, independentemente da região e tipo dos mesmos. Tanto larvas como adultos são prejudiciais e é uma praga primária interna de grande importância, pois pode apresentar infestação cruzada, ou seja, infestar grãos no campo e também no armazém, onde penetra na massa de grãos (LORINI, 2008).

2.3 *Tribolium castaneum* (Coleoptera: *Tenebrionidae*)

Considerada praga secundária, ataca bastante o milho e geralmente, sua presença é sinal de que os grãos estão infestados por pragas primárias. Se as condições de armazenamento forem favoráveis ao seu desenvolvimento, *T. castaneum* pode causar prejuízos ainda maiores aos causados pelo ataque das pragas que permitiram sua instalação (TREMATERA, 2000).

2.4 *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: *Anobiidae*)

O inseto *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Anobiidae) é uma praga conhecida por infestar e se adaptar a uma grande variedade de alimentos secos, massas, biscoitos, chocolates, farinhas, desde sua produção e armazenamento na indústria, nos supermercados, até a residência do consumidor. Também ocorre em especiarias, grãos, leveduras, fumo armazenado e até mesmo em produtos de origem animal, como couro e seda (LORINI, 2015). Os adultos vivem até 20 dias e não se alimentam. Já as larvas escavam o grão fazendo galerias por dentro. Não atacam plantas vivas mas atacam grãos em armazenamento (FERRI, 2014).

2.5 *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: *Silvanidae*)

É uma espécie cosmopolita que ocorre em praticamente todas as regiões do mundo, sempre em produtos armazenados. É considerada uma praga que infesta uma grande variedade de commodities, especialmente cereais, frutos secos e oleaginosas. Assim, grãos de milho, trigo, arroz, soja, cevada, aveia, entre outros, são os mais procurados pela espécie. Também é uma praga infestante de estruturas

de armazenamento, como moegas, máquinas de limpeza, elevadores, secadores, túneis, fundos de silos e caixas de expedição (BOOTH et al., 1990). A praga é considerada secundária pois ataca grãos quebrados, fendidos e restos de grãos (LORINI, 2008).

2.6 *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae)

Espécie cosmopolita, podendo ser encontrada em todos os lugares do mundo. É uma praga infestante de estruturas de armazenamento como moegas, máquinas de limpeza, elevadores, secadores, túneis, fundos de silos e caixas de expedição. Consome grãos quebrados e restos de grãos e de farinhas, causando elevação na temperatura da massa de grãos e deterioração deles (LORINI, 2012).

2.7 *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae)

Considerada e vista como uma praga primária de produtos armazenados, ela ataca principalmente leguminosas como feijão. Está adaptada tanto para viver e reproduzir em regiões tropicais como nas temperadas, em condições de baixa umidade (PEREIRA, 1993).

2.8 *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae)

Os adultos são mariposas com 20 mm de envergadura, com cabeça e tórax de coloração pardo-avermelhada, as larvas são de coloração branca, passando a rosada em algumas partes do corpo. A fêmea ovípara de 100 a 400 ovos na superfície de grãos. O desenvolvimento de ovo a adulto é completado em aproximadamente 28 dias (LORINI, 2008).

2.9 *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae)

O inseto foi relatado no cacau, no fumo, nos frutos secos, nos vegetais desidratados, nos cereais e nas oleaginosas. Grãos e sementes de soja, milho, sorgo, trigo, arroz, cevada e aveia são preferidos, além de produtos elaborados, como biscoitos, barras de cereais e chocolates (GALLO et al., 1988). Lorini (2012) relata que esse inseto também conhecido como traça-dos-cereais é praga cosmopolita.

3. INSETICIDAS NATURAIS.

Em coevolução, plantas e insetos, que vivem juntos há mais de 350 milhões de anos, desenvolveram estratégias para evitar o ataque e os sistemas de defesa de um contra o outro. Essa corrida evolutiva entre plantas e insetos resultou no desenvolvimento do sistema de defesa nas plantas, que tem a capacidade de reconhecer moléculas não-próprias ou sinais de células danificadas, assim como os animais, e ativa a resposta imune das plantas contra os herbívoros. Para combater o ataque de herbívoros, as plantas produzem estruturas morfológicas especializadas ou metabólitos secundários e primários como as proteínas que têm efeitos tóxicos, repelentes e/ou antinutricionais sobre os herbívoros (WAR et al., 2012).

O modo de ação dos inseticidas botânicos é diferente, através de uma ação tóxica, dá interferência no metabolismo de órgãos, por contato ou ingestão. Estes inseticidas são produtos derivados de partes de plantas, que apresentam efeitos letais dependendo das dosagens utilizadas.

Na Índia, por volta de 2.000 A.C., já se fazia o uso de inseticidas botânicos (provenientes de plantas) no controle de pragas. No Egito durante a época dos Faraós e na China por volta do ano de 1.200 A.C. inseticidas derivados de plantas já eram usados para controle de pragas de grãos armazenados aplicados diretamente nos grãos ou por fumigação destes. Já no século 16 os europeus já faziam uso de diversas plantas para efetuarem o controle de pragas. Entretanto, após a segunda guerra mundial com o advento dos inseticidas organo-sintéticos o uso de inseticidas botânicos foi reduzido grandemente (THACKER, 2002).

Diversas pesquisas têm demonstrado a viabilidade do uso de pós e óleos vegetais (HAQUE et al., 2000) e substâncias inertes no controle pragas de grãos armazenados, devido ao seu efeito, facilidade de obtenção, baixo custo e segurança para aplicadores e consumidores (FIELDS e KORUNIC, 2000).

4. ESPÉCIES DE PLANTAS COM PRINCÍPIO ATIVO INSETICIDA.

As primeiras substâncias utilizadas como inseticidas botânicos foram a nicotina extraída do fumo (*Nicotina tabacum*), a piretrina extraída do crisântemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) e a rotenona extraída de timbós (*Derris* spp.). Também foi comprovada a ação inseticida de óleos essenciais das plantas capim limão (*Cymbopogon citratus*) e eucalipto citriodora (*Eucalyptus citriodora*) para repelir insetos e borrachudos (MAIRESSE et.al., 2007). As famílias botânicas Meliaceae (nim), Rutaceae (temberati) e Solanaceae (pimenta-do-reino) possuem as maiores quantidades de plantas com potencial inseticida (PONCIO, 2010).

Outra espécie vegetal que vem sendo estudada por causa do seu princípio ativo é a *Dieffenbachia* spp., conhecida popularmente como comigo-ninguém-pode pertence à família Araceae, possui cerca de três mil e quinhentas espécies, originária da América Tropical, constituindo um intenso grupo de plantas tóxicas comumente encontradas em jardins residenciais (DANTAS et al., 2007) e sua ação química está associada às substâncias tóxicas, como alguns lipídios, proteínas e alcaloides (MACHADO, 2013).

O Nim, *Azadirachta indica*, é a planta inseticida mais conhecida e utilizada, e algumas formulações à base de extratos orgânicos (enriquecidos ou não), de óleos brutos ou de limonoides purificados de suas sementes encontram-se disponíveis no mercado de diferentes países. De modo geral, a bioatividade de derivados de nim sobre artrópodes-praga é decorrente do sinergismo de diferentes compostos, especialmente limonoides, sendo o triterpenoide azadiractina o componente ativo majoritário (SUNDARAM, 1996).

Segundo Karahroodi et al. (2009), o pó proveniente de plantas como endro (*Anethum graveolens*), Tomilho (*Thymus vulgaris*), e o alecrim (*Rosmarinus officinalis*) possuem quase 100% de resposta na mortalidade de *P. interpunctella*.

Portanto, a utilização de métodos de controle biológico ou de métodos de controle alternativo contempla, nesse sentido, a cobrança exercida pela sociedade por alternativas que viabilizem práticas agrícolas sem impactos negativos sobre a saúde humana, ambiente e recursos naturais. Além desses métodos apresentarem seletividade e baixa toxicidade quando comparados ao controle químico, podem apresentar efeito repelente, quimioesterilizante, fago-inibidor e inseticida, podendo a aplicação ser na forma de pó, extrato ou óleo (PEDOTTI-STRIQUER et al., 2006).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi revisado a importância dos extratos de espécies de plantas com potencial inseticida em pragas de grãos armazenados. Mediante o que foi exposto, percebe-se que esses extratos apresentam potencial no controle das pragas, principalmente de grãos armazenados. Além disso, é um controle promissor, viável e ecologicamente correto, onde vem ganhando espaço e atenção nos diversos segmentos das ciências agrárias.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. A.; POY, L. D. A. Reprodução de *Rhyzopertha dominica* (F., 1792) (Coleoptera, Bostrychidae) em grãos inteiros e partidos, de cultivares de trigo, de textura vítrea e suave. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 38, p. 599-604, 1994
- ALMEIDA, F. DE A. C.; CAVALCANTI, M. DE F. B. S.; SANTOS, J. F. DOS; GOMES, J. P.; BARROS NETO, J. J. S. Viabilidade de sementes de feijão macassar tratadas com extrato vegetal e acondicionadas em dois tipos de embalagens. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, p.345-351, 2009.
- BOOTH, R. G.; COX, M. L.; MADGE, R. B. **III guides to insects of importance to man 3**. Coleoptera. Wallingford: CAB International, 1990. 384p
- DANTAS, A. C.; GUIMARAES, J.A.; CÂMARA, A. C. L.; AFONSO, J. A. B.; MENDOÇA, C. L.; COSTA, N. A.; SOUZA, M. I. Intoxicação Natural por comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia* spp.) em caprino. **Ciênc. vet. tróp.**, v. 10, p. 119 – 123. Recife-PE. 2007

EMBRAPA milho e sorgo disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/roteiro pedagogico/recursometod/8284_Embrapa_Milho_e_Sorgo.pdf acesso em: 23/04/2019

FERRI, G. C. **Aspectos biológicos de *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Anobiidae) em soja**. 2014. 47 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

FIELDS, P.; KORUNIC, Z. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. **Journal of Stored Products Research**, v.36, p.1-13, 2000.

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. **Manual de entomologia agrícola**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649 p

HAQUE, M.A.; NAKAKITA, H.; IKENAGA, H.; SOTA, N. Development-inhibiting activity of some tropical plants against *Sitophilus zeamais* Mots., 1865 (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v.36, p.281-287, 2000.

JAYAKUMAR, M.; ARIVOLI, S.; RAVEEN, R.; TENNYSON, S. Repellent activity and fumigant toxicity of a few plant oils against the adult rice weevil *Sitophilus oryzae* Linnaeus 1763 (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 5, n. 2, p. 324-335, 2017.

KARAHROODI, Z. R.; MOHARRAMIPOUR, S.; RAHBARPOUR, A. Investigated repellency effect of some essential oils of 17 native medicinal plants on adults *Plodia interpunctella*. American-Eurasian **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 3, n. 2, p. 181-184, 2009.

LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 72 p

LORINI, I. **Insetos que atacam grãos de soja armazenados**. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 421-444

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas**. Brasília: Embrapa, 2015. 84 p.

MACHADO, K. Z. **Avaliação da toxicidade de plantas ornamentais frente ao teste com *Artemia salina* Leach**. Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis PR, 2013.

MAIRESSE, L. A. S.; COSTA, E. C.; FARIAS, J.R.; FIORIN, R.A. Bioatividade de extratos vegetais sobre alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.2, p. 1-12. 2007.

MESQUITA, J. L. M.; MACEDO, M. A. S.; BARBOSA, A. C. T. A. M. **Avaliação do Sistema Brasileiro de Armazenagem Convencional e a Granel: Um estudo apoiando em Análise Envoltória de Dados (DEA)**. XLV Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Londrina. 2007. Disponível em: < <http://www.sober.org.br/palestra/6/393.pdf> > acesso em 02 de abril de 2019.

PEDOTTI-STRIQUER, L.; BERVIAN, C.I.; BAUNQAERTNER, F.S. Ação repelente de plantas medicinais e aromáticas sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Ensaios e Ciência**, v.10, n.1, p.55-62, 2006.

- PONCIO, S. **Biotatividade de inseticidas botânicos sobre *Microtheca ochroloma* Stal** (Coleoptera: chrysomelidae). Dissertação de Mestrado. Santa Maria, RS. 2010
- POTTER, C. The biology and distribution of *Rhizopertha dominica* (Fab.). **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, v. 83, p. 449-482, 1935.
- QUINTELA, E. D. et al. **Principais pragas do caupi no Brasil**. Goiânia: EMBRAPACNPAF, 1991. 37p
- SANTOS, J. H. R. dos; QUINDERÉ, M. A. W. **Distribuição, importância e manejo das pragas do caupi no Brasil**. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. O caupi no Brasil. Brasília: Departamento de publicações. EMBRAPA, 1988. p. 607-649
- SILVA, P. H. S. da; CARNEIRO, J. da S. Pragas do feijão-caupi e seu controle. In: **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: EMBRAPA MEIO-NORTE, 2000. 264p. (EMBRAPA MEIO-NORTE. Circular Técnica, 28
- SUNDARAM, K. M. S. (1996). Azadirachtin biopesticide: a review of studies conducted on its analytical chemistry, environmental behavior and biological effects. **Journal of Environmental Science and Health**. Part. B, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, 31, 913-948
- THACKER, J.R.M. **An Introduction to arthropod pest control**. Cambridge, Cambridge University. 2002, 360p
- TREMATERRA, P. et al., Behavioural responses of *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* to naturally and artificially damaged durum wheat kernels. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 94, p.195-200, 2000.
- WAR, A. R.; PAULRAJ, M. G.; AHMAD, T.; BUHROO, A. A.; HUSSAIN, B.; IGNACIMUTHU, S.; SHARMA, H. C. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. **Plant Signaling & Behavior**. 7:10, 1306-1320. 2012.

ABELHAS, IMPORTANTES POLINIZADORES PARA OS ECOSISTEMAS: UMA REVISÃO

Aíla Rosa Ferreira Batista^{1*}, Daiane Gomes da Silva¹, Lucimere Maria da Silva Xavier¹, Larissa Albuquerque Brito², Ricardo de Sousa Silva³, Acacyara Batista de Sousa⁴, Lucilândia de Sousa Bezerra⁵

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail: batistaaila8@gmail.com

²Universidade Federal de Campina Grande – Campus Pombal-PB

³Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande – PB

⁴Universidade Federal do Piauí – UFPI, Campus Professora Cinobelina Elvas – PI

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

RESUMO

A polinização é um processo de condução de pólen, é um fator indispensável na maior parte das culturas agrícolas, as abelhas são insetos que realizam essa importante atividade nas plantações. O objetivo do presente estudo é realizar uma revisão de literatura e apresentar as abelhas como agentes polinizadores, além de conhecer estratégias para permanência nos ecossistemas. O trabalho foi desenvolvido com base em pesquisa bibliográfica, pesquisando trabalhos científicos publicados no Google Acadêmico, plataforma SCIELO e Periódicos Capes, que apresentassem informações sobre as abelhas. As abelhas desempenham atividade de grande importância para o equilíbrio ambiental, em ecossistemas que apresentam diversidade de alimento e abrigo promovendo maior produtividade, qualidade dos frutos. Em sistemas de monocultivo, somente um alimento é oferecido ao polinizador por um determinado período, assim, as abelhas não coletam a quantidade de pólen suficiente, diferente de sistemas de policultivos, que ampliam as alternativas do sistema agrícola, proporcionando heterogeneidade no plantio. Diante dados expostos, a presença de agentes polinizadores em sistemas agrícolas está associado a boas práticas de manejo, diferente de áreas cujo uso indiscriminado de inseticidas e áreas que o monocultivo predomina.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas agrícolas, Monocultivo, Policultivo.

1. INTRODUÇÃO

Nos ecossistemas agrícolas que é implantado o monocultivo existe a insuficiência de agentes polinizadores, resultando na diminuição da produção, pois a carência desses agentes está inteiramente relacionada com a produtividade (SILVA, et al., 2016). Gonçalves et al., 2021, explica que em sistemas agrícolas de policultivo é comum a presença de agentes polinizadores, e ressalta a importância de técnicas para aumentar a permanência nos sistemas de produção.

Estes polinizadores que estão presentes nos ecossistemas agrícolas são fundamentais para identificar práticas de manejo adequado, com finalidade de minimizar o efeito das alterações ambientais sobre as fontes alimentares e os locais de nidificação. Dessa forma, conhecer as populações de abelhas em áreas agrícolas e entornos dos cultivos é uma exigência na elaboração de manejo eficiente para os sistemas agrícolas (NASCIMENTO et al., 2012).

A criação e utilização de abelhas nos plantios têm apresentado resultados satisfatórios para a agricultura (DALMORA; NASCIMENTO, 2021), gerando renda dos produtos derivados do pólen como o mele outros derivados. O objetivo do presente estudo é realizar uma revisão de literatura apresentar as abelhas como agentes polinizadores e conhecer estratégias para permanência nos ecossistemas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido com base em pesquisa bibliográfica, pesquisando trabalhos científicos publicados no Google Acadêmico, plataforma SCIELO e Periódicos Capes, que apresentassem informações sobre as abelhas.

3. DESENVOLVIMENTO

a. POLINIZAÇÃO

A polinização é o processo de condução do grão de pólen, entre flores da mesma espécie, em que o pólen encontrado no androceu (órgão masculino da flor), é transportado para o gineceu (órgão feminino da flor), no estigma, a parte mais profunda do órgão feminino, o pólen germina e originam frutos, sementes, nozes, vagens entre outros (ALQUINI, 1987; FATTORINI; GLOVER, 2020).

A diversidade da estrutura floral das plantas permitem que as flores apresentem uma ampla variedade na sua estrutura, tamanho, coloração, aroma, recursos florais e a granulometria do grão de pólen (ajustado para a adesão ao corpo do polinizador) (CERQUEIRA; FIGUEIREDO, 2017; VIEIRA et al., 2021), esta estrutura pode ser adaptada para a polinização biótica (água ou vento) ou polinização abiótica (vertebrados e invertebrados) (AZEVEDO-COSTA; OLIVEIRA, 2013).

Os principais polinizadores de espécies vegetais são os invertebrados como: abelhas, besouros, moscas, borboletas, mariposas, entre outros (FALEIRO et al., 2020) e animais vertebrados, como: o homem, aves, morcegos, também realizam esta importante atividade (MONTAÑA et al., 1997).

Os agentes polinizadores encontrados nos cultivos são responsáveis pela ecologia do sistema, estes tem a capacidade de melhorar os organismos vegetais, além de contribuir para a conservação do cultivo e do ecossistema (COSTA; OLIVEIRA, 2013), apresentando harmonia em todo sistema, no qual as plantas proveem aos hóspedes florais, alimento, como néctar, pólen, óleos e resinas, e os polinizadores realizam a disseminação do pólen (VIANA; SILVA, 2015).

b. IMPORTÂNCIA DAS ABELHAS EM CULTIVOS AGRÍCOLAS

Existem aproximadamente 16.325 espécies de abelhas, distribuídas em 425 gêneros no mundo, no Brasil, supõe a existência de 1.576 espécies, agrupadas em 289 gêneros e subgêneros, distribuídos nas famílias Andrenidae, Colletidae, Hactidae e Apidae (CORREIA, 2021). Possuem morfologia externa corporal indicada para condução do pólen e aptidão reprodutiva (FAVATO; ANDRIAN, 2009), algumas espécies vivem de forma solitária, enquanto outras vivem de forma social.

Com a modernização da agricultura e a grande demanda por alimentos, aumentou o crescimento da monocultura, que ameaça os agentes polinizadores presentes nos cultivos (COSTA; OLIVEIRA, 2013), diminuindo a cooperação harmônica, em que as plantas proveem aos hóspedes florais (VIANA et al., 2015). Contudo, para a alta produtividade principalmente de áreas de monocultura, torna-se comum o uso de agrotóxicos, que tem causado a mortalidade de abelhas nativas e exóticas (BARBOSA et al., 2017). As abelhas atuam como fundamentais agentes polinizadores, o pólen ao ser coletado, supre as necessidades da colmeia, que é uma proteína essencial, além dos benefícios para as plantas (PAIXÃO; SILVA, 2021).

Em plantios que agentes polinizadores forrageiam livremente, oferecendo maior produtividade, qualidade dos frutos, no entanto, algumas plantas recorrem da polinização para a frutificação, como as Cucurbitaceae que abrange espécies como melancia, melão, chuchu, pepino, abóboras (BRANDÃO-FILHO et al., 2018). Pesquisas comprovam que plantio bianual de *Coffea arábica* que é possível registra a presença de polinizadores, sendo possível comparar a qualidade do fruto (SOUZA; HALAK, 2012).

Nas flores do tomateiro os grãos de pólen são produzidos em anteras fechadas que se abrem por um poro, para a liberação do pólen quando uma abelha visita essas flores, seu corpo vibra facilitando a disseminação do pólen (OLIVEIRA; ROSA; FERREIRA, 2021). Contudo, a vida desses agentes

está limitada a transformações climáticas, impactos ambientais, uso indiscriminado de agrotóxicos, assim como o desmatamento (BARBOSA, et al, 2017).

c. A IMPORTÂNCIA DA BIODIVERSIDADE NOS ECOSISTEMAS PARA O ABRIGO DE ABELHAS

As abelhas desempenham atividade de grande importância para o equilíbrio ambiental, podendo nidificar em locais naturais como, ocos de árvores, fendas de rochas e no solo, em locais artificiais, como orifícios feitos em madeira, colmeias são exemplos de, a conservação de habitat naturais antropizados é essencial para o equilíbrio dos indivíduos da fauna e flora presentes na região (SILVA; PAZ, 2012).

Em ecossistemas que apresentam alta diversidade de alimento e abrigo, existe o aumento das colônias, respondendo com variedades da população e as interações com as plantas, além do aumento na produtividade. Em sistemas de monocultivo, somente um alimento é oferecido ao polinizador por um determinado período, assim, as abelhas não coletam a quantidade de pólen suficiente, diferente de sistemas de policultivos, que ampliam as alternativas do sistema agrícola, proporcionando heterogeneidade no plantio (TIECHER; DUARTE; MOREIRA, 2022)

É de suma importância a implantação de espécies arbóreas nos sistemas agrícolas que atraiam abelhas. Já que o desaparecimento desses agentes que realizam importante atividade é grande, as ações antrópicas provocam nas abelhas um enorme desequilíbrio, a remoção de um ecossistema para originar um monocultivo de grãos, frutas ou até reflorestamento, produzindo instabilidade no ecossistema e desabrigoando esses agentes, sem habitat, alimento e espaço para a nidificação (SILVEIRA; OESTREICH; GOLDSCHMIDT, 2020).

Uma alternativa viável é a implementação de sistemas agrofloretais unificado com a plantação para a permanência das abelhas, em equilíbrio com práticas agrícolas com o objetivo de contribuir para o crescimento da produtividade, embora métodos impróprios prejudiquem a sobrevivência desses agentes que desempenham uma importante missão de equilibrar os ecossistemas (DUARTE; SANTOS, 2018).

Com o crescimento da monocultura, o uso de agrotóxicos, tornou o Brasil principal consumidor desses insumos, que causam intoxicação nas abelhas de estarem realizando o forrageamento, levando-as a morte por pesticidas, acaricidas, inseticidas, fungicidas, herbicidas e reguladores de crescimento, são produtos que favorece na diminuição das colmeias de abelhas (TIECHER; DUARTE; MOREIRA, 2022).

4. CONCLUSÕES

É necessário ter estratégias que ajudem as abelhas a se estabelecerem nos sistemas agrícolas, seja por implantação de sistemas de policultivo. Sendo a permanência de abelhas no ecossistema essencial, para indicar o equilíbrio no sistema de cultivo.

REFERÊNCIAS

ALQUINI, Y. Interpretação morfológica de *Musa rosacea* Jacq.(Musaceae) Fases antomática, gamotática e carpomática. **Acta Biológica Paranaense**, v. 16, 1987.

AZEVEDO-COSTA, C. C.; OLIVEIRA, F. L. Polinização: serviços ecossistêmicos e o seu uso na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 1, 2013.

BARBOSA, D. B.; CRUPINSKI, E. F.; SILVEIRA, R. N.; LIMBERGER, D. C. H. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, Rio Grande do Sul, v. 3, n. 4, p. 694-703, 2017.

- BRANDÃO FILHO, J. U. T.; DE FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. (Ed.). **Hortaliças-fruto**. Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM, 2018.
- CERQUEIRA, A.; FIGUEIREDO, R. A. Percepção ambiental de apicultores: Desafios do atual cenário apícola no interior de São Paulo. **Acta Brasiliensis**, v. 1, n. 3, p. 17-21, 2017.
- CORREIA, F. C. S. **Determinação das fontes de pólen e de néctar e do valor proteico do pólen coletado por *Mrlipona ebúrnea* Friesw, 1900 nos arredores de Rio Branco, Acre**. 2021. 184 f. Dissertação - Universidade Federal Do Acre–UFAC, 2021.
- COSTA, C.C. A.; OLIVEIRA, F.L. Polinização: serviços ecossistêmicos e o seu uso na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 8, n. 3, p. 1, 2013.
- DALMORA, E; NASCIMENTO, I. R. Limites na Transição Agroecológica dos Sistemas de Produção Diversificados e Monoculturais: Estudo de Caso no Alto Sertão de Sergipe. **Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability**, v. 2, n. 1, p. 138-152, 2021.
- DUARTE, O. M. P.; SANTOS, F. S. Abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) em um sistema agroflorestal no sul da Bahia: mapeamento de ninhos e percepção dos trabalhadores. **Paubrasilia**, v. 1, n. 1, p. 12-19, 2018.
- NUNES, L. A. **Estudo Morfológico das Populações de *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepelletier (Hymenoptera: Apidae) na Região Semi-Árida do Estado da Bahia**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, BA, Brasil, 76p, 2008.
- OLIVEIRA, S. M.; ROSA, R. O.; FERREIRA, F. M. C. Bioinseticidas e diversidade de abelhas nativas no cultivo de tomate. **Revista Ponto de Vista** , v. 10, não. 3, pág. 01-13, 2021.
- PAIXÃO, G. P. G.; SILVA, C. M. Impactos da poluição atmosférica no processo de polinização das abelhas: cidade do Rio de Janeiro. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 3, p. 90-101, 2021.
- SILVA, M. A.; OLIVEIRA, F. A.; HRNCIR, M.; Efeito de diferentes tratamentos de polinização em berinjela em casa de vegetação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n 1, p. 30-36, 2016.
- SILVA, W. P.; PAZ, J. R. L. Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. **Natureza Online**, v.10, n.3, p.146-152, 2012.
- SILVEIRA, M. S.; OESTREICH, L.; GOLDSCHMIDT, A. I. Qual o entendimento que crianças têm sobre as abelhas? conhecer para preservar. **Anais do Seminário Internacional de Educação (SIEDUCA)**, v. 5, n. 1, 2020.
- SOUZA, M.; HALAK, A. L. Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Cattuaí Vermelho”. **Científica**, v.40, n. 1, p.1-11, 2012.
- TIECHER, P. R.; DUARTE, S. M.; MOREIRA, A. L.; Samuelsson, E. Abelhas: um dos pilares de sustentação da humanidade. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 13, n. edespmulti, 2022.
- VIANA, B. F.; SILVA, F. O. **Biologia e Ecologia da Polinização: Cursos de Campo**. v, 4. Rio de Janeiro, 2015, 189 p.

VIEIRA, F. R.; ANDRADE, D. C.; RIBEIRO, F. L. A polinização por abelhas sob a perspectiva da Abordagem de Serviços Ecosistêmicos (ASE). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 4, p. 544-560, 2021.

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DA LEUCENA SOBRE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE GLIRICÍDIA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Cosma Layssa Santos Gomes^{1*}, Djair Alves de Melo², Lilia Lhais Lima Costa², George Henrique Camelo Guimarães³

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

²Instituto Federal da Paraíba – IFPB, Picuí-PB

³Instituto Federal Sertão Pernambucano – IFSertãoPE, Oricuri-PE

RESUMO

As leucenas são responsáveis por causar danos às plantas, sendo assim consideradas alelopáticas. Portanto, o trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos alelopáticos da leucena sobre a germinação e/ou crescimento e desenvolvimento de plântulas de gliricídia. O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes e em casa de vegetação, ambos ambientes estão inseridos no Campus Picuí do IFPB. Para o preparo dos extratos foi utilizada a parte aérea (folhas e caules jovens) de plantas de leucena, colhidos na área de produção agroecológica do Campus Picuí. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 (concentrações dos extratos), com 4 repetições. Os tratamentos constituíram-se das concentrações 0; 25; 50; 75; e 100 %, dos extratos aquosos de leucena. As sementes foram cultivadas em caixas (47 x 30 x 10 cm) contendo vermiculita expandida. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e a comparação de médias das variáveis analisadas foi feita pelo teste de Tukey. À medida que as concentrações do extrato aquoso da leucena foram aumentando observou-se efeito mitigador sobre a germinação e o desenvolvimento das sementes de gliricídia.

PALAVRAS-CHAVE: Alelopatia, teste de germinação, mitigação.

1. INTRODUÇÃO

A *Leucaena leucocephala* L., de nome popular leucena é uma leguminosa nativa do Sul do México e Norte da América Central, mas pode ser encontrada em várias partes do mundo (NEHDI et al., 2014). Apresenta atributos morfológicos característicos das leguminosas como o fruto do tipo vagem, deiscente no período pós-maturação, folhas compostas e bipinadas. As flores são sésseis, actinomorfas e polistêmones, apresentam cálice sinsépala e corola gamopétala, e são dispostas em inflorescências do tipo glomérulo, (CORRÊA, 2019).

Com base no conhecimento etnobotânico disponível acerca dessa espécie, em diversas regiões tropicais e subtropicais, a leucena é utilizada para vários fins. Extratos de diferentes órgãos de leucena apresentam atividade anti-diabética (KUPPUSAMY et al., 2014; CHOWTIVANNAKUL et al., 2016), antioxidante (MOHAMMED et al., 2015, CHOWTIVANNAKUL et al., 2016, ZARIN et al., 2016), antimicrobiana (ZARIN et al., 2016), anti-helmíntica (SOARES et al. 2015; JAMOUS et al. 2017), bactericida (MOHAMMED et al., 2015), acaricida (SALAS et al., 2011), anti-tumoral (CHUNG et al., 2017), e potencializadora da resposta imune em peixes (VERMA et al., 2018).

Apresenta alta tolerância à seca, sendo capaz de enfrentar estações sazonais inteiras com déficit hídrico sem prejuízo permanente de seus órgãos, e de recuperar vigorosamente sua biomassa vegetativa, tão logo o regime de precipitação retome a regularidade em frequência. Acredita-se que a tolerância à seca apresentada por essa espécie ocorra em função do acúmulo de mimosina nos diferentes tecidos da planta, a qual funcionaria como um agente osmoregulador, responsável pela preservação da integridade das membranas e das macromoléculas intracelulares, em períodos de escassez de água no ambiente (CORRÊA, 2019).

Algumas plantas possuem a capacidade de produzir substâncias químicas que contribuem para sua sobrevivência. Essas substâncias são metabolicamente ativas, e conhecidas como aleloquímicos, oriundos do metabolismo secundário e pode interferir nas atividades de germinação, crescimento ou desenvolvimento de outros vegetais e microrganismos (GOMES et al., 2013).

Segundo Lowe et al. (2000), a leucena é um espécie que se adapta bem a solos cálcarios e ambientes secos, sendo amplamente utilizada em reflorestamento de áreas degradadas. Na agricultura é amplamente utilizada em pastagens, como adubo verde e alimentação de animais. Essa espécie pode formar aglomerado monoespecífico, substituindo a vegetação natural e expondo o solo à erosão, e compõe a lista das 100 espécies invasoras mais agressivas do mundo.

A dominância exercida também impede a regeneração natural e estabelecimento de espécies nativas (HUGLES, 2010, LEÃO et al., 2011). Alguns autores revelaram os aspectos alelopáticos da *L. leucocephala* obtendo-se resultados de interferência negativa no desenvolvimento e germinação de *Peltophorum dubium*, *Albizia procera* Benth., *Vigna unguiculata* (L.) Walp., *Cicer arietinum* L., *Cajanus cajan* (L.) Millsp. e *Lactuca sativa* L. (SCHERER et al., 2005, AHMED et al., 2008, MORI et al., 2015).

A gliricídia é uma planta que apresenta resistência à escassez hídrica sendo bem adaptada ao nordeste do país. Por suas variadas potencialidades esta planta é uma alternativa para pequenas propriedades rurais como volumoso na alimentação animal, como adubo verde, fornece sombra e conforto térmico aos animais e também na recuperação de solos em sistemas agroflorestais, sendo usada como cerca viva e sua lenha como fonte alimentadora de calor (SÁ et al., 2012). Para Rangel et al. (2011), a gliricídia é uma ótima alternativa em termos de leguminosa arbórea como componente de um sistema de integração (ILPF) Lavoura/Pecuária/Floresta no nordeste do país.

O cultivo da gliricídia permite a técnica de fixação biológica de nitrogênio no solo, isso ocorre por simbiose junto com as bactérias do gênero *Rhizobium*, favorecendo também em aspectos biológicos, físicos e químicos do solo em que está implantando. Assim, a planta demonstra sua capacidade para uma recuperação e aproveitamento de áreas degradadas, tornando mais uma alternativa até mesmo para controle de erosão e prevenindo o processo de desertificação no semiárido nordestino (ANDRADE et al., 2014).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos extratos aquoso da leucena sobre a germinação de sementes de gliricídia, uma vez que a leucena apresenta efeito inibitório comprovado sobre algumas espécies.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes, ambiente inserido no IFPB Campus Picuí – PB.

Para o preparo dos extratos foi utilizada a parte aérea (folhas e caules jovens) de plantas de leucena, colhidos na área de produção agroecológica do Campus Picuí, com temperatura média anual de 28 °C e umidade relativa do ar de 61 % (BRASIL, 1992a).

O material vegetal foi pesado e triturado com água destilada em liquidificador industrial (3500 RPM - 1/3 CV) por cinco minutos, em seguida ficou em repouso por 30 minutos. Utilizou-se uma peneira de 2 mm para decantação dos extratos e em seguida acondicionou-se em vidros de 1L de âmbar. A obtenção do extrato bruto de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit seguiu as recomendações de Cruz et al. (2000), onde 250 g do material vegetal foi triturado em 1000 mL de água destilada. A partir do extrato bruto foi realizada diluições, com água destilada, na ordem de 25, 50, 75 e 100 %, comparando-se ao tratamento onde houve apenas água destilada (testemunha 0%).

As sementes de gliricídia foram semeadas sobre duas folhas de papel germitest, esterilizadas e dispostas dentro de caixas do tipo gerbox. O papel foi previamente umedecido com 7 mL dos extratos aquosos e água destilada e esterilizada como tratamento controle. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 (concentrações dos extratos), com 4 repetições. Os tratamentos constituíram-se das concentrações 0; 25; 50; 75; e 100 %, do extrato aquoso de leucena. Cada tratamento foi composto por 100 sementes, com quatro repetições de 25 sementes de gliricídia

distribuídas em fileiras. Todas as gerbox foram colocadas em câmara climatizada do tipo BOD, a 25 °C, com fotoperíodo de 12 h. As gerbox foram envolvidas em sacos plásticos para que não ocorresse o ressecamento dos papéis umedecidos com os extratos. A avaliação consistiu do número de plântulas germinadas até oito dias após a sementeira e o índice de velocidade de germinação. As plântulas foram consideradas germinadas com 2 mm de protusão de radícula. O cálculo do índice de velocidade de germinação foi de acordo com MAGUIRE (1962) $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn)$, em que: IVG = índice de velocidade de germinação, G1, G2, G3, ..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem; N1, N2, N3, ..., Nn = número de dias da sementeira à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Para a análise estatística foi utilizado o programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR (FERREIRA, 2000). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e a comparação de médias das variáveis foi feita pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se pelos dados apresentados na figura 1, que as plântulas de gliricídia tiveram seu crescimento e desenvolvimento inibidos quando foram submetidos a doses elevadas do substrato aquoso da leucena.

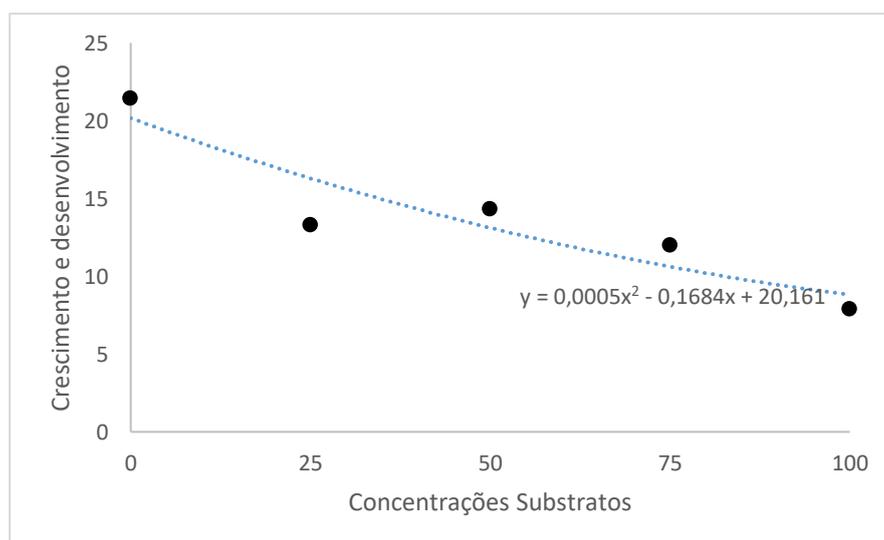


Figura 1. Efeito das concentrações dos extratos sobre o crescimento e desenvolvimento das plântulas de Gliricídia.

Resultado similar foi observado por Ribeiro et al. (2019) em relação aos resultados da porcentagem de germinação, tempo médio de germinação e índice de velocidade de germinação das sementes de maricá (*Mimosa bimucronata*) submetidas aos extratos aquosos de *L. leucocephala*, no qual observou-se que a porcentagem de germinação foi afetada pelo extrato de *L. leucocephala* nas proporções 5, 7,5 e 10% (p/v).

4. CONCLUSÕES

Os extratos da leucena apresentaram efeito mitigador sobre a germinação da gliricídia.

REFERÊNCIAS

- AHMED, R.; HOQUE, A. T. M. R.; HOSSAIN, M. K. Allelopathic effects of *Leucaena leucocephala* leaf litter on some forest and agricultural crops grown in nursery. **Journal of Forestry Research**, v. 19, n. 4, p. 298-302, 2008.
- ANDRADE, B. M. S.; SOUZA, S. F.; SANTOS, C. M. C.; MEDEIROS, S. S.; MOTA, P. S. S.; CURADO, F. F. Uso da gliricídia (*Gliricidia sepium*) para alimentação animal em Sistemas Agropecuários Sustentáveis. **Scientia Plena**, v. 1, n. 11, p. 1 - 4, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.
- CHOWTIVANNAKUL, P.; SRICHAIKUL, B.; TALUBMOOK, C. (2016) Antidiabetic and antioxidant activities of seed extract from *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Agriculture and Natural Resources**, v. 50, n.5, p. 357 - 361, 2016.
- CHUNG, H. H.; CHEN, M. K.; CHANG, Y. C.; YANG, S. F.; LIN, C. C.; LIN, C. W. Inhibitory effects of *Leucaena leucocephala* on the metastasis and invasion of human oral cancer cells. **Environmental Toxicology**, v, 32, n. 6, p.1765 - 1774, 2017.
- CORRÊA, K. C. S. R. **Regulação do Acúmulo de Mimosina em *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit e *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze**. 2019. 65 p. Tese (Doutorado) - Curso de Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.
- CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H.; BATISTA, M. A. Plantas medicinais e alelopatia. **Biotecnologia e Ciências e Desenvolvimento**, Brasília, v. 1, n.15, p. 28-34, 2000.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In... Reunião anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45, 2000. **Anais...** São Carlos, SP: SIB, p. 255-258, 2000.
- SALAS, A. F.; ALONSO-DÍAZA, M. A.; RODRÍGUEZ, A. A.; ACOSTA, J. F. J. T.; CASTRO, C. A. S.; VIVAS, R. I. R. In vitro acaricidal effect of tannin-rich plants against the cattle tick *Rhipicephalus* (Boophilus) microplus (Acari: Ixodidae) **Veterinary Parasitology**, v. 175, n. 1, p. 113 - 118, 2011.
- GOMES, F. M.; FORTES, A. M. T.; SILVA, J.; BONAMIGO, T.; PINTO, T. T. Efeito alelopático da fitomassa de *Lupinus angustifolius* (L.) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Zea mays* (L.) e *Bidens pilosa* (L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 48 - 56, 2013.
- JAMOUS, R. M.; ALI-SHTAYEH, M. S.; ABU-ZAITOUN, S. Y.; MARKOVICS, A.; AZAIZEH, H. Effects of selected Palestinian plants on the in vitro exsheathment of the third stage larvae of gastrointestinal nematodes BMC. **Veterinary Research**, v. 13, n. 13, p.308 - 315, 2017.
- HUGHES, C. Global invasive species database. **Department of Plant Sciences, University of Oxford**, Oxford, UK, 2010.
- KUPPUSAMY, U. R.; ARUMUGAM, B.; AZAMAN, N.; CHAI, J. W. *Leucaena leucocephala* fruit aqueous extract stimulate adipogenesis, lipolysis, and glucose uptake in primary rat adipocytes. **The scientific World Journal**, v.1, n. 1, p. 1-8, 2014.

- LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. 2011. 99 p. Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas. **Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste**, Recife, 2011
- LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; POORTER, M. 2000. 100 p. **Of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database**. Published by The Invasive Species Specialist Group, University of Auckland, Auckland. 2000.
- MOHAMMED, R. S.; SOUDA, S. S.; TAIE, H. A. A.; MOHARAM, M. E.; SHAKER, K. H. Antioxidant, antimicrobial activities of flavonoids glycoside from *Leucaena leucocephala* leaves. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 5, n. 6, p.138-147, 2015.
- MORI, D.; OGITA, S.; FUJISE, K.; INOUE, A.; SASAMOTO, H. 2015. Protoplast Co-culture Bioassay for Allelopathy in leguminous plants, *Leucaena leucocephala* and *Mucuna gigantea*, containing allelochemical amino acids, mimosine and L-DOPA. **Journal of Plant Studies** v. 4, n. 1, p. 1 - 11, 2015.
- NEHDI, I. A.; SBIHI, H.; TAN, C. P, AL-RESAYES, S. I. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit seed oil: Characterization and uses. **Industrial Crops and Products**, v. 52, n. 1, p. 582 - 587. 2014.
- RANGEL, J. H. A.; MUNIZ, E. N.; SÁ, C. O.; SÁ, J. L. Implantação e manejo de legumineira com gliricídia (*Gliricidia sepium*). **Circular Técnica** 63. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju, 2011.
- RIBEIRO, V. M.; VALMORBIDA, R.; HARTMANN, K. C. D.; PORTO, E. C.; ALMEIDA, J.; CORSATO, J. M.; FORTES, A. M. T. (2019). Efeito alelopático de *Leucaena leucocephala* e *Hovenia dulcis* sobre germinação de *Mimosa bimucronata* e *Peltophorum dubium*. **Iheringia, Série Botânica**, v. 74, n. 1, p. 1 - 7, 2019.
- SÁ C. O.; SÁ, J. L.; RANGEL, J. H. A.; MUNIZ, E. N. Gliricídia Formas de plantio e cultivo. ed. 1. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2012.
- SCHERER, L. M.; ZUCARELI, V.; ZUCARELI, C. A.; FORTES, A. M. T. Efeito alelopático do extrato aquoso de folha e de fruto de leucena (*Leucaena leucocephala* Wit) sobre a germinação e crescimento de raiz da canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng.). **Semina: Ciências Agrárias** v. 26, n. 2, p.161 - 166, 2005.
- SOARES, A. M. S.; ARAÚJO, S. A.; LOPES, S. G.; COSTA JUNIOR, L. M. Anthelmintic activity of 554 *Leucaena leucocephala* protein extracts on *Haemonchus contortus*. **Brazilian Journal Veterinary Parasitology**, v. 24, n. 4, p. 396 - 401, 2015.
- VERMA, V. K.; RANI, K. V.; KUMARA, S. R.; PRAKASH, O. *Leucaena leucocephala* pod seed protein as an alternate to animal protein in fish feed and evaluation of its role to fight against infection caused by *Vibrio harveyi* and *Pseudomonas aeruginosa*. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 76, n. 1, p. 324–332, 2018.
- ZARIN, R. M. A.; WAN, H. Y.; ISHA, A.; ARMANI, N. Antioxidant, antimicrobial and cytotoxic potential of condensed tannins from *Leucaena leucocephala* hybrid. **Food Science and Human Wellness**, v. 5, n. 1, p. 65-75, 2016.

SALINIDADE E A TECNOLOGIA DE SEMENTES DE OLEAGINOSAS

Lucilo José Morais de Almeida¹, Dayane Gomes da Silva¹, Roberto Balbino da Silva¹, Júlio César Guimarães Alves¹, Lucimere Maria da Silva Xavier¹, Marcia Paloma da Silva Leal¹, Talita Regina Veloso Ribeiro Gomes¹, Lucas Soares Rodrigues¹

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

RESUMO

Grande parte da superfície do globo terrestre apresenta problemas relacionados a aridez ou semi-aridez. Estima-se que 20% dos locais de cultivo irrigado são prejudicados por problemas relacionados a presença de sais. Por sua vez, as sementes são significativamente influenciada pela salinidade do solo, estressor ambiental que inibe a germinação, visto a redução do potencial osmótico, ocasionando uma série de problemas nas fases posteriores ao processo. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi revisar as principais informações quanto aos efeitos da salinidade e a tecnologia de sementes de culturas oleaginosas. A presença de sais resulta na redução de componentes importantes para o processo germinativo da semente, dificultando os mecanismos de embebição levando ao decréscimo da germinação. Nesse contexto, é importante o uso de estratégias de cultivo que minimizem os efeitos deletérios do excesso de sais sobre as plantas e o solo.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse salino, processo germinativo, óleos vegetais, tecnificação.

1. INTRODUÇÃO

A maior parte da superfície do globo terrestre está ocupada por problemas relacionados a aridez ou semi-aridez. Entretanto, esses locais com cultivo agrícola conseguem alcançar altos valores de produtividade quando possuem água disponível e eficientes para irrigação. Salienta-se que a utilização da irrigação sem o uso de um manejo eficiente e aliado a fatores abióticos, podem ocasionar em problemas mais agravantes para os sistemas agrícolas, que é a salinização dos solos (FITA et al., 2015). Na contemporaneidade, estima-se que 20% dos locais de cultivo irrigado são prejudicados por consequência da presença de sais, em que por ano cerca de 1,5 milhões de hectares de terras agricultáveis vem se convertendo e deixando de serem produtivas para a agricultura, visto os elevados níveis de salinidade presentes no solo (HOSSAIN, 2019), com estimativa de que 50% das áreas irrigadas sejam acometidas pelo excesso de sais nas próximas décadas (FITA et al., 2015). Os efeitos ocasionados pela alta concentração de sais é um agente de estresse nas culturas, em que 25% das terras agricultáveis sofrem obstáculos com este estressor (KOTAGIRI; KOLLURU, 2017).

O Brasil apresenta uma alta capacidade de produção agrícola, integrando também a produção de espécies oleaginosas visando a geração de biocombustíveis. As oleaginosas apresentam em sua maior parte a presença de um tegumento rígido que funciona como uma forma de proteger as sementes que são comestíveis e visualmente atrativas para incluir na dieta humana ou animal (NASCIMENTO et al., 2022). As oleaginosas são plantas que oferecem benéficas fontes de proteínas e de óleo vegetal para uma vasta utilização, representando o grupo de segunda posição referente as plantas cultivadas em todo o mundo, tanto do sentido econômico e social, como nutricional (AMARO et al., 2019). Ainda segundo os autores, tendo em vista o estímulo à produção e uso de biodiesel, muitas culturas oleaginosas vêm sendo pesquisadas com o intuito de fornecer matéria-prima para o setor. No entanto, a salinidade dos solos e das águas é uma das causas de maior relevância no decréscimo de rendimento de germinação de sementes de oleaginosas, sendo importante revisar as tecnologias que são empregadas para driblar esse agente estressor e conhecer o comportamento das sementes à resistência de condições adversas do meio em que estão inseridas. Assim, o objetivo do presente trabalho foi abordar as principais informações quanto a salinidade e a tecnologia de sementes de culturas oleaginosas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Impacto da Salinidade na Germinação

O início do processo de germinação da semente é notado pela absorção de água através da embebição (DUTRA et al., 2017), contudo, ocorre uma necessidade de que a semente nesse processo germinativo alcance um nível condizente de hidratação que possibilita a reativação dos seus processos metabólicos (BRAGA et al., 2009). Dessa forma, é evidente que a presença de sais acarreta na redução de componentes importantes para o processo germinativo da semente, dificultando os mecanismos de embebição e acarreta no decréscimo da germinação das sementes.

Segundo Taiz Zeiger (2009), um dos procedimentos mais propagados da tolerância dos vegetais ao excesso de sais é a observação da capacidade germinativa em meio de crescimento salino, sendo uma técnica que serve ainda como um indicador de tolerância das espécies aos sais em estádios posteriores do desenvolvimento. Segundo Azerêdo et al. (2016), quando o estresse salino for altamente rigoroso, é possível que a planta apresente defesas reduzidas, o que ocasiona em uma redução de germinação, crescimento e ainda da fotossíntese.

Para os estudos que investigam a ação do estresse salino e seus efeitos sobre o potencial germinativo das sementes, em geral vem se utilizando sais como o NaCl (LIMA et al., 2015), CaCl (BRAGA et al., 2009), KCl (MOTERLE et al., 2009), dentre outros. Borges et al. (2014) afirmam que a salinidade pode ocasionar uma série de problemas no metabolismo das sementes, diminuindo sua germinação e vigor, acarretando em impactos negativos direto na produção. Com isso, é primordial a utilização de materiais que apresentem forte qualidade fisiológica e genética (GUERRA; MACHADO, 2022).

Quando o potencial osmótico é menor que o presente nas células do embrião, há uma diminuição na porcentagem e velocidade de germinação. Ocorre ainda uma diminuição da velocidade de emergência das plântulas, o que irá promover uma redução do potencial osmótico do meio em que estão inseridas, e por consequência, se tem um acréscimo no tempo de embebição de água e o prolongamento da emergência (MARCOS FILHO, 2015).

O excesso de íons ocasiona a intumescência protoplasmática, o que vai interferir na atividade enzimática e ocasionar uma redução na produção de energia e na desordem no tocante a assimilação do nitrogênio, podendo se constatar, dessa forma, que os elevados índices de sais são maléficis ao processo germinativo da semente, reduzindo ainda número de plântulas normais e propiciando maior custo e menor produção de mudas (BORGES et al., 2014).

2.2 Efeitos Deletérios da Salinidade em Sementes de Oleaginosas

Em condições de campo, o primeiro comportamento das plantas quando expostas à elevadas concentrações de sais é a diminuição da germinação das sementes (Minhas et al., 2020), comportamento este também observado em oleaginosas. Para que as sementes consigam ter uma boa germinação, é necessário que se tenha condições favoráveis de luminosidade, temperatura e água (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). No entanto, essas condições benéficas para a germinação das sementes nem sempre estão disponíveis, especialmente em solos salinos e sódicos (SILVA et al., 2010).

Em condições semiáridas como as observadas no Nordeste do Brasil, o cultivo de oleaginosas se mostra como uma alternativa promissora para a diversificação da economia local, contudo, para que se obtenha êxito nos cultivos, é primordial que se conheça o comportamento das sementes sob as condições presentes, especialmente quanto ao excesso de sais no solo (SILVA et al., 2010).

Silva et al. (2017) investigaram o efeito da salinidade em sementes de girassol sob estresse salino em diferentes condutividades elétricas (0,0, 4,0, 8,0 e 12,0 dS.m⁻¹) e verificaram que a solução salina afeta a emergência das sementes de girassol, de maneira mais forte a partir da salinidade de 8,0 dS.m⁻¹, ou seja, com o aumento da salinidade, o crescimento e a germinação das plantas foram

afetadas. Em sementes de cajueiro, Andrade et al. (2022) observaram que níveis salinos a partir de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ inibem a germinação inicial das sementes.

Miotti et al. (2021) ao avaliarem o efeito da salinidade em amendoim (*Arachis hypogea* L.), uma das culturas oleaginosas de maior relevância a nível mundial, constataram que as sementes demonstraram sensibilidade à salinidade, ocasionando efeito deletério na germinação. Resultados semelhantes foram encontrados por Cruz et al. (2021), que identificaram redução no desenvolvimento dessa cultura com altas concentrações de salinidade. Similarmente, Goes et al. (2021), ao utilizarem água salina como fonte de irrigação em condição de campo, observaram redução no desenvolvimento das plantas de amendoim.

Ao avaliarem o efeito da salinidade em pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) por dois níveis de salinidade da água de irrigação ($0,5$ e $5,0 \text{ dS m}^{-1}$), Oliveira et al. (2015) constataram que o estresse salino ocasionou redução na germinação das sementes nos níveis estudados. Em gergelim (*Sesamum indicum* L.), uma das oleaginosas de maior importância no mundo, sobretudo pelo seu potencial nutritivo, Silva et al. (2021) observara redução da fitomassa quando essa cultura foi submetida a níveis de salinidade de $2,7 \text{ dS m}^{-1}$.

Nesse contexto, é importante o desenvolvimento de estratégias de cultivo que minimizem os efeitos deletérios do excesso de sais sobre as plantas e o solo, de modo a favorecer o bom desenvolvimento de sementes de oleaginosas e consequentemente agregar maior produção agrícola dessas espécies, especialmente em regiões semiáridas.

2.3 Estratégias para a Produção de Plantas Oleaginosas em Condições Salinas

Em plantas oleaginosas, como em outras quaisquer, um traço fisiológico primordial para que se haja uma tolerância à salinidade é o acúmulo de compostos orgânicos, como alguns aminoácidos como a prolina, prolina betaína, glicina betaína e β -alanina betaína e alguns açúcares solúveis, neste caso a frutose, glicose, frutanos, rafinose e trealose (KAMRAN et al., 2020). O aparecimento desses compostos, especialmente em condições de salinidade, favorece a manutenção do potencial de turgescência, reduzindo o potencial osmótico (Ψ_{os}) e diminuindo os efeitos nocivos dos íons de (Na^+) contra ribossomos e proteínas. Recentemente, a utilização exógena de prolina e glicina betaína também foi julgada como sendo um meio capaz de ajudar a produção de plantas em solos com incidência de elevados níveis de sais (KAMRAN et al., 2020).

Dentre as estratégias que podem ser utilizadas nos cultivos de plantas oleaginosas submetidas a salinidade, destaca-se a escolha das espécies ou genótipos que possuam tolerância, o uso de fontes de água com altas concentrações salinas nos estádios de maior tolerância das culturas e a utilização de diferentes qualidades de água e uso cíclico dessas fontes de água com concentrações de sais que variem umas com as outras (LACERDA et al., 2009).

Soares et al. (2018), avaliando os aspectos fisiológicos e a produção de genótipos de algodoeiro colorido sob estresse salino durante os seus diferentes estádios de crescimento, observaram que a utilização sucessiva da água salina na floração e na formação da produção da cultura gerou uma excessiva diminuição no que tange os aspectos fisiológicos das plantas, com regeneração destas após êxtase do estresse.

Lacerda (2019), ao estudar estratégias de manejo da salinidade da água no cultivo de genótipos de gergelim aplicadas nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura com água de condutividade elétrica de $2,7 \text{ dSm}^{-1}$, observou redução no crescimento e na produção das plantas de gergelim. Costa et al. (2013) examinando a utilização de estratégias de irrigação com água salina sob o crescimento e produção da mamoneira (*Ricinus communis* L.), obtiveram resultados de que as plantas de mamona não apresentaram tolerância diferenciadas à salinidade em detrimento da fase de desenvolvimento, embora tenha sido prejudicada quando se elevaram a intensidade e a duração do estresse salino. Água com teores excessivos de sais ocasionam a salinização do solo e consequentemente o estresse salino nas culturas agrícolas, o que reflete em modificações do potencial hídrico e desequilíbrio nutricional dos vegetais (SOUSA et al., 2022).

Alguns estudos já confirmam que a nutrição mineral ocasiona melhorias para o favorecimento da germinação e o bom desenvolvimento da planta, sobretudo em ambientes inadequados (SAIFULLAH et al., 2018). Contudo, a utilização de água de qualidade baixa em cultivos com NPK é algo notório em regiões semiáridas do Nordeste do país (GUILHERME et al., 2021). Destaca-se que pesquisas também já demonstram os efeitos promissores da adubação fosfata em ambientes salinos, como relato por Bargaz et al. (2016).

Como técnica utilizada para elevar a produtividades das culturas em locais de cultivo com acúmulo de sais, o uso de reguladores vegetais vem sendo altamente empregados na agricultura (AMARO et al., 2020). Dentre os mais utilizados, se encontram o ácido giberélico (GA3) e o ácido salicílico (SA). O GA3 é um fitohormônio considerado promotor do processo germinativo das sementes, com importante atuação no crescimento embrionário e na mobilização de reservas energéticas (PAIXÃO et al., 2021), enquanto que o SA é um hormônio fenólico de alta relevância para o desenvolvimento dos vegetais, com atuação como molécula de sinalização e serve como mitigação dos efeitos bióticos e estresses abióticos, como exemplo, cita-se a salinidade (OLIVEIRA et al., 2016).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento das áreas com problemas de salinidade é uma preocupação global, visto sua capacidade de ocasionar impactos negativos para a segurança alimentar da humanidade, além de consequências ambientais associadas. Portanto, assim como as demais culturas agrícolas que apresentam destaque no Brasil, as plantas oleaginosas em sua grande parte são impactadas de forma negativa em condições de estresse salino, com reflexos na redução do crescimento e da produção de biomassa e produtividade. Não obstante, estratégias para a produção nessas condições vêm sendo desenvolvidas e podem simbolizar uma opção para a produção agrícola em áreas marginais e com águas com altos teores de sais.

REFERÊNCIAS

- AMARO, H. T. R.; ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; SANTOS DIAS, L. A.; SOUZA DAVID, A. M. S.; SILVA, F. W. S. Secagem e armazenamento de sementes de culturas oleaginosas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.25, n.1/2, p. 105-119, 2019.
- AMARO, H. T. R.; COSTA, R. C.; PORTO, E. M. V.; ARAÚJO, E. C. M.; FERNANDES, H. M. F. Tratamento de sementes com produtos à base de fertilizantes e reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.26, n.1, p. 222-242, 2020.
- ANDRADE, E. M. G.; SILVA, S. S.; LIMA, G. S.; ANJOS SOARES, L. A.; SILVA, A. A. R.; LACERDA, C. N. Cultivo inicial de cajueiro anão precoce com água salina e esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.17, n.1, p. 10-16, 2022.
- AZERÊDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth sob estresse hídrico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.1, p. 193-202, 2016.
- BARGAZ, A.; NASSAR, R. M. A.; RADY, M. M.; GABALLAH, M. S.; THOMPSON, S. M.; BRESTIC, M.; SCHMIDHALTER, U.; ABDELHAMID, M. T. Melhor tolerância à salinidade por fertilizante de fósforo em duas linhagens puras recombinante *Phaseolus vulgaris* contrastando em sua eficiência P. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.202, n.6, p. 497-507, 2016.
- BORGES, C. T.; DEUNER, C.; RIGO, G. A.; OLIVEIRA, S.; MORAES, D. M. O estresse salino afeta a qualidade fisiológica de sementes de rúcula? **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.10, n.19, p. 1049-1057, 2014.

- BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; ALMEIDA, T. A. *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. Seed germination under saline stress and polyamine application. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, p. 63-70, 2009.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- COSTA, M. E.; MORAIS, F. A.; SOUZA, W. C. M.; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T. de. Estratégias de irrigação com água salina na mamoneira. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p.34-43, 2013.
- CRUZ, R. I. F.; SILVA, G. F. D.; SILVA, M. M. D.; SILVA, A. H. S.; SANTOS, J. A.; SILVA, Ê.F. D. Produtividade de plantas de amendoim irrigado sob pulso e irrigação contínua por gotejamento com água salgueira. **Revista Caatinga**, v.34, p.208-218, 2021.
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; MOREIRA, P. R.; RIBEIRO, É. S. M. Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.37, n.91, p. 323-330, 2017.
- FITA, A.; RODRÍGUEZ-BURRUEZO, A.; BOSCAIU, M.; PROHENS, J.; VICENTE, O. Breeding and domesticating crops adapted to drought and salinity: a new paradigm for increasing food production. **Frontiers in Plant Science**, v.6, p. e978, 2015.
- GOES, G. F.; SOUSA, G. G.; SANTOS, S. O.; SILVA JUNIOR, F. B.; CEITA, E. A. R.; LEITE, K. N. Produtividade da cultura do amendoim sob diferentes supressões da irrigação com água salina. **Irriga**, v.26, n.2, p. 210-220, 2021.
- GUERRA, A. M. N. M.; MACHADO, L. C. Germinação de sementes e crescimento de plântulas cultivares de beterraba submetidas ao estresse salino. **Research, Society and Development**, v.11, n.7, p. e9411729686-e9411729686, 2022.
- GUILHERME, J. M. S.; SOUSA, G. G.; OLIVEIRA SANTOS, S.; GOMES, K. R.; ARAÚJO VIANA, T. V. Água salina e adubação fosfatada na cultura do amendoim. **Irriga**, v.1, n.4, p. 704-713, 2021.
- HOSSAIN, M. S. Present scenario of global salt affected soils, its management and importance of salinity research. **International Research Journal of Biological Sciences**, v.1, n. 1, p. 1-3, 2019.
- KAMRAN, M.; PARVEEN, A.; AHMAR, S.; MALIK, Z.; HUSSAIN, S.; CHATTHA, M. S. et al. An overview of hazardous impacts of soil salinity in crops, tolerance mechanisms, and amelioration through selenium supplementation. **International Journal of Molecular Sciences**, v.21, n.1, p. e148, 2020.
- KOTAGIRI, D.; KOLLURU, V. C. Effect of salinity stress on the morphology and physiology of five different *Coleus* species. **Biomedical and Pharmacology Journal**, v. 10, n.4, p. 1639-1649, 2017.
- LACERDA, C. N. **Estratégias de manejo salinidade da água no cultivo de genótipos de gergelim**. 2019. 44p. TCC (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2019.
- LIMA, M. F. P.; PORTO, M. A. F.; TORRES, S. B.; FREITAS, R. M. O.; NOGUEIRA, N. W.; CARVALHO, D. R. Emergência e crescimento inicial de plântulas de albizia submetidas à irrigação com água salina. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.2, p. 106-112, fev. 2015.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES. 2015, 659 p.
- MINHAS, P. S.; RAMOS, T. B.; BEN-GAL, A.; PEREIRA, L. S. Coping with salinity in irrigated agriculture: Crop evapotranspiration and water management issues. **Agricultural Water Management**, v.227, p. 105832, 2020.

MIOTTI, F.; CHECCHIO, M. V.; NICOLAU, M. C. M.; GRATÃO, P. L.; JUNIOR, G. D. S. S. Efeito atenuador do silício no desenvolvimento inicial de amendoim submetido ao estresse por alumínio e salinidade. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v.11, n.1, p. 8-8, 2021.

MOTERLE, L. M.; LOPES, P. C.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.3, p. 169-176, dez. 2006.

NASCIMENTO, D. R.; GUERRA, I. C.; ANDRADE MESQUITA, J.; HERNANDES, T.; TAKEUCHI, K. P. Importância dos revestimentos comestíveis ativos como estratégia para proteção das oleaginosas contra processos de oxidação lipídica encontrados na literatura. **Research, Society and Development**, v.11, n.6, p. e21911629080-e21911629080, 2022.

OLIVEIRA, F. D. A. D.; MEDEIROS, J. F. D.; CUNHA, R. C. D.; SOUZA, M. W. D. L.; LIMA, L. A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, p. 307-315, 2016.

OLIVEIRA, F. D. A.; CÁSSIA ALVES, R.; BEZERRA, F. M. S.; LIMA, L. A.; CAVALCANTE, A. L. G.; MEDEIROS, J. F. Interação entre salinidade e bioestimulante no crescimento inicial de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, p. 204-210, 2015.

PAIXÃO, M. V. S.; MÔNICO, A. F.; GROBÉRIO, R. B. C.; CREMONINI, G. M.; FARIA JUNIOR, H. P.; CORDEIRO, A. J. C. Tratamentos pré-germinativos na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de graviola. **Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v.25, n.1, p. 72-76, 2021.

SAIFULLAH D. S.; NAEEM, A.; IQBAL, M.; FAROOQ, M. A.; BIBI, S.; RENGEL, Z. Opportunities and challenges in the use of mineral nutrition for minimizing arsenic toxicity and accumulation in rice: A critical review. **Chemosphere**, v.194, p. 171-188, 2018.

SILVA, A. A. R.; LACERDA, C. N.; LIMA, G. S.; ANJOS SOARES, L. A.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Morfofisiologia de genótipos de gergelim submetidos a diferentes estratégias de uso de água salina. **Irriga**, v.1, n.1, p.42-55, 2021.

SILVA, F. F. S.; CASTRO, R. D.; RIBEIRO, R. C.; DANTAS, B. F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p. 083-092, 2010.

SILVA, R. D. C. B.; SANTANA, G. S.; NETO, M. R. B.; COELHO, F. J. S.; SOUZA MONTEIRO, G.; LEITE, R. L. Emergência de sementes de girassol (*Helianthus annuus*) sob estresse salino irrigado por bombeamento fotovoltaico. **Revista Semiárido De Visu**, v. 5, n. 2, p. 80-87, 2017.

SOUSA, G. G.; SOUSA, H. C.; SANTOS, M. F.; LESSA, C. I. N.; GOMES, S. P. Água salina e adubação nitrogenada na composição foliar e produtividade do milho. **Revista Caatinga**, v.35, n.1, p. 191-198, 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719 p.

TESTES RÁPIDOS DE VIGOR PARA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE SEMENTES: TETRAZÓLIO, ENVELHECIMENTO ACELERADO E pH DE EXSUDATO

Marília Hortência Batista Silva Rodrigues^{1*}, Edna Ursulino Alves¹, Maria Luiza de Souza Medeiros¹, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua¹, Edinete Nunes de Melo¹, Caroline Marques rodrigues¹, Maria Karoline Ferreira Bernardo¹ Guilherme Romão Silva.

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

RESUMO

O uso de sementes de alta qualidade fisiológica é um fator determinante para o sucesso de qualquer sistema de produção e, tradicionalmente, a qualidade de sementes é determinada por meio de testes de germinação, porém, a busca por testes rápidos e eficientes para determinar o vigor das sementes de diferentes espécies é necessário. Dentre os testes mais utilizados para avaliação do vigor destacase: o de tetrazólio, envelhecimento acelerado e o pH de exsudato. Assim, esse trabalho teve como objetivo sistematizar informações sobre a aplicação de testes de vigor na determinação da viabilidade das sementes. Nesse contexto, a abordagem destes testes são de extrema importância para o mercado de sementes, uma vez que permite determinar seu vigor de forma mais rápida e eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: potencial fisiológico, qualidade fisiológica, testes rápidos.

1. INTRODUÇÃO

Para o sucesso de um sistema de reflorestamento é imprescindível o uso de sementes de qualidade, logo, antes da semeadura é necessário determinar a qualidade fisiológica das sementes para potencializar a obtenção de plântulas vigorosas e estandes uniformes, favorecendo assim, o rápido estabelecimento das plântulas em campo. Dessa forma, com o objetivo de obter o máximo aproveitamento do potencial fisiológico das sementes, é preciso se preocupar com a qualidade da mesma, pois a partir desta estimativa é possível selecionar lotes de alto vigor, que atendam aos padrões exigidos pela legislação para comercialização, seja para as técnicas de semeadura direta ou para a produção de mudas (FREIRE; URZEDO; PIÑA-RODRIGUES et al., 2017).

Dentre os testes capazes de estimar o potencial fisiológico das sementes, encontram-se os testes de tetrazólio, envelhecimento acelerado e o teste de pH de exsudato. Diante disso, esse trabalho teve como objetivo sistematizar informações sobre a aplicação destes testes na determinação da viabilidade de sementes.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Tetrazólio

Uma alternativa ao teste padrão de germinação, é o teste de tetrazólio, um teste eficiente e rápido, principalmente por não ser influenciado por microorganismos e por eliminar o período necessário para a superação da dormência ou retomada do crescimento do eixo embrionário. Portanto, o uso de testes rápidos dentro dos programas de controle de qualidade de sementes, deve ter uma atenção especial por parte dos tecnologistas, produtores e pesquisadores, uma vez que objetivam melhorar a eficiência na avaliação da qualidade das sementes (GARLET; SOUZA; DELAZERI, 2015; DEMINICIS et al., 2009).

O teste de tetrazólio reflete a atividade das enzimas desidrogenases do ácido málico, que estão envolvidas no processo de respiração das sementes. Assim, pela hidrogenação do 2, 3, 5 trifenil cloreto de tetrazólio, é produzida nas células vivas, uma substância de coloração vermelha, estável e

não difusível denominada trifênil formazan, o que torna possível diferenciar as partes vivas (coloração vermelha) e mortas (não coloridas), conforme apresentado na Figura 1 (CARVALHO et al., 2019).



Figura 1. Semente viável (A) e semente inviável/morta (B) de *Cratogeomys merriami* L. submetidas ao teste de tetrazólio na concentração de 0,075% por 7h30, 2022.

Fonte: Imagem dos autores.

Esse teste é capaz de fornecer informações rápidas e precisas sobre a viabilidade de um lote de sementes, entretanto, nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) só existe padronização dessa metodologia para as espécies florestais exóticas.

Vários fatores podem interferir na obtenção dos resultados do teste de tetrazólio, com ênfase naqueles que estão associados diretamente com a metodologia de execução, a exemplo do pré-condicionamento e preparo das sementes, concentração da solução, período de exposição, temperatura e até mesmo os critérios de interpretação (GUEDES et al., 2009; GASPAR-OLIVEIRA et al., 2011).

Brito et al. (2020) avaliando a viabilidade de sementes de *Tabebuia aurea* por meio do teste de tetrazólio, constataram que o teste se mostrou adequado para avaliar a viabilidade das sementes, quando o teste foi conduzido na concentração de 0,05%, por quatro horas a 40 °C. Enquanto que para sementes de *Genipa americana* Virgens, Conceição e Barbosa (2019) definiram que o protocolo adequado para as sementes desta espécie é quando utiliza-se a concentração de 0,10% do tetrazólio por um período de três horas.

Deste modo, o teste de tetrazólio tem se mostrado uma alternativa promissora na determinação da viabilidade e do vigor da semente de várias espécies florestais pela qualidade e rapidez na obtenção dos resultados (NOGUEIRA, TORRES, FREITAS, 2014).

2.2 Envelhecimento Acelerado

Entre os diferentes testes de vigor existentes, encontra-se o teste de envelhecimento acelerado, que é caracterizado pela simulação de condições ambientais adversas, níveis elevados de temperatura e umidade relativa, sendo estes fatores, os responsáveis por favorecer a aceleração artificial da taxa de deterioração das sementes, estabelecendo que os lotes de maior vigor apresentam germinação superior após este procedimento (AQUINO et al., 2018).

O teste de envelhecimento acelerado é considerado por Marcos Filho (2013) o único teste que há possibilidade da utilização de parâmetros que indicam adequação nos métodos adotados, o que é essencial para sua padronização. Esse teste é relevante, quando se trata de intensidade e velocidade de deterioração, além de analisar durante o período do teste, o efeito da rápida absorção de água que intensifica o processo de deterioração e conseqüentemente proporciona menores percentuais de germinação (ARNDT et al., 2019). Assim, lotes de sementes que apresentam menor vigor reduzem significativamente o seu percentual de germinação após serem submetidas ao envelhecimento acelerado, entretanto, aqueles mais vigorosos conseguem manter a sua capacidade germinativa e originar plântulas normais (MARCOS FILHO et al., 2020).

Durante a aplicação do envelhecimento acelerado, as sementes são acondicionadas em ambiente úmido (100% UR) favorecendo a absorção de água pelas sementes, o que associado a temperaturas

elevadas, causam uma condição de estresse, logo, o decréscimo no potencial de armazenamento das sementes sugerindo a segunda manifestação fisiológica da deterioração, torna este teste um dos mais sensíveis para determinar o vigor de sementes (MARCOS FILHO, 2020).

A avaliação do potencial fisiológico das sementes de espécies arbóreas pelo teste de envelhecimento acelerado é escassa, entretanto, alguns trabalhos têm demonstrado a eficiência do mesmo por meio da combinação simultânea entre temperatura e tempo de exposição das sementes às condições de envelhecimento acelerado, tais como 45 °C por 96 horas para *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC (MORAES et al., 2016), 41 °C durante 0, 48, 72 e 96 horas para *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (ARAÚJO et al., 2017), 43 °C por 24 horas para *Mabea fistulifera* Mart. (GOMES JÚNIOR; LOPES, 2017), 41 °C pelo período de 72 horas para *Enterolobium schomburgkii* Benth. (CARVALHO et al., 2020), conforme Figura 2.

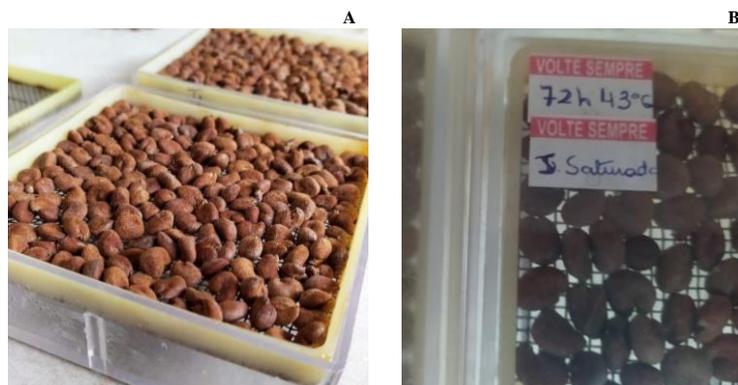


Figura 2. Sementes de *Crateva tapia* L. submetidas ao teste de envelhecimento acelerado por 72 horas a 43°C em solução saturada, 2022.

Fonte: Imagem dos autores.

2.3 pH de Exsudado – fenolfitaleína

Os testes baseados no processo germinativo das sementes são utilizados frequentemente pelo comércio de sementes como indicativo do vigor, entretanto, esses testes são conduzidos em condições ideais de temperatura, umidade e luz e por isso é preciso associar esses dados aos testes de vigor, a fim de complementar a avaliação da qualidade fisiológica das sementes (HAESBAERT et al., 2017). Os testes bioquímicos, relacionados a integridade de membranas celulares, se destacam na avaliação indireta do potencial fisiológico, e se baseiam nas alterações moleculares associadas ao processo de deterioração (MARCOS FILHO, 2015).

Dentre as formas de avaliar a viabilidade das sementes, encontra-se o método do pH de exsudato-fenolfitaleína, que é um teste rápido, de baixo custo, de fácil execução e evita o uso ou armazenamento de sementes de lotes de baixo vigor, o que torna o teste promissor e aplicável. Entretanto, alguns autores relatam a necessidade de ajuste da metodologia destes testes rápidos em função das características intrínsecas da espécie, a exemplo da *Crateva tapia* L., pois na literatura essas informações são incipientes (AMARAL; PESKE, 2000; RAMOS et al., 2012; LOPES et al., 2013).

Uma das primeiras manifestações de redução da qualidade fisiológica das sementes é a perda da integridade da membrana celular, então, o teste de pH de exsudato se baseia na reorganização das membranas celulares, em que as sementes são imersas em água. Assim, durante o processo de absorção e reorganização, as membranas lixiviam exsudatos como enzimas, nucleotídeos, ácidos graxos, ácidos orgânicos, aminoácidos, proteínas e compostos inorgânicos, como fosfatos e K⁺, Ca⁺⁺, Na⁺ e Mg⁺, e a presença dessas substâncias alteram a concentração e o pH da solução, portanto, quanto maior a liberação desses solutos, maior é a deterioração das sementes (PRADO et al., 2019).

A eficiência do teste de pH de exsudato foi comprovada em sementes de diferentes espécies como, *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 (SILVA et al., 2022), *Araucaria angustifolia* (ARALDI; COELHO, 2015) e *Glycine max* (THEODORO et al., 2018), no qual, após a aplicação da solução

indicadora (fenolfitaleína), aquelas que apresentarem solução com a coloração rosa claro ou escura, são consideradas sementes viáveis, e aquelas que a solução permanecer incolor, caracteriza-se como semente morta, conforme demonstrado na Figura 3.

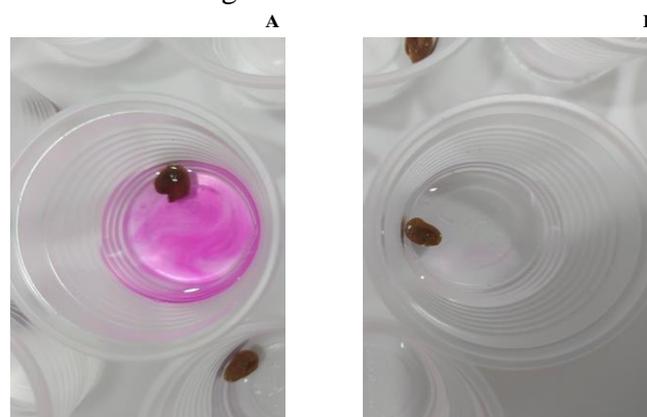


Figura 3. Semente viável (A) e semente inviável/morta (B) de *Crateva tapia* L. submetidas ao teste de pH de exsudato-fenolfitaleína, 2022.

Fonte: Imagem dos autores.

3. CONCLUSÃO

A abordagem dos testes tetrazólio, envelhecimento acelerado e pH de exsudato são de extrema importância para o mercado de sementes, uma vez que permite determinar seu vigor de forma mais rápida.

REFERÊNCIAS

AMARAL, A. S.; PESKE, S. T. Testes para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, n. 1, p. 12 - 15, 2000.

AQUINO, G. S. M.; BENEDITO, C. P.; PEREIRA, K. T. O.; SANTOS, P. C. S.; OLIVEIRA, J. C. D. Accelerated Aging of *Piptademia moniliformis* (Benth) Seeds. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 3, p. 681 - 686, 2018.

ARALDI, C. C.; COELHO, C. M. M. pH do Exsudato na Avaliação da Viabilidade de Sementes de *Araucaria angustifolia*. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 3, p. 426 - 433, 2015.

ARAÚJO, F. S.; FÉLIX, F. C.; FERRARI, C. S.; BRUNO, R. L. A.; PACHECO, M. V. Adequação do teste de Envelhecimento Acelerado para Avaliação do Vigor de Sementes de Leucena. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, p. 92 - 97, 2017.

ARNDT, J. R.; JÚNIOR, J. C. A.; BONETTI, R. A. T.; SHINOZAKI, G. A.; LIMA, C. B. Envelhecimento acelerado e emergência de plântula na seleção de sementes de soja conforme microclima e época para semeadura. In: AGUILERA, J. G.; ZUFFO, A. M. (Org.). **Ensaio nas Ciências Agrárias e Ambientais**. 3. ed. Ponta Grossa: ATENA, 2019 v. 1, p. 116 - 129.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRITO, W. A. L.; PEREIRA, K. T. O.; NOGUEIRA, N. W.; TORRES, S. B.; PAIVA, E. P. Evaluation of viability of *Tabebuia aurea* Seeds Through Tetrazolium Test. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 993 - 999, 2020.

CARVALHO, C. A.; AGUIAR, E. A.; TEIXEIRA, D. L.; DELFINO, J. S.; NASCIMENTO, M. M.; FERREIRA, R. F.; ANDRADE, R. A.; BRITO, R. S. Teste de Envelhecimento Acelerado para Analisar o Vigor de Sementes de Orelhinha de Macaco (*Enterolobium schomburgkii* Benth). **Revista Thema: Ciências Agrárias**, v. 17, n. 1, p. 346 - 353, 2020.

CARVALHO, I. L.; MENEGHELLO, G. E.; TUNES, L. M.; COSTA, C. J.; SOARES, V. N. Preparo da semente de arroz para execução do teste de tetrazólio. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 1, p. 51 - 63, 2019.

DEMINEICIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; ARAÚJO, S. A. C.; JARDIM, J. G.; PÁDUA, F. T.; CHAMBELA NETO, A. Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 1, p. 35 - 58, 2009.

FREIRE, J. M.; URZEDO, D. I.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. A realidade das sementes nativas no Brasil: desafios e oportunidades para a produção em larga escala. **Seed News**, v. 21, n. 5, p. 24 - 28, 2017.

GARLET, J.; SOUZA, G. F.; DELAZERI, P. Teste de Tetrazólio em Sementes de *Cassia leptophylla*. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 1800 - 1808, 2015.

GASPAR-OLIVEIRA, C. M.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Pré-condicionamento das sementes de mamoneira para o teste de tetrazólio. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 303 - 311, 2011.

GOMES-JUNIOR, D.; LOPES, J. C. Teste de Envelhecimento Acelerado para Avaliar o potencial Fisiológico de Sementes de Canudo-de-Pito. **Revista Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1105 - 1115, 2017.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. A.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; BRUNO, R. L. A. Resposta Fisiológica de Sementes de *Erythrina velutina* W. ao envelhecimento acelerado. **Revista Semina**, v. 30, n. 2, p. 323 - 330, 2009.

HAESBAERT, F. M.; LOPES, S. J.; MERTZ, L. M.; LÚCIO, A. D. C.; HULTH, C. Tamanho de amostra para determinação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol. **Bragantia**, v. 76, n. 1, p. 54 - 61, 2017.

LOPES, M. M.; SILVA, C. B.; VIEIRA, R. D. Physiological potential of eggplant seeds. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 2, p. 225 - 230, 2013.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRANTES, 2015, 660 p.

MARCOS-FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo Abrates**, v. 23, n.1, p. 21 -24, 2013.

MARCOS-FILHO, J. Teste de Envelhecimento Acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOSFILHO, J. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Abrates, p.185 - 246, 2020.

MORAES, C. E.; LOPES, J. C.; FARIAS, C. C. M. Qualidade Fisiológica de Sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. em função do teste de Envelhecimento Acelerado. **Revista Ciência Florestal**, v. 6, n. 1, p. 213 - 223, 2016.

NOGUEIRA, N. W.; TORRES, S. B.; FREITAS, R. M. O. Teste de tetrazólio em sementes de timbaúba. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 2967-2976, 2014.

PRADO, J. P.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MARTINS, C. C.; VIEIRA, R. D. Physiological potential of soybean seeds and its relationship to electrical conductivity. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 407 - 415, 2019.

RAMOS, K. M. O.; MATOS, J. M. M.; MARTINS, R. C. C.; MARTINS, I. S. Electrical conductivity testing as applied to the assessment of freshly. **Agronomy**, v. 1, n. 1, p. 1 - 5, 2012.

SILVA, F. S.; NUNES, G. S.; CODOGNOTO, L. C.; CONDE, T. T. Estimativa da viabilidade de Sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Mg-4 utilizando o teste do pH do exsudato. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. 1 - 13, 2022.

THEODORO, J. V. C.; CARDOSO, F. B.; REGO, C. H. Q.; CANDIDO, A. C. S.; ALVES, C. Z. Exsudate pH and Flooding Tests to Evaluate the Physiological Quality of Soybean Seeds. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 3, p. 667 - 673, 2018.

VIRGENS, P. B. S.; CONCEIÇÃO, T. A.; BARBOSA, R. M. Tetrazolium test to evaluate viability and vigour in *Genipa americana* seeds. **Seed Science and Technology**, v. 47, n. 1, p. 307 - 318. 2019.

REVISÃO: ASPECTOS GERAIS DA *Crateva tapia* L.

Marília Hortência Batista Silva Rodrigues^{1*}, Edna Ursulino Alves¹, Maria Luiza de Souza Medeiros¹, Guilherme Vinícius Gonçalves de Pádua¹, Joyce Naiara da Silva¹, Cosma Layssa Santos Gomes¹, Géisa Emanuelle Silva Farias¹, Maria Joelma da Silva¹.

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

RESUMO

Crateva tapia L. é uma espécie frutífera, nativa, conhecida popularmente no Brasil como trapiá, cujo fruto tem potencial farmacológico devido aos vários compostos bioativos como os flavonoides e também pode ser consumido *in natura*. A espécie também pode ser usada em áreas de reflorestamento e extração de sua madeira, que é indicada para a construção civil. Diante disto e levando-se em consideração a importância sua, a abordagem dos aspectos gerais da *C. tapia* é fundamental para a literatura e para o setor florestal, uma vez que essa é uma ferramenta primordial para o planejamento de futuros cultivos e exploração desta espécie, assim como fomentar pesquisas futuras que possam contribuir e fornecer informações mais detalhadas sobre *C. tapia*.

PALAVRAS-CHAVE: trapiá; espécies nativas; espécie florestal.

1. INTRODUÇÃO

A busca pela valorização do meio ambiente é crescente, uma vez que nos últimos 50 anos ocorreram grandes transformações, ou seja, as inovações tecnológicas provocaram várias transformações nos cenários terrestres, principalmente na maneira com os seres humanos se relacionam com o meio ambiente (RODRIGUES, 2019). Entretanto, é crescente a exploração madeireira, atrelada ao desmatamento, o que tem favorecido o desaparecimento de várias espécies com importância alimentar, ornamental ou para fins de reflorestamento, logo para o manejo e conservação das espécies é necessário reunir informações acerca dos seus aspectos intrínsecos (ABREU et al., 2005; VARELA et al., 2005).

Assim, *Crateva tapia* L. está incluída na família das Capparaceae, conhecida popularmente como trapiá, podendo ser encontrada na região Nordeste e nos estados de São Paulo e Minas Gerais, assim como em regiões da Mata Atlântica e do Pantanal (ALVES et al., 2017).

Essa espécie contém propriedades medicinais, podendo ser usada no combate a infecções respiratórias, atividade antioxidante, enquanto que nas cascas são encontradas compostos fenólicos, flavonoides totais, o triterpenoide elupeol, com ação anti-inflamatória (LUCENA et al., 2007; SHARMA; PATIL; PATIL, 2013; XAVIER et al., 2019).

Diante disto e levando-se em consideração a importância da espécie *Crateva tapia* L., a abordagem dos seus aspectos gerais é importante para a literatura e o setor florestal.

2. DESENVOLVIMENTO**2.2 Importância econômica da espécie**

Dentre as formas de utilização da *Crateva tapia*, destaca-se a proteína CrataBL que é extraída de suas cascas, com alto potencial fitoterápico, devido às atividades antitumoral e antitrombótica, sendo também verificado seu uso como larvicida (FERREIRA et al., 2013; SALU et al., 2014; NUNES et al., 2015). Essa proteína possui também atividade hipoglicêmica benéfica, que melhorou as complicações renais e hepáticas, o que torna essa lectina promissora para o tratamento da diabetes, como também em complicações com dano tecidual (ROCHA et al., 2014).

A espécie é utilizada como tônicas, estomáquicas, antidisentéricas, febrífugas, também exibem atividade anti-inflamatória, estimula a secreção biliar, o apetite e regula o intestino (SHARMA, PATIL; PATIL, 2013). No Nordeste do Brasil, as suas cascas tem sido utilizadas na medicina popular através de infusões como agente hipoglicemiante (NASCIMENTO et al., 2008).

Esse táxon tem potencial para o desenvolvimento de compostos antibacterianos contra bactérias com as *Escherichia coli* 2184, *Proteus mirabilis* 2241, *Bacillus subtilis* 2063 e *Staphylococcus aureus* 2079 (SHARMA; ALIWAL; PATIL, 2014).

A espécie tem potencial na recuperação de áreas degradadas e é comumente utilizada para ornamentação e arborização paisagística, enquanto que sua madeira é utilizada na fabricação de canoas e construção civil. Seus frutos são consumidos *in natura* e sua casca tem propriedades biológicas como antiinflamatória, analgésica, antitumoral, combate infecções do trato respiratório e suas folhas possuem propriedades terapêuticas devido à presença de compostos bioativos (GONÇALVES et al., 2007; LORENZI, 2009; ZHANG et al., 2013; SINDHI et al., 2013).

2.1 Aspectos Gerais da *Crateva tapia* L

Crateva tapia L., sinônimas botânicas *Cleome arborea* Schrad., *Crateva benthamii* Eichler, *C. benthamii* var. *leptopetala* Eichler, *C. acuminata* DC, *C. glauca* Lundell (CORNEJO; ILTIS, 2008) é uma espécie florestal pertencente à família Capparaceae, conhecida vulgarmente cabaceira, cabaceira-de-pantanal, pau-d'alho (LORENZI, 2008), catoré em Manaus - AM (MELO, 2013), capaça cataurizeiro em Santarém - PA (CAVALCANTE, 2014), breu branco em Palmeirina - PE (MACHADO et al., 2016). A copa da árvore é arredondada, atingindo até 12 m de altura (Figura 1A), seus frutos são globulares e carnosos (Figura 1D e E), com polpa de cor branca, são comestíveis, no entanto seu consumo é realizado na forma de refresco e bebida vinosa (LORENZI, 2009).

Está espécie possui flores grandes, hermafroditas e completas, ou seja, contém os quatro verticilos florais (cálice, corola, androceu e gineceu) e de cor esbranquiçada (Figura 1B e C). Os filamentos dos estames são roxos ou brancos quando jovens, dependendo da espécie e lilás quando velhos, as sépalas são de cor verdes quando jovens e amareladas quando velhas, enquanto que as pétalas são esbranquiçadas ou amarelas quando jovens ou velhas, respectivamente (SHARMA, RANA; CHAUHAN, 2006; UDAYSING; GAIKWAD, 2011). O florescimento da *C. tapia* é classificado como do tipo big-bangou floração em massa devido ao fato de emitir uma grande quantidade de flores, em um curto espaço de tempo (SILVA; PINHEIRO, 2007).

A produção de frutos nesta planta é dificultada pela presença de insetos em seus galhos, o que por sua vez causa a queda dos botões florais, prejudicando a produção de sementes (BABBAR, WALIA; KAUR, 2009). Vários fatores têm contribuído para que a planta seja considerada rara ou vulnerável em ambientes naturais na Índia, dentre os quais destacam-se a germinação irregular das sementes, desmatamento e alta exploração da casca, o que pode favorecer o processo de extinção da espécie (BOPANA; SAXENA, 2008). Estes fatores exigem medidas que busquem a conservação e propagação desta espécie com importância medicinal (SHARMA; PATIL; PATIL, 2013), bem como potencial para uso madeireiro e ornamental (ALVES et al., 2012).

No que se refere às sementes da *C. tapia*, a coloração é marrom (Figura 1F), com tamanho aproximadamente 1 cm, podendo ser encontrada em média de 23 sementes por fruto, as quais são fotoblásticas neutras quando em temperaturas alternadas de 20-30 °C (GOMES et al., 2010; GALINDO et al., 2012; SANTOS-FILHO et al., 2016; SOUSA, 2019).

Ao avaliar *C. tapia* em Recife-PB, Sousa (2019) constatou o florescimento no final do mês de outubro e início do mês de novembro e observaram ainda que o principal agente que visita as inflorescências são as abelhas sem ferrão *Partamona helleri* (36,46%), seguido da *Plebeia* sp. (26,35%).

Portanto, ressalta-se que estudos que buscam esclarecer as estruturas e características das plantas de espécies florestais, pouco exploradas como a *Crateva tapia* L. são importantes, independentemente da finalidade de seu uso.

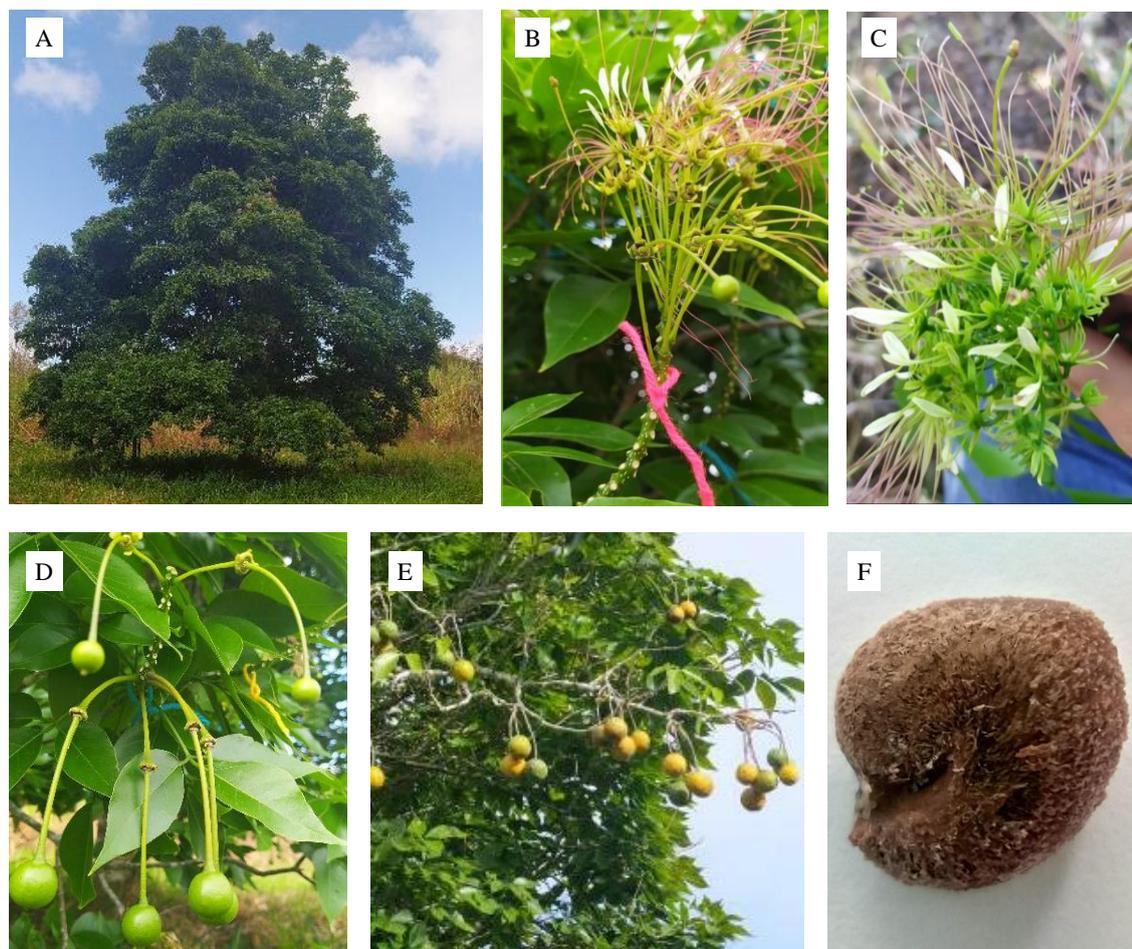


Figura 1. Estrutura da copa (A); visão lateral da inflorescência (B); visão frontal da inflorescência (C); fruto recém formado (D); frutos em diferentes estádios de maturação (E); semente formada de *Crateva tapia*, 2022.

Fonte: Imagens dos autores.

3. CONCLUSÃO

O conhecimento das características gerais da *Crateva tapia* L. é uma ferramenta importante para auxiliar no planejamento de futuros cultivos e exploração desta espécie, assim como fomentar pesquisas futuras que possam contribuir e fornecer informações mais detalhadas sobre a espécie em questão.

REFERÊNCIAS

ABREU, D. C. A.; NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. Efeito do substrato e da temperatura na germinação de sementes de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers. Winteraceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 149-157, 2005.

ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S. S.; MOURA, M. F.; GUEDES, R. S.; ESTRELA, F. A.; Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1208-1215, 2012.

ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S. S.; MOURA, M. F.; SILVA, R. S.; GALINDO, E. A. Drying on the germination and vigor of *Crataeva tapia* L. seeds. **Ciência Rural**, v. 47, n. 9, p.1-9, 2017.

BABBAR, S. B.; WALIA, N.; KAUR, A. Large-scale *in vitro* multiplication of *Crataeva nurvula*. In: JAIN, S. M.; SAXENA, P. K. **Protocols for in vitro cultures and secondary metabolite analysis of aromatic and medicinal plants**, v. 547, Humana Press: Totowa, 2009. p. 61-70.

BOPANA, N.; SAXENA, S. *Crataeva nurvula*: a valuable medicinal Plant. **Journal of Herbs, Spices & Medicinal plants**, v.14, n. 1, p. 107-127, 2008.

CAVALCANTE, S. C. **Ecosistema de várzea**: etnobotânica e ecofisiologia. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Pará. 2014.

CORNEJO, X.; ILTIS, H. H. A revision of the american species of the genus *Crataeva* (Capparaceae). Harvard. **Papers in Botany**, v. 13, n. 1, p. 121-135, 2008.

FERREIRA, R. S.; ZHOU, D.; FERREIRA, J. G.; SILVA, M. C. C.; SILVA-LUCA, R. A.; MENTELE, R.; GAMERO, E. J. P.; BERTOLIN, T. C.; CORREIA, M. T. S.; PAIVA, P. M. G. P. Crystal structure of *Crataeva tapia* bark protein (CrataBL) and its effect in human prostate cancer cell lines. **PLoS ONE**, v. 8, n. 6, p. 1-14, 2013.

GALINDO, E. A.; ALVES, E. U.; SILVA, K. B.; BARROZO, L. M.; SANTOS-MOURA, S. S. Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes temperaturas e regimes de luz. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 138-145, 2012.

GOMES, J. B. M.; LEEUWEN, J. V.; FERREIRA, S. A. N.; FALCÃO; N. P. S.; FERREIRA, C. A. C. **Nove espécies frutíferas da várzea e igapó para aquicultura, manejo da pesca e recuperação de áreas ciliares**. Manaus: INPA, 2010. 32 p.

GONÇALVES, E. P.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; FRANÇA, P. R. C.; SILVA, K. B.; GALINDO, E. A. Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes substratos. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 29, n. 4, p. 363-367, 2007.

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

LORENZI, H. **Brazilian trees**: identification and cultivation of native tree plants in Brazil. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2009. 384p.

LUCENA, R. F. P.; ALBUQUERQUE, U. P.; MONTEIRO, J. M.; ALMEIDA, C. F. C. B. R.; FLORENTINO, A. T. N. E.; FERRAZ, J. S. F. "Useful of the semi-arid northeastern region of Brazil - a look at their conservation and sustainable use". **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 125, n. 1, p. 281-290, 2007.

MACHADO, J. R. A.; SILVA, N. G.; DUARTE, C. C. Biodiversidade florística ameaçada pelo uso intensivo de pastagens, no município de Palmeirina - PE. **Regne**, v. 2, n. Especial, p. 981-990, 2016.

MELO, R. B. **Caracterização das reservas das sementes e avaliação da germinação e formação de plântulas de nove espécies arbóreas de florestas alagáveis da Amazônia**. 2013. 72 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

NASCIMENTO, C. O.; COSTA, R. M. P. B.; ARAÚJO, R. M. S.; CHAVES, M. E. C.; COELHO, L. C. B. B.; PAIVA, P. M. G.; TEIXEIRA, J. A.; CUNHA, M. G. C. Optimized extraction of a lectin from *Crataeva tapia* bark using AOT in isoctane reversed micelles. **ProcessBiochemistry**, v. 43, n. 7, p. 779-782, 2008.

NUNES, N. N.; FERREIRA, R. S.; SILVA-LUCCA, R. A.; SÁ, L. F.; OLIVEIRA, A. E.; CORREIA, M. T.; PAIVA, P. M.; WLODAWER, A.; OLIVA, M. L. Potential of the lectin/inhibitor isolated

- from *Crataeva tapia* bark (CrataBL) for controlling *Callosobruchus maculatus* larva development. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 48, p. 10431-10436, 2015.
- ROCHA, A. A.; ARAÚJO, T. F. S.; FONSECA, C. S. M.; MOTA, D. L.; MEDEIROS, P. L.; PAIVA, P. M. G.; COELHO, L. C. B. B.; CORREIA, M. T. S.; LIMA, V. L. M. Lectin from *Crataeva tapia* bark improves tissue damages and plasma hyperglycemia in alloxan-induced diabetic mice. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, p. 1-9, 2014.
- RODRIGUES, C. A. E. **Atividades alternativas e meio ambiente**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S. A., 2019. 184 p.
- SALU, B. S.; FERREIRA, R. S.; BRITO, M. V.; OTTAIANO, T. F.; CRUZ, J. W. M. C.; SILVA, M. C. C.; CORREIA, M. T. S.; PAIVA, P. M. G.; MAFFEI, F. H. A.; OLIVA, M. L. V. CrataBL, a lectin and fator Xa inhibitor, plays a role in blood coagulation and impairs thrombus formation. **Biological Chemistry**, v. 395, n. 9, p. 1027-1035, 2014.
- SANTOS-FILHO, F. S.; SOARES, C. J. R. S.; SILVA, A. C. R.; QUEIROZ, Y. D. S.; HONÓRIO, S. S.; SILVA, F. F. Síndromes de polinização e de dispersão das espécies lenhosas nos parques ambientais em Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Equador**, v. 5, n. 3 (Edição Especial 02), p. 360-374, 2016.
- SHARMA, ALIWAL, M. K.; PATIL, A. Antibacterial activity of leaf and bark extracts of *Crataeva tapia* L. **International Journal for Pharmaceutical Research Scholars**, v. 3, n. 4, p. 41-52, 2014.
- SHARMA, P.; PATIL, D.; PATIL, A. *Crataeva tapia* Linn. - An important medicinal plant: a review of its, traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**, v. 4, n. 2, p. 582-589, 2013.
- SHARMA, S. B.; RANA, A.; CHAUHAN, S. V. S. Reproductive biology of *Crataeva religiosa* Fort. **Current Science**, v. 90, n. 5, p. 716-720, 2006.
- SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M. C. B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies e *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasileira**, v. 21, n. 1, p. 235-247, 2007.
- SINDHI, V.; GUPTA, V.; SHARMA, K.; BHATNAGAR, S.; KUMARI, R.; DHAKA, N. (2013). Potential applications of antioxidants - a review. **Journal Pharmacy Research** v. 7, n. 9, p. 828-835, 2013.
- SOUSA, L. D. N. **Estudos dos agentes polinizadores na inflorescência do trapiá (*Crataeva tapia* L.)**. 2019. 27 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.
- UDAYSING, H. P.; GAIKWAD, D. K. Medicinal profile of a sacred drug in ayurveda: *Crataeva religiosa*. **Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**, v. 3, n. 1, p. 923-929, 2011.
- VARELA, V. P.; COSTA, S. S. S.; RAMOS, M. B. P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmiumnitens* (Vog.) Yakovlev) - Leguminosae, Caesalpinoideae. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, p. 35-39, 2005.
- XAVIER, M. E. V.; SILVA, D. C. G.; MACEDO, E. S.; SOUZA, M. A.; SANTOS, A. F.; COSTA, J. G. Potencial antioxidante e alelopático de *Crataeva tapia* L. **Diversitas Journal**, v. 4, n. 1, p. 306-318, 2019.

ZHANG, F.; WALCOTT, B.; ZHOU, D.; GUSTCHINA, A.; LASANAJAK, Y.; SMITH, D. F.; FERREIRA, R. S.; CORREIA, M. T. S.; PAIVA, P. M. G.; BOVIN, N. V.; WLODAWER, A.; OLIVA, M. L. V.; LINHARDT, R. J. Structural studies of the interaction of *Crataeva tapia* bark protein with heparin and other glycosamino glycans. **Biochemistry**, v. 52, n. 12, p. 2148-2156, 2013.

ESTUDO CIENCIOMÉTRICO DA ESPÉCIE VEGETAL *Psychotria colorata* (Willd. ex Schult.) Müll.Arg

Géisa Emanuelle Silva Farias^{1*}, Ênia Geyce Silva Farias¹, Cosma Layssa Santos Gomes¹, Maria da Conceição Leite da Silva¹, Marília Hortência Batista Silva Rodrigues¹, Joyce Naiara da Silva¹, Caroline Marques Rodrigues¹, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua¹

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

RESUMO

A *Psychotria colorata* é popularmente conhecida como repolho ou perpetua do mato, pertencente à família Rubiaceae e possui ampla distribuição geográfica. É utilizada na medicina popular para tratar dores abdominais e de ouvido. Além disso tem sido apontada como causa de intoxicação e abortos em espécies ruminantes. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo conduzir um estudo cienciométrico sobre a espécie, a fim de reconhecer a sua identidade biológica, origem e características. Além disso identificar quais as tendências de pesquisas utilizando a *Psychotria colorata*. O levantamento dos artigos foi feito através dos bancos de dados ‘Web of Science’, ‘Scielo’, ‘Scopus’ e ‘PubMed’ utilizando como palavras-chave o nome científico da espécie. Como critério de inclusão para análise foram consideradas as produções científicas dos anos 2000 a 2021, que apresentam o nome da *P. colorata* no título ou nas palavras chave. Constatou-se que os temas mais estudados estão relacionados principalmente a toxicidade em ruminantes, ao seu potencial farmacológico e ao uso na medicina popular.

PALAVRAS-CHAVE: Rubiaceae, Ciencimetria, repolho.

1. INTRODUÇÃO

A *Psychotria colorata* é popularmente conhecida como repolho ou perpetua do mato, pertencente à família Rubiaceae, é um arbusto ou subarbusto de até 1 metro de altura, com distribuição nas Guianas, Venezuela e no Brasil, onde pode ser encontrada no Pará, Amazonas, Maranhão, Paraíba, Sergipe, Bahia, Pernambuco, Goiás e Distrito Federal (TAYLOR, 2012).

Caracteriza-se como um arbusto de folhas simples, filotaxia oposta cruzada, inflorescência terminal de coloração roxa com involúcro de brácteas agudas, flores 5- meras, sésseis e corola infundibuliforme com frutos elipsoides do tipo baga de coloração azulada (MENDONÇA, 2012).

É uma planta utilizada na medicina tradicional para o tratamento de dores de ouvido e abdominais (ELISABETSKY; CASTILHOS, 1990). Porém a utilização de forma indiscriminada pode aumentar o risco de intoxicação (SPNOSA et al., 2008). Além disso, é apontada como a causa de abortos e mortes em ruminantes (MELO et al., 2021; COSTA et al., 2011).

Dessa forma, as pesquisas utilizando *Psychotria colorata*, buscam caracterizar os componentes químicos, farmacológicos e toxicológicos da espécie, a exemplo de Moura e Maru (2014), que fizeram levantamento dos aspectos farmacológicos e toxicológicos de *P. colorata*. Outra pesquisa foi realizada por Mendonça et al. (2015), o qual analisou os metabólitos secundários presentes em folhas de *P. colorata*, entre outros. No entanto, verifica-se que o número de investigações a respeito da espécie ainda é bem reduzido. Desse modo, a análise cienciométrica pode ser utilizada como ferramenta de avaliação da atividade científica em relação a espécie.

De acordo com Ruiz et al. (2009), a Cientometria é a ciência que se destina a analisar de forma abrangente a produção científica e tecnológica utilizando diversos indicadores e instrumentos com o objetivo de mensurar e compreender a dimensão das publicações científicas.

Assim, por meio dessa importante ferramenta de investigação o objetivo deste trabalho é conduzir um estudo cienciométrico sobre a espécie, a fim de reconhecer a sua identidade biológica, origem e características. Além disso identificar quais as tendências de pesquisas utilizando a *Psychotria colorata*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi realizada a análise de trabalhos científicos que apontam a finalidade farmacológica e o uso popular da *Psychotria colorata*. Para tanto, foi adotado o método de pesquisa conhecido como ciencimetria, que tem se apresentado útil para realizar o levantamento e análise dos aspectos quantitativos e qualitativos da produção científica (CARNEIRO et al., 2008; NABOUT et al., 2009).

O levantamento das produções científicas foi realizado por meio das bases de dados ‘Web of Science’, ‘Scielo’, ‘Scopus’ e ‘PubMed’ utilizando como palavras-chave o nome científico da espécie. Como critério de inclusão para análise foram consideradas produções científicas dos anos 2000 a 2021, que apresentam o nome da *Psychotria colorata*, no título ou na palavras chave e que envolvam os aspectos etnobotânicos da espécie e/ou sua potencialidade para a produção de fármacos.

Para auxiliar e realizar a montagem das tabelas, foi utilizado o programa Microsoft Excel, no qual as informações coletadas foram organizadas categoricamente em colunas contendo as seguintes informações: título do artigo, nome do autor, nome da revista, ano de publicação, tema e base em que foi encontrado.

A busca do ‘Qualis’ de cada revista foi feita através da Plataforma Sucupira, em que no campo “Evento de Classificação” foi selecionado “Classificações de Periódicos Quadriênio 2013-2016”. O Fator de Impacto (FI) das revistas aonde as publicações foram localizadas também foi considerado na investigação. O FI é um dos principais critérios para a estratificação do Qualis, indicador desenvolvido pela Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES (DOMINGUES et al., 2020). Atualmente o (JCR) é o responsável pela publicação anual que media o FI das revistas, desenvolvido por Eugene Garfield (DOMINGUES et al., 2020). Portanto, o FI das revistas analisadas nesta pesquisa foi obtido a partir do Journal of Citation Reports (JCR), publicado em 2020.

Dessa forma, os artigos foram analisados para saber a sua composição científica, a fim de conhecer os temas e aplicações que vem sendo estudadas utilizando a *Psychotria colorata*, bem como conhecer o volume de trabalhos referentes a espécie.

3. RESULTADOS

De acordo com o levantamento realizado, foram encontrados oito artigos nas seguintes bases de dados: Scopus e Web of Science, usando como termo de busca *Psychotria colorata*, e usando como critério de inclusão os trabalhos publicados entre 2000 a 2021 (Tabela 1). As bases de dados Scielo e Pub Med não apresentaram artigos que se enquadrassem nos critérios de pesquisa.

Tabela 01. Publicação de artigos por ano de diferentes bases de dados.

Ano	Número de artigos	Base de Dados
2021	2	Scopus
2020	2	Scopus
2011	2	Scopus/ Web of Science
2001	1	Scopus
2000	1	Scopus

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Assim, os oito trabalhos estão distribuídos da seguinte forma: Scopus (7) e Web of Science (01). Os temas mais estudados estão relacionados principalmente a toxicidade em ruminantes, ao seu potencial farmacológico e além disso os trabalhos abordam também o uso na medicina popular.

Foi possível identificar sete periódicos, sendo elas de origem nacional (4) e de origem internacional (3), com as áreas de farmacologia e bioquímica as mais representativas. Foram encontrados quatro diferentes 'qualis' para as revistas, dentre elas, apenas uma não foi encontrada sua classificação. Os periódicos obtiveram JCR entre 0 e 15 e apenas duas revistas não constavam na lista do fator de impacto, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2- Nome dos periódicos com seus respectivos JCR e Qualis.

REVISTAS	JCR	QUALIS
Pesquisa Veterinaria Brasileira	0.584	B1
Journal of the American Chemical Society	15.419	A1
Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants	-	-
Acta Veterinaria Brasilica	-	B5
Phytomedicine	5.340	A2
Planta Medica	3.352	A2
Toxicology Letters	4.372	A2

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

4. DISCUSSÃO

A partir do levantamento realizado verificou-se que existe uma quantidade reduzida de artigos relacionados a *P. colorata*, o que demonstra que a espécie ainda é pouco estudada. Ao observarmos as revistas em que os artigos foram encontrados, é possível perceber que o enfoque dado nos artigos se refere as suas propriedades farmacológicas, com a busca da caracterização dos efeitos de alguns compostos encontrados na planta, tendo em vista que essa espécie é utilizada na medicina popular, pois existe uma percepção geral de que o uso de plantas na cura de doenças é algo natural, seguro, barato e eficaz. No entanto esse uso deve ser restrito a plantas conhecidas, pois podem ocorrer intoxicações, causando graves acidentes. Nos estudos toxicológicos, as pesquisas apontam os efeitos prejudiciais da espécie para ruminantes, podendo causar abortos (TOVAR; PETZEL, 2009).

Com relação a classificação dos periódicos consultados, constatou-se que três revistas apresentaram qualificação 'qualis' A2, sendo a segunda maior qualificação que um periódico pode alcançar, o que demonstra boa visibilidade e qualidade do material produzido e publicado. Em relação ao fator JCR observou-se que a maioria dos periódicos alcançaram classificação superior a 3,0, o que se caracteriza como uma classificação positiva, pois é importante destacar que ao publicar em revistas com baixo JCR e de língua portuguesa faz com que o conhecimento publicado fique limitado ao próprio país e possui baixa divulgação em âmbito internacional (VIÇOSI et al., 2018).

5. CONCLUSÕES

Verificou-se através de estudo cienciométrico que a espécie *P. colorata* é utilizada com a finalidade terapêutica. As propriedades farmacológicas e toxicológicas foram os temas principais das pesquisas desenvolvidas. No entanto é possível observar um número reduzido de trabalhos, o que demonstra a necessidade de mais estudos a respeito desta espécie.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, F. M.; NABOUT, J. C.; BINI, L. M. Trends in the scientific literature on phytoplankton. *Journal Limnology*, v. 9, n. 2, p. 153 - 158, 2008.

CHAPULA, C. A. M. O papel da informetria e da cienciométrica e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da Informação*. v. 27, n. 2, p. 134, 1998.

COSTA, A. M. D.; SOUZA, D. P. M.; CAVALCANTE, T. V.; ARAÚJO, V. L.; MARUO, A. T.; RAMOS, V. M. Plantas tóxicas de interesse pecuário em região de ecótono amazônia e cerrado. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 3, p. 317 - 324, 2011.

ELISABETSKY, E.; CASTILHOS, Z. C. Plants used as analgesic by Amazonian caboclos, as a basis for selecting plants for investigation. **International Journal of Crude Drug Research**, v. 28, n. 4, p. 49 - 60, 1990.

MELO, J. K. A.; RAMOS, T. R. R.; BAPTISTA FILHO, L. C. F.; CRUZ, L. V.; WICPOLT, N. S.; FONSECA, S. M. C. F.; MENDONÇA, F. S. Poisonous plants for ruminants in the dairy region of Pernambuco, Northeastern Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 1 - 11, 2021.

MENDONÇA, A. C. A. M.; SILVA, M. A. P.; ANDRADE, A. O.; ALENCAR, S. R.; MACHADO, M. E. Prospecção fitoquímica de *Psychotria colorata* (willd. Ex. R. & s.) Müll. Arg. E p. Hoffmannseggiana (r. & s.) Müll. Arg. **Caderno de Cultura e Ciência**, Ano IX, v. 13, n. 2, p. 1 - 8, 2015.

MENDONÇA, A. C. A. M. **Rubiaceae na Floresta Nacional Araripe - Apodi, Crato, CE**. 2012. 126 p. Dissertação (Mestrado em Bioprospecção Molecular), Universidade Regional do Cariri – Urca, Crato - CE, 2012.

MOURA, L. T. S.; MARUO, V. M. Aspectos Farmacológicos e Toxicológicos de *Psychotria colorata*: revisão. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v.1, n. 23, p. 1 - 16, 2014.

NABOUT, J. C.; MARCOS, JÚNIOR, P.; BINI, L. M.; DINIZ FILHO, J. A. F. Distribuição geográfica potencial de espécies americanas do caranguejo “violonista” (*Uca* spp.) (Crustacea, Decapoda) com base em modelagem de nicho ecológico. **Iheringia, Sérié Zoologia**, v. 99, n. 1, p. 92-98, 2009.

RUIZ, M. A.; GRECO, O. T.; BRAILE, D. M. Fator de impacto: importância e influência no meio editorial, acadêmico e científico. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 24, n. 3, p. 273 - 278, 2009.

SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; PALERMO-NETO, J. **Toxicologia aplicada à medicina veterinária**. [S.l: s.n.], 2008, 942 p.

TAYLOR, C. **Psychotria in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: Flora do Brasil - Psychotria L. (jbrj.gov.br) . Acesso em: 22 de julho de 2021.

TOVAR, R. T.; PETZEL, R. M. Herbal toxicity. **Disease-month**, v. 55, n. 10, p.592– 641, 2009.

VIÇOSI, K. A.; FREITAS, I. A. S.; SILVA, E. C.; COSTA, J. P.; SILVA, J. F.; BARROSO, F. M.; OLIVEIRA, L. A. B.; SILVA, C. L. T.; MATOS, F. S. Cienciometria: análise qualitativa e quantitativa da literatura científica Global sobre estresses abióticos em *Jatropha curcas* L. **Agries**, v. 4, n. 2, p. 41-48, 2019.

VIÇOSI, K. A.; FREITAS, I. A. S.; SILVA, E. C.; COSTA, J. P.; SILVA, J. F.; BARROSO, F. M.; OLIVEIRA, L. A. B.; SILVA, C. L. T.; MATOS, F. S. Cienciometria: análise qualitativa e quantitativa da literatura científica Global sobre estresses abióticos em *Jatropha curcas* L. **Agries**, v. 4, n. 2, p. 41-48, 2018.

ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA EXPANSÃO URBANA E DE UTILIZAÇÃO DE TELHADO VERDE: ESTUDO DE CASO DE UM RESIDENCIAL EM GARANHUNS-PE

Tamara de Lima Oliveira^{1*}, Ana Marisa Silva de Albuquerque², Thamires Carolayne Cavalcanti Moura³, Ricardo Brauer Vigoderis¹, Arielle Alves Melo¹, Eusileide Suianne Rodrigues Lopes de Melo³, João Manoel da Silva⁴

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Garanhuns - PE, *e-mail: tamaara.oliveira@gmail.com

²Faculdades Integradas de Garanhuns – FACIGA, Garanhuns-PE.

³Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Caruaru – PE.

⁴Universidade Estadual do Piauí-UESPI, Corrente - PI.

RESUMO

Quanto de CO₂ pode-se capturar utilizando telhado verde? A metodologia empregou-se de uma abordagem exploratória, e um estudo de caso. O resultado observou que, com práticas construtivas sustentáveis, é possível uma diminuição significativa na captura de CO₂, em Garanhuns.

PALAVRAS-CHAVE: Áreas de risco, captura de CO₂, conforto térmico.

1. INTRODUÇÃO

Desde a revolução industrial, as emissões de gases do efeito estufa (GEE) aumentam consideravelmente como consequência de fenômenos naturais e ações antrópicas, como o adensamento urbano acelerado e a queima de combustíveis fósseis, que afetam de modo direto a temperatura global (GUARDA et al., 2020). Entre as diversas atividades antropogênicas que causam desequilíbrios na paisagem está a urbanização que conforme Muñoz, Zwick e Mirzabaev (2020), é um dos fatores que contribuem globalmente para a emissão de gases do efeito estufa.

A incessante ampliação de áreas urbanas acarretou um grande crescimento no setor da construção civil nas últimas décadas. Conforme Passuello et al. (2014), o setor supracitado é reconhecido como um grande consumidor de recursos e é responsável por diversas emissões que causam impactos substanciais ao ambiente sendo muitos destes impactos diretamente relacionados à produção de materiais de construção

Com o crescimento antrópico acelerado, percebe-se um aumento da área urbanizada que pode, ao passar do tempo, causar alterações no clima da região, já que o processo de urbanização provoca modificações na rugosidade, características térmicas da superfície, queda da intensidade do vento e umidade do solo. Essas transformações ocasionam diferenças de temperatura nas zonas urbanas e rurais de seus entornos (MORAIS et al., 2019).

O aquecimento global transformou-se em uma ampla preocupação mundial devido a emissão significativa de gases do efeito estufa (GEE) antropogênicos, tal como o crescente aumento de CO₂ atmosférico (YI; WANG; GUO, 2020). As ocorrências ambientais atraem atenção mundial devido ao aumento significativo na temperatura global, o crescente aumento de CO₂ geram preocupações no setor civil, por ser responsável por quase metade do consumo de energia. O consumo é pautado por sua importância dentro da área construtiva por ser incorporado em todas as suas etapas.

É imprescindível uma abordagem inclusiva para o desenvolvimento sustentável das zonas urbanas e comunidades modernas e para a descarbonização das economias públicas as pautas energéticas e ambientais demandam uma implantação eficiente e sinérgica de tecnologias de eficiência energética, projetados adequadamente em novos mecanismos de gestão de energia. Dissoluções atualizadas devem ser construídas, desenvolvidas e devem se comprometer em executá-las (BARONE et al., 2021).

Países que se encontram em desenvolvimento como o Brasil, o processamento de urbanização é evidenciado, logo exige uma demanda de gestões territoriais que tornem o processo evidente. A

presença de problemas no transporte, saneamento, energia, segurança, moradia e outros estão presentes em crise socioambiental emergente. Esses desafios reivindicam mudanças estruturais (LOCATELLI; BERNARDINIS; AMARAL, 2020).

A constante pressão antrópica cria desequilíbrios na paisagem que intensificam os efeitos das mudanças climáticas, sendo necessário a implementação de um modelo de desenvolvimento sustentável que leva em consideração os limites do ambiente natural. Nesse sentido, as energias renováveis, assim como as tecnologias ambientais, são grandes subsídios para a implementação de um processo de urbanização mais sustentável pelo setor da construção civil.

A preocupação com a excessiva exploração dos recursos naturais, juntamente com a degradação dos ecossistemas, resultou nas últimas décadas em ponderações com as condições do meio ambiente. Em consequência, as atividades que se associam aos processos produtivos, serviços e construção procuram possibilidades de conter o consumo de recursos e impactos aos ecossistemas (NIKOLIĆ; STANKOVI; CIROVIC, PAU, 2018).

Desse modo, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) é uma convocação a ação de todos os países, para propiciar a prosperidade enquanto protegem a terra. Reconhecendo que acabar com a pobreza necessita caminhar junto com estratégias que promovam o crescimento e respondam também a necessidades sociais, como: educação, proteção social, saúde, e que contendam as mudanças climáticas e a preservação do meio ambiente (ONU, 2015).

Analisar os impactos ambientais do modelo de urbanização atual é essencial para o desenvolvimento de técnicas menos nocivas ao meio ambiente. Nesse sentido, a modelagem ambiental pode fornecer dados importantes para o processo de elaboração de projetos sustentáveis no setor da construção civil.

Sendo assim, a pesquisa terá como objetivo analisar os impactos ambientais oriundos da construção de grandes condomínios na área urbana do município de Garanhuns localizado no estado de Pernambuco e realizar uma simulação dos custos e da pegada de carbono desses empreendimentos, comparando os resultados com técnicas mais sustentáveis de produção de energia e construção civil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo é caracterizado como uma pesquisa explicativa que para Gil (2008), são as que tem como objetivo pontuar o que se determina para a ocorrência de fatos.

As metodologias utilizadas para a presente pesquisa, segundo Prodanov e Freitas (2013), serão a explicativa e a exploratória, fazendo a análise de um estudo de caso com aplicações de técnicas distintas e empregando materiais bibliográficos pertinentes a pesquisa.

2.1 Caracterização do local de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Garanhuns, localizada no Agreste Pernambucano, situando-se entre os paralelos 8° 52' 0'' / 8° 56' 0'' S e os meridianos 36° 2' 30'' / 36° 31' 30'' W. A região dispõe de uma vegetação estacional semidecidual e também com áreas de tensão ecológica, entre a mata úmida e agreste, além de possuir uma fitogeografia que se divide entre caatinga e mata, e compõem os 459,0781 Km² de sua área.

A área do Planalto da Borborema onde Garanhuns está localizada, sofreu diversos desequilíbrios geomorfológicos, incisões sobre seu relevo, que são observadas no entorno da cidade. Esses processos originam oscilações climáticas (NUNES; BARROS, 2015).

Porém, sem um planejamento urbano que vise a proteção dos recursos naturais que a cidade possui, sem uma visão de construções adequadas e métodos construtivos mais conscientes, a tendência do clima sofrer alterações e, as temperaturas elevarem será de alto nível.

O Residencial Antônio Cordeiro está localizado no sítio urbano de Garanhuns, no bairro Dom Helder Câmara, com latitude UTM: 775978.72 m E e longitude UTM: 9019374.11 m S.

2.2 Localização da área de estudo

Objetivando analisar o impacto da utilização do telhado verde foi necessário quantificar a área disponível em cada unidade residencial. Para tanto, visitou-se uma das unidades habitacionais obtendo os valores correspondentes as dimensões da fachada frontal relacionadas a obtenção da medida do telhado, e inclinação.

A medida da distância horizontal da base de apoio do telhado associada a altura máxima da treliça resultou no ângulo de inclinação. Os cálculos foram realizados por relação trigonométrica para um triângulo retângulo, considerando a hipotenusa como a medida exata da cobertura.

Dessa forma, foi possível multiplicar o comprimento total do telhado pela largura e obter a área disponível para implantar a cobertura verde, em cada unidade habitacional e multiplicou-se pelos 533 que compõe o Residencial Antônio Cordeiro, como pode ser verificado na Figura 15, área limitada pela linha em destaque.



Figura 1. Localização da área de estudo.
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Medidas coletadas *in loco*, em uma das unidades habitacionais do Residencial Antônio Cordeiro, que segue um projeto padrão, correspondendo a imagens da fachada frontal. Desse modo, foi possível obter a inclinação da cobertura e calcular a área de telhado, em duas águas, conforme descrito na metodologia. Essa informação é necessária para simular a implantação de telhado verde.

Identificou-se que uma das águas possui inclinação de 36,36%, e outra equivale a 32,79%, diferença justificada pela característica do projeto. Obtendo as dimensões correspondentes a largura horizontal de cada água, foi possível determinar, conforme dados na Tabela 1, que cada lado da cobertura equivale a 37,06 m², ou seja, a unidade residencial possui 75,57m² disponíveis.

Tabela 1 - Descrição dos cálculos realizados para obter o potencial de captura de CO₂ para o Residencial Antônio Cordeiro, com implantação do ecotelhado.

	Valor	Unidade
Gramínea	37,33	KgCO ₂ /m ²
Área	75,57	m ²
Captura De CO ₂	2821,03	KgCO ₂ /habitação
Unidades Residenciais	533	Habitação
Potencial De Captura CO ₂	1503,61	KgCO ₂ /residencial

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

A área total calculada indica a disponibilidade de superfície para que seja instalado o ecotelhado, por isso é essencial para estimar tanto a quantidade de carbono sequestrado, quanto o custo de implantação do sistema de telhado verde.

O telhado verde proporciona redução na temperatura interna da habitação, além de sequestrar carbono da atmosfera pelo processo de respiração vegetal e reduzir o consumo de energia aplicada a processos de resfriamento de imóvel. A quantidade de dióxido de carbono utilizada na fotossíntese é proporcional a espécie escolhida para ser cultivada na cobertura vegetal.

Screenski (2015) estimou que para um ajardinamento, com cobertura vegetal média genérica, retém 6,75 a 17,1 kg de carbono por metro quadrado de jardim, dependendo da espessura de substrato. Salienta-se que a cada kg de carbono fixado pela fotossíntese equivale a 3,66 kg de CO₂, realizando a proporção de peso entre a molécula e o átomo.

Nesse contexto, percebe-se que é importante conhecer o processo de implantação de uma cobertura verde para um telhado. A opção mais simples, que conduz a uma menor sobrecarga de peso a estrutura das edificações, compreende a utilização de menor altura de substrato associado a gramíneas. O uso de gramíneas facilita a manutenção e instalação do sistema de ecotelhados, tal sistema compreende o que ficou conhecido como processo extensivo (BASTOS et al., 2020; SCRENSKI, 2015; LIRA, 2017).

Lira (2017) usou gramíneas em pesquisa, citando os vikings como importantes construtores de telhado verde, conhecida como “arquitetura sustentável vikings” praticada séculos atrás. Onde eram feitas de madeira, pedras e cobertos por telhados vegetados de gramínea, servindo como isolante natural. Dependendo da espécie, a gramínea pode resistir a temperaturas baixas e clima quente.

Prevendo a instalação de um sistema extensivo de ecotelhado, essa pesquisa foi baseada na implantação de substrato de 200mm de altura. Essa altura de substrato apresenta menor acréscimo de carga a estrutura construtiva, 150kg por m², e corresponderá ao sequestro de 37,33 kg de CO₂/m² de jardim (SCRENSKI, 2015). Define-se a estrutura do sistema de ecotelhado mais simples, menos oneroso que pode ser utilizado em um projeto.

Existem três principais tipologias construtivas de telhados verdes: extensivos, semi intensivos e intensivos. O extensivo é caracterizado pelo seu baixo peso (70 a 170 kg/m²), pela camada de substrato delgada (5 a 15 cm), pela baixa necessidade de manutenção onde recebem vegetação de plantas rasteiras e resistentes a condições climáticas severas, tipicamente *Sedum* ou gramíneas (SCRENSKI, 2015). e Gonçalves et al. (2018) utilizaram uma espessura de 10cm de substrato para os estudos realizados com gramínea.

Observa-se que, de acordo com a bibliografia, é possível utilizar a área de telhado para cultivo de espécies com a finalidade de sequestro de carbono. Dispondo da área de telhado de uma unidade habitacional, foi possível prever que utilizando gramíneas, pode-se haver uma redução de carbono atmosférico na ordem de 37,33kg de CO₂/m² de substrato (SCRENSKI, 2015).

A espécie vegetal utilizada pode ser escolhida comparando-se o peso na estrutura, a taxa de respiração vegetal, conseqüentemente, taxa de sequestro de carbono, a adaptação ao clima local, a facilidade de obter mudas, a taxa de crescimento da planta, resistência a doenças e o custo total. As gramíneas forrageiras compreendem espécies de elevada eficiência fotossintética, onde a absorção de dióxido de carbono é eficiente, podendo descrever as espécies: grama esmeralda, grama amendoim e grama brilhantina (SCRENSKI, 2015). As suculentas são opções viáveis, sendo utilizadas as espécies *Serum* (GONÇALVES et al., 2018).

A grama esmeralda foi opção de escolha para protótipos desenvolvidos em Belém – PA, por Gonçalves et al. (2018), objetivando analisar custos para implantação de telhado extensivo com camada drenante construída com material reciclável, e com material convencional. O resultado obtido para o estudo com camada de drenagem convencional, foi de R\$620,79 por m². A diferença de valor, em relação ao custo estimado por Nascimento, foi influenciada pelo custo do frete (R\$350,00) cobrado para entrega de materiais na Região Norte.

No estudo de Mattos (2015), para município de Caruaru, no Agreste do Estado, identificou-se a redução de 3°C na temperatura interna das paredes do imóvel analisado. Para tanto, utilizou-se as espécies Coroa de Frade e Babosa. Bastos et al. (2020) descreveu que a redução da temperatura consiste em um dos benefícios da aplicação do telhado verde, além de promover conforto acústico, melhoria na paisagem local e qualidade do ar.

Diante do exposto, é possível realizar as operações numéricas, (Tabela 1), para obter proporcional teor de dióxido de carbono capturado. Em 75,57 m² de área de telhado disponível por unidade habitacional, em um sistema extensivo, utilizando gramíneas, como espécie vegetal, é possível obter a multiplicação da área pela quantidade de CO₂, em kg. O resultado da operação corresponde 2821,03 kg de CO₂ por residência. Multiplicando esse valor pela quantidade total de residências projetadas pelo condomínio analisado, 533 unidades, é possível obter uma estimativa de sequestro de 1503,61 kg de CO₂ da atmosfera.

Ao multiplicar a área de telhado disponível pela quantidade de unidades habitacionais, obtém-se a superfície disponível para ampliação vegetal. Desse modo, obteve-se 40.278,81 m² como o equivalente a área verde para o residencial. Uma das vantagens do investimento em ecotelhado consiste na ampliação da área verde do Residencial Antônio Cordeiro, somada ao conforto térmico e a possibilidade de obtenção de créditos de carbono, tendo em vista a captura de dióxido de carbono da atmosfera pelo processo de respiração vegetal.

Disponibilidade na obtenção de crédito para instalação de opções sustentáveis deve tornar-se política de governo, para que seja possível expandir a tecnologia e amenizar as alterações climáticas a nível local, que podem expandir os benefícios a todos. As opções de financiamento e incentivo existentes estão direcionadas a energia fotovoltaica. Salienta-se que, todo tipo de ferramenta que melhore a qualidade de vida de uma comunidade e reduza os efeitos das alterações climáticas devem ser consideradas

4. CONCLUSÕES

Após as análises obtidas pela modelagem ambiental, geoprocessamento, cálculos de NDVI do Residencial Antônio Cordeiro, e levantamento de valores estimados para obtenção de quadros comparativos de telhados convencionais e telhados verdes, chegou-se ao ponto de que a implementação desse método em casas populares torna-se viável em relação ao seu custo/benefício.

Pertinente ao histórico positivo de vantagens para os moradores e para o meio ambiente, tais como: melhoria no conforto térmico, uma captura considerável de CO₂ na atmosfera, um aumento na área verde do residencial, diminuição dos impactos ambientais causados pela expansão urbana, economia de energia elétrica, reutilização de águas pluviais, durabilidade em comparação ao telhado convencional, entre outros.

Além disto, Garanhuns é considerada a Terra da Garoa, onde seu clima frio em meses de inverno, trona-se um atrativo cultural e turístico. Apesar de estar localizada no Planalto da Borborema, o desequilíbrio geomorfológicos causados pelo impacto do homem, originam as oscilações climáticas, fazendo-se necessária a preservação de seu clima.

REFERÊNCIAS

BARONE, G.; BUONOMANO, A.; FORZANO, C.; GIUZIO, G. F.; PALOMBO, A.; RUSSO, G. Energy virtual networks based on electric vehicles for sustainable buildings: System modelling for comparative energy and economic analyses. **Energy**, v. 242, p. 122931, 2021.

BASTOS, C. R. S.; BARROS, K. S. B. J.; SILVA, K. B.; FALEIRO, R. M. B. Uma análise e proposta de implantação de telhado verde e reaproveitamento de água da chuva para uma residência de luxo na região metropolitana de Belo Horizonte. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 18961-18996, 2020.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, C. F.; CORREA, S. R. S.; BRITO, L. R.; ALMEIDA, J. A. N. Pegada de Carbono no ciclo de vida da celulose de eucalipto: estudo de caso numa empresa baiana. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 4, p. 1-15, 2018.

GUARDA, E. L. A.; MANSUELO, R. A. D.; HOFFMANN, S. M. J.; DURANTEA, L. C.; SANCHESE, J. C. M.; LEÃO, M.; CALLEJAS, I. J. A. The influence of climate change on renewable energy systems designed to achieve zero energy buildings in the present: A case study in the Brazilian Savannah. **Sustainable Cities and Society**, v. 52, p. 101843, 2020.

LIRA, J. S. M. M. **Depleção abiótica e potencial de aquecimento global no ciclo de vida de telhado verde comparativamente a um telhado convencional**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-04A/17, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 120p.

LOCATELLI, I. P. V.; BERNARDINIS, M. A. P.; AMARAL, M. M. Uma aproximação entre as políticas públicas de mobilidade urbana e os objetivos de desenvolvimento sustentável em Curitiba-PR. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 9, n. 1, p. 16850, 2020.

MATTOS, C. S. **Desempenho térmico de um telhado verde inserido em região semiárida**. 2015. 68 f. Monografia. Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru.

MORAIS, M. V. B.; URBINA, V. G.; FREITAS, E. D.; MARCIOTTO, E. R.; VALDÉS, H.; CORREA, C.; AGREDANO, R.; VERA-PUERTO, I. Sensitivity of radiative and thermal properties of building material in the Urban atmosphere. **Sustainability**, v. 11, n. 23, p. 6865, 2019.

MUÑOZ, P.; ZWICK, S.; MIRZABAEV, A. The impact of urbanization on Austria's carbon footprint. **Journal of Cleaner Production**. v. 263. Aug, 2020.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. ASTER GDEM. V.2.

NIKOLIĆ, T. M.; STANKOVI, S.; CIROVIC, G.; PAU, D. Comparison of the applied measures on the simulated scenarios for the sustainable building construction through carbon footprint emissions—case study of building construction in serbia. **Sustainability**, v. 10, n. 12, p. 4688, 2018.

NUNES, R.; BARROS, A. C. **Geomorfologia e áreas de expansão urbana do município de Garanhuns-PE**: Uma abordagem espaço-temporal dos eventos morfodinâmicos para o planejamento territorial. Rio de Janeiro, n° 27, 2015. P. 202-233.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. (2015). **Transformando nosso mundo**: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. 2020

PASSUELLO, A. C. B.; OLIVEIRA, A. F.; COSTA, E. B.; KIRCHHEIM, A. P. Aplicação do Ciclo de Vida na análise de impactos ambientais de materiais de construções inovadores: estudo de caso da pegada de carbono de clínqueres alternativos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 7-20, 2014.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. ed. Rio Grande do Sul: Novo Hamburgo, 2013.

SCRENSKI, A. J. **Viabilidade do telhado verde como instrumento de redução de emissões de carbono**. P. 13. Curitiba, 2015.

SCRENSKI, A. J. **Viabilidade do telhado verde como instrumento de redução de emissões de carbono**. 2015. 32 f. Monografia (Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Gestão Corporativa de Carbono do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias) Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR.

ZHANG, F. et al. Um nomograma prognóstico baseado em aprendizado profundo integrando patologia digital microscópica e imagens macroscópicas de ressonância magnética no carcinoma de nasofaringe: um estudo multi-coorte. **Avanços Terapêuticos em Oncologia Médica** , v. 12, p. 1758835920971416, 2020.

EXTRAÇÃO DE LENHA E PRODUÇÃO DE CARVÃO NO SERIDÓ ORIENTAL DA PARAÍBA: UMA ANÁLISE TEMPORAL (2000-2020)

Eryadison Flávio Bonifácio de Araújo^{1*}, Bruna Thalia Silveira Sabino¹, Lucas Firmino da Silva Medeiros¹, Emília Marcielle Dias de Medeiros¹, Sabrina Michaelly Alves dos Santos Oliveira¹, José Rayan Eraldo Souza Araújo¹, Aíla Rosa Ferreira Batista¹, João Paulo de Oliveira Santos¹

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

RESUMO

No estado da Paraíba a lenha e o carvão ainda são importantes fontes de energia para os processos industriais e uso doméstico. No entanto, grande parte da lenha extraída e do carvão produzido é oriunda da exploração ilegal e de forma insustentável de áreas de Caatinga, comprometendo a biodiversidade desse bioma. Nesse sentido, o presente estudo objetivou analisar a dinâmica interanual (2000-2020) da extração de lenha e da produção de carvão no Seridó Oriental Paraibano. As informações foram oriundas do banco de dados da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram utilizados os dados relativos à quantidade extraída de lenha em metros cúbicos, quantidade produzida de carvão em toneladas, o valor da produção e a participação percentual desses dois produtos no valor total da produção do extrativismo vegetal durante o período de 2000 a 2020 nessa microrregião. Os dados obtidos apontaram uma extração de lenha superior a 25.000 m³ anuais, com valores mínimos observados em 2007 (27.231m³) e máximos em 2019 (60.053m³). Já para o carvão os maiores valores foram obtidos em 2018, no qual se atingiu o montante de 72 toneladas. A lenha apresentou maior valor de produção em comparação ao carvão, além de forte participação no valor total da produção do extrativismo vegetal no Seridó Oriental da Paraíba.

PALAVRAS-CHAVE: Desmatamento; Extrativismo vegetal; Semiárido.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é um domínio fitogeográfico que compreende uma vegetação tropical rica em plantas suculentas, descíduas e pobre em gramíneas, ocorrendo em regiões de solo fértil e precipitação irregular. A Caatinga é a maior e mais contínua área do bioma Florestas e Arbustais Tropicais Sazonalmente Secos – FATSS, estendendo-se por uma área aproximada de 912.000 Km², coincidindo com o traçado político do Semiárido brasileiro (FERNANDES; QUEIROZ, 2018). O nome desse bioma tem origem Tupi-Guarani e significa “floresta branca”, devido a queda das folhas no período seco, evidenciando a coloração branca dos troncos das árvores e arbustos (PRADO, 2003). A Caatinga tem especial importância de conservação, pois, apresenta grande variedade de coberturas vegetais, alto número de espécies de fauna e flora, além de abrigar táxons raros e endêmicos (GIULIETTI et al., 2004).

A degradação da Caatinga teve início com o desenvolvimento de atividades econômicas de cunho extrativista e de produção agrícola, quando a ocupação populacional começou a se expandir, do litoral para o interior Nordeste. Atividades essas sempre acompanhadas de desmatamento indiscriminado, o que ao longo dos anos promoveu o comprometimento de recursos hídricos, erosão, compactação de solos, redução da biodiversidade e produção primária (ALVES et al., 2009). Atualmente, estima-se que mais de 90% da Caatinga seja susceptível a desertificação (VIEIRA et al., 2015).

Duas atividades realizadas que tem por objetivo fins econômicos e, que são determinantes para a degradação da Caatinga, são a extração de lenha e a produção de carvão vegetal. A extração de lenha se dá tanto para o consumo doméstico, quanto para o consumo industrial. Tornando-se de alto risco para o bioma, por ser realizada de forma não sustentável (LIMA JÚNIOR et al., 2015). Em 2013, somente na Paraíba, foi quantificado uma produção de 470 mil estéreos de lenha, valorados em

torno de R\$ 9 milhões (GARLET et al., 2018). Além da extração de lenha, outra atividade que contribui para o desmatamento da Caatinga, é a produção de carvão vegetal. Atividade essa, que dá forma na qual é realizada intensifica o processo de desertificação, gera perdas de biodiversidade e agrava a pobreza da população local (AVANCINI; TEGA, 2013).

Nesse sentido, levando em consideração a sucessão da degradação da Caatinga ao longo dos anos, o presente estudo objetivou analisar a dinâmica interanual (2000-2020) da extração de lenha e da produção de carvão no Seridó Oriental Paraibano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O Seridó Oriental Paraibano está localizado no Nordeste Brasileiro e é composto por 9 municípios (Figura 1), ocupando uma área de 2.595,144 km², com população de aproximadamente 80.034 habitantes e densidade demográfica média de 30,8 hab/km² (IBGE, 2021). O clima da região é BSh (semiárido quente), com precipitação anual girando em torno de 600 mm, sendo considerado um dos locais mais secos do Brasil (ALVARES et al., 2013).

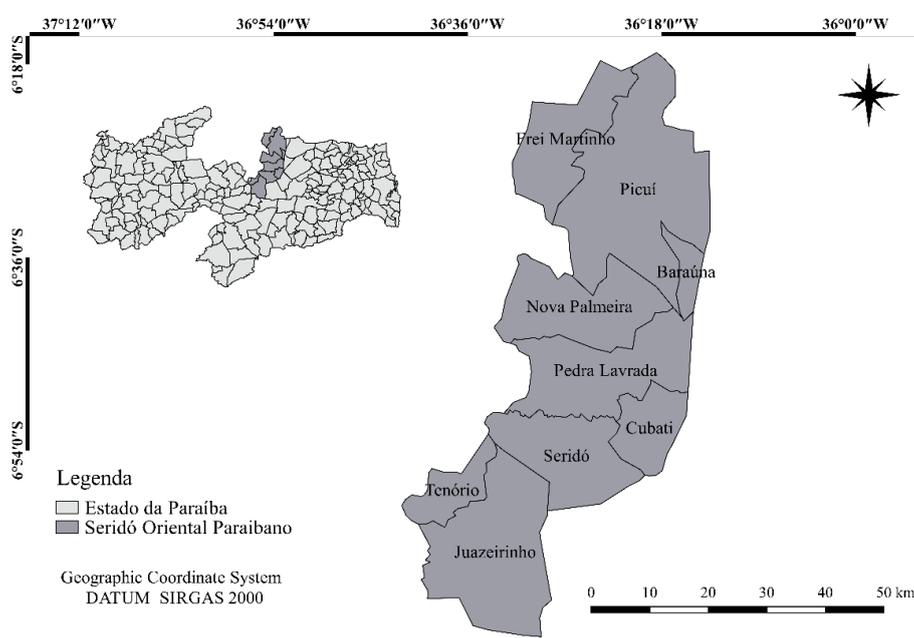


Figura 1. Localização do Seridó Oriental da Paraíba.

Utilizou-se como fonte de dados para essa pesquisa o banco de informações da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para tanto, extraiu-se os dados da produção de lenha e carvão na microrregião do Seridó Oriental da Paraíba no período de 2000–2020, utilizando-se para isso o Sistema de Recuperação Automática (SIDRA, 2022). Três variáveis relacionadas a extração de lenha e produção de carvão foram avaliadas: (a) quantidade produzida (t), que representa o total anual da quantidade extraída de lenha e de carvão produzido; (b) valor da produção (em milhares de R\$) calculada pela média ponderada das informações de quantidade e preço médio corrente pago ao produtor; (c) valor da produção da lenha e do carvão no percentual total da extração vegetal (%), correspondente à participação do valor desses dois produtos no valor total da produção da extração vegetal. Após a extração, os dados foram organizados em figuras, utilizando-se o software Microsoft Excel®.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante todo o período em análise, a extração de lenha no Seridó Oriental da Paraíba foi superior a 25.000 metros cúbicos anuais (Figura 2A). Observou-se valores mínimos de 27.231 m³ em 2007 e máximos de 60.053 m³ em 2019, com uma tendência de aumento nessa variável nos últimos seis anos do período amostral.

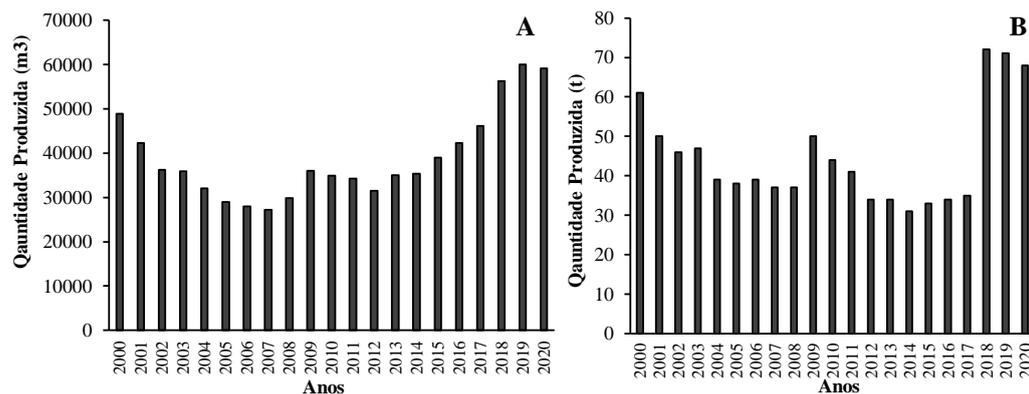


Figura 2. Quantidade produzida de lenha (A) e carvão (B) oriundos da extração vegetal no Seridó Oriental do estado da Paraíba no período 2000-2020.

Valores máximos de produção de carvão também foram observados ao fim do período em análise, especialmente em 2018, no qual se atingiu o montante de 72 toneladas de carvão vegetal (Figura 2B). Esses resultados demonstram que essa microrregião vem sofrendo elevada pressão antrópica em seus recursos florestais, comprometendo a manutenção da biodiversidade local do bioma Caatinga.

Áreas onde ocorre o corte da vegetação, há diminuição da diversidade, diâmetro e altura de plantas e que o período de recuperação da estrutura original é indeterminado, por outro lado, quando o corte da vegetação é feito de maneira seletiva, observa-se uma manutenção da diversidade de plantas, devido ao manejo sustentável (CALISTO JÚNIOR; DRUMOND 2014). Destaca-se que o tempo necessário para que a vegetação lenhosa se restabeleça é de 45 a 50 anos (ARAÚJO FILHO, 2013).

O valor de produção da extração de lenha apresentou tendência de aumento no período de 2008 a 2020, com maior valor obtido em 2019 (Figura 3A), no qual se atingiu a marca de R\$ 1.462.000, o que evidencia que a atividade extrativista ainda contribui de forma significativa para a economia local, especialmente pela pouca diversidade de opções de geração de renda.

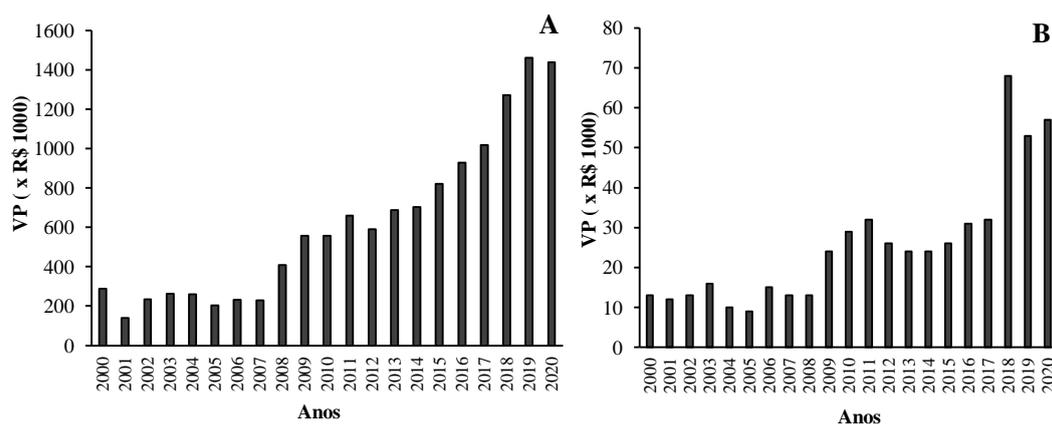


Figura 3. Valor da produção da lenha (A) e carvão (B) oriundos da extração vegetal no Seridó Oriental do estado da Paraíba no período 2000-2020.

O valor da produção do carvão foi bem inferior a produção de lenha, reflexo da menor quantidade produzida em relação a produção de lenha bruta. Para essa variável, os maiores valores foram obtidos no ano de 2018, no qual se obteve um valor de produção de R\$ 68.000 (Figura 3B).

A base da economia da região em estudo, é principalmente a agricultura de sequeiro, modalidade que sofre grande influência dos períodos de seca, aumentando os riscos de perda da produção agrícola (MAIA et al., 2017). Os dados para produção e valor da produção de lenha e carvão

(Figura 2 e Figura 3), têm aumentando ao passar dos anos. E isso pode ser explicado pela maior rentabilidade dessa atividade, em relação à agricultura e à pecuária. Marques et al. (2011), constataram que a remuneração média/dia na atividade florestal era de R\$ 31,36, enquanto a remuneração para a atividade agrícola e pecuária por dia era de R\$ 10,64 e R\$ 21,52, respectivamente.

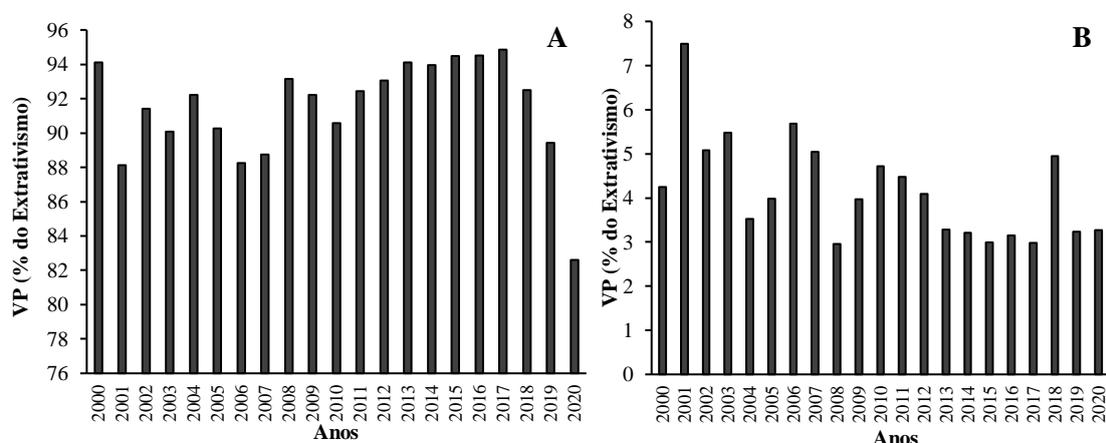


Figura 4. Valor da produção da lenha (A) e carvão (B) no percentual total da extração vegetal no Seridó Oriental do estado da Paraíba no período 2000-2020.

Os resultados obtidos demonstram que a lenha apresenta forte participação no valor total da produção do extrativismo vegetal no Seridó Oriental da Paraíba, com participação oscilando entre 82,6% (2020) e 94,88% (2017) (Figura 4A). A participação do carvão foi inferior a 10% durante todo o período amostral, com a maior contribuição no ano de 2001, no qual atingiu 7,5% (Figura 4B).

A forte contribuição da extração de lenha e da produção de carvão no extrativismo vegetal nessa microrregião é um indicativo de um modelo extrativista não sustentável, especialmente porque em sua grande totalidade não é pautado em um manejo florestal legalizado, o que contribui para agravar os problemas ambientais locais.

A degradação da Caatinga iniciou-se em meados do século XVII, tanto pela agricultura ou pelas queimadas, mas sempre antecedida da extração de lenha. Essa extração, aliada ao uso contínuo do solo e a declividade dos terrenos, foi um fator chave para o início da erodibilidade e processo de desertificação dos solos da Caatinga (ARAÚJO FILHO, 2013).

Planos de manejo florestal já vem sendo implantados em regiões da Caatinga e se caracterizam como uma possibilidade para uma reversão no processo de degradação. Apresentam boa aceitação pelos agricultores e garantem renda durante um período do ano (GARLET, 2015).

4. CONCLUSÕES

No Seridó Oriental da Paraíba a lenha é o principal produto do extrativismo vegetal. O aumento da extração desse produto nos últimos anos indica a elevação da pressão antrópica perante os estoques madeireiros da Caatinga nessa microrregião. Nesse sentido, ações de incentivo à extração sustentável dos recursos florestais no Seridó Oriental da Paraíba precisam ser implementadas, bem como é necessário o aumento da fiscalização ambiental, visando coibir o desmatamento ilegal.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S.; Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. *Revista Caatinga*, v.22, n. 3, p. 126-135, 2009.
- ARAÚJO FILHO, J. A. *Manejo pastoril sustentável da caatinga*. 1ª ed. Recife: Projeto Dom Helder Camara, 2013.

- AVANCINI, M. M.; TEGA, G. Caatinga: um bioma entre a devastação e a conservação. **ComCiência**, n. 149, 2013.
- CALIXTO JÚNIOR, J. T.; DRUMOND, M. A.; Estudo comparativo da estrutura fitossociológica de dois fragmentos de caatinga em níveis diferentes de conservação. **Pesquisa Florestal Brasileira**, , v. 34, n. 80, p. 345-355, 2014.
- FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, 2018. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252018000400014&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 21 de julho de 2022.
- GARLET, A.; CANTO, J. L.; OLIVEIRA, P. R. S. O manejo florestal comunitário da caatinga em assentamentos rurais no estado da Paraíba. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 735-745, 2018.
- GARLET, A. **O manejo florestal comunitário da caatinga em projetos de assentamento rurais na Paraíba**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2015.
- GIULIETTI, A. M.; NETA, A. L. B.; CASTRO, A. A. J.; ROJAS, C. F. L. G.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J.; QUEIROZ, L. P.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (eds.) **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: MMA. – UFPE – Conservation International – Biodiversitas – Embrapa Semi-árido, p. 45-90, 2004.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>. Acesso em: 22 de julho 2022.
- LIMA JÚNIOR, C.; LIMA, R. L. F.; LIBERAL, B. G.; GUERREO, J. R. H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R. S. C. Viabilidade econômica do uso energético de lenha da caatinga sob manejo sustentável. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 1, p. 156-166, 2015.
- MAIA, J. M.; SOUSA, V. F. O.; LIRA, E. H. A.; LUCENA, A. M. A. Motivações socioeconômicas para a conservação e exploração sustentável do bioma caatinga. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 41, p. 295-310, 2017.
- MARQUES, M. W. C. F.; PAREYN, F. G. C.; FIGUEIREDO, M. A. B. A. Composição da renda e a contribuição do manejo florestal em dois projetos de assentamentos no sertão Pernambucano. **Revista Econômica do Norte**, , v. 42, n. 2, p. 247-258, 2011.
- PRADO, E. D. As caatingas da América do sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C (eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Universitária da UFPE, 2003.
- SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2020>. Acesso em: 08 de julho de 2022.
- VIEIRA, R. M. S. P.; TOMASELLA, J.; ALVALÁ, R. C. S.; SESTINI, M. F.; AFFONSO, A. G.; RODRIGUEZ, D. A.; BARBOSA, A. A.; CUNHA, A. P. M. A.; VALLES, G. F.; CREPANI, E.; OLIVEIRA, S. B. P.; SOUZA, M. S. B.; CALIL, P. M.; CARVALHO, M. A.; VALERIANO, D. M.; CAMPELLO, F. C. B.; SANTANA, M. O. Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian northeast. **Solid Earth**, v. 6, n. 1, p. 347-360, 2015.

O FACHEIRO (*Pilosocereus pachycladus*) NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: UMA REVISÃO

José Luiz Carneiro da Silva^{1*}, João Paulo Vieira de Melo Fernandes de Lima¹, Lylian Souto Ribeiro¹, Erasmo Venâncio de Luna Neto¹, Sthefany da Silva Vasconcelos¹, Adailton Bernardo de Oliveira¹, João Victor Ribeiro da Silva Santos¹, Vinícius Rodrigues dos Santos Sena¹

¹Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE, Garanhuns-PB, *e-mail: zeluz-90@hotmail.com

RESUMO

No Semiárido do Brasil, a Caatinga é o bioma predominante, sendo detentora de uma flora diversa, constituída por diversas famílias botânicas, como destaque para Cactaceae. Esse bioma ocupa uma área geográfica considerável, e por sua biodiversidade é considerado patrimônio natural nacional. Na Caatinga, espécies da família Cactaceae exibem particularidades morfológicas adaptativas, que permitem o seu bom desenvolvimento nas condições locais. Entre essas espécies, destaca-se o facheiro (*Pilosocereus pachycladus*). Nesse sentido, esse estudo objetivou revisar as principais características dessa espécie e sua potencialidade de uso no Semiárido do Brasil. A Caatinga apresenta características peculiares, refletidas principalmente em adaptações de sua fauna e flora para sobreviver em condições de semiaridez. No entanto, apesar de dotada de relevante importância biológica, esse bioma é severamente impactado por pressões antrópicas. O facheiro é uma espécie endêmica desse bioma e apresenta grande potencial, especialmente para fins de alimentação animal durante os períodos de estiagem. Ainda, essa espécie apresenta potencial utilização para fins alimentícios para consumo humano. Nesse sentido, a exploração econômica do facheiro pode representar uma estratégia para ampliar as opções de geração de renda no Semiárido do Brasil, contribuindo para a exploração sustentável do bioma Caatinga.

PALAVRAS-CHAVE: Caatinga, Cactaceae, Forrageiras nativas.

1. INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro é marcado por duas diversas fitofisionomias, marcadas principalmente pela vegetação do bioma Caatinga, detentor de diversas famílias botânicas, como as Cactaceae, que apresenta amplas utilidades (CARVALHO et al., 2019). No Brasil, o bioma Caatinga tem uma área que compreende aproximadamente 912 mil km², sendo apresentado como um sistema socioecológico e patrimônio natural (SILVA et al., 2017).

Espécies de plantas da família das Cactaceae exibem particularidades morfológicas adaptativas que as tornam mais resistentes aos climas quentes e secos, especialmente no semiárido, como a presença de cutículas espessas, formato de caule diferente em forma de cladódios, volume de tecido mucilaginoso consideravelmente grande e maior econômica de água nos processos decorrentes para obter energia (CARVALHO et al., 2019). No Brasil, já se tem registro de diversos gêneros e espécies de Cactaceae, sendo *Pilosocereus* um dos mais representativos por serem extensivamente difundidos no Semiárido brasileiro (LUCENA et al., 2015).

O facheiro é uma Cactaceae pertencente ao gênero *Pilosocereus*, esse gênero aparece de forma abundante no México e na América do Sul (ARAÚJO COSTA et al., 2020), com alta importância por ser um recurso forrageiro em épocas de estiagem (NUNES et al., 2015), como combustível através de óleo e lenhas (ALVES et al., 2014), construções de cercas (NASCIMENTO et al., 2009), sendo também utilizado na culinária para produção de biscoitos e bolos (BRITO FILHO et al., 2017). Além disso, essa planta tem características medicinais com uso de suas raízes e caule, servindo como um anti-inflamatório e contra gripe (CAMARA; OLIVEIRA, 2021).

Estudos envolvendo as potencialidades do facheiro (*Pilosocereus pachycladus*) ainda são poucos elucidados na literatura, sendo imprescindível uma revisão sob os parâmetros relacionados a esta planta. Diante desse contexto, esse estudo objetivou revisar as principais características dessa espécie e sua potencialidade de uso no Semiárido do Brasil.

2. ASPECTOS GERAIS DA CAATINGA

Caatinga é um nome de origem indígena, com significado referente a mata branca ou aberta (caatinga; tinga-branca, aberta) (NASCIMENTO NETO, 2016). Esse bioma tem uma ocupação de cerca de 11% do território nacional brasileiro (DEMARTELAERE et al., 2022), fazendo parte de diversos estados do país, como Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Ceará, Sergipe, Maranhão e entre outros (MMA, 2019), sendo o único bioma considerado de forma exclusiva do Brasil por não ser encontrado em outro local do mundo.

Boa parte do bioma Caatinga apresenta clima semiárido (precipitação abaixo da evapotranspiração potencial), com temperaturas médias elevadas em torno de 25 a 30 °C (DEMARTELAERE et al., 2022), tornando-o esse bioma um dos mais numerosos em termos populacionais, com aproximadamente 28 milhões de habitantes (TABARELLI et al., 2018). No entanto, a Caatinga é considerado um bioma brasileiro pouco explorado. No tocante a Flora desse bioma, é basicamente composta por árvores e arbustos com a presença de espinhos, além de plantas suculentas espinhosas e herbáceas, com um bom desenvolvimento e vigor após a presença de chuvas na área (DEMARTELAERE et al., 2022). Ainda segundo os mesmos autores, de maneira geral, a Caatinga apresenta uma Flora peculiar, com pouca adaptabilidade a condições de aridez, sendo por esse motivo conhecidas como plantas xerófitas (adaptadas a viverem em climas semiáridos), permitindo resistir por mais tempo a climas quentes e com pouca água disponível.

Não obstante, a fauna desse tipo de bioma é caracterizada por suas fisionomias, riquezas e belezas, sendo composta por cerca de 1.307 espécies de animais, em que 327 são peculiares do próprio bioma, com a presença de mamíferos como onça-parda, raposa, tatu-bola e entre outros importantes e representativos da Caatinga, além de aves que simbolizam o bioma, como o galo-de-campina e canário-da-terra (DEMARTELAERE et al., 2022; ISPN, 2020). Entretanto, embora a alta riqueza de animais presentes nesse bioma seja notória, diversas espécies se encontram acometidas à extinção, principalmente devido ao alto tráfico de animais silvestres, ocasionando desequilíbrio ecológico e alterações na cadeia alimentar (ISPN, 2020), diminuindo de forma considerável a biodiversidade da Caatinga.

Com base no exposto, e entendendo que esse bioma em questão é um dos mais alterados pela ação antrópica no Brasil, problemas ambientais vem se manifestando, como a desertificação e o desmatamento (SOUZA et al., 2015). Assim, práticas humanas nesses ambientes de forma inadequadas vêm afetando a biodiversidade do ecossistema, com dados que estimam que em 400 anos de exploração se tenha 80% da Caatinga alterada (LACERDA, 2015).

3. O FACHEIRO

Pilosocereus pachycladus, conhecido popularmente como facheiro, é uma planta da família das Cactaceae, podendo chegar aos 6 m de altura, com ocorrência exclusivamente no bioma Caatinga (BATISTA et al., 2018). Essa espécie apresenta frutos pequenos com sementes pretas embutidas em uma popa funicular (ABUD et al., 2010), considerados ornitocórico (dispersão de suas sementes por meio de aves) (SANTOS et al., 2019; VASQUÉZ-CASTILLO et al., 2019).

O facheiro apresenta intensas mudanças morfológicas, o que por muitas vezes confere a espécie uma certa confusão taxonômica (ZAPPI et al., 2011). Planta perene, arbustiva, robusta, com troncos eretos e galhos laterais, o facheiro apresenta em sua estrutura uma vasta quantidade de espinhos, flores grandes e claras de forma isoladas (BRAGA, 1976). Os frutos têm características carnosas do tipo baga, deiscentes polispérmicos e apresentam pericarpo suculento e espesso, com cor lilás quando alcançam a sua maturidade fisiológica (ABUD et al., 2010). Em épocas secas, especialmente, os ramos e frutos do facheiro são empregados principalmente na alimentação de caprinos, ovinos e aves, em que os frutos são consumidos ainda no estágio de pré-maturação, sendo disseminadas ainda neste processo (CAVALCANTI, 2014).

No entanto, essa espécie apresenta limitações para utilização como forragem animal, devido apresentar altas quantidades de espinhos, crescimento de sua estrutura de forma lenta e elevado custo

com mão de obra com o corte do vegetal, com posterior queima dos espinhos e trituração da planta, para que só assim seja possível fornecer um material forrageiro propício para os animais (LIMA, 1998). Destaca-se, ainda, que um ponto negativo da queima da matéria se dá devido o baixo teor proteico e matéria seca que é resultante do processo, trazendo consequências negativas aos animais que consomem o alimento de forma exclusiva.

Em estudo realizado por Pinheiro et al. (2008), ao se analisar a química e a bromatologia de farinha de feno de facheiro, constatou-se que o teor de proteína bruta da planta após a queima para retirada total dos espinhos, foi de 4,56% (Tabela 1), obtendo ainda que a farinha do facheiro tem percentual de (77,32%) referente a carboidratos totais e (41,06%) à nutrientes digestíveis.

Tabela 1. Composição química do Facheiro.

Composição	Facheiro
	<i>Pilosocereus pachycladus</i>
Matéria Orgânica (%)	82,92
Proteína Bruta (%)	4,56
Extrato Etéreo (%)	0,81
Fibra em Detergente Neutro (%)	35,76
Fibra em Detergente Ácido (%)	28,14
Carboidratos totais (%)	77,32
Carboidratos Não Fibrosos (%)	41,56
Matéria Mineral (%)	17,08
Nutrientes Digestíveis Totais (%)	41,06
Energia Digestiva (Mcal/Kg)	1,78

Fonte: Adaptado de Pinheiro et al. (2008).

Essa planta é empregada em diversas utilidades pelos produtores agrícolas, inclusive para o consumo humano (NASCIMENTO et al., 2011). O caule dessa espécie pode ser consumido de forma cozida ou assado, e a polpa de forma preferencial ainda fresca (LUCENA et al., 2015). Além disso, é utilizado na produção da farinha de facheiro. De maneira geral, com uso de tratamentos adequados, essa espécie de planta pode ser utilizada na produção de diversos alimentos importantes na gastronomia dos brasileiros (MEDEIROS et al., 2016). Dessa forma, a exploração econômica de *Pilosocereus pachycladus* pode representar uma estratégia ecológica, econômica e social para o do semiárido brasileiro. Contribuindo ainda, de forma positiva e sustentável com o bioma Caatinga (MEDEIROS et al., 2017).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O facheiro (*Pilosocereus pachycladus*) é uma espécie de grande importância ecológica e social para o Semiárido do Brasil, constituindo-se como uma reserva forrageira para os rebanhos locais durante os períodos de estiagem. Para além disso, essa espécie possui outras potencialidades de utilização, principalmente relacionada a alimentação humana. Assim, estudos que possam identificar potenciais usos dessa cactácea são necessários e importantes para a exploração sustentável do bioma Caatinga.

REFERÊNCIAS

ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; REIS, R. G. E.; PEREIRA, D. S.; BEZERRA, A. M. E. Germinação e expressão morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pilosocereus pachycladus* Ritter. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 468–474, 2010.

ALVES, C. M.; LUCENA, C. M.; SANTOS, S. D. S.; LUCENA, R. F. P.; TROVÃO, D. M. B. M. Ethnobotanical study of useful vegetal species in two rural communities in the semi-arid region

- of Paraíba state (Northeastern Brazil). **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 34, p. 75-96, 2014.
- ARAÚJO C., P. M.; SOUZA, V. C.; COSTA, V. S.; BARROS, E. S.; SILVA OLIVEIRA, I. S. Fenofases reprodutivas em uma população de mandacaru (*Cereus jamacaru*) e facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subsp. *pernambucensis*) (Cactaceae). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 30536-30545, 2020.
- BATISTA, F. R. C.; ALMEIDA, E. M.; ALVES, L. I. F.; SILVA, P. K.; NEVES, J. A. L.; FREITAS, J. G. FREITAS. **Cactário Guimarães Duque: Espécies da Coleção Botânica do INSA**. Campina Grande. INSA. 2018. 229 p.
- BRAGA, R. 1976. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 510 p.
- BRITO-FILHO, S. G. D.; MACIEL, J. K. D. S.; TELES, Y. C. F.; FERNANDES, M. M. M. D. S.; CHAVES, O. S.; FERREIRA, M. D. L.; SOUZA, M. D. F. V. D. Phytochemical study of *Pilosocereus pachycladus* and antibiotic-resistance modifying activity of syringaldehyde. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 27, p. 453-458, 2017.
- CAMARA, N. M.; OLIVEIRA, T. L. S. Uso medicinal do *Cereus jamacaru* DC. (Mandacaru): Uma revisão. **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 6, p. e26405-e26405, 2021.
- CARVALHO, T. K. N.; LUCENA, C. M.; LIMA, J. R. F.; CRUZ, D. D.; LUCENA, R. F. P. Local botanical knowledge of cacti in the semi-arid region of Paraíba, northeastern Brazil. **Ethnobotany Research and Applications**, v. 18, p. 1-14, 2019.
- CAVALCANTI, N. B. Cíndice de sobrevivência e crescimento do (*Pilosocereus pachycladus* Ritter.) na caatinga. **XXVII Reunião Nordestina de Botânica**. 2014.
- DEMARTELAERE, A. C. F.; SANTOS FEITOSA, S.; NASCIMENTO LEAO, F. D. A.; COSTA, B. P.; DEUS, A. S.; PAIVA SILVA, T. P.; SILVA, M. C. T. Revisão bibliográfica: impactos em áreas nativas da caatinga causadas pelas atividades econômicas e as técnicas de reflorestamento. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 25285-25306, 2022.
- ISPN. **Fauna e Flora da Caatinga**. 2020. Disponível em: <https://ispn.org.br/biomas/caatinga/fauna-e-flora-da-caatinga/>. Acesso em: 27 de junho 2022.
- LACERDA, P. B. **Meio Ambiente e Bioma Caatinga: Vivências Educativas no Ensino de Biologia em uma Escola Pública de São José dos Cordeiros – PB**. 2015. 95 p. Tcc (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.
- LIMA, G. F. C. **Alternativas de seleção e manejo de volumosos forrageiros para a atividade leiteira no Nordeste**. In: LIMA, G. F. C.; MACIEL, F. C. (Org). O Agronegócio de Leite no Nordeste, 1998, Natal. Anais. EMPARN, p. 190-226. 1998.
- LUCENA, C. M.; CARVALHO, T. K. N.; RIBEIRO, J. E. S.; QUIRINO, Z. G. M.; CASAS, A.; LUCENA, R. F. P. 2015. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. **Gaia scientia**, v. 9, n. 2, p. 77-90, 2015.
- MEDEIROS, A. R. H.; SILVA LUÍZ, M. J.; PEREIRA, E. M.; CRUZ, E. N.; OLIVEIRA, M. I. V.; FARIAS LEITE, D. D. Obtenção e qualidade de geleia e doce em calda de facheiro (*Cereus squamosus*). **Revista AGROTEC**—v. 37, n. 1, p. 23-26, 2016.
- MEDEIROS, R. L. S.; SOUZA, V. C.; AZERÊDO, G. A.; NETO, M. A. B.; SILVA BARBOSA, A.; SILVA OLIVEIRA, I. S. Seed vigor and germination of facheiro plants (*Pilosocereus cattingicola* (Gurke) Byles & Rowley Subsp. *Salvadorensis* (Werderm.) Zappi (Cactaceae) at different temperatures. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 5, p. 2873-2885, 2017.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga: Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite.** 2017. Disponível em: <
http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80120/HEX_RelatorioBiomaCaatinga_2010-2011_V2%20-%20MMA.pdf>. Acesso em: 27 de junho 2022.

NASCIEMNTTO V. T.; MOURA N. P.; VASCONCELOS M. A. S.; MACIEL M. I. S.; ALBUQUERQUE U. P. Chemical characterization on native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region northeastern Brazil. **Food research international**, v 44, n 7, p. 2112-2119, 2011.

NASCIMENTO, V. T.; SOUSA, L. G.; ALVES, A. G. C.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. Rural fences in agricultural landscapes and their conservation role in an area of caatinga (dryland vegetation) in Northeast Brazil. **Environment, Development and Sustainability**, v. 11, n. 5, p. 1005-1029, 2009.

NASCIMENTO NETO, J. H. **Aplicação de técnica restauradora em área de caatinga no Seridó da Paraíba, Brasil.** 2016. 48 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2016.

NUNES, A. T.; PAIVADE LUCENA, R. F.; FERREIRA DOS SANTOS, M. V.; ALBUQUERQUE, U. P. Local knowledge about fodder plants in the semi-arid region of Northeastern Brazil. **Journal of ethnobiology and ethnomedicine**, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2015.

PINHEIRO, K. P.; BEZERRA, K. C.; AGUIAR, E. M.; SILVA, M. M. A.; SILVA, J. G. M.; NOBRE, F.V. 2008. **Análises química e bromatológicas da farinha de feno de facheiro (*Pilosocereus piauhensis*).** In: Reunião da Associação Brasileira de Zootecnia. João Pessoa. Anais... UFPB. v. 1, p. 1-4, 2008.

SANTOS, L.; PEREIRA, I.; RIBEIRO, J. R.; LAS-CASAS, F. M. Frugivoria por aves em quatro espécies de Cactaceae na Caatinga, uma floresta seca no Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 109, 2019.

SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. **Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America.** Editora Springer. 2017. 482 p.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. **Mercator**, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Áreas e Ações Prioritárias Para a Conservação da Caatinga.** In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org). Ecologia e conservação da caatinga. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 822 p.

VÁZQUEZ-CASTILLO, S.; MIRANDA-JÁCOME, A.; RUELAS INZUNZA, E. Patterns of frugivory in the columnar cactus *Pilosocereus leucocephalus*. **Ecology and Evolution**, v. 9, n. 3, p. 1268-1277, 2019.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; LAROCCHA, J. **Plano de Ação Nacional para a Conservação das Cactáceas** – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBIO, 2011, 112p.

PRODUÇÃO EXTRATIVISTA DE UMBU NO SERIDÓ ORIENTAL DA PARAÍBA

Bruna Thalia Silveira Sabino^{1*}, Eryadison Flávio Bonifácio de Araújo¹, Roberto Ítalo Lima da Silva¹, Lucas Firmino da Silva Medeiros¹, José Rayan Eraldo Souza Araújo¹, Pedro Luan Ferreira da Silva², Letícia Barbosa de Lacerda¹, João Paulo de Oliveira Santos¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail: bruna.thalia18@hotmail.com

²Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá-PR

RESUMO

O umbuzeiro apresenta destacada importância socioeconômica e ambiental para o Semiárido do Brasil, com utilização para múltiplos fins, como, por exemplo, para a produção de frutos, que se constitui como uma importante fonte de renda para muitas comunidades do sertão nordestino. Nesse sentido, o presente estudo objetivou analisar a dinâmica temporal (2000-2020) da extração de umbu no Seridó Oriental Paraibano, importante região extrativista desse fruto no estado da Paraíba. Os dados foram obtidos com o auxílio do Sistema de Recuperação Automática (SIDRA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os resultados apontaram uma extração de umbu superior a 20 toneladas anuais, com valores mínimos observados em 2000 (24 toneladas) e máximos em 2020 (374 toneladas), com uma tendência de forte aumento nos dois últimos anos do período amostral (2019 e 2020), anos esses que também se destacaram por apresentarem um valor de produção dessa frutífera superior a R\$ 100.000 anuais. Ademais, os resultados apontaram um aumento da participação desse fruto no valor total do extrativismo vegetal na microrregião do Seridó Oriental Paraibano, atingindo 13,38% em 2019. Esses resultados, em conjunto, evidenciam a potencialidade econômica dessa espécie em uma região com poucas opções de geração de renda, contribuindo assim para o dinamismo da economia local.

PALAVRAS-CHAVE: Anacardiaceae; Geração de Renda; Semiárido.

1. INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga é caracterizado por um clima semiárido e por espécies vegetais bastante comuns que compõe sua paisagem (FERREIRA et al., 2019), este bioma é vasto e ocupa diversos estados como o Ceará, grande parte do estado da Bahia, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Alagoas e Sergipe. Estes estados são caracterizados pelo clima semiárido, a qual predomina altas temperaturas e distribuição irregular de chuvas que induzem ao desenvolvimento de uma série de adaptações por parte da vegetação (COSTA FILHO, 2019).

Historicamente, o Brasil é conhecido pela grande variedade de frutos tropicais tanto nativos como exóticos com boas características qualitativas e, conseqüentemente, com potencial para exploração econômica (SCHIASSI et al., 2018). Muitos desses frutos são encontrados no bioma Caatinga (XAVIER, 2019), e aproveitando esse potencial do bioma, a atividade extrativista de algumas frutíferas se constitui em uma significativa fonte de renda para os agricultores (CAVALCANTI et al., 2004), como é o caso do extrativismo do umbu no Seridó Oriental da Paraíba.

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.), é originário dos chapadões do Semiárido do Nordeste Brasileiro. Nessa região essa frutífera encontrou boas condições para seu desenvolvimento e desempenha importantes papéis, desde o econômico ao social (GOMES & GONZAGA, 2018).

No semiárido da Paraíba, o cultivo e comercialização dos frutos e subprodutos do umbu estimulou o empreendedorismo local, com potencial de criar bases econômicas para a agricultura familiar na região (JAPIASSÚ, 2017).

Essa geração de renda deixada oriunda do extrativismo do umbu se deve não apenas pela sua grande variedade de subprodutos como os licores, doces, sucos, geleias e a tradicional umbuzada (CAVALCANTI et al., 2004), mas também pelo seu papel social em captar mão-de-obra nos períodos de colheita, por exemplo.

Diante da importância dessa frutífera nativa para as comunidades rurais do Semiárido da Paraíba, esse estudo objetivou analisar a dinâmica temporal (2000-2020) da extração de umbu no Seridó Oriental Paraibano, importante região extrativista desse fruto no estado. Visando assim,

compreender e entender os fatores que integram e incentivam o extrativismo dessa cultura na região em estudo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A microrregião do Seridó Oriental Paraibano (Figura 1) possui uma população 79.134 habitantes e uma unidade territorial de 2.605 Km² (IBGE, 2019). O Seridó paraibano se divide em Ocidental e Oriental, este último é caracterizado pela presença de 9 municípios, aos quais são, Juazeirinho, Tenório, Seridó, Pedra Lavrada, Nova Palmeira, Baraúna, Picuí e Frei Martinho (IBGE, 2017).

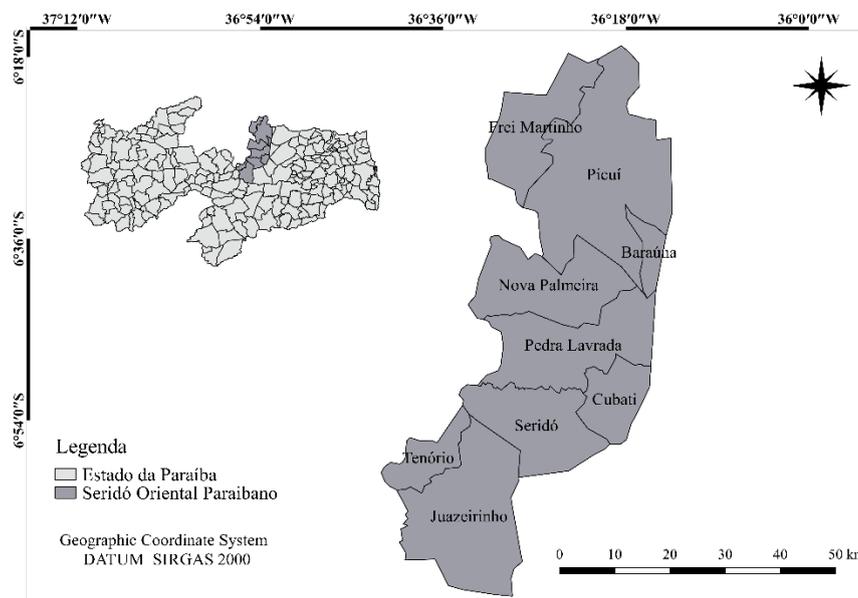


Figura 1. Localização do Seridó Oriental da Paraíba.

Utilizou-se como fonte de dados para essa pesquisa o banco de informações da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para tanto, extraiu-se os dados da extração de umbu na microrregião do Seridó Oriental da Paraíba no período de 2000–2020, utilizando-se para isso o Sistema de Recuperação Automática (SIDRA, 2022). Três variáveis relacionadas à extração de umbu foram avaliadas: (a) quantidade produzida (t), que representa o total anual da quantidade extraída de umbu; (b) valor da produção (em milhares de R\$) calculada pela média ponderada das informações de quantidade e preço médio corrente pago ao produtor; (c) valor da produção de umbu no percentual total da extração vegetal (%), correspondente à participação do valor da produção da extração de umbu no valor total da produção da extração vegetal. Após a extração, os dados foram organizados em figuras, utilizando-se o software Microsoft Excel®.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstraram um aumento temporal na quantidade produzida de umbu no Seridó Oriental Paraibano, especialmente no fim do período amostral (Figura 2). A quantidade anual produzida desse fruto oscilou entre 24 toneladas (2000) a 374 toneladas (2020).

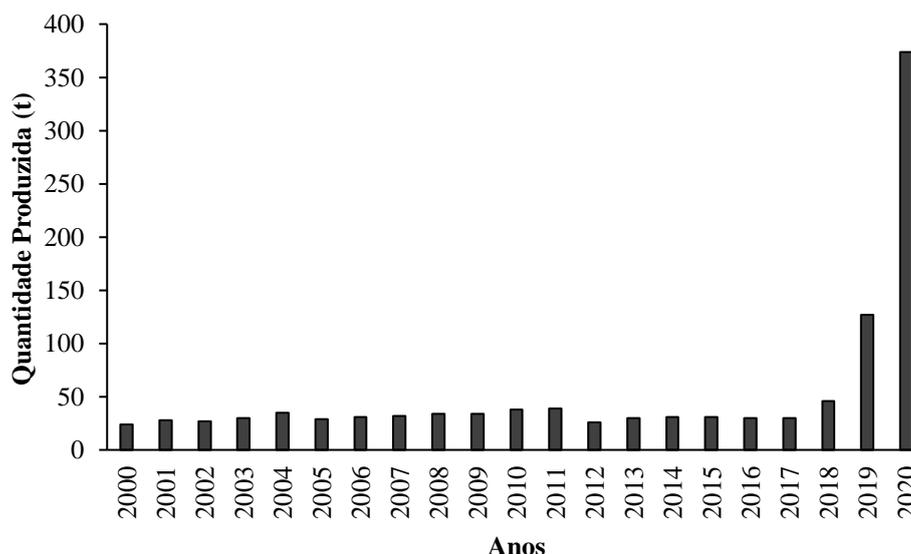


Figura 2. Quantidade produzida de umbu oriundo da extração vegetal no Seridó Oriental do estado da Paraíba no período 2000-2020.

Destaca-se que, dos 21 anos analisados, 19 apresentaram produção inferior a 50 toneladas anuais. Resultados que demonstram que essa frutífera ainda não vem sendo manejada e explorada de forma significativa nessa microrregião. Todavia, a quantidade extraída em 2019 e 2020 são indicativos da potencialidade local para a produção de umbu, o que representa uma opção de diversificação das fontes de renda para os agricultores do Seridó Oriental Paraibano.

A estratégia de diversificação das fontes de renda é reconhecida como um, dos vários meios que podem proporcionar a sustentabilidade de agricultores (SILVA et al., 2019), ou seja, a partir do momento que o agricultor rural busca outras formas de gerar receitas para a sua propriedade, ele tem grandes chances de expandir as fronteiras dos negócios dentro da propriedade.

Segundo Rawley (2010) estratégias de diversificação de fontes de renda geram maior segurança para o agricultor trabalhar, uma vez que uma receita extra pode incrementar outra. Além de que, não só o viés econômico é importante, mas também o social.

Aumento substancial no valor da produção de umbu também foi registrado nos dois últimos anos do período amostral, no qual se atingiu montantes superiores a R\$ 100.000 anuais (Figura 3). Baixos valores de produção foram observados nos demais anos, nos quais os valores obtidos com essa frutífera nativa foram inferiores a R\$ 40.000 anuais.

Valores de produção baixos são, muitas vezes explicados pela pouca valorização do produto e, principalmente pela falta de interesse por parte de colaboradores em ampliar a divulgação dos produtos e subprodutos gerados pela fruta. É de suma importância, no entanto, a expansão de atividades como esta, pois garantem não só uma segurança econômica aos produtores (CAVALCANTI et al., 2004), mas possui um papel importantíssimo que é o de gerar mão-de-obra.

Com isso, não há como falar da expansão da atividade extrativista do umbu sem falar da maneira que se pode agregar valor aos produtos extraídos do umbuzeiro. Para isso, desenvolvem-se técnicas, como as de conservação pós-colheita, por exemplo, que auxiliam desde a padronização dos frutos até a qualidade de embalagem (OLIVEIRA, 2018) e estes são fatores que impactam no valor final de todo e qualquer produto.

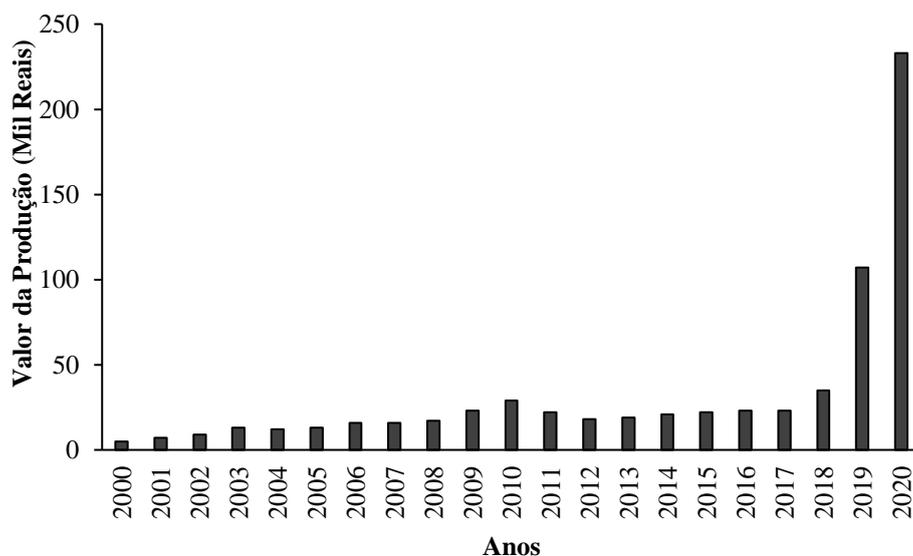


Figura 3. Valor da produção de umbu oriundo da extração vegetal no Seridó Oriental do estado da Paraíba no período 2000-2020.

Na microrregião do Seridó Oriental da Paraíba a extração de umbu apresentou baixa participação no quantitativo total do valor da produção do extrativismo vegetal (Figura 4). Dos 21 anos amostrados, apenas em 2020 a participação dessa frutífera foi superior a 10% do total do valor da extração vegetal.

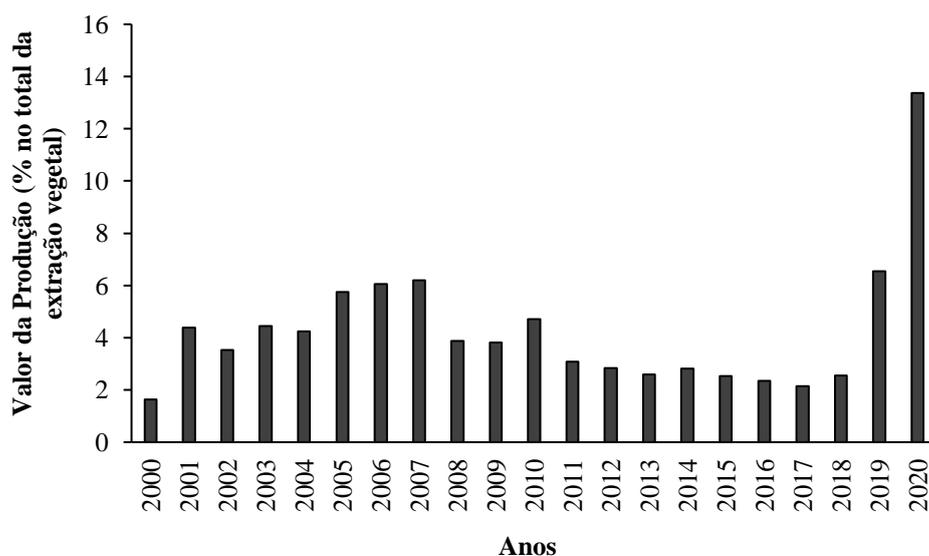


Figura 4. Valor da produção de umbu no percentual total da extração vegetal no Seridó Oriental do estado da Paraíba no período 2000-2020.

No Seridó da Paraíba, assim como em grande parte do Semiárido do Brasil, os principais atores do extrativismo vegetal são a lenha e a produção de carvão. Atividades essas que representam grande ameaça para a conservação da biodiversidade do bioma Caatinga. Diferentemente, a extração dos frutos do umbuzeiro representa uma atividade de cunho mais sustentável e que pode contribuir com a recomposição da população dessa espécie nesse bioma.

Apesar do potencial extrativista dos frutos do umbuzeiro e a sua gama de subprodutos, muitos desafios podem ser enfrentados, como a herbivoria desses frutos por parte de caprinos, que consomem grande parte dos frutos do umbuzeiro e regurgitam as sementes incapazes de gerar um novo adulto, reduzindo assim, o crescimento e distribuição da espécie (OBA, 1998).

Ao que se trata da dormência das sementes do umbu, algumas vezes esta não pode ser superada, se caracterizando como um desafio para a implantação da espécie e para a propagação comercial (SIMAS et al., 2019).

Além de que as pressões antrópicas existem e são consideradas uma dificuldade bastante significativa quando se aborda sobre recursos vegetais e dinâmica de produção, pois práticas como desmatamento, queimadas, causam problemas em qualquer cadeia produtiva.

4. CONCLUSÃO

A produção de umbu do Seridó Oriental da Paraíba apresentou variabilidade interanual, com melhor desempenho no final do período amostral, especialmente em 2020. Essa frutífera nativa apresenta potencial de aumento da produção nessa microrregião, o que pode contribuir para o dinamismo da economia local, principalmente para os agricultores familiares.

REFERÊNCIAS

- CAVALCANTI, N. B. et al. Levantamento da produção de xilopódios e os efeitos de sua retirada sobre a frutificação e persistência de plantas nativas de imbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 5, p. 927-942, 2002.
- COSTA FILHO, J. **Efeitos da Instabilidade Pluviométrica sobre a Previsão da Produção de Lavouras de Sequeiro em áreas Sujeitas a Desertificação (ASD) no Semiárido do Estado do Ceará: casos de Irauçuba e Tauá**. 2019. 100 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- FERREIRA, S. V. F. et al. Análise Prospectiva da Espécie-Chave Cultural Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.) do Semiárido Brasileiro. **Cadernos de Prospecção**, v. 12, n. 5, p. 1336-1345, 2019.
- GOMES, I. A. S; GONZAGA, L. F. M. A Relevância Econômica, Social e Educacional do umbu (*Spondias tuberosa*) para os extrativistas nordestinos e sua família. **Tecnologias para o Meio Ambiente**, v.6, p. 1-7, 2018.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa da População em 2019**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/paraibano/panorama>. Acesso em: 18 de julho de 2022.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Pobreza e Desigualdade – Municípios Brasileiros – 2017**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 de julho de 2022.
- JAPIASSÚ, A. **Extrativismo do Umbuzeiro na Percepção dos Agricultores da Comunidade Riacho da Serra, em São José do Sabugí, PB**. 2017.36 P. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.
- OBA, G. Effects of excluding goat herbivory on *Acacia tortilis* woodland around pastoralist settlements in northwest Kenya. **Acta Oecologica**, v. 19, p. 395-404, 1998.
- RAWLEY, E. Diversification, coordination costs, and organizational rigidity: Evidence from microdata. **Strategic Management Journal**, v. 31, n. 8, 873-891, 2010.
- SCHIASSI, M. C. E. et al. Fruits From The Brazilian Cerrado Region: Physico-Chemical Characterization, Bioactive Compounds, Antioxidant Activities, And Sensory Evaluation. **Food Chemistry**, v. 245, p. 305-311, 2018.
- SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2020>. Acesso em: 08 de julho de 2022.
- SIMAS, B. R. S. et al. Desafios da Propagação Sexuada do Umbuzeiro, *Spondias tuberosa* Arr. (ANACARDIACEAE). **Revista Científica Intelletto**, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2019.
- XAVIER, V. L. **Potencial Tecnológico de Frutos do Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*): aproveitamento integral do umbu na elaboração de produtos alimentícios funcionais**. 2019. 152 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2019.

POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO SOB DIFERENTES MANEJOS DE PASTAGENS NO EXTREMO NORTE DO TOCANTINS

Rayane Reis Sousa¹, Fredson Leal de Castro Carvalho^{1*}, Kaio Cesar Lima Vale¹, Julia Stephane Melo Eneas¹, Wádilla Moraes Rodrigues¹, Lindomar Braz Barbosa Júnior², Raimundo Laerton de Lima Leite³, Diego Alves Monteiro da Silva⁴

¹Universidade Federal do Tocantins – UFT/Campus Gurupi, Gurupi-TO, *e-mail: fredson_tecnicoagro@hotmail.com

²Instituto Federal de Goiás – IFGoiano/Campus Urutaí, Urutaí-GO

³Instituto Federal do Tocantins – IFTO/Campus Araguatins, Araguatins-TO

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

RESUMO

A recuperação das pastagens aumenta a assimilação de carbono pelo solo, extraindo grandes quantidades de CO₂ atmosférico. Objetiva-se com esse trabalho foi mensurar as emissões de CO₂ em áreas de pastagens submetidas a diferentes sistemas de manejo. A área experimental está situada no Instituto Federal do Tocantins – Campus Araguatins, Tocantins. As amostras de solo foram coletadas em três profundidades (0-10, 11-20 e 21-30 cm) para determinação de Carbono orgânico (CO) e Matéria orgânica do Solo (MOS). A atividade microbiana diurna e noturna, medida pela liberação de CO₂, foi avaliada mensalmente durante o período de setembro a novembro de 2017, em três áreas, obedecendo aos tratamentos: T1 (MN: Mata nativa -Controle), T2 (PR: Pastagem recuperada) e T3 (PD: Pastagem degradada), utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Avaliou-se também a temperatura do solo, na superfície e a 10,0 cm de profundidade. O carbono e a matéria orgânica diferiram estatisticamente no tratamento mata nativa. A emissão de CO₂ em média no período diurno foi 35,55 mg m⁻² h⁻¹, e em período noturno foi de 63,33 mg m⁻² h⁻¹. A adoção dos sistemas de pastagens reduziu os teores de CO e MOS na camada superficial, em relação a mata nativa. Houve tendência da máxima liberação de CO₂ ocorrer no período noturno nas três áreas estudadas. A mata nativa diferenciou-se dos demais tratamentos o que comprova que sua substituição por usos e manejos modifica a qualidade de origem do solo.

PALAVRAS-CHAVE: conservação do solo, mudanças climáticas, respiração edáfica.

1. INTRODUÇÃO

As alterações antrópicas vêm causando impactos sobre a fertilidade dos ecossistemas naturais, alterando a atividade microbiana e conseqüentemente, a ciclagem de nutrientes. O emprego de métodos de avaliação das variáveis físicas, químicas, sobretudo biológicas tem se indicado eficiente para compreender os ecossistemas e os sistemas de manejo (SOTO, BASSO e KANG, 2017). O dióxido de carbono (CO₂) produzido é a soma total de todas as atividades metabólicas e tem o desígnio de monitorar os ecossistemas e distúrbios de áreas degradadas (CARDOSO NETO e SABEL, 2016).

Uma das formas de diagnosticar essas alterações é por meio da mensuração de emissões de CO₂ do solo para a atmosfera, uma vez que estas variam em função de fatores como atividade microbiana e radicular do solo, disponibilidade de carbono orgânico e, também, da umidade do solo (ARAÚJO et al., 2012).

A importância de diminuir as emissões reside no fato de que a reversão do CO₂ lançado na atmosfera é muito lenta, pois ele tem uma longa vida neste ambiente. Uma vez aumentado certo número de moléculas de CO₂ no ar, levará mais de 120 anos para a natureza reduzi-lo à metade. Logo, se pararem as emissões agora, o que é irreal, continuará o aquecimento por mais de um século (ROSA, 2007).

Para que a utilização da Matéria orgânica do solo (MOS) como indicadora da qualidade do solo seja benéfica na identificação das formas de manejo mais sustentáveis, é indispensável conhecer com detalhe os mecanismos de aporte de carbono ao solo e a sua dinâmica (SILVA et al., 2021). Neste sentido, objetiva-se com esse trabalho foi mensurar as emissões de CO₂ em áreas de pastagens submetidas a diferentes sistemas de manejo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados climáticos de temperatura máxima, mínima, média e umidade relativa do ar (%) e precipitação (mm) obtidos por meio da estação automática A044 – Araguatins do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estão representados nos Figura 1a e 1b respectivamente.

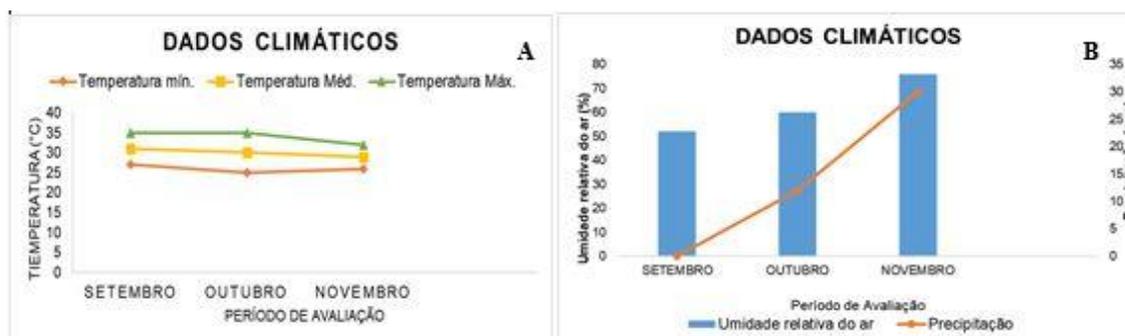


Figura 1a. Dados de temperatura máxima, mínima e média do período de setembro a novembro de 2017. Fonte: INMET, 2018.

Figura 1b. Dados de umidade relativa do ar e precipitação do período de setembro a novembro de 2017. Fonte: INMET, 2018.

O experimento foi realizado em uma área pertencente ao IFTO – *Campus* Araguatins, localizada nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 5° 39'04" (S) e longitude 48° 07'28" (W) e altitude aproximadamente de 103 m. A temperatura média anual é de 28°C e precipitação média anual de 1500 mm, com estação chuvosa ocorrendo de dezembro a maio e estação seca de junho a novembro.

Foram estudadas duas áreas de pastagens, uma denominada área recuperada, com pastagem produtiva de *Panicum maximum* cv. Mombaça do Projeto Balde Cheio. O projeto balde cheio foi inserido no *Campus* Araguatins do Instituto Federal do Tocantins em parceria com o SEBRAE (Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas), e sociedade com a Embrapa Sudeste. O Módulo foi implantado em 17/11/2008, com a participação da comunidade escolar e de produtores localizados na Mesorregião do Bico do Papagaio.

A área denominada área degradada, também com pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça, passou a ser usada no manejo de grupos heterogêneos de animais (bovinos e equinos) do IFTO, sem um controle rigoroso de manejo. Nesse último período, não foram efetivadas adubações de manutenção e comumente a área era superpastejada.

Pelos atributos apresentados nos últimos anos de uso, como baixa produção de forragem, alta presença de plantas invasoras e de solo descoberto, e por observação visual do pasto, esta pastagem foi considerada degradada. Foi utilizada ainda uma área de mata nativa como indicador.

Para caracterização da área, realizou-se a coleta de solo na profundidade de 0-20 cm, com trado de amostragem. Após as coletas todas as amostras foram secas ao ar e peneiradas em peneira de malha de 2,0 mm e então obtidas amostras de terra fina seca ao ar (TFSA) no laboratório de solos do IFTO.

Tabela 1. Características físicas das áreas em estudo

Amostra	Classificação Textural			Classificação Textural	Tipo de solo
	Areia	Argila	Silte		
		%			
MN	24,12	42,31	33,57	Argilosa	Tipo 3
PR	37,44	28,99	33,57	Franco- Argilosa	Tipo 2
PD	37,44	35,63	26,93	Franco-Argilosa	Tipo 3

Para estimativa da atividade microbiana, foi utilizado o método descrito por Grisi (1978), onde o CO₂ liberado por uma área do solo foi capturado por uma solução de KOH 0,5 N e, sua dosagem obtida por titulação com HCl 0,1 N. Para captação do CO₂ desprendido do solo, foi utilizado 10 ml de solução de KOH 0,5 N em recipientes plásticos e distribuídos em quatro recipientes para cada área estudada. Em cada período de observação foi mantido um recipiente com solução, hermeticamente fechado, utilizado como controle, que permaneceu no laboratório.

As áreas de solo utilizadas em cada medição do CO₂ foram previamente limpas dos detritos orgânicos e da vegetação rasteira para colocação dos recipientes com a solução, já que estes podiam mascarar as avaliações. Esses recipientes, depois de destampados, foram cobertos imediatamente com baldes plásticos com capacidade para 6 litros. O balde com altura de 25,5 cm, diâmetro de 28 cm, cobre uma área de 615 cm².

As bordas dos baldes foram enterradas cerca de 3,0 cm no solo, de forma a permanecer em contato apenas com o ar proveniente do solo. Desta forma, o CO₂ liberado no sistema foi captado pela solução alcalina de hidróxido de potássio 0,5 N, de modo a estabelecer um sistema de equilíbrio ácido-base, no qual predominam os íons OH⁻ e CO₃²⁻.

Após o período de avaliação de 12 horas, no período noturno (18 h às 06 h) no período diurno (06 h às 18 h). Os recipientes com a solução foram transportados hermeticamente fechados para o Laboratório de Solo do IFTO – *Campus Araguatins*, para evitar as trocas gasosas com o meio.

Em seguida foram titulados com HCl 0,1 N. Foram utilizados como indicadores a fenolftaleína e o alaranjado de metila 1%, preparados seguindo metodologia utilizada por Morita e Assumpção (1993). O frasco controle também passou por todo processo durante todas as etapas do ensaio.

A massa de CO₂ desprendida por unidade de área e tempo foi obtida considerando a massa total desprendida no período de permanência na área (obtida por titulação) e a área do balde. Para tanto, foi utilizada a seguinte equação: $M_{CO_2} = [352 \times (DV_A - DV_C) \times N_B \times N_A / 3 \times P \times A_B] \times 10^4$; Onde: M_{CO_2} = massa de CO₂ em mg m⁻² h⁻¹; DV_A = diferença de volume de HCl gasto na primeira e segunda etapa da titulação da amostra (ml); DV_C = diferença de volume de HCl gasto na primeira e segunda etapa da titulação do controle (ml); N_A = concentração de HCl, em n-eq/L.; N_B = concentração de KOH, em n-eq/L.; P = período de permanência da amostra no solo (horas); B = área de abrangência do balde (cm²).

Foram coletadas amostras de solo para determinações dos teores de carbono (C) e matéria orgânica (MO) (g kg⁻¹) do solo nas profundidades de 0-10 cm, 11-20 cm, 21-30 cm, nos mesmos pontos onde foram avaliadas as demais variáveis. As amostras de solo foram coletadas com o auxílio de um trado e uma cavadeira e acondicionadas em sacos plásticos etiquetados.

Em seguida, foram distribuídas em bandejas para secarem a sombra e ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de malha 2 mm (TFSA). Posteriormente, foram pesados 0,5 g de solo, inserido em erlenmeyer de 250 ml e adicionados 10 ml da solução de dicromato de potássio 0,4 N. Foi inserido funil de vidro na boca do erlenmeyer, funcionando como condensador.

Depois, o erlenmeyer foi levado à placa elétrica para o aquecimento em fervura branda, durante cinco minutos. Depois de frio, foram adicionados 80 ml de água destilada, 2 ml de ácido ortofosfórico e utilizado 3 gotas de difenilamina como indicador, sendo anotado o volume gasto na titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 N até que a cor preta mudasse para a cor verde. Também foi feita uma prova em branco com 10 ml da solução de dicromato de potássio 0,4 N (EMBRAPA, 1997).

A quantidade de carbono orgânico (C) do solo foi dada pela equação: $TFSA = 0,06 \times V (40 - V_a \times f)$ em g Kg⁻¹, em que: TFSA = Terra Fina Seca ao Ar; V = Volume de dicromato de potássio empregado (10 ml); V_a = Volume de sulfato ferroso amoniacal que foi gasto na titulação da amostra; f = 40/volume de sulfato ferroso amoniacal que foi gasto na titulação do branco; 0,06 = Fator de correção, decorrente das alíquotas tomadas.

A matéria orgânica (MO) das amostras de solo foi calculada por meio da equação: $MO = C \times 1,724$ em g Kg⁻¹; Em que: MO = Matéria orgânica do solo; C = Carbono orgânico; 1,724 = Fator utilizado por se admitir que na composição média do húmus, o carbono participa com 58%.

Para a análise estatística, fez-se uso de um delineamento experimental em blocos casualizados. Para efeito da verificação de possíveis diferenças entre os usos das pastagens no solo, os dados foram analisados em esquema de parcelas subdivididas: os tratamentos principais foram constituídos por três manejos do solo, e o tratamento secundário, por três profundidades de amostragens.

Utilizaram-se quatro repetições para cada tratamento e foram coletadas 20 amostras simples nas profundidades de 0-10, 11-20 e 21-30 cm. Estas foram reunidas por profundidade, formando uma amostra composta por parcela. Logo, quatro amostras compostas para cada tratamento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A soma de bases (S) em valores absolutos foi superior no solo que não sofreu influência antrópica, no caso a área de mata, com valor 21,43 $\text{cmol}_c.\text{dm}^3$. A capacidade de troca de cátions (T) em valores absolutos foi também maior na área de mata com valor de 23,24 $\text{cmol}_c.\text{dm}^3$ (Tabela 2), e a menor foi no solo de pastagem degradada, com valor de 11,06 $\text{cmol}_c.\text{dm}^3$.

Dos três solos usados, todos apresentaram caráter eutrófico, com valores da saturação por bases (V) superiores a 50%. O solo da mata apresentou maior teor de matéria orgânica, sendo que os dois solos que sofreram maior interferência antrópica por meio da substituição de sua cobertura vegetal apresentaram menores valores de matéria orgânica. Os valores adquiridos para essas características evidenciam a interferência antrópica nas características químicas dos solos.

O teor de C orgânico foi afetado de modo expressivo pelo tipo de uso de solo e pela profundidade de amostragem (Tabela 3). De modo geral, os teores de C tenderam a ser menores nas camadas mais profundas, fato considerado normal, uma vez que os máximos aportes de matéria orgânica são observados nas camadas superficiais.

Tabela 2: Características químicas das áreas em estudo do IFTO no ano de 2017 (profundidade de 0- 20).

Amostra	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V%	M.O
		mg/dm ³			-----cmolc/dm ³ -----						%
MN	6,7	26,40	637	14	5,8	0,0	1,82	21,4	23,24	92,19	4,32
PR	5,5	7,92	288	6,5	3,3	0,0	3,47	10,5	14,00	75,25	2,62
PD	5,6	25,08	245	4,2	3,1	0,0	3,14	7,93	11,06	71,66	3,06

Notas: pH - resultados em água destilada g/100 cm³ de terra; P – Fósforo extraído do solo através de Mellich trocadora de íons (equivale a mg/dm³); Ca – cálcio trocável; Mg – Magnésio trocável; H+Al – Hidrogênio + alumínio ou acidez potencial; S – Soma das bases ou Ca+Mg+K; T – Capacidade de troca de cátions ou S+H+Al; V – porcentagem de saturação de bases ou $V = 100 S/T$.

Na camada de 0 a 10 cm, houve diferença significativa apenas no tratamento MN com altos valores de C e matéria orgânica, que apresentaram valores de 44,03 e 75,91 g kg⁻¹, respectivamente. Nas outras camadas não houve diferença significativa.

Esse estudo corroborou com o trabalho de Rosa et al. (2003) que diz que a mudança de mata nativa pelo cultivo agrícola, quando se retira parcialmente e/ou por completo a cobertura do solo, tem como consequência a redução dos teores de carbono orgânico.

Segundo Stevenson (1982), a diminuição do teor de matéria orgânica no solo sob plantio não se deve somente à redução da quantidade de resíduos acumulados, mas também ao aumento da atividade microbiana, causada por melhores condições de aeração, temperaturas mais elevadas e alternâncias mais frequentes de umedecimento e secagem do solo.

Os resultados das mudanças do uso da terra sobre a quantidade e qualidade da MO sob cultivos itinerantes ou pastagens ainda não são bem abrangidos, embora signifiquem reconhecidamente úteis para a fertilidade do solo e além disso, o manejo apropriado pode ser visto como um causador da sustentabilidade da agricultura nos trópicos (CERRI et al., 1985).

O teor de carbono orgânico no solo em distintos sistemas fornece dados importantes para a avaliação da qualidade do solo. Existe interesse cada vez maior na identificação dos sistemas de manejo de culturas e pastagens que promovam o aumento do estoque de carbono no solo (FREITAS et al., 2000).

Tabela 3. Teor de C orgânico (g/kg) no solo sob diferentes usos do solo, em três camadas¹.

Tratamento ²	CO (g kg ⁻¹)		
	0-10	11-20	21-30
MN	44,03 Aa	34,51 Bb	29,32 Bb
PR	27,23 Bb	24,24 Bb	21,54 Bb
PD	20,85 Bb	19,83 Bb	19,44 Bb

¹ Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferiram significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; coeficiente de variação para tratamentos: 9,13; coeficiente de variação para profundidade: 21,96 ² MN: mata nativa; PR: pastagem recuperada; PD: pastagem degradada.

Tabela 4. Teor de MO orgânico (g/kg) no solo sob diferentes usos do solo, em três camadas¹.

Tratamento	MO (g kg ⁻¹)		
	0-10	11-20	21-30
MN	75,91 Aa	59,49 Bb	50,54 Bb
PR	46,94 Bb	41,79 Bb	37,14 Bb
PD	35,95 Bb	34,19 Bb	33,52 Bb

¹ Médias seguidas da mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferiram significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; coeficiente de variação para tratamentos: 15,39; coeficiente de variação para profundidade: 32,09 ² MN: mata nativa; PR: pastagem recuperada; PD: pastagem degradada.

Quanto a temperatura, geralmente as maiores temperaturas durante os três meses de avaliação foram observadas nas camadas a 10 cm de profundidade do solo representada pelas coletas feitas as 6:00 horas.

As emissões de CO₂ mg⁻² h⁻¹ mensuradas durante o mês de setembro diferiu estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade entre os tratamentos no período diurno, os outros meses foram estatisticamente iguais, como representado no (Figura 2).

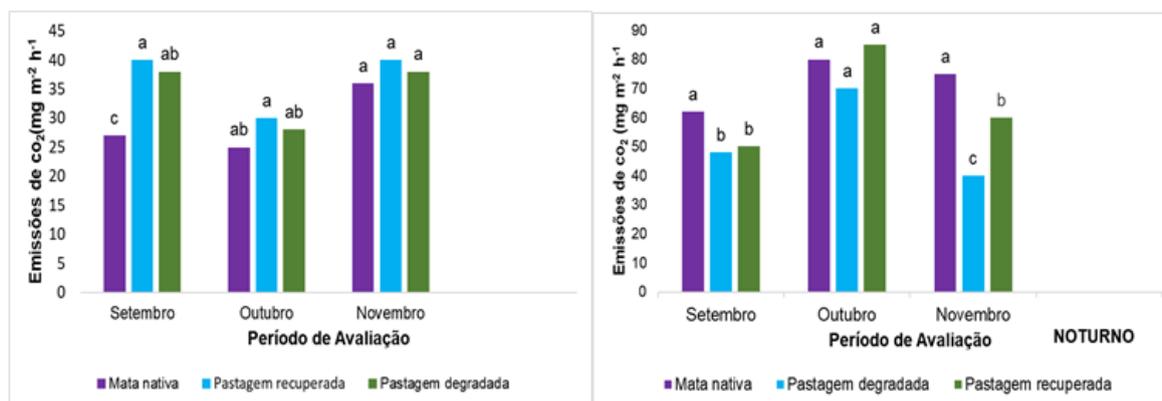


Figura 2. Teores de emissões de CO₂ coletados durante três meses no período diurno (A) e noturno (B) em todos os tratamentos descritos. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Aferindo as emissões do turno diurno (Figura 2), no mês de setembro observa-se que os tratamentos pastagem recuperada e degradada diferiram estatisticamente da mata nativa, sendo as pastagens emitindo mais CO₂. Houve tendência de máximas perdas nos horários mais quentes e nos locais onde a penetração dos raios solares foi facilitada pela presença de clareiras, conforme ocorreu nas áreas de pastagens, que são mais antropizadas das três áreas.

Nesse caso, a falta de cobertura do solo, ao permitir a incidência direta de raios solares, aumenta a temperatura do solo, ativando a atividade microbiana, confirmada pelo aumento da emissão de CO₂ do solo para a atmosfera (COSTA et al., 2008).

Parkin et al. (1997) relataram que a interpretação dos resultados da atividade biológica deve ser feita com discernimento, uma vez que altos valores de respiração nem sempre sugerem condições almejáveis: uma alta taxa de respiração pode significar, em curto prazo, liberação de nutrientes para as plantas e, em longo prazo, perda de carbono orgânico do solo para a atmosfera.

A respiração edáfica pode ser usada para documentar alterações na dinâmica do carbono do solo em áreas que sofreram desmatamento para implantação de culturas (FEIGL et al., 1995).

Para Calgaro et al. (2008), a atividade microbiana significaria a maneira indireta de avaliação do impacto ambiental, uma vez que acréscimo demasiado da atividade microbiana elevará a taxa de CO₂ liberado para a atmosfera, favorecendo o aquecimento global ou efeito-estufa e amortizando a camada de ozônio (TSAI et al., 1992).

A produção de CO₂ avaliada mensalmente, resultante da atividade microbiana nos turnos diurno e noturno é exibida no (Figura 3) A, B e C. Constatou-se que houve diferença estatística nos turnos avaliados para os três ambientes estudados.

Porém, verificou-se uma maior liberação de CO₂ no período noturno para as três áreas estudadas MN, PR, PD cujos valores foram 72,3, 52,6 e 65,0 mg m⁻² h⁻¹, respectivamente, quando comparadas às áreas no turno diurno, cujos valores foram 29,3, 36,6 e 34,6 mg m⁻² h⁻¹, respectivamente (Figura 3).

Souto et al. (2004) também encontraram maior produção de CO₂ no período noturno, quando conferido com o período diurno e atribuíram este efeito as menores oscilações no período noturno, avaliando melhores condições para os microrganismos do solo.

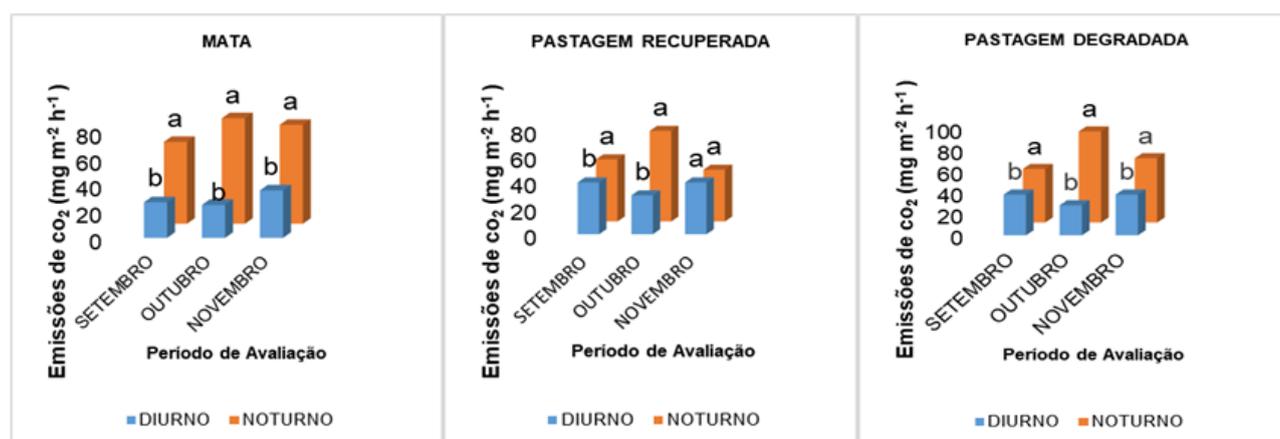


Figura 3. Evolução de CO₂ do solo durante os períodos diurno e noturno, nas áreas mata, pastagem recuperada, pastagem degradada em Araguatins-TO, ano 2017. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Estudos têm apontado que a taxa de respiração do solo é um indicativo da atividade microbiana, somando linearmente com a temperatura (BEKKU et al., 2003; SUBKE et al., 2003).

4. CONCLUSÕES

A profundidade exerceu efeito sobre o carbono orgânico e matéria orgânica do solo (maiores valores na camada superficial do solo sob mata nativa em relação às subjacentes).

Teve uma tendência da maior liberação de CO₂ incidir no período noturno nas três áreas avaliadas.

A estimativa da atividade respiratória em campo mostrou-se eficiente, de baixo custo e apresenta-se altamente sensível para a caracterização das condições naturais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. *Applied Research & Agrotechnology*, v. 5, n. 1, p. 187-206, 2012.

BEKKU, Y. S.; NAKATSUBO, T.; KUME, A.; ADASHI, M.; KOIZUMI, H. Effect of warming on the temperature dependence of soil respiration rate in arctic, temperate and tropical soils. **Applied Soil Ecology**, Belfield, v. 22, n. 3, p. 205-210, 2003.

CALGARO, H. F.; CASSIOLATO, A. M. R.; VALÉRIO FILHO, W. V.; FERNANDES, F. M.; MALTONI, K. L. Resíduos orgânicos como condicionante de subsolo degradado e efeitos na atividade microbiana e fertilidade em cultivo de barbatimão. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1069-1079, 2008.

CARDOSO NETO, N.; SABEL, H. Responsabilidade e meio ambiente: análise do desastre ambiental ocorrido em 2008 no Morro do Baú em Ilhota (SC). **Revista Jurídica (FURB)**, v. 19, n. 40, p. 61-78, 2016.

CERRI, C. C.; VOLKOFF, B.; EDUARDO, B. P. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em Latossolo Amarelo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.9, p.1-4, 1985.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.1, p.323-332, 2008.

FEIGL, B. J.; STEUDLER, P. A.; CERRI, C. C. Effects of pasture introduction on soil CO₂ emissions during the dry season in the state of Rondônia, Brazil. **Biogeochemistry**, v.31, p. 1-14, 1995.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0.** In... REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000. Anais... São Carlos, SP: SIB, p. 255-258, 2000.

FREITAS, P. L.; BLANCANEUX, P.; GAVINELLI, E.; LARRÉ-LARROUY, M.; FELLER, C. Nível e natureza do estoque orgânico de Latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 157-170, jan. 2000.

GRISI, B. M. Método químico de medição de respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, v.30, n.1, p.82-88, 1978.

PARKIN, D. M.; ISCOVICH, J. Risk of cancer in migrants and their descendants in Israel: II. Carcinomas and germ-cell tumours. **Int J Cancer**, v. 70, p. 654-660. 1997.

ROSA, M. E. C.; OLSZEWSKI, N.; MENDONÇA, E. S.; COSTA, L. M.; CORREIA, J. R. Formas de carbono em Latossolo Vermelho eutroférico sob plantio direto no sistema biogeográfico do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 911-923, 2003.

SILVA, M. O., SANTOS, M. P., DA PAZ SOUSA, A. C., DA SILVA, R. L. V., DE MOURA, I. A. A., DA SILVA, R. S., & DA SILVA COSTA, K. D. Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 6853-6875, 2021.

SOTO, M. A., BASSO, J. B., & KIANG, C. H. Impacto da fertirrigação da cana-de-açúcar por vinhaça nas propriedades físicas, químicas e hidráulicas do solo. **Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica**, p. 103, 2017.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry, genesis, composition, reaction.** New York, John Wiley & Sons, 1982. 443p.

SUBKE, J. A.; REICHSTEIN, M.; TENHUNEM, J.D. Explaining temporal variation in soil efflux in a mature spruce forest in Southern Germany. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 35, n.11, p. 1467-1483. 2003.

TSAI, S. M.; CARDOSO, E. J. B. N.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 360p.

USO DE TORTA DE FILTRO ENRIQUECIDA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR: UMA REVISÃO

João Henrique Barbosa da Silva^{1*}, Lucilo José Morais de Almeida¹, Edson de Souza Silva¹, José Fidelis dos Santos Neto¹, Diego Alves Monteiro da Silva¹, Raiff Ramos Almeida Nascimento¹, Lylian Souto Ribeiro¹, Fabio Mielezrski¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail: henrique485560@gmail.com

RESUMO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), é uma cultura que ocupa posição privilegiada no agronegócio brasileiro. Seu beneficiamento gera elevadas quantidades de resíduos orgânicos, que vem sendo alvo de aproveitamento como agente condicionador dos solos, como é o caso da torta de filtro. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou revisar os benefícios da utilização da torta de filtro enriquecida e seus respectivos efeitos na cana-de-açúcar. A torta de filtro é rica em fósforo, nutriente cujas reservas minerais são finitas e que apresenta uma alta demanda de utilização na agricultura. Nessa conjuntura, a torta de filtro se torna uma potencial fonte de fósforo para utilização como fertilizante nas mais diversas cultura, entre elas a cana-de-açúcar. Sua utilização nessa cultura se dá como complementação a adubos minerais, sendo aplicada principalmente em cana planta. A torta de filtro apresenta umidade variando de 70% a 80%, e além do fósforo, possui outros elementos essenciais como o nitrogênio, cálcio e potássio. De maneira a melhorar a qualidade nutricional da torta de filtro, assim como reduzir o teor de umidade desse material, a mistura desse material com outros compostos, como o gesso, bagaço, fosfato e o MAP, vem sendo empregada. Pesquisas apontam que os efeitos da torta de filtro enriquecida na cana-de-açúcar resultam em maior crescimento e desenvolvimento das plantas, podendo ser indicada para aumentar a produção do setor sucroenergético de forma sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação orgânica, Nutrição, *Saccharum officinarum* L.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), é uma cultura que ocupa uma posição privilegiada na agricultura do Brasil, apresentando grande importância no agronegócio nacional (FIGUEIREDO et al., 2022). Atualmente, essa cultura ocupa mais de oito milhões de hectares, tornando o Brasil promissor no panorama mundial na produção de açúcar, etanol e seus subprodutos (CONAB, 2021). A cana-de-açúcar é a principal fonte geradora de açúcar no mundo (KAAB et al., 2019), com participação superior na 70% produção dessa matéria-prima (SATHISH et al., 2018), com uma produção anual superior a 300 milhões de toneladas (PARIDA et al., 2020).

Um dos fatores que limitam o aumento da produtividade da cana-de-açúcar é o processo de adubação que supra as necessidades da cultura durante o seu ciclo (SILVA et al., 2021). Dessa forma, para que o canavial consiga uma boa longevidade, é necessário o manejo adequado da cultura que devem ser realizados desde o plantio até a colheita, equilibrando a adubação e o abastecimento de água quando necessário, promovendo de maneira significativa o crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar (OLIVEIRA, 2019). Por sua vez, a agroindústria canavieira é geradora de elevadas quantidades de resíduos orgânicos que vem sendo alvo de aproveitamento como agente condicionador dos solos, recuperando suas propriedades físicas, químicas e biológicas (MIALICHI JÚNIOR et al., 2020). Dentre esses resíduos pode-se destacar a torta de filtro, composto da mistura do bagaço moído da cana e lodo da decantação, sendo um excelente produto orgânico para melhoria de solos de baixa fertilidade (SILVA et al., 2021).

Para cada tonelada de cana processada, gera-se média de 40 kg de torta de filtro, um composto rico em minerais essenciais como cálcio, fósforo, potássio, nitrogênio e matéria orgânica (SANTOS, 2015), e que pode ser uma importante fonte de nutrientes para a cana-de-açúcar. Dentre os benefícios do uso da torta de filtro, destaca-se melhoria na aeração do solo, na infiltração, armazenamento de água e na neutralização do impacto ocasionado pela chuva; ainda deve-se considerar o fato de que, as altas concentrações de P_2O_5 (Pentóxido de fósforo) e CaO (Óxido de cálcio) presentes na composição deste produto, propiciam o acúmulo de fósforo, potássio e favorecem a solubilidade de fosfatos naturais (SCHMIDT FILHO et al., 2016). Ainda segundo os autores, por ser um resíduo utilizado como fertilizante orgânico na cana-de-açúcar, o mesmo acarreta na redução de usos de adubos sintéticos, evitando contato diretamente em corpos d'água.

Diante desse contexto, o presente trabalho objetivou revisar os benefícios da utilização da torta de filtro enriquecida e seus respectivos efeitos na cana-de-açúcar.

2. A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), é uma gramínea pertencente à família das Poaceae, com destaque em boa adaptabilidade aos diferentes climas, especialmente tropicais e subtropicais, apresentando caules fibrosos, robustos e ricos em sacarose (SILVA et al., 2019). Essa cultura apresenta alta importância socioeconômica para o país, exercendo função significativa na produção de açúcar e etanol (GIOLO et al., 2021). Vale salientar que o cultivo da cana-de-açúcar engloba grandes áreas de terra no Brasil, sendo este o maior produtor e exportador mundial, acompanhado da Índia e China (SILVA; BARBOSA, 2021).

Estima-se para o primeiro levantamento na temporada 2021/22 no país uma produção equivalente a 38,9 milhões de toneladas de açúcar, 27 bilhões de litros de etanol e produção superior a 628 milhões de toneladas de cana-de-açúcar (CONAB, 2021). O Brasil, maior produtor mundial dessa cultura, na safra 2020/21 foi responsável por uma produção de 654.527,8 mil toneladas, produtividade de 75.965 kg/ha e uma área equivalente a 8.616,1 mil hectares (CONAB, 2021).

No estado da Paraíba, a produção estadual na safra 2020/21 foi de 6.242,1 mil toneladas, produtividade de 52.769 kg/ha e uma área de aproximadamente 118 mil hectares, representando cerca de 1% da área ocupada com a cultura no país (CONAB, 2021). Entretanto, embora esse estado apresentar áreas adequadas para o cultivo da cana-de-açúcar, a produtividade desta cultura na Paraíba é apontada como uma das menores da região Nordeste (AZEVEDO et al., 2021). De maneira geral, estima-se que a produção na Paraíba para a safra 2021/22 seja de aproximadamente 6.206,8 mil toneladas de cana-de-açúcar, sendo um pouco inferior a safra 2020/21 (CONAB, 2021).

A produção brasileira de cana-de-açúcar nas últimas décadas mais que dobrou, sendo possível, sobretudo, por meio da necessidade de atender as buscas globais de bioenergia para diminuir a dependência do petróleo bruto e reduzir as mudanças climáticas ocasionadas através da queima de combustíveis fósseis (BORDONAL et al., 2018). Além da produção de açúcar e etanol, a cultura da cana-de-açúcar apresenta alta relevância para a economia do país por ser beneficiada para a origem de outros produtos e subprodutos derivados de sua matéria-prima, como a cachaça, melaço, rapadura, vinhaça e torta de filtro, além de ser empregada na alimentação animal e rico como fonte de energia através da queima do bagaço (OLIVEIRA et al., 2019).

A produtividade da cana-de-açúcar é regulada por vários fatores de produção, com ênfase para a variedade utilizada, práticas culturais, clima, controle de pragas e doenças, colheita, entre outros, sendo o solo responsável por 15%, os fatores climáticos por 43% e os fatores socioeconômicos, biológicos e de manejo representam juntos cerca de 42% na produtividade da cultura (MARIN; CARVALHO, 2012). Diante disso, para garantir a qualidade da matéria-prima é imprescindível que haja o planejamento e monitoramento exato de todas as tarefas vinculadas no ciclo da cultura (ARCOVERDE et al., 2019). Posto isso, pesquisas direcionadas a cultura da cana-de-açúcar são de alta relevância para o setor canavieiro do país, tendo em vista o elevado potencial de comercialização, além da vasta demanda pelas indústrias sucroenergéticas.

3. TORTA DE FILTRO NA CANA-DE-AÇÚCAR

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), estima que cada tonelada de cana-de-açúcar moída no país, gera aproximadamente 40 kg de torta de filtro, resultando na safra 2017/18 aproximadamente 26 milhões de toneladas desse material no Brasil (CONAB, 2017). O emprego da torta de filtro vem apresentando respostas satisfatórias em muitas culturas de interesse agrícola, como é o caso da cana-de-açúcar sob as características produtivas e tecnológicas (VASCONCELOS et al., 2017). A torta de filtro é utilizada nas adubações de cana-planta, tornando-se uma complementação com adubos minerais na cultura, apontando percentual de umidade de 70% a 80%, com altos teores de matéria orgânica e fósforo, além de outros elementos essenciais para a cana-de-açúcar como o nitrogênio, cálcio e potássio (VAZQUEZ et al., 2015). Os fertilizantes orgânicos como a torta de filtro, em resultado da reação mais lenta, têm a capacidade de conceder nutrientes de forma gradual, sendo capaz de garantir o seu fornecimento no decorrer de todo o ciclo da cana-de-açúcar (NOLLA et al., 2015).

A torta de filtro em sua composição é rica em fósforo, e sabendo que as reservas minerais deste elemento são finitas e que se tem uma alta procura por este nutriente na agricultura, torna este produto uma importante fonte de fósforo para a cana-de-açúcar (CAMPOS, 2016). A torta de filtro age como um sustentador do crescimento microbiológico bem como da atividade enzimática no solo, favorecendo e diminuindo a aplicação de fertilizantes químicos, que resulta em benefícios na produtividade das soqueiras da cultura da cana-de-açúcar (YANG et al., 2013). Dessa forma, é essencial estudos envolvendo estes fatores em cultivo com a utilização da torta de filtro na cana-de-açúcar, sendo uma opção promissora e sustentável.

Os dados na literatura apontam que os resultados da torta de filtro na produção do colmo e rendimento de açúcar acontecem em maior evidência no primeiro ciclo da cultura da cana-de-açúcar, em que o seu fornecimento em cerca de 10 ou mais toneladas por hectares no sulco de plantio supre a demanda de fósforo da planta e parte ou total do nitrogênio, nutrientes estes que são essenciais para a cultura (CAIONE et al., 2015). Nas soqueiras, por sua vez, os efeitos positivos estão mais associados com doses maiores de torta de filtro, em cerca de 50 toneladas por hectares, ou em menor aplicação de quantidades nos sulcos ligada a uma dosagem superior em área total (FRAVET et al., 2010).

4. TORTA DE FILTRO ENRIQUECIDA NA CANA-DE-AÇÚCAR

A aplicação da torta de filtro na cana-de-açúcar é uma prática frequente, facilitada através do desenvolvimento de implementos específicos para a sua utilização no cultivo da cultura devendo optar por sua utilização em solos mais arenosos e com pouco teor de matéria orgânica (ROSSETO; SANTIAGO, 2014). A resposta na produtividade da cana-de-açúcar nas doses elevadas de torta de filtro é benéfica, conseguindo suprir total ou parcialmente os nutrientes N, P, Ca, Mg e S, e os micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme a dose de torta utilizada na área de implantação do canavial (MOURA FILHO et al., 2011). De maneira a melhorar a qualidade da torta de filtro em relação aos nutrientes e reduzir o teor de umidade do material, vem sendo empregado diferentes compostos através da mistura de torta de filtro com outros diferentes materiais como o gesso e bagaço (INNOCENTE, 2015), fosfato (CAIONE et al., 2018) e o MAP (SILVA et al., 2021).

Estudos apontam que a alta quantidade de matéria orgânica adicionada ao solo, como é o caso da própria torta de filtro e do bagaço da cana-de-açúcar, melhora a qualidade física, química e biológica do solo, ocasionando uma eficiência positiva da cultura devido ao alto teor de nutrientes (MIRANDA-STALDER; BURNQUIST, 2019). Além disso, o gesso apresenta em sua composição nutrientes essenciais para o desenvolvimento da cana-de-açúcar, melhorando a distribuição das raízes em profundidade, permitindo as plantas o acesso a maior lâmina de água armazenada no solo (PEREIRA, 2021), e por sua vez, o fosfato e o MAP quando presentes com compostos orgânicos como é o caso da torta de filtro, observa-se aumento nas características agrônômicas da cana-de-açúcar (SANTIAGO; ROSSETTO, 2009).

Em estudo realizado por Silva (2022), ao estudar o uso da torta de filtro enriquecida na cana-de-açúcar sob o desempenho vegetativo, trocas gasosas e produtividade, utilizando o gesso, bagaço,

fosfato e MAP como enriquecedores à torta de filtro, o autor observou aumento nas variáveis de crescimento e produtividade, obtendo também respostas positivas para as trocas gasosas da planta quando utilizado a torta de filtro enriquecida na cultura.

O manejo da torta de filtro como fonte de matéria orgânica é uma prática que vem sendo muito utilizada na produção vegetal, e se dá devido aos incrementos em nutrientes desse produto que são benéficos para a cana-de-açúcar, além de ajudar nas características físicas e biológicas do solo (SANTANA et al., 2012), e por ser rica em matéria orgânica, a torta de filtro serve de alimento para microrganismos (GONZÁLEZ et al., 2014). A composição desse produto pode variar a depender da variedade usada, maturação da cana, tipo de solo, eficácia da moagem e com o procedimento de clarificação do caldo (SOLOMON, 2011).

Pesquisas mostram que a aplicação da torta de filtro enriquecida em fundo de sulco de plantio da cana-de-açúcar aumenta o comprimento do colmo, o número de plantas por hectare, a produtividade da cultura e eleva também a produção do açúcar, sendo sugerido o uso desse produto ligado a adubação mineral como forma de potencializar o efeito sobre a produtividade e diminuir os custos com adubos minerais (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2011), além de aumentar o número de brotação inicial, teor de sólidos solúveis e índice de maturação da cultura (SILVA et al., 2021). Portanto, os efeitos de sua utilização resultam em maior crescimento e desenvolvimento das plantas.

5. CONCLUSÕES

A utilização da torta de filtro de forma enriquecida na cultura da cana-de-açúcar pode ser indicada para aumentar a produção do setor sucroenergético de forma sustentável. Contribuindo, além de ganhos produtivos, para a destinação sustentável desse subproduto.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; NASCIMENTO, C. W. A.; SOBRAL, M. F.; SILVA, F. B. V.; GOMES, W. A. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.10, p.1004-1013, 2011.

ARCOVERDE, S. N. S.; SOUZA, C. M. A.; ORLANDO, R. C.; SILVA, M. M.; NASCIMENTO, J. M. Crescimento inicial de cultivares de cana-de-açúcar em plantio de inverno sob preparos conservacionistas do solo. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 2, p. 142-156, 2019.

AZEVEDO, M. C.; SOUZA SILVA, E.; MORAIS ALMEIDA, L. J.; ROSENDO, B. H. B.; SILVA RIBEIRO, J. E.; NETO, D. E. S.; MIELEZRSKI, F. Produtividade de genótipos de cana de açúcar em resposta à aplicação de calcário em microclima do semiárido brasileiro. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. 1-14, 2021.

BORDONAL, R. O.; CARVALHO, J. L. N.; LAL, R.; FIGUEIREDO, E. B.; OLIVEIRA, B. G.; LA SCALA, N. Sustainability of sugarcane production in Brazil. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, n. 2, p. 1-23, 2018.

CAIONE, G.; CASTELLANOS GONZÁLEZ, L.; MELLO PRADO, R.; REYES HERNÁNDEZ, A.; ROSATTO MODA, L.; PARETS SELVA, E.; NAHAS, E. Adubação fosfatada com torta de filtro, fosfato natural e biofertilizantes em ultisol (argissolo). **Ciencia del suelo**, v. 36, n. 1, p. 110-116, 2018.

CAIONE, G.; PRADO, R. M.; CAMPOS, C. N. S.; RODRIGUES, M.; PAVINATO, P. S.; AGOSTINHO, F. B. Phosphorus fractionation in soil cultivated with sugarcane fertilized by filter cake and phosphate sources. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v.46, n.19, p.2449-2459, 2015.

CAMPOS, C. N. S. **Efeito residual de doses e fontes de fósforo associado a torta de filtro na cana-de-açúcar.** 2016. 94p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira – cana-de-açúcar: Safra 2021/22.** Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar.** Primeiro levantamento. Brasília: v.8 – safra 2021/22, nº1, 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira da Cana-de-açúcar – Safra 2017/2018.** Companhia Nacional de Abastecimento, v.1, p.4, 2017.

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.

FRAVET, P. R. F.; SOARES, R. A. B.; LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H. Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.3, p. 618-624, 2010.

GIOLO, R.; RODRIGUES, R.; GALATI, V. C.; BARBARA, M.; VRECH, M. A. O uso de estimulante afeta ou não o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar?. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 3, p. 46-52, 2021.

GONZÁLEZ, L. C.; PRADO, R. D. M.; HERNÁNDEZ, A. R.; CAIONE, G.; SELVA, E. P. Uso de torta de filtro enriquecida com fosfato natural e biofertilizantes em Latossolo Vermelho distrófico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 135-141, 2014.

INNOCENTE, A. F. **Análise energética da aplicação de torta de filtro na substituição parcial da adubação inorgânica sintética da cana-de-açúcar.** 2015. 139p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2015.

KAAB, A.; SHARIFI, M.; MOBLI, H.; NABAVI-PELESARAEI, A.; CHAU, K. W. Use of optimization techniques for energy use efficiency and environmental life cycle assessment modification in sugarcane production. **Energy**, v. 181, p. 1298-1320, 2019.

MARIN, F. R.; CARVALHO, G. L. D. Spatio-temporal variability of sugarcane yield efficiency in the state of São Paulo, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 149-156, 2012.

MIALICHI JÚNIOR, A. J.; ALVES, A. B.; BAZELA, C.; FARIA, F. A. Torta de filtro e micronutrientes no plantio de cana-de-açúcar. **Ciência & Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 110-124, 2020.

MIRANDA-STALDER, S. H.; BURNQUIST, H. L. A importância dos subprodutos da cana-de-açúcar no desempenho do setor agroindustrial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 34, n. 3, p. 103-119, 2019.

MOURA FILHO, G.; SILVA, L. C.; MOURA, A. B. Uso da torta de filtro e vinhaça em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2., 2011, Vitória. **Anais....** Vitória: DCM/Incaper, p. 1-2, 2011.

NOLLA, A.; VILA, E. J. P.; SILVA, W.; BERTICELLI, C. L.; CARNEIRO, A. R. Atributos e estratégias de utilização da torta de filtro como fertilizante para a cana-de-açúcar. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 4, p. 121-135, 2015.

OLIVEIRA, A.; SOUZA, A. R.; CLEMENTE, J. M.; SANTOS, T. M.; DUARTE, A. R.; MACHADO, M. G. Crescimento vegetativo de variedades de cana-de-açúcar. **Humanidades e Tecnologia (FINOM)**, v. 1, n. 18, p. 24-32, 2019.

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.

PEREIRA, D. A. **Produtividade de forragem e distribuição do sistema radicular do capim Mombaça em resposta a doses de gesso agrícola**. 2021. 71p. Dissertação (Mestre em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2021.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. **Adubação: resíduos alternativos**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html. Acesso em: 29 junho 2022.

SANTANA, C. T. C. D.; SANTI, A.; DALLACORT, R.; SANTOS, M. L.; MENEZES, C. B. D. Desempenho de cultivares de alface americana em resposta a diferentes doses de torta de filtro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 22-29, 2012.

SANTOS, T. C.; COSTA JÚNIOR, J. C.; PEREIRA, K. D. O.; MELO, P. L. A.; COELHO, W. C. C.; GOMES, T. D. A. Estado nutricional e produção de variedades de alface adubadas com compostos orgânicos e torta de filtro em Alagoas. In: **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 35., 2015, Natal. O solo e suas múltiplas funções: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

SATHISH, D.; VASUDEVAN, V.; THEBORAL, J.; ELAYARAJA, D.; APPUNU, C.; SIVA, R.; MANICKAVASAGAM, M. Efficient direct plant regeneration from immature leaf roll explants of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) using polyamines and assessment of genetic fidelity by SCoT markers. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v. 54, n. 4, p. 399-412, 2018.

SCHMIDT FILHO, E. D. I. S. O. N.; GONÇALVES, J. C.; MATOS, N. C. D. S.; AZEVEDO, R. E. C. Redução dos impactos ambientais do setor sucroalcooleiro com a utilização da torta de filtro na adubação do solo. **Revista Uningá Review**, v. 27, n. 3, 2016.

SILVA, A. F. M. S.; GOMES, G. N.; BACCHI, M. R. P. A importância das cadeias da cana-de-açúcar: uma análise insumo-produto. **Revista Economia Ensaios**, v. 33, n. 2, 2019.

SILVA, J. H. B. **Desempenho vegetativo, trocas gasosas e produtividade de cana-de-açúcar adubada com torta de filtro enriquecida**. 2022. 42p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2022.

SILVA, J. H. B.; NASCIMENTO, M. A.; SILVA, A. V.; NETO, F. P.; ARAÚJO, J. R. E. S.; SILVA, J. M.; SILVA, J. A.; 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.

SILVA, W. T. C.; BARBOSA, H. A. Avaliação da precipitação na produtividade agrícola da cana-de-açúcar: estudo de caso usina Coruripe para as safras de 2000/2005. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 03, p. 1352-1366, 2021.

SOLOMON, S. Sugarcane by-products based industries in Índia. **Sugar Tech**, v. 13, n. 4, p. 408-416, 2011.

VASCONCELOS, R. L.; ALMEIDA, H. J.; PRADO, R. M.; SANTOS, L. F. J.; PIZAURO JÚNIOR, J. M. Filter cake in industrial quality and in the physiological and acid phosphatase activities in cane-plant. **Industrial Crops and Products**, v. 105, p. 133- 141, 2017.

VAZQUEZ, G. H.; BORTOLIN, R.; VANZELA, L. S.; SB BONINI, C.; NETO, A. B. Uso de fertilizante organofosfatado e torta de filtro em cana-planta. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 1, p. 53-64, 2015.

YANG, S.; LIU, J.; WU, J.; TAN, H.; LI, Y. Effects of vinasse and press mud application on the biological properties of soils and productivity of sugarcane. **Sugar Tech**, v. 15, n. 2, p. 152–158, 2013.

A CANA-DE-AÇÚCAR EM CAMUTANGA, PERNAMBUCO: UMA ANÁLISE TEMPORAL (2000-2020)

João Henrique Barbosa da Silva¹, Lucilo José Morais de Almeida¹, Bruno de Souza Oliveira¹, Rayane Amaral de Andrade¹, Diego Alves Monteiro da Silva¹, Lylian Souto Ribeiro¹, Eduardo Marinho Gomes¹, Vinícius Rodrigues dos Santos Sena¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, e-mail: henrique485560@gmail.com

RESUMO

A cana-de-açúcar é uma cultura que apresenta elevada importância socioeconômica a nível nacional e global. No Brasil, o estado de Pernambuco se destaca como um dos principais produtores dessa cultura, entretanto, vem perdendo esse dinamismo nas últimas décadas, o que impacta de forma decisiva a economia dos municípios produtores. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a dinâmica produtiva da cultura da cana-de-açúcar no município de Camutanga-PE, no período de 2000-2020. Os dados relativos à área plantada, área colhida, quantidade produzida, produtividade, valor da produção e valor da produção - percentual do total geral da cana-de-açúcar no município foram obtidos do banco de dados da Produção Agrícola Municipal do IBGE, utilizando-se o Sistema de Recuperação Automática (SIDRA). Os resultados evidenciaram elevada variabilidade temporal nas variáveis analisadas, refletidas principalmente em oscilações na área plantada e colhida. Dessa forma, ações de incentivo à melhoria dos índices produtivos dessa cultura devem ser incentivadas, principalmente pela importância da cana-de-açúcar para o setor agrícola desse município.

PALAVRAS-CHAVE: Dinâmica produtiva, Lavouras temporárias, *Saccharum officinarum* L..

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), é uma planta perene da família das Poaceae (NEVES PEREIRA; CAVICHIOLI, 2021). O Brasil é considerado o maior produtor dessa cultura, sendo um país de alta relevância no tocante social, econômico e ambiental, por possuir uma matéria prima que dispõe de diversos derivados como o açúcar e etanol (NEVES PEREIRA; CAVICHIOLI, 2021), além de subprodutos que são utilizados em diversas lavouras como o bagaço, vinhaça e a torta de filtro, além de ser utilizada na alimentação animal (OLIVEIRA et al., 2019).

O grande incentivo a produção canavieira foi ocasionado devido a crise do petróleo em 1973, tendo em 1975 a chegada de uma solução para o gargalo energético, conhecido como o Proálcool (VEDANA et al., 2020). Com a crescente demanda de subprodutos da cana-de-açúcar, essa commodity tem destaque em diversos países, em que no Brasil se estima para o primeiro levantamento na temporada 2021/22 uma produção de aproximadamente 38,9 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, com uma área de produção superior a 8 milhões de hectares (CONAB, 2021).

No cultivo da cana-de-açúcar, é essencial que se tenha um bom preparo do solo para que se tenha um adequado crescimento do sistema radicular e evitar competição com plantas daninhas que ocasionam bloqueios no desenvolvimento da cultura e conseqüentemente afeta a produtividade do canavial (PILAN et al., 2017). Não obstante, mesmo com condições de plantio favoráveis, a cana-de-açúcar é altamente rigorosa, principalmente na fase inicial de stand da área, sendo importante bons índices de precipitação pluviométrica na região de cultivo seguido de uma pequena restrição hídrica no estágio de maturação, com o intuito de favorecer as altas concentrações de sacarose nos colmos (FRANCISCO et al., 2016).

No estado do Pernambuco, alguns municípios são ligados historicamente ao cultivo e beneficiamento de cana-de-açúcar, como, por exemplo, Camutanga, na Zona Mata Norte. Dada a

relevância socioeconômica da cana-de-açúcar para a área em estudo, é importante se ter conhecimento da dinâmica de produção, visto ser uma ação importante para subsidiar ações que visem a melhoria produtiva e reestruturação desse segmento (DIAS et al., 2021). Nesse sentido, objetivou-se avaliar a dinâmica produtiva da cultura da cana-de-açúcar no município de Camutanga-PE, no período de 2000-2020, buscando-se assim, entender os fatores que interagem no desempenho local dessa cadeia produtiva.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O município de Camutanga (Figura 1), possui uma área territorial de 39,116 Km² e uma população estimada de 8.592 habitantes (IBGE, 2022). Camutanga se encontra inserida na zona Mata Norte, com coordenadas geográficas (07° 24' S e 35° 16' W), caracterizado por apresentar condições de solo e clima que permitem o bom desempenho das atividades agropecuárias, em especial da produção de cana-de-açúcar.

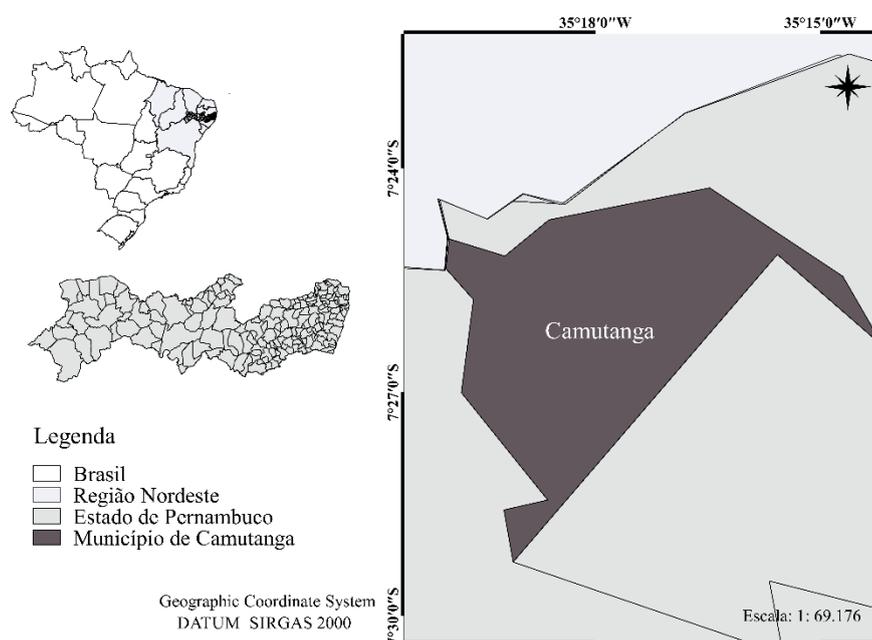


Figura 1. Localização do município de Camutanga, Pernambuco.

Os dados relativos à produção de cana-de-açúcar em Camutanga foram oriundos do banco de informações da Pesquisa Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados referentes ao período de 2000–2020 foram extraídos com o auxílio do Sistema de Recuperação Automática (SIDRA, 2022). Seis variáveis relacionadas à produção de cana-de-açúcar foram avaliadas: (a) área plantada em hectares (ha), que representa o total anual da área plantada com a cultura de cana-de-açúcar no município; (b) área colhida em hectares (ha), que representa o total anual da área efetivamente colhida; (c) quantidade produzida em toneladas (t), correspondente à quantidade anual colhida no município; (d) produtividade em toneladas por hectare (t/ha), descrita pela razão entre a quantidade produzida e a área colhida; (e) valor da produção (em milhares de R\$) calculada pela média ponderada das informações de quantidade e preço médio corrente pago ao produtor e (f) valor da produção - percentual do total geral, que representa a participação da cana-de-açúcar no valor total da produção das lavouras temporárias em Camutanga. Após a extração, os dados foram organizados na forma de figuras com o auxílio do software Microsoft Excel®.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área plantada com cana-de-açúcar em Camutanga foi superior a 1500 hectares durante todo o período em análise. Os maiores valores para essa variável foram observados no intervalo 2013-

2018, no qual a área cultivada com essa cultura foi de 3000 hectares. Em contraste, em 2020 apenas 1800 hectares de cana foram plantados (Figura 2A). Esses resultados podem ter sido ocasionados pela ação de fatores bióticos, com a ocorrência de pragas, ou abióticos, como restrições hídricas para o pleno desenvolvimento dessa cultura (DIAS et al., 2021). Além disso, esse declínio na área plantada nos últimos anos é decorrente da ocupação de áreas com outras culturas em Camutanga, tanto vegetais quanto animais, o que acaba por substituir áreas antes ocupadas por cana-de-açúcar.

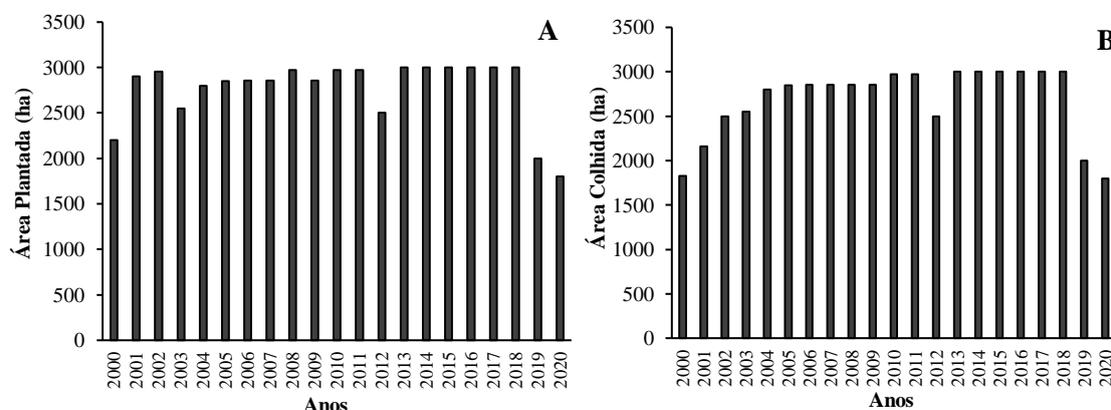


Figura 2. Área plantada (A) e colhida (B) de cana-de-açúcar no município de Camutanga, Pernambuco, no período 2000-2020.

Por sua vez, a área colhida acompanhou a área plantada na maioria dos anos (Figura 2B). No entanto, discrepâncias entre a área plantada e a área efetivamente colhida foram observadas em 2000, 2001, 2002 e 2008. A não ocorrência de discrepâncias na maioria dos anos em estudo entre a área plantada e a área colhida pode ser resultado do adequado uso de tratamentos culturais, visto ser um fator essencial para que a cultura consiga ter um bom desempenho e conseqüentemente não precise reformar o canavial.

Em 2010 e 2011, verificou-se a maior quantidade produzida de cana-de-açúcar do período amostral, com um montante de 178200 toneladas (Figura 3A). Destaca-se, que, embora a menor área colhida tenha sido observada em 2020 (Figura 2B), foi em 2000 que se obteve a menor quantidade produzida, com 91300 toneladas. Resultados que refletem a importância de maiores produtividades para a obtenção de maiores quantidades produtivas, mesmo sob menores áreas colhidas. Tendo em vista ser uma cultura de elevada importância para a região e para o país, é importante que se tenha estudos para melhorar o nível de tecnologia que são empregados no cultivo da cana-de-açúcar no estado de Pernambuco e em outros estados de destaque, como a Paraíba, de modo a aumentar o rendimento dos canaviais e a rentabilidade das agroindústrias do setor (CARVALHO et al., 2018; MENDONÇA, 2013).

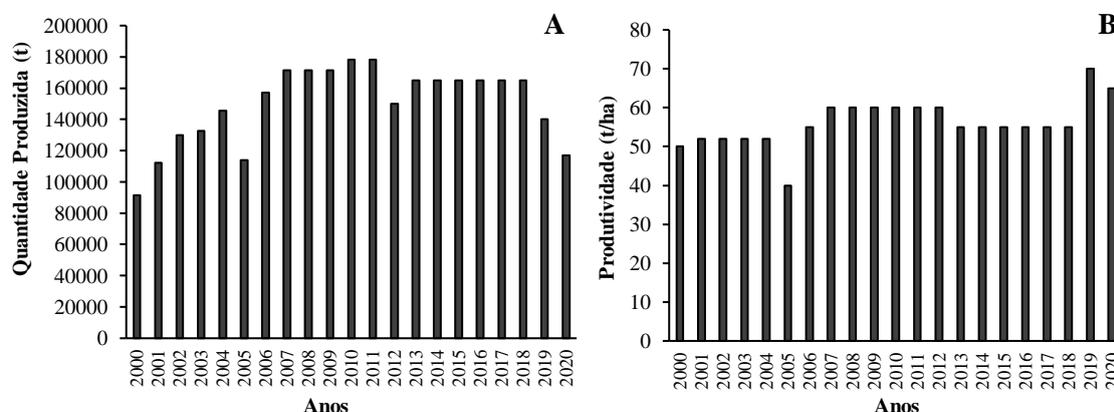


Figura 3. Quantidade produzida (A) e produtividade (B) da cana-de-açúcar no município de Camutanga, Pernambuco, no período 2000-2020.

A produtividade de cana-de-açúcar em Camutanga foi variável no decorrer dos 21 anos em análise. Todavia, verificou-se uma tendência de anos seguidos com o mesmo rendimento para essa cultura, como, por exemplo, o período 2001-2004, 2007-2012 e 2013-2018, com produtividade de 52, 60 e 55 t.ha⁻¹, respectivamente (Figura 3B). Maiores produtividades foram obtidas nos dois últimos anos do período amostral, com valores de 70 t.ha⁻¹ (2019) e 65 t.ha⁻¹ (2020). Esses resultados positivos nos dois últimos anos podem estar associados as boas condições climáticas da região, como as altas taxas de precipitações pluviométricas. De modo que, o clima é um dos fatores de maior relevância para a produção de cana-de-açúcar, sendo a precipitação a maior responsável por causar uma maior variabilidade na produtividade (CASTRO SILVA; BARBOSA, 2021). Entretanto, vale salientar que no município de Camutanga, o cultivo de cana-de-açúcar é realizado em quase sua totalidade pela Usina olho d'água e uma pequena parte por pequenos produtores, que não utilizam, por exemplo, sistemas de irrigação em suas áreas de produção, apenas fazem uso de irrigação de salvação no stand inicial do canavial.

Os resultados obtidos também demonstram a importância econômica da cana-de-açúcar em Camutanga, com valor da produção superior a R\$ 10.000.000 em 10 (2010, 2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020) dos 21 anos em análise (Figura 4A).

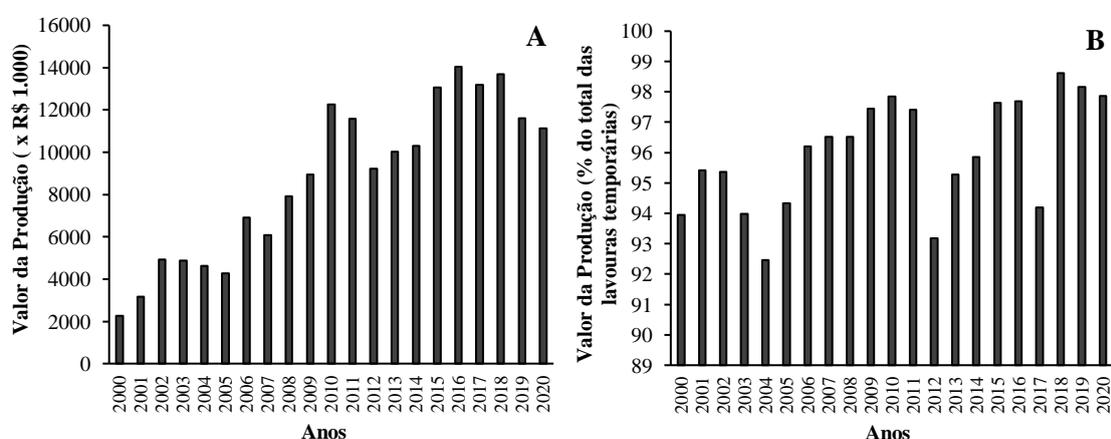


Figura 4. Valor da produção (A) e valor da produção (% do total das lavouras temporárias) (B) da cana-de-açúcar no município de Camutanga, Pernambuco, no período 2000-2020.

A cana-de-açúcar é a principal lavoura temporária produzida em Camutanga. Durante o período 2000-2020 essa cultura apresentou uma participação superior a 90% no valor total da produção das lavouras temporárias produzidas no município (Figura 4B). E em alguns anos, como 2018 e 2019, essa participação foi superior a 98%. Resultados que evidenciam a importância dessa cultura localmente.

Com base nos resultados apresentados, percebe-se que a melhoria produtiva da cadeia da cana-de-açúcar em Camutanga, requer necessariamente adequações no tocante ao aumento da produtividade dessa cultura. Assim, ações que propiciem um melhor desempenho agrônomo dessa cultura no município precisam ser estimuladas, visto que a obtenção de maiores rendimentos da cultura está ligada a maior produção de derivados dessa matéria-prima, e conseqüentemente, maior dinamismo econômico para o município.

5. CONCLUSÕES

A cultura da cana-de-açúcar no município de Camutanga apresentou forte dinamismo temporal em suas variáveis produtivas.

Ações de incentivo a melhoria dos índices produtivos dessa cultura devem ser incentivadas, principalmente pela importância da cana-de-açúcar para o setor agrícola desse município.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. L.; SOUZA, J. L.; ALMEIDA, A. C. D. S.; LYRA, G. B.; LYRA, G. B.; TEODORO, I. et al. Sugarcane productivity simulation under different planting times by DSSAT/CANEGRO model in Alagoas, Brazil. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 30, n. 3, p. 190-198, 2018.

CASTRO SILVA, W. T.; BARBOSA, H. A. Avaliação da precipitação na produtividade agrícola da cana-de-açúcar: estudo de caso usina Coruripe para as safras de 2000/2005. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 03, p. 1352-1366, 2021.

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>. Acesso em: 22 de julho de 2022.

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.; ARAÚJO, 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.

FRANCISCO, P. R. M.; GUIMARÃES, C. L.; SABOYA, L. M. F.; NETO, J. D.; SANTOS, D. Aptidão climática da cultura da cana de açúcar (*Saccharum* spp.) para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 3, p. 676-686, 2016.

MENDONÇA, M. F. D. **Crescimento e produção de cana-de-açúcar cultivada sob sistema irrigado**. 2013. 50p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

NEVES PEREIRA, D.; CAVICHIOLI, F. A. A importância da qualidade no processo do plantio da cultura da cana-de-açúcar. **Revista Interface Tecnológica**, v. 18, n. 2, p. 844-856, 2021.

OLIVEIRA, A.; SOUZA, A. R.; CLEMENTE, J. M.; SANTOS, T. M.; DUARTE, A. R.; MACHADO, M. G. Crescimento vegetativo de variedades de cana-de-açúcar. **Humanidades e Tecnologia (FINOM)**, v. 1, n. 18, p. 24-32, 2019.

PILAN, P. H.; CERVI, R. G.; RODRIGUES, S. A.; OLIVEIRA, P. A.; ROSSI, A. L. D. Caracterização de Variedades de Cana-de-Açúcar Submetidas à Processo Mecanizados de Colheita em Diferentes Estágios de Corte. **Tekhne e Logos**, v. 8, n. 3, p. 167-182, 2017.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal**. 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 20 de julho de 2022.

VEDANA, R.; RODRIGUES, K. C. T. T.; PARRÉ, J. L.; SHIKIDA, P. F. A. Distribuição espacial da produtividade de cana-de-açúcar no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 121, 2020.

A PRODUÇÃO DE FEIJÃO EM OLIVENÇA, SEMIÁRIDO DE ALAGOAS: UMA ANÁLISE INTERANUAL

Diego Alves Monteiro da Silva^{1*}, José Rayan Eraldo Souza Araújo¹, Olivia Marianny de Oliveira Santos², Lylían Souto Ribeiro¹, Letícia Barbosa de Lacerda¹, Haile Silvino Guimarães¹, Michelly Fernandes dos Santos¹, Lian Rodrigo Torres Cavalcante¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, e-mail: *diegoalves1903@gmail.com

²Instituto Federal de Alagoas – IFAL, Piranhas-AL

RESUMO

O feijão é uma das principais cultura agrícolas mundiais, constituindo-se como uma importante fonte alimentar e nutricional para milhões de pessoas ao redor do globo. No Brasil, em especial no Semiárido, o feijão é uma das principais lavouras produzidas. Todavia, nessa região, devido as características climáticas predominantes e o baixo grau de tecnificação utilizado, essa cultura pode apresentar elevada vulnerabilidade produtiva. Nesse sentido, esses estudo objetivou analisar a dinâmica da produção de feijão durante o período 1999-2019, no município de Olivença, Semiárido do estado de Alagoas. Os dados de produção foram obtidos do banco de dados da Produção Agrícola Municipal - Lavoura Temporária do IBGE, do qual foram extraídos a área plantada, área colhida, quantidade produzida, produtividade e o valor da produção do período em análise. Posteriormente, uma Análise de Componentes Principais (ACP) foi empregada. Observou-se grande variabilidade nas variáveis analisadas no decorrer do período de monitoramento, principalmente para a área plantada e colhida. A Análise de Componentes Principais (ACP) explicou 94,9% da variância original dos dados nos dois primeiros eixos, e evidenciou a formação de dois agrupamentos de anos com características produtivas distintas.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura de sequeiro; tecnificação; variabilidade produtiva.

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma espécie pertencente à família Fabaceae, subfamília Faboideae e gênero *Phaseolus* L. Destaca-se que esse gênero abriga aproximadamente 70 espécies, das quais apenas cinco são cultivadas comercialmente, sendo *P. vulgaris* a espécie mais importante economicamente (ALMEIDA et al., 2020). O feijão é uma cultura básica em diversos países da África, Ásia e América, além de ser economicamente significativo no Canadá, EUA e Europa (ASSEFA et al., 2019). Essa leguminosa é detentora de alto valor nutritivo e representa uma importante fonte alimentar para mais de meio bilhão de pessoas, especialmente em países em desenvolvimento (DIAS et al., 2020), o que se deve a sua composição rica em proteínas, micronutrientes como ferro e zinco, fibra dietética e vitaminas essenciais (ASSEFA et al., 2019).

O Brasil se destaca como o terceiro maior produtor de feijão do mundo, com uma produção de cerca de 3 milhões de toneladas de grãos anuais. Além disso, o país abriga a segunda maior área plantada com essa leguminosa, que ocupa cerca de 2,8 milhões de hectares no país (ANTOLIN et al., 2021).

Mais de 80% da produção de feijão nos países em desenvolvimento é oriunda de agricultura de subsistência, no qual essa lavoura é produzida em regiões semiáridas e ambientes de cultivo subúmidos a úmidos. Nessas áreas, o feijão tende a enfrentar uma alta incidência de estresses bióticos e abióticos (ASSEFA et al., 2019), com destaque para os estresse hídrico (SOFI et al., 2018). A ocorrência de secas é uma importante restrição à produção de feijão a nível global (DIAS et al., 2020), levando a redução da produtividade dessa cultura, especialmente quando o estresse hídrico ocorre durante a fase reprodutiva, o que afeta o florescimento e o enchimento das vagens (SOFI et al., 2018).

O feijão é uma das principais culturas produzidas pelos agricultores do Semiárido do Brasil, constituindo-se como uma importante fonte alimentar e de geração de renda para esses produtores (BATISTA et al., 2018; SANTOS et al., 2021). Em Alagoas, o feijão é cultivado em grande parte do território estadual, com destaque para o seu cultivo nos municípios do sertão (CARTAXO et al., 2019; CARTAXO et al., 2020; SANTOS et al., 2021).

No Semiárido brasileiro essa cultura normalmente é produzida com baixa tecnificação e sem a utilização dos insumos adequados, o que compromete a obtenção de bons índices produtivos (BATISTA et al., 2018; CARTAXO et al., 2020). Ademais, as culturas produzidas nessa região são em grande parte cultivadas em regime de sequeiro, tornando-as susceptíveis a eventos de seca (BATISTA et al., 2018; ARAÚJO et al., 2021a; SANTOS et al., 2021).

Diante disto, conhecer a dinâmica produtiva de culturas agrícolas produzidas nessa região, como o feijão, é uma estratégia importante para traçar ações de melhoria no segmento agrícola local. Nesse sentido, o presente estudo objetivou avaliar a dinâmica temporal das variáveis produtivas da cultura no feijão no município de Olivença, sertão de Alagoas, no período de 1999 a 2019.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O município de Olivença (Figura 1) está situado no semiárido de Alagoas, com uma área de 175,317 km² e uma população estimada de 11.681 habitantes (IBGE, 2022). Nesse município, as atividades agropecuárias compõem um importante setor econômico, destacando-se no setor agrícola, a produção de milho e feijão.

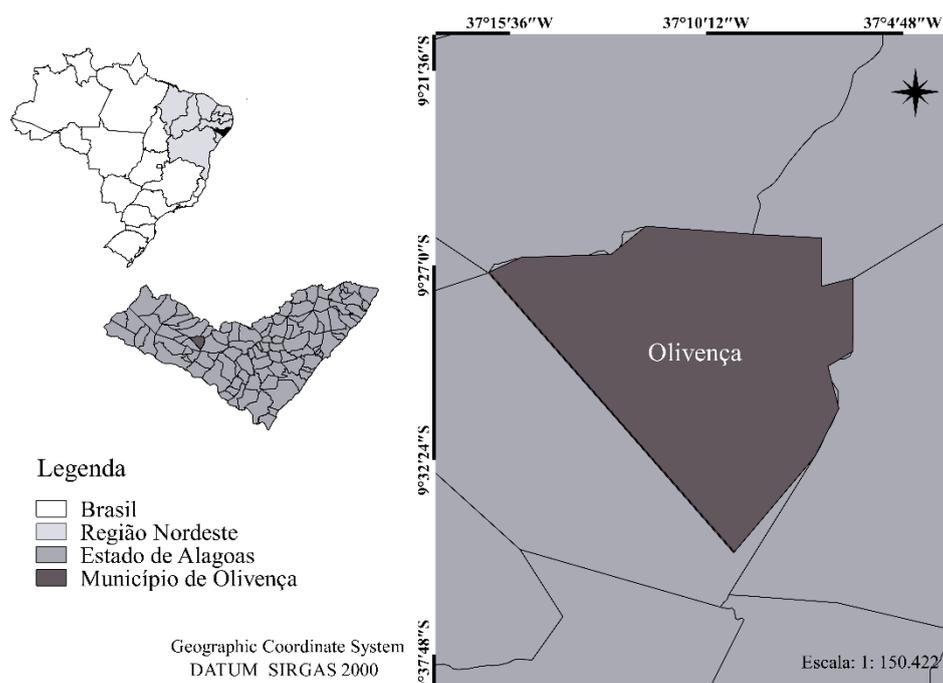


Figura 1. Localização do município de Olivença, Alagoas.

Os dados de produção de feijão no município de Olivença, Alagoas, no período de 1999–2019 foram extraídos com o auxílio do Sistema de Recuperação Automática (SIDRA, 2022). Cinco variáveis relacionadas à produção de feijão foram avaliadas: (a) área plantada em hectares (ha), que representa o total anual da área plantada com a cultura do feijão no município; (b) área colhida em hectares (ha), que representa o total anual da área efetivamente colhida; (c) quantidade produzida em toneladas (t), correspondente à quantidade anual colhida no município; (d) produtividade em quilogramas por hectare (kg/ha) descrito pela razão entre a quantidade produzida e a área colhida; (e) valor da produção (em milhares de R\$) calculada pela média ponderada das informações de quantidade e preço médio corrente pago ao produtor.

Após a extração, os dados foram organizados em figuras, utilizando-se o software Microsoft Excel®. Posteriormente os dados foram submetidos a Análise de Componentes Principais (ACP), utilizando-se para tal o software R versão 3.6.1 (R Core Team, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis produtivas da cultura do feijão em Olivença apresentaram elevada variabilidade interanual. A área plantada com essa cultura oscilou entre 38 ha (2012) a 2860 ha (2004). Observou-se uma redução acentuada dessa variável principalmente a partir de 2011, a partir do qual a área plantada com feijão em Olivença se manteve inferior a 1000 hectares anuais (Figura 2A).

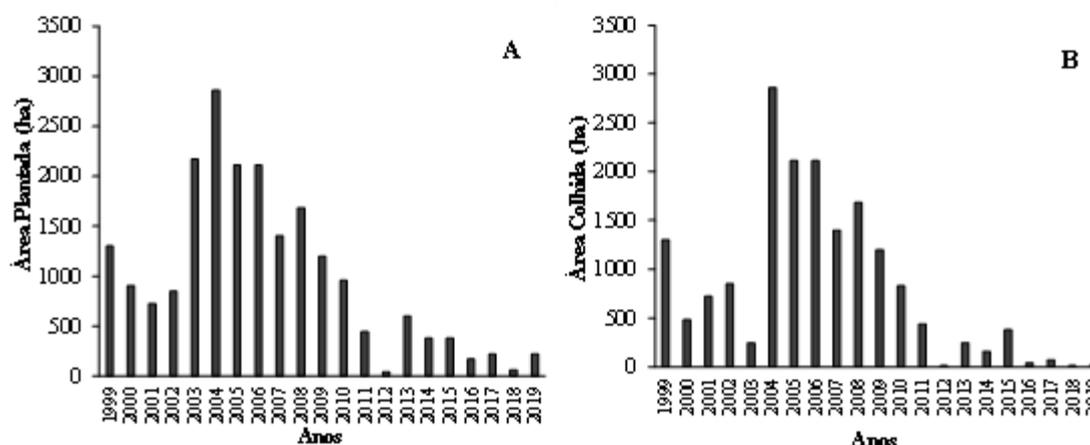


Figura 2. Área plantada (A) e colhida (B) de feijão no município de Olivença, Alagoas, no período 1999-2019.

Por sua vez, dos 21 anos em análise, dez anos (2000, 2003, 2010, 2012, 2013, 2014, 2016, 2017, 2018 e 2019) apresentaram área colhida inferior a área plantada. Discrepâncias entre a área plantada e a área colhida são comuns no Semiárido do Brasil, o que se deve principalmente à ocorrência de estiagens prolongadas durante o ciclo dessa cultura, o que compromete seu desempenho produtivo (SANTOS et al., 2021).

A produtividade local dessa cultura, na maioria dos anos em monitoramento, mostrou-se relativamente satisfatória, dada as condições edafoclimáticas locais e a baixa tecnificação empregada no cultivo dessa lavoura. Os valores máximos para essa variável foram observados em 2001 e 2002, quando foram obtidos 880 e 791 kg/ha, respectivamente (Figura 3A). Considerando períodos amostrais semelhantes, em Dois Riachos, município alagoano limítrofe com Olivença, Santos et al. (2021) observaram produtividade máxima de 695 kg/ha no ano de 2008. Já em Gado Bravo, no Semiárido da Paraíba, Araújo et al. (2021b) observaram máxima produtividade em 2007, com 400 quilogramas de feijão por hectare.

Deve-se destacar, que em 2001 e 2002 a produtividade do feijão em Olivença foi superior a produtividade dessa cultura em Alagoas, na região Nordeste e no Brasil (SIDRA, 2021). Todavia, verificou-se uma tendência a redução dessa variável a partir do ano de 2012, ano em que se iniciou umas das maiores secas já registrada nesse município e no Semiárido do Brasil, e que reduziu a produtividade dessa cultura a valores mínimos de 29 kg/ha em 2016. Os efeitos adversos desse longo período de estiagem também foram refletidos na quantidade produzida e no valor da produção de feijão nesse município. A quantidade produzida com esse grão, que chegou a ser de 1367 toneladas em 2004, caiu para 1 tonelada em 2012, 2016 e 2018 (Figura 3B). Nesse mesmo sentido, essa cultura que já respondeu pelo aporte de R\$ 1.328.000 em 2008, apresentou uma drástica redução para R\$ 2.000 em 2018 (Figura 3C).

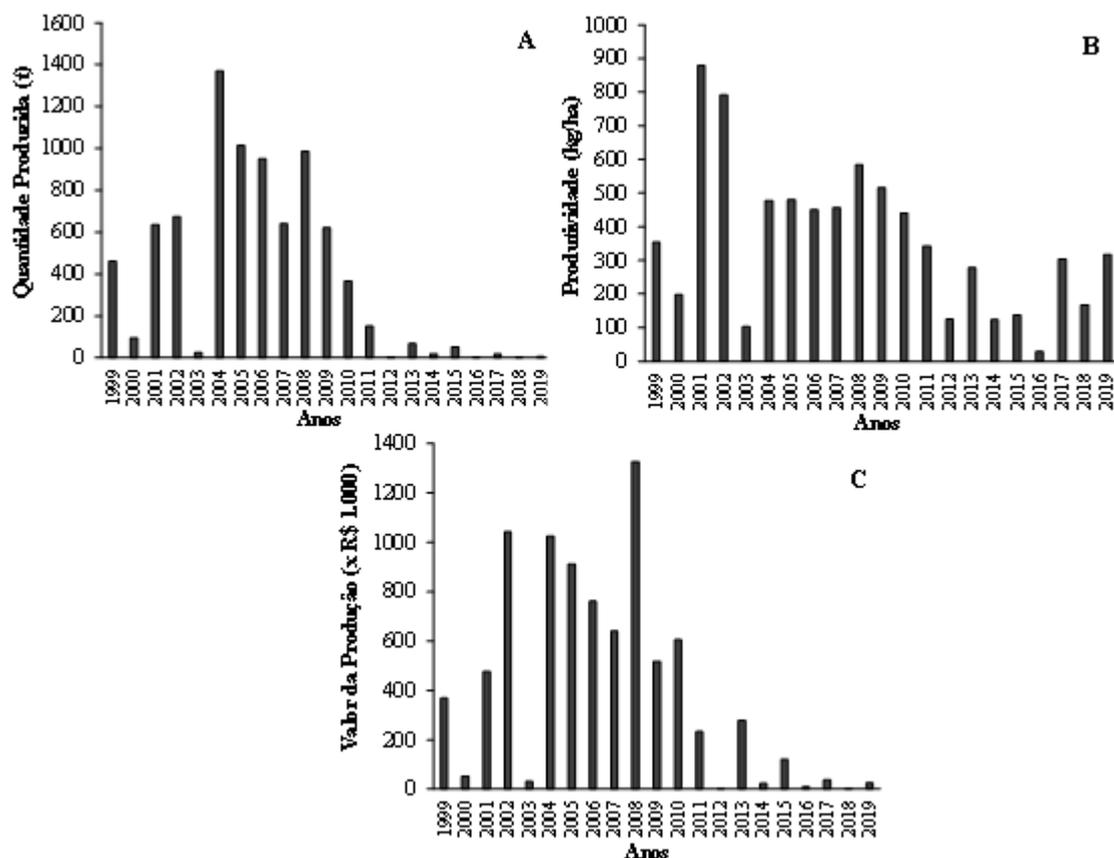


Figura 3. Quantidade produzida (A), produtividade (B) e valor da produção (C) de feijão no município de Olivença, Alagoas, no período 1999-2019.

O fraco desempenho da cultura do feijão em Olivença, principalmente nos últimos anos do período em monitoramento, demonstram a elevada dependência dessa cultura a ocorrência de precipitações pluviométricas adequadas e regulares durante o seu ciclo produtivo, realidade que não é o padrão de áreas semiáridas. Atrelado a esse fator, o baixo grau de tecnificação empregado compromete a obtenção de bons resultados produtivos.

A análise de componentes principais (ACP), explicou 94.9% da variância dos dados nos seus dois primeiros eixos (CP1 e CP2)(Figura 4). No eixo 1, que aglutinou 80.2% da explicação, as variáveis com maior peso e associação foram a quantidade produzida (QP)($r=0.98$), área colhida (AC)($r=0.95$) e valor da produção (RP)($r=0.94$). Resultados que demonstram que nesse município, maiores valores de produção são obtidos quando da obtenção de maiores quantidades produzidas com essa leguminosa, o que para tanto, requer maiores áreas colhidas.

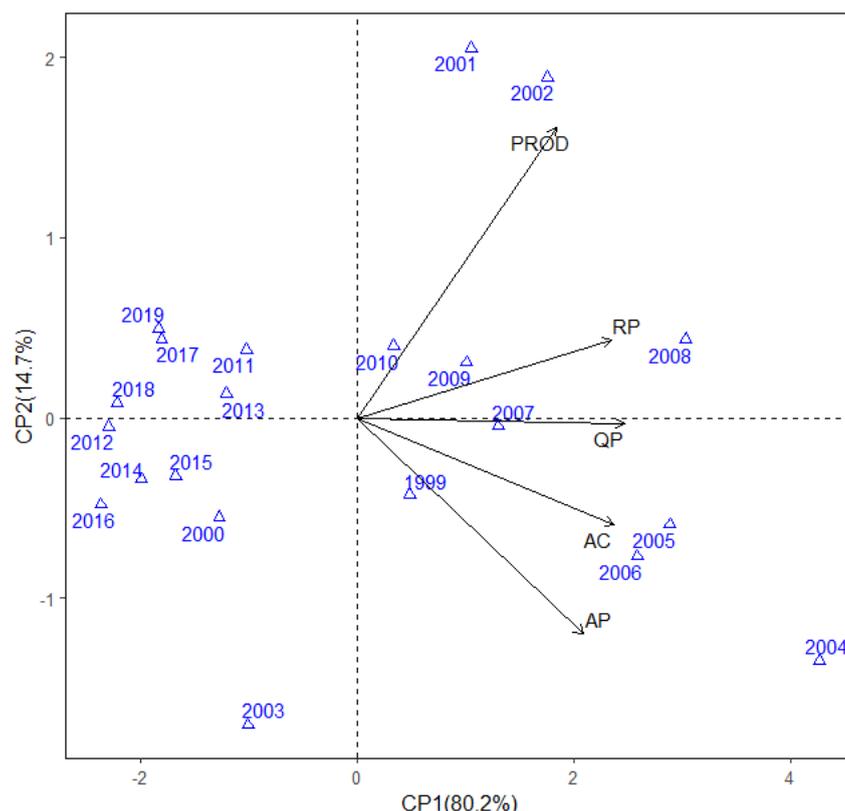


Figura 4. Dispersão gráfica biplot da dinâmica interanual da produção de feijão em Olivença, Alagoas, baseada em escores de 5 caracteres produtivos representados pelos dois primeiros componentes principais.

No eixo 2, que reuniu 14.7% da explicação da variância original, observou a associação antagônica entre produtividade (PROD)($r=0.64$) e área plantada (AP)($r= -0.48$). Resultados que evidenciam que para o município em estudo, maiores áreas plantadas não refletem na obtenção de maiores produtividades; padrão também já relatado para outros municípios produtores de feijão em Alagoas, como Poço das Trincheiras (CARTAXO et al., 2020).

A ACP permitiu a formação de dois clusters, um associado aos anos que apresentaram os melhores resultados produtivos, como por exemplo, 2004, 2005, 2006 e 2008, e outro cluster com os anos com as piores métricas, com destaque para o período 2012-2019.

4. CONCLUSÕES

A produção de feijão em Olivença apresenta alta variabilidade interanual. Forte redução nas variáveis em estudo foram observadas a partir do ano de 2012. Dada a importância dessa cultura para o município em estudo, ações de melhoria de resultados desse segmento produtivo são necessárias e podem contribuir para o dinamismo da economia local.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. P.; PAULINO, J. F. C.; CARBONELL, S. A. C.; CHIORATO, A. F.; SONG, Q.; DI VITTORI, V.; RODRIGUEZ, M.; PAPA, R.; BENCHIMOL-REIS, L. L. Genetic diversity, population structure, and andean introgression in brazilian common bean cultivars after half a century of genetic breeding. *Genes*, v. 11, n. 11, p. e1298, 2020.
- ANTOLIN, L. A. S.; HEINEMANN, A. B.; MARIN, F. R. Impact assessment of common bean availability in Brazil under climate change scenarios. *Agricultural Systems*, v. 191, p. 103174, 2021.
- ARAÚJO, J. R. E. S.; SILVA, J. H. B. ; MOREIRA, D. S.; MEDEIROS, L. F. S. ; RIBEIRO, J. K. N.; CASAIS, L. K. N.; SANTOS, R. H. S.; ARAUJO, E. F. B. Variabilidade temporal da produção

- de milho em Aroeiras, semiárido da Paraíba. In: SILVA, J. M. et al. (Org.). **Ciências Agrárias: Pesquisa e Desenvolvimento**. 1ed. Ananindeua: Editora Itacaiúnas, 2021a. p. 148-155.
- ARAÚJO, J. R. E. S.; SILVA, J. H. B.; BATISTA, M. C.; SABINO, B. T. S.; ALMEIDA, I. V. B.; ABREU, K. G.; ARAÚJO, E. F. B.; SANTOS, J. P. O. Agricultura de sequeiro e variabilidade produtiva de uma cultura de subsistência em Gado Bravo, Semiárido da Paraíba. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 3, p. 2905-2918, 2021b.
- ASSEFA, T.; MAHAMA, A., A.; BROWN, A. V.; CANNON, E. K.; RUBYOGO, J. C.; RAO, I. M.; BLAIR, M. W.; CANNON, S. B. A review of breeding objectives, genomic resources, and marker-assisted methods in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Molecular Breeding**, v. 39, n. 2, p. 1-23, 2019.
- BATISTA, M. C.; SANTOS, J. P. O.; SILVA FILHO, J. A.; SOUSA, J. Í., SILVA FÉLIX, R. J.; SILVA, J. L. C. Influence of rainfall variability on bean production (*Phaseolus vulgaris* L.) in a municipality of Brazilian semiárid. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, n. 1, p. 001-007, 2018.
- CARTAXO, P. H. A.; FELIX, R. J. S. ; GONZAGA, K. S.; DIAS, M. S.; ALVES, A. K. S.; OLIVEIRA, F. I. F.; SANTOS, J. P. O. Dinâmica da produção de *Phaseolus vulgaris* L. em um município do semiárido de Alagoas. In: SILVA, J. M. et al. (Org.). **Ciências Agrárias: Pesquisas e Perspectivas no Nordeste Brasileiro**. 1ed. Ananindeua: Itacaiúnas, 2020. p. 119-127.
- CARTAXO, P. H. A.; LAURENTINO, L. G. S.; ARAÚJO, H. M.; LACERDA, L. B.; GONZAGA, K. S.; SANTOS, A. S.; SANTOS, J. P. O. Análise da dinâmica agropecuária (1996-2017) do município de Dois Riachos, Alagoas (Brasil). **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 1, n. 1, p. 2-8, 2019.
- DIAZ, S.; ARIZA-SUAREZ, D.; IZQUIERDO, P.; LOBATON, J. D.; HOZ, J. F.; ACEVEDO, F.; DUITAMA, J.; GUERRERO, A. F.; CAJIAO, C.; MAIOR, V.; BEEBE, S. E.; RAATZ, B. Genetic mapping for agronomic traits in a MAGIC population of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under drought conditions. **BMC genomics**, v. 21, n. 1, p. e799, 2020.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/olivenca/panorama>. Acesso em: 10 de julho de 2022.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. 2019. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 11 de julho de 2022.
- SANTOS, J. P. O.; BULHÕES, L. E. L.; CARTAXO, P. H. A.; GONZAGA, K. S.; FREITAS, A. B. T. M.; RIBEIRO, J. K. N.; PEREIRA, M. C. S.; DIAS, M. S.; XAVIER M. A.; DANTAS, E. A. Interannual variability of productive aspects of bean culture in a municipality in the Semi-arid region of Alagoas, Brazil. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 1, p. 26-32, 2021.
- SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal**. 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 10 de julho de 2022.
- SOFI, P. A.; DJANAGUIRAMAN, M.; SIDDIQUE, K. H. M.; PRASAD, P. V. V. Reproductive fitness in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under drought stress is associated with root length and volume. **Indian Journal of Plant Physiology**, v. 23, n. 4, p. 796-809, 2018.

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM SOJA SOB BAIXA LATITUDE

Fredson Leal de Castro Carvalho^{1*}, Rayane Reis Sousa¹, Kaio Cesar Lima Vale¹, Julia Stephane Melo Eneas¹, Lindomar Braz Barbosa Júnior², Nortton Balby Pereira Araújo³, Joênes Mucci Peluzio⁴

¹Universidade Federal do Tocantins – UFT/Campus Gurupi, Gurupi-TO, *e-mail: fredson_tecnicoagro@hotmail.com

²Instituto Federal de Goiás – IFGoiano/Campus Urutaí, Urutaí-GO

³Instituto Federal do Tocantins – IFTO/Campus Araguatins, Araguatins-TO

⁴Universidade Federal do Tocantins – UFT/Campus Palmas, Palmas-TO

RESUMO

Ajustes na densidade de plantas de soja podem refletir em aumentos significativos na produtividade de grãos. Objetivou-se neste trabalho avaliar a influência de diferentes populações de plantas nas características agronômicas da soja. Implantou um ensaio na área experimental da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* Universitário de Palmas - TO. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, com os tratamentos: 200, 250, 300, 350 e 400 mil plantas por hectare. As variáveis analisadas foram: altura de plantas, altura da inserção da primeira vagem, diâmetro da haste da planta, número de vagens por plantas, peso de 100 grãos, produtividade de grãos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F e os dados referentes às populações de plantas à análise de regressão, utilizando Sisvar. A altura da planta e a altura de inserção da primeira vagem em plantas de soja tendem a aumentar com o aumento da densidade populacional de plantas. Entretanto, a partir de 300 mil planta ha⁻¹, os valores desses componentes de produção tendem a redução. Quanto maior a densidade de plantas na linha, há uma tendência de redução do número de vagens por planta e no diâmetro da haste da planta. O componente de produção massa de 100 grãos foi influenciado significativamente. A produtividade das plantas de soja aumenta com o aumento da densidade populacional de plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Densidade de plantas. *Glycine max*. Plasticidade.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a principal oleaginosa cultivada anualmente, além de ser o quarto grão mais consumido e produzido mundialmente, atrás de milho, trigo e arroz, portanto, representando significativo destaque no conjunto de atividades agrícolas (HIRAKURI e LAZZAROTTO, 2014).

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento, foram colhidos em todo país cerca de 115.030,1 mil toneladas, em uma área 35.149,2 mil hectares na safra 2018/2019, representando um decréscimo de 3,6% em relação à temporada anterior, consolidando-se como a segunda maior produção de soja na série histórica. No contexto regional, o estado do Tocantins, vem apresentando destaque e potencial no cultivo da soja, com uma área de 1.028,6 mil hectares, obtendo uma produção de 2.931,5 mil toneladas de grão (CONAB, 2019).

Torna-se atualmente prioridade na agricultura moderna o aumento da produção de grãos, sem a necessidade de aberturas de novas áreas, a exemplo do que é produzido na região do cerrado, sendo cultivado com elevado nível tecnológico (ORMOND, 2013).

A produtividade de uma cultura é determinada pela interação entre a planta, o ambiente de produção e o manejo (MAUAD et al., 2010). Segundo Mendes (2019), manejo do solo, da sementeira na época indicada conforme a cultivar e região de cultivo, regulagem e profundidade de sementeira, qualidade das sementes, disponibilidade hídrica e tratamentos fitossanitários na semente, são fatores que afetam a produtividade, assim como, a população de plantas.

O ajuste das populações de plantas através do espaçamento e densidade populacional são fatores que influenciam no rendimento da soja e nos seus componentes da produção. Uma vez que se altera a forma da área disponível para cada planta, o que se reflete numa competição intraespecífica diferenciada (RAMBO et al., 2003).

Ajustes na densidade de plantas de soja podem refletir em modificações morfológicas, através da arquitetura da planta e alterações na produtividade de grãos, podendo haver aumentos significativos sem alterações nos sistemas de produção. Portanto, objetivou-se neste trabalho avaliar a influência de diferentes populações de plantas nas características agronômicas da soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi implantado na área experimental da Universidade Federal do Tocantins, Município de Palmas - TO. Localiza-se a uma latitude: 10° 12' 46" sul e a uma longitude de 48° 21' 37" oeste e a uma de altitude 260 m (Figura 1).

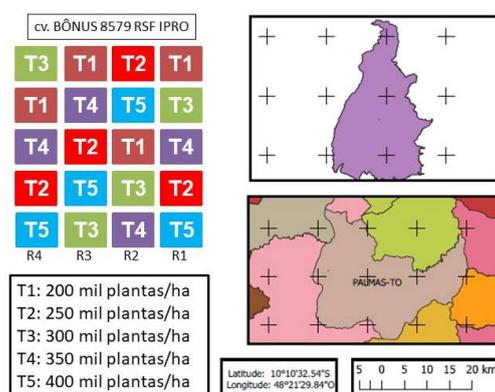


Figura 2 - Mapa de localização da área experimental e croqui do ensaio.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A área do experimento encontrava-se com o cultivo de culturas anuais, por período superior a cinco anos. O solo foi coletado de maneira representativa da área, na profundidade de 0-20 cm, para realização das análises físicas e químicas (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização do solo por meio de análise química de solo, conforme metodologia tradicional de análise.

pH _{H2O}	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%	M.O.
5,17	—mg/dm ³ —			—cmol./dm ³ —						g.dm ⁻³
	16,92	0,21	2,61	0,33	0,00	2,40	3,15	5,55	56,76	16,73
Camada	Classe textural	Granulometria								
		Areia	Argila	Silte						
0-20 cm	Franco argilo arenoso	%								
		62,35	24,91	12,74						

Fonte: Laboratório Super, Palmas - TO.

Os dados de temperatura e precipitação foram obtidos da estação meteorológica da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* Universitário de Palmas – TO, no ano agrícola 2018/2019, sendo obtidos através da coleta diária de dados no local do ensaio durante a condução do experimento. A precipitação acumulada ao longo do experimento foi de 895,2 mm e temperatura média de 26,2°C.

Conduziu-se o experimento em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições.

O cultivo foi realizado com cinco populações de plantas: T1 - 200 mil plantas por hectare; T2 - 250 mil plantas por hectare; T3 - 300 mil plantas por hectare; T4 - 350 mil plantas por hectare; T5 - 400 mil plantas por hectare (Figura 1).

Cada parcela foi composta por quatro fileiras de 5,0 m de comprimento com 1,35 m de largura e com o espaçamento entre linhas de plantio de 0,45 m.

Realizou-se a semeadura manualmente no dia 07/12/2018, distribuindo-se as sementes por metro, cerca de 50% a mais do que a população de plantas desejada. A semeadura foi realizada em sulcos, depositando-se as sementes na profundidade de 3 cm. Utilizou-se a cultivar de soja BÔNUS 8579 RSF IPRO.

Foi realizada adubação em semeadura com 110 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ com superfosfato simples (18% de P₂O₅) e 95 kg.ha⁻¹ de K₂O em cobertura (11/01/2019) no estádio V2 na forma de cloreto de potássio (60% de K₂O). As adubações de coberturas foram realizadas a lanço, na linha de cultivo próximo ao colo da planta.

Foi realizada a inoculação de sementes com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* (500 kg.ha⁻¹). Realizou-se o desbaste após a emergência completa das plântulas (11/12/2018), deixando a quantidade plantas para cada população determinada nos tratamentos.

A colheita ocorreu no dia 12/04/2019, para as avaliações, considerou-se a área útil da parcela formada pelas duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade, resultando em uma área útil de 3,6 m², onde foram coletadas 5 plantas de cada parcela, para determinação das características morfológicas.

As plantas, de cada parcela experimental, foram colhidas uma semana após terem apresentado 95% das vagens maduras. Após a colheita, as plantas foram trilhadas e as sementes pesadas, após estarem secas (13% de umidade) e limpas.

Foi utilizada a cultivar BÔNUS 8579 RSF IPRO, sendo uma cultivar recomendada para a região.

Com base na área útil da parcela foram avaliadas as seguintes características morfológicas e de produção da soja:

- Altura das plantas: distância, em cm, medida a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal da planta, obtida na época da maturação, em cinco plantas da área útil (plantas de soja no estádio R8);

- Altura da inserção da primeira vagem: distância, em cm, medida a partir da superfície do solo à inserção da primeira vagem, obtida na época de maturação, em cinco plantas da área útil;

- Diâmetro da haste da planta: determinado na haste principal da planta em aproximadamente 0,05 m acima do solo com uso do paquímetro digital.

- Número de vagens por plantas: contagem das vagens na época de maturação, realizando-se em cinco plantas competitivas da área útil;

- Peso de 100 grãos: peso obtido, em gramas, em cem grãos após sua secagem, aproximadamente, 13% de umidade;

- Produtividade de grãos: peso obtido, em gramas por parcela, após a secagem e realizada (13% de umidade) a transformação para kg ha⁻¹.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F. Os dados referentes às populações de plantas foram submetidos à análise de regressão calculada para equações lineares e quadráticas. e foram aceitas as equações significativas até 5% de probabilidade pelo teste F, com o maior coeficiente de determinação (R²), utilizando-se o programa estatístico Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se efeito significativo para as variáveis, peso de 100 sementes e produtividade, analisadas em função da densidade populacional de soja (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para distintas variáveis de interesse agrônomo em cultura da soja.

Fonte de variação (FV)	Alt. Plant. (cm)	Diâm. haste (mm)	Alt. 1ª vagem (cm)	QM		Prod (kg.ha ⁻¹)
				Peso de 100 grãos (g)	Nº vagens/plan.	

Tratamento	0,1053 ^{ns}	0,4272 ^{ns}	0,0694 ^{ns}	0,0117*	0,9876 ^{ns}	0,0245*
Bloco	0,8293	0,6153	0,8941	0,7481	0,8313	0,2809
CV	8,66	12,39	22,37	4,13	28,83	15,77
Média Geral	54,56	4,71	8,82	14,28	46,11	1.675,69

ns – não significativo. * – Significativo a ($p \leq 0,05$) de probabilidade.

Modificando-se a densidade de semeadura, altera-se a densidade de plantas na linha, de maneira que, por meio do manejo populacional modificou-se a altura da planta, como observado na figura 1.

De acordo com o gráfico de dispersão (Figura 1a), verifica-se que ocorre efeito quadrático, com tendência para variável dependente altura de planta em função das densidades populacionais de plantas, havendo inicialmente incremento na altura das plantas, ocorrendo decréscimo a partir de 350 mil plantas por hectare.

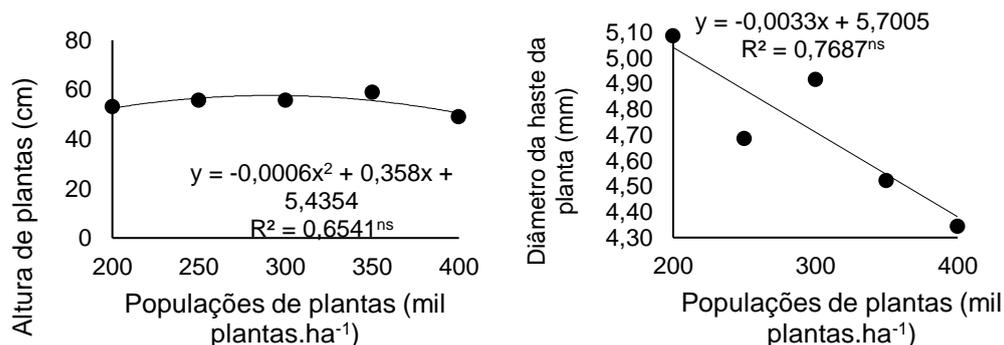


Figura 1 - Altura de plantas (a) e Diâmetro da haste da planta (b) em função da densidade populacional de soja. Cultivar BÔNUS 8579 RSF IPRO. Palmas - TO, safra 2018/2019.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Mauad et al. (2010) em seu trabalho, na qual avalia o comportamento da soja em função de densidades crescentes de plantas, observou-se efeito similar, entretanto, o mesmo ocorreu sempre de forma linear positiva. Para esse mesmo autor, explica que o fato está relacionado com o aumento da competição intraespecífica por luz, causando estiolamento das plantas.

Vale ressaltar, que a altura de planta é uma característica própria de cada cultivar, que podem ser expressas/ou alterada, devido a condições abióticas (KOMORI et al., 2004).

A explicação para esse efeito é relatado por Martins et al. (1999), constataram que a quantidade de plantas na linha eleva a competição pelos meios (fatores) de crescimento, resultando em menor disponibilidade de fotoassimilados para o desenvolvimento vegetativo na forma de ramificações, pois esses são destinados preferencialmente para o crescimento da haste principal.

Santos et al. (2018), observaram crescimento significativo quanto à altura de planta, na densidade de 400.000 plantas, maiores em relação aos tratamentos com a densidade de 266.666 e 177.777 plantas.

Houve correlação negativa, caracterizando tendência ao decréscimo do diâmetro da haste da planta com o aumento das populações (Figura 1b). À medida que se aumenta a densidade, ocorre a redução do diâmetro da haste. A média geral para esta variável foi de 4,71 mm.

Para cada planta de soja semeada a mais na linha, provocou um decréscimo de 0,08 mm no diâmetro final da haste, uma redução geral de 14,57%.

É importante salientar que geralmente os maiores níveis de acamamento ocorrem nas cultivares que apresentam as maiores alturas. As plantas altas ou com caule muito fino tendem ao acamamento com maior facilidade (SEDIYAMA et al., 1999 *apud* MAUAD et al., 2010).

Em seu trabalho, avaliando o comportamento de genótipos de soja em diferentes épocas e de semeaduras de plantas, Komori et al. (2004), constatou maiores medias nos índices de acamamento em todos os tratamentos com maiores populações.

A média geral em relação à inserção da primeira vagem foi de 8,82 cm, o comportamento desse parâmetro (Figura 2a) foi similar ao da figura 1a (altura de planta), havendo efeito de curvatura da

linha de tendência. Destaca-se o comportamento fora do padrão do tratamento com 350 mil plantas por hectare, onde o mesmo obteve a maior média entre os tratamentos, com 10,09 cm de altura. A menor média obtida foi encontrada na população de 400 mil plantas com 5,91 cm de altura.

Essa altura é medida para definir se a planta é apta para a colheita mecanizada. Esta característica torna-se importante, uma vez que através dela, determina-se a melhor regulagem da altura da barra de corte da colhedora, e assim obter máxima eficácia neste procedimento (CRUZ et al., 2016; MAUAD et al., 2010).

Esses autores obtiveram aumento linear para este componente em função do aumento da densidade de plantas.

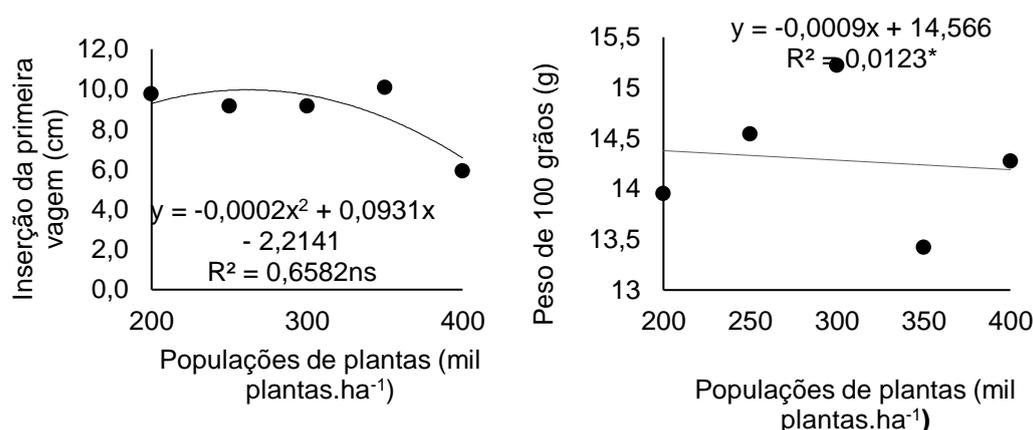


Figura 2 - Inserção da primeira vagem (a) e Peso de 100 grãos (b) em função da densidade populacional de soja. Cultivar BÔNUS 8579 RSF IPRO. Palmas - TO, safra 2018/2019.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Há impacto da densidade nos componentes de rendimento, como número de vagens, número de plantas, número de grãos por vagens, massa de grãos, são fatores determinantes para a produção de grãos por área, conhecida como produtividade (BALBINOT JUNIOR et al., 2015).

Os resultados para a massa de grãos em função da densidade de planta (Figura 2b) mostram-se contraditórios. Segundo Peternelli (2007), se os pontos estiverem dispersos, sem definição de direção, afirma-se que a correlação é muito baixa, as variáveis nesse caso são ditas não correlacionadas.

Silva et al. (2015) relata que a massa de cem grãos, por ser uma característica genética de alta herdabilidade, não é influenciada pela população de plantas.

Esse resultado corrobora com Balbinot Junior et al. (2015), onde não foi observado a influência da densidade de plantas sobre a massa de grãos dos ramos e nem massa de grãos das hastes, nas duas safras (2013/14 e 2014/15), utilizando-se a cultivar NK 7059 RR.

O peso médio encontrado foi de 14,28 g, esse resultado foi superior aos encontrado por Cruz et al. (2016), com 13,63 g.

O aumento da densidade de plantas, houve tendência para redução do número de vagens por planta (Figura 3a), com exceção ao tratamento com 250 mil plantas, que se mostrou superior numericamente, com média de 48,75 vagens por planta. Posteriormente ocorre o crescimento no número de vagem. O menor valor foi no tratamento com 350 mil plantas, tendo este, uma média de 44,31 vagens por planta.

Para Mauad et al. (2010), este fato está relacionado com a redução do número de ramificações, e conseqüentemente, a menor quantidade de nós onde iriam desenvolver-se gemas reprodutivas que potencialmente seriam vagens. Este autor responsabiliza a maior competição por luz e menor disponibilidade de fotoassimilados, para a ocorrência desse fenômeno.

Mesmo com a redução de outros componentes que fazem parte da produtividade. Encontraram-se valores inicialmente crescente, e ocorre efeito quadrático e decrescem na densidade de 303 mil plantas (sendo este o ponto de máximo rendimento em função da população de plantas), conforme visto na Figura 3b.

Observou-se diferença significativa entre as diferentes densidades populacionais em relação à produtividade. A maior produtividade foi encontrada no tratamento com 300 mil plantas por hectare (com média de 2.055 kg.ha⁻¹). Valor 35,9% abaixo da média nacional e 27,89% abaixo da media estadual do Tocantins (CONAB, 2019). O menor valor foi 1354 kg.ha⁻¹ no tratamento com 200 mil plantas.

Em seu trabalho Balbinot Junior et al. (2015), fez um levantamento sobre os principais resultados de pesquisas obtidas no estado do Paraná, considerando a ampla faixa de densidade de plantas e constatou que a densidade teve pouca influência sobre a produtividade de grãos, mesmo considerando cultivares com arquitetura compacta e ciclo curto, com exceção de poucos casos particulares.

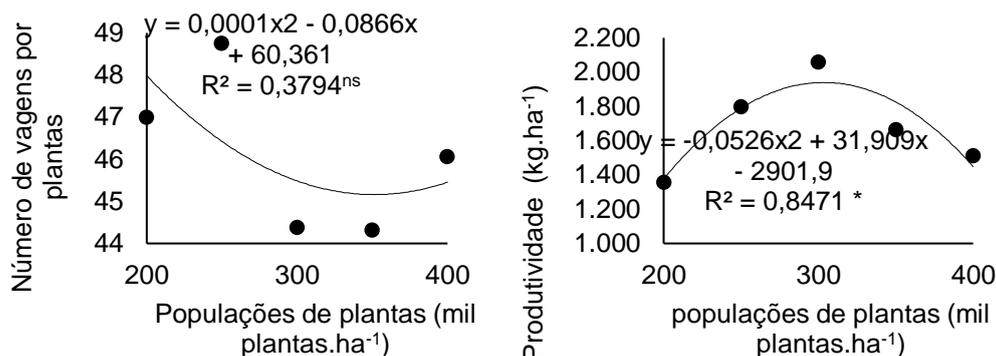


Figura 3- Número de vagens por plantas (a) e Produtividade (b) em função da densidade populacional de soja. Cultivar BÔNUS 8579 RSF IPRO. Palmas - TO, safra 2018/2019.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Heiffig (2002) relata que nem sempre a maior massa da semente formada resulta na maior produtividade agrícola. Analisando a figura 3a, e comparando com a figura 3b, houve efeito antagônico, onde, mesmo com a redução do número de vagens, há um aumento na produtividade, para explicar este fenômeno, Heiffig (2002) e Büchling et al. (2017), explica que para manter o nível de produtividade da cultivar em diferentes situações, como espaçamento entre plantas e entre linhas, a soja possui alta capacidade de alterar sua morfologia, ajustando os seus componentes de produção, denominando-se de plasticidade.

A soja é uma espécie que apresenta grande plasticidade quanto à resposta ao arranjo espacial de plantas, variando o número de ramificações e de vagens e grãos por planta e o diâmetro do caule, de forma inversamente proporcional à variação na população de plantas. Não apresentando, por isso, na maioria das situações, diferença significativa em rendimento numa considerável faixa de população de plantas (EMBRAPA, 2013).

Ainda referente a esta característica, Ludwig et al. (2011) mencionam que quando ocorrer competição devido ao adensamento proporcionado pelas maiores populações de plantas, há aprofundamento e espalhamento das raízes no perfil de solo à procura de água.

4. CONCLUSÕES

A altura da planta e a altura de inserção da primeira vagem em plantas de soja tendem a aumentar com o aumento da densidade populacional de plantas. Entretanto, a partir de 300 mil planta ha⁻¹, os valores desses componentes de produção tendem a redução.

Quanto maior a densidade de plantas na linha, há uma tendência de redução do número de vagens por planta e no diâmetro da haste da planta. O componente de produção massa de 100 grãos foi influenciado significativamente pelas diferentes densidades populacionais embora os resultados não tenham apresentados boa correlação no trabalho.

A produtividade das plantas de soja aumenta com o aumento da densidade populacional de plantas. Entretanto, a partir de 303 mil planta ha⁻¹ nas condições específicas da pesquisa, ocorre redução da produtividade.

REFERÊNCIAS

BALBINOT JUNIOR, A. A.; PROCÓPIO, S. de O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. **Densidade de plantas na cultura da soja**. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n.364), Londrina: Embrapa Soja, 2015.

BÜCHLING, C.; OLIVEIRA NETO, A. M. DE; GUERRA, N.; BOTTEGA, E. L. Uso da plasticidade morfológica como estratégia para a redução da população de plantas em cultivares de soja. **Agrarian**, v.10, n.35, p. 22-30, Dourados, 2017.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2018/2019**. v. 6, n. 8. Brasília: Conab, 2019. 69 p.

CRUZ, S. C. S.; SENA-JUNIOR, D. G.; SANTOS, D. M. A.; LUNEZZO, L. O.; MACHADO, C. G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 3, n. 1, p. 1–6, jan./mar. 2016.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil 2014**. Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176-2902; n.16. – Londrina: Embrapa Soja, 2013.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Embrapa Soja - Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciênc. agrotec.** V.38, n.2, pp. 109-112. 2014.

HEIFFIG, L. S. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2002.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro** [recurso eletrônico]: Londrina: Embrapa Soja, 2014.

KOMORI, E.; HAMAWAKI, O.T.; SOUZA, M. P. de; SHIGIHARA, D.; BATISTA, A. M. Influência da época de semeadura e populações de plantas sobre características agronômicas na cultura da soja. **Biosci. J.**, v. 20, n. 3, p. 13-19, Sept./Dec. 2004.

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; LUCCA FILHO, O. A.; ZABOT, L.; JAUER, A.; UHRY, D. Populações de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e *Roundup Ready*™. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 3, p. 305-313, June 2011.

MARTINS, M. C.; CÂMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C. P.; MARCHIORI, L. F. S.; LEONARDO, V.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 851-858, Out. 1999.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

ORMOND, A.T.S. **Sistemas de semeadura e manejo do solo no desenvolvimento da cultura da soja**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Rondonópolis: UFMT. 71p. 2013.

PETERNELLI, L. A. CAPÍTULO 9: Regressão Linear e correlação. In: PETERNELLI, L. A.; MELLO, M. P. **Conhecendo o R: Uma visão Estatística**. Viçosa: Editora UFV. 2007.

RAMBO, L; COSTA, J. A; PIRES, J. L. F; PARCIANELLO, G; FERREIRA, F. G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS vol.33, n.3, p. 405-411. 2003.

SANTOS, G. X. L.; FINOTO, E. L.; CORDEIRO JUNIOR, P. S.; TOKUDA, F. S.; MARTINS, M. H. Efeito da densidade de plantas nas características agrônômicas De dois genótipos de soja no noroeste paulista. **Nucleus**, p. 115-124, 2018.

SILVA, P. R. A.; TAVARES, L. A. F.; SOUSA, S. F. G. de; CORREIA, T. P. da S.; RIQUETTI, N. B. Rentabilidade na semeadura cruzada da cultura da soja. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , vol. 19, n. 3, p. 293-297, Mar. 2015.

FATORES QUE INFLUENCIAM NA PRODUTIVIDADE DA PALMA FORRAGEIRA

Khyson Gomes Abreu^{1*}, Nayana Rodrigues de Sousa¹, José Danrley Cavalcante dos Santos¹, Geni Caetano Xavier Neta², Gabriel Ferreira de Lima Cruz³, Andrezza Madalena¹, João Paulo de Oliveira Santos¹

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

²Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP

³Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG

RESUMO

A palma forrageira (*Opuntia fícus indica* (L.) Mill) é uma cactaceae de relevante contribuição para o desenvolvimento socioeconômico do Semiárido brasileiro, constituindo-se como uma importante reserva forrageira para a pecuária dessa região. Embora apresente alta adaptação as condições edafoclimáticas locais, vários são os fatores que podem influenciar na produtividade dessa cultura, como, por exemplo, a fertilidade do solo, pluviosidade, densidade de plantio, vigor das mudas, variabilidade genética, ataque de pragas e doenças, dentre outros. Desta forma, estudos têm sido realizados em busca de possíveis alternativas para aumentar a produção de massa seca da palma forrageira no Semiárido brasileiro. Considerou-se nesta revisão que, devido as exigências cada vez maiores no mercado consumidor e pela busca incansavelmente por plantas de maior qualidade na agricultura, a palma forrageira, assume uma importância cada vez maior, em decorrência de ser uma planta bastante rica em nutrientes e de grande importância econômica. Ressalta-se que, é necessário buscar e solucionar os inúmeros fatores que influenciam na produtividade desta espécie, fazendo com que o produtor rural possa deter segurança alimentar para seus rebanhos, especialmente durante os grandes períodos de estiagem.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura; Semiárido; Forragem.

1. INTRODUÇÃO

A palma forrageira contribui para o desenvolvimento socioeconômico do semiárido brasileiro, pois é uma cultura adaptada às condições climáticas da região, no qual ocorrem temperaturas médias elevadas e precipitação anual de 300-700 mm. Nesse sentido, a produção de palma forrageira é uma das estratégias de apoio à convivência pecuária regional com a seca (SILVA et al., 2012; CAVALCANTE et al., 2014).

Enquanto o crescimento de outras plantas forrageiras é restrito pelo baixo índice pluviométrico, a palma suporta grande período de estiagem, por sua fisiologia especial quanto à absorção, aproveitamento e perda de água (ROMO et al., 2006, CAVALCANTE; RESENDE 2007). A sua importância, como reserva forrageira, é significativa na sustentabilidade da pecuária regional, segmento fortemente atingido pela escassez de alimentos. É inegável o potencial significativo dessa cultura para contribuir no desenvolvimento das zonas áridas e semiáridas, sobretudo, nos países em desenvolvimento, onde a exploração racional e econômica dos genótipos ajudará na conservação do ambiente e segurança alimentar dos rebanhos (CHIACCHIO et al., 2006).

Vários são os fatores que podem influenciar na produtividade da palma forrageira: fertilidade do solo, pluviosidade, densidade de plantio, vigor das mudas, variedade genética, ataque de pragas e doenças, dentre outros. Desta forma, estudos têm sido realizados em busca de possíveis alternativas para aumentar a produção de massa seca da palma forrageira no semiárido brasileiro. A prática do plantio adensado tem sido a mais utilizada recentemente, por exemplo, e com isso vem aumentando a produtividade da cultura e contribuindo para o manejo racional na exploração desta cactácea (FERREIRA et al., 2003; ALVES et al., 2007; SILVA et al., 2014).

Devido sua grande importância regional e para o setor agropecuário, a palma forrageira vem como fator de subsistência para os produtores rurais nos longos períodos de estiagem, sendo assim, objetivou-se com esse trabalho, revisar os fatores que influenciam a produtividade da palma forrageira.

2. FERTILIDADE DO SOLO EM PALMAIS

O cultivo de forragens em áreas de déficit hídrico enfrenta limitações voltadas também a fertilidade do solo, onde em sua maioria, os solos da região semiárida apresentam baixos teores de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo (MATOS et al., 2021). A palma forrageira, embora adaptável as condições adversas do semiárido, exige a intensificação do cultivo para alcançar altas produtividades, onde o espaçamento do plantio, manejo de colheita e correção de fertilidade do solo apresentam grande influência sobre a produtividade e perenidade do palmar (SILVA et al., 2016).

Dependendo da capacidade fértil do solo, o cultivo da palma forrageira pode ser indicado para diferentes texturas do solo, entretanto, recomenda-se solos com textura argilo-arenosos, por sua capacidade de drenagem que evita possível encharcamento do solo (SANTOS et al., 2006). A cultura também não se desenvolve adequadamente em solos de alta acidez e é sensível a salinidade do solo como a maioria dos cactos (MATOS et al., 2021). Devido a seu elevado potencial de produção de fitomassa e considerando que praticamente toda a massa verde produzida é colhida, a cultura é relativamente exigente quanto às características físico-químicas do solo devido a elevada extração de nutrientes, principalmente cálcio, fósforo, sódio e potássio (MENEZES et al., 2005; DONATO et al., 2017). Com o uso contínuo do solo e ausência de reposição de nutrientes, a produção tende a diminuir em função do esgotamento do solo, seja pela exportação ou pela perda de nutrientes por erosão (RAMOS et al., 2015).

Portanto, análises de solo são importantes para traçar um programa de adubação que mantenha a perenidade do palmar, visando a correção do solo e reposição de nutrientes. A Tabela 1 apresenta valores médios de extração de nutrientes pela cultura da palma forrageira.

Tabela 1. Extração de nutrientes pela palma forrageira.

Produtividade (t MS/ha/ano)	Quantidade de nutrientes removidos (kg/ha)			
	N	P	K	Ca
40	360	64	1032	940

Fonte: Dubeux Júnior e Santos (2005).

3. PLUVIOSIDADE NA PRODUTIVIDADE DE PALMA FORRAGEIRA

A palma forrageira é uma cactácea exótica originária do México (Hoffmann, 1995), cultivada em todo o continente para ser utilizada como forragem, alimentação humana, medicamentos e tratamento da água (Bayar et al., 2018). Para a região semiárida, essa cactácea tem grande importância essencialmente para a atividade pecuária, devido suas características anatômicas, morfológicas e fisiológicas que fazem da palma forrageira um exemplo de sucesso na pecuária da região Nordeste, por se tornar tolerante a longos períodos de estiagem (De Oliveira et al., 2010; Silva et al., 2014; Almeida et al., 2019). Em virtude do hábito xerófilo e do metabolismo fotossintético chamado de metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), que resulta no fechamento dos estômatos durante o dia e abertura à noite com a fixação de CO₂, a palma consegue obter alta eficiência no uso da água (i.e. 100-150 kg água por kg de MS⁻¹), sendo altamente indicada para o cultivo nas zonas secas do Nordeste, que tem baixa disponibilidade hídrica (De Oliveira et al., 2010; Ramos et al., 2017; Leite et al., 2018).

Apesar das características que tornam a palma tolerante à longos períodos de estiagem, para que o desenvolvimento da cultura da palma seja mantida em condições de extremo déficit hídrico e baixo índice pluviométrico, é necessário implementar alternativas de irrigação no cultivo (e.g. irrigação por gotejamento) (MARQUES et al., 2017) bem como de adubação, que têm comprovado aumentos na sua produtividade (REGO ET AL., 2015). Geralmente o plantio da palma ocorre no

último terço do período da seca, pois durante o período chuvoso pode ocorrer o apodrecimento dos cladódios devido ao alto teor de água nas raquetes e no solo (SANTOS et al., 2002). No entanto, deve-se atentar para o manejo correto da cultura da palma, pois, mesmo que a pluviosidade seja um fator importante para a sua produtividade, o plantio desta forrageira deve ocorrer no período seco.

Um dos principais fatores limitantes para a criação animal no semiárido nordestino é o déficit hídrico, pois a combinação de altas temperaturas, irradiância solar e baixa pluviosidade induzem a disponibilidade irregular de água, que por sua vez, afetam indiretamente a disponibilidade e a qualidade de alimento para os animais (SILVA et al., 2020). Por esse motivo, a palma é conhecida por ser um alimento volumoso suculento, que tanto fornece forragem verde quanto contribui para o atendimento de grande parte das necessidades de água para os animais, contendo em sua composição aproximadamente 90% de água (LIMA et al., 1985; MORAIS E VASCONCELOS, 2007). Deste modo, a pluviosidade é fator decisivo para a produtividade de palma forrageira e conseqüentemente, para o desenvolvimento da atividade pecuária, pois a essa forrageira representa, especialmente para o semiárido, uma valiosa contribuição no suprimento de água para os rebanhos.

4. VIGOR DE MUDAS E VARIEDADE GENÉTICA

Krzyzanowski e França-Neto (2001) descrevem o conceito de vigor de sementes como o oposto da deterioração, ocorrendo a soma de vários fatores que culminam na rápida germinação de plântulas normais, com raízes e partes aéreas bem desenvolvidas, sob amplas condições ambientais. Neste sentido, o vigor de mudas é um índice da habilidade de estabelecimento das culturas sob diversas condições ambientais, resultando em altas taxas de produtividade e no máximo rendimento. Este índice é tido como um dos fatores que mais tem influência sobre a produtividade da palma forrageira (DA FROTA et al., 2015).

Para garantir o vigor das mudas de palmas, o manejo de colheita e pós-colheita correto é fundamental. Na propagação das palmas forrageiras, é preferível o corte de raquetes da região central da palma adulta (PESSOA, 1967), onde as mudas recém-extraídas devem permanecer na sombra por 15 a 20 dias antes de serem replantadas, visando eliminar o excesso de umidade e prevenir doenças causadas por possíveis danos durante o corte (SOUZA, 1966, apud COSTA, 2007). Outros fatores que também interferem no vigor são a posição da muda na hora do plantio (COSTA, 2007), sendo a produtividade influenciada pela quantidade de radiação solar que a planta recebe (RODRÍGUEZ, PERÉZ e MONTENEGRO, 1975), e também o espaçamento utilizado no cultivo, que varia de acordo com o sistema de plantio que o agricultor escolhe (SANTOS et al., 1997).

A variação genética é um mecanismo que garante a adaptabilidade e persistência evolutiva das espécies, sendo base para entender a biodiversidade e desenvolver medidas de preservação. No contexto da palma forrageira, ela é a única forragem que persiste durante a estação seca devido aos seus recursos genéticos que têm alto poder adaptativo frente a baixa pluviosidade, através do metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) caracterizado pelo melhor aproveitamento de água (SAMPAIO, 1979, apud MOTA, PASSOS e JESUS, 2019).

No Brasil, os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* são os mais cultivados na região semiárida, sendo encontrada uma grande diversidade genética dentre as 200 espécies identificadas nestes gêneros (ALVES, 2015). Para Sáenz (2006) e Silva et al. (2016), essa ampla gama de espécies de palma forrageira está relacionada com a alta variação genética possibilitada pela capacidade de desenvolvimento e adaptabilidade das plantas sob as mais diversas condições agroclimáticas.

Assim, compreender a variedade genética é um fator determinante para estimar o alcance de pragas sobre a cultura da palma, já que elas não afetam todas as espécies e variedades conhecidas (CÂNDIDO et al., 2013). Além disso, estudos de polimorfismo sobre as palmas forrageiras são importantes para desenvolver técnicas inovadoras nos programas de melhoramento genético, onde a heterogeneidade genética é capaz de promover uma maior resistência às pragas e patógenos que mais as afetam, como a cochonilha, permitindo a combinação e seleção de genes favoráveis no campo (SILVA et al., 2018).

5. ATAQUE DE PRAGAS E DOENÇAS

Os fungos são as principais causas das doenças na palma forrageira, as podridões dos cladódios e raízes são os principais problemas observados nas áreas cultivadas na região nordeste e ocorrem em baixa incidência, não causando danos muito significativos (GRANATA, 2001).

As doenças que acometem a palma forrageira não provocam graves perdas, têm baixa incidência e sintomas diferentes e as principais são as podridões das raquetes da base e raízes, entre as doenças que acometem a palma, pode-se destacar essas: *Erwinia subsp. carotovora* e a podridão das raquetes primárias e secundárias, provocadas pelos fungos *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) *Sclerotium rolfsii* Sacc, *Scytalidium lignicola* Pes., *Fusarium solani* e *Rhizoctonia solani*. (SANTOS et al., 2006).

Para evitar perdas no cultivo por causa dessas doenças deve-se atentar para a escolha do local de plantio em lugares não sujeitos ao alagamento, a seleção de raquetes sadias, o plantio na época seca, o não uso excessivo de esterco no plantio e o manejo de plantas invasoras são muito importantes para evitar o aparecimento de doenças (GRANATA, 2001).

Entre as pragas que acometem a palma, a cochonilha-de-escama, e a cochonilha-do-carmim, trazem perdas significativas na lavoura, sendo esta última umas das mais devastadoras e responsável por dizimar grandes áreas de palma-gigante em alguns estados do Nordeste, além dessas duas pragas de destaque, outros insetos como lagartas, gafanhotos e formigas, podem causar danos nas brotações e prejudicar o desenvolvimento das raquetes (NEVES et al., 2020).

Neves et al., (2020), relatam também como deve ser implantado o manejo integrado dessas espécies de cochonilha que consiste no plantio de variedades tolerantes, utilização de óleos vegetais ou mineral pulverizados em alto volume, até escorrimento da calda, além da priorização de práticas culturais que prezem pela manutenção dos agentes de controle biológico, mais conhecidos como inimigos naturais, nesse contexto, destacam-se as joaninhas, os ácaros predadores e as vespas parasitoides.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido as grandes exigências cada vez maiores no mercado consumidor e pela busca incansavelmente por produtos de qualidade na agricultura e pecuária, a palma forrageira, assume uma relevante importância cada vez maior, em virtude de ser uma planta adaptada às condições climáticas da região e sobre sai como uma das principais estratégias de apoio à convivência pecuária regional com a seca. Com isso, torna-se necessário buscar e solucionar os inúmeros fatores que influenciam na produtividade desta espécie, fazendo com que o produtor rural possa se manter seguro com suas áreas cultivadas e preparado para os grandes períodos de estiagem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. A. et al. Social and productive indicators of forage palm and the survival of livestock activity in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Asian Journal of Advances in Agricultural Research**, 10, 1, 1-12, 2019.

ALVES, F. A. L. **Variabilidade genética, morfológica e fitoquímica de genótipos de Opuntia e Nopalea**. Tese de Doutorado, Areia – PB. 2015.

ALVES, R. N. et al., Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Revista Caatinga**, v.20, n.4, p.38-44, 2007.

BAYAR, N; FRIJI, M; KAMMOUN, R. Optimization of enzymatic extraction of pectin from *Opuntia ficus indica* cladodes after mucilage removal. **Food Chemistry**, 241, 1, 127-134, 2018.

CÂNDIDO, M. J. D. et al. Cultivo de palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural Etene**, ano VII, n.3, 2013.

CAVALCANTE, L. A. D; SANTOS, G. R. A; SILVA, L. M; FAGUNDES, J. L; SILVA, M. A. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 44, n. 4, p. 424-433, 2014.

CAVALCANTE, N. de B.; RESENDE, G. M. de. Consumo do xiquexique (*Pilocereus gounellei* (A. weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl) por caprinos no semiárido da Bahia. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 1, p. 22-27, 2007.

CHIACCHIO, F.P.B. et al. **Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semi-árido baiano**. Bahia Agrícola, v.7, n.3, p.39-49, 2006. Disponível em: http://www.seagri.ba.gov.br/content/palma-forrageira-uma-oportunidade-econom03_v7.n3.pdf. Acesso em: 19 jul. 2022.

COSTA, M. R. G. F. **Palma forrageira na alimentação animal**. 2007. 11 f. Parte do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

DA FROTA, M. N. L. et al. Palma forrageira na alimentação animal. **Embrapa Meio-Norte-Documentos (INFOTECA-E)**, 2015.

DONATO, S. L. R. et al. Diagnostico nutricional e recomendação de adubação para cactus pear ‘Gigante’. **Inf. Agropecu. (Belo Horiz.)** 38, 296, 46–58, 2017.

DUBEUX JUNIOR, J. C. B. et al. **Exigências nutricionais da palma forrageira**. In: Menezes, R. S. C.; Simões, D. A.; Sampaio, E. V. S. B. (eds.). A Palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. 2 ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p.105- 128.

FERREIRA, C. A. et al. Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6S, p.1560-1568, 2003.

HOFFMANN, W. **Etnobotânica**. In: Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Roma: FAO, Produção e Proteção Vegetal, 1995. Tradução (SEBRAE/PB), Paper 132, p.12-14.

KRZYŻANOWSKI, Francisco C.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 81-84, dez. 2001.

LEITE, M. L. M. V. et al. Caracterização da produção de palma forrageira no cariri Paraibano. **Revista Caatinga**, 27, 2, 192-200, 2014.

LIMA, M. A. et al. Emprego da associação da palma forrageira e silagem de sorgo na alimentação de vacas holandesas em lactação. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1985, Balneário Camboriu. **Anais{...}** Balneário Camboriu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1985. p. 133.

MARQUES, O. F. C. et al. 2017. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, 9, 1,75-93, 2017.

MATOS, L. V. et al. Soil attributes and the quality and yield of “Gigante” cactus pear in agroecosystems of the semiarid region of Bahia. **Journal of Arid Environments**, 185, 104-325, 2021.

MENEZES, R. S. C. et al. **Produtividade de palma em propriedades rurais**. In: Menezes, R. S. C., Simões, D. A., Sampaio, E. V. S. B. A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. 258 p

- MORAIS, D. A. E. F.; VASCONCELOS, A. M. Alternativas para incrementar a oferta de nutrientes no semiárido brasileiro. **Revista Verde**, 2, 1, 01-24, 2007.
- MOTA, G. B.; PASSOS, A. R.; JESUS, M. S. Seleção de genótipos de palma forrageira para a região do semiárido. **Anais dos Seminários de Iniciação Científica**, n. 23, 2019.
- NEVES, L. F.; SPÍNOLA, A. M.; CHAGAS, M. C. M.; NEVES, J. D. C.; KÜSTER, I. S.; FIGUEIREDO, M. R. P.; OLIVEIRA, F. S.; OLIVEIRA, E. F.; PEREIRA, S. L. Palma-forrageira opção e potencialidades para alimentação animal e humana em propriedades rurais do estado do espírito santo. Vitória, ES: **Incaper**, 2020. 52 p.: il. Color. – Incaper, Documentos, 276.
- OLIVEIRA, F. T. et al. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 5, 4, 27-37, 2010.
- PESSOA, Antônio Santiago. **Cultura da palma forrageira**. Recife: SEDENE, Divisão de Documentação, 1967. 20p.
- RAMOS, J. P. F. et al. Crescimento e Produtividade de *Nopalea Cochenillifera* em função de diferentes densidades de plantio em cultivo com e sem capina. **Revista Eletrônica de Veterinária**, 18, 8, 1-12, 2017.
- RAMOS, J. P. F. et al. Effects of harvest management and manure levels on cactus pear productivity. **Revista Caatinga**, 28, 2, 135-142, 2015.
- REGO, M. M. T. et al. Morfologia e Rendimento de Biomassa da Palma Miúda Irrigada sob Doses de Adubação Orgânica e Intensidades de Corte. **Revista Científica de Produção Animal**, 16, 2, 118-130, 2015.
- RODRÍGUEZ, S. B.; PERÉZ, F. B.; MONTENEGRO, D. D. **Eficiencia fotosintética del nopal (*Opuntia spp.*) en relación con la orientación de sus cladodios**. Chapingo, Colegio de Post-Graduados, 1975. (Tesis de maestría).
- ROMO, M. M. et al., Digestibilidad in situ de dietas con harina de nopal deshidratado conteniendo un preparado de enzimas fibrolíticas exógenas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1173-1177, 2006.
- SANTOS, D. C. et al. Níveis de nitrogênio e fósforo em palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) clone IPA -20 sob dois espaçamentos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 6., Petrolina. **Anais{...}** Petrolina: Embrapa, 2006.
- SANTOS, D. C. et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife: IPA, 2002. (Documentos, 30).
- SANTOS, D. C. et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48 p. (IPA. Documentos, 30).
- SANTOS, D. C., et al. **A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife: IPA (Documentos IPA, 25), 1997. 23p.
- SILVA, J. A. da et al., 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.

SILVA, J. A. et al. Extraction/export of nutrients in *Opuntia ficus-indica* under different spacings and chemical fertilizers. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 20, 3, 236-242, 2016.

SILVA, L. M. et al., Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 2064-2071, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131305>

SILVA, Maria José Silveira da et al. PALMA FORRAGEIRA: UMA ALTERNATIVA SOCIOECONÔMICA PARA O SEMIÁRIDO. **Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências**, Campina Grande – PB, 2016.

SILVA, N. V. et al., Polimorfismo em genótipos de palma forrageira com diferentes graus de resistência ao *Dactylopius opuntiae*. **III Congresso das Ciências Agrárias, COINTER – PDVAGRO**, 2018.

SILVA, P. F. et al. Water and nitrogen water use efficiency in forage palm irrigated with salt water in the Neossolo. **Australian Journal of Crop Science**, 14, 04, 683-690, 2020.

SILVA, T. G. F. et al. Indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes de clones de palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro. **Bragantia**, 73, 2, 184-191, 2014.

INFLUÊNCIA DO NITROGÊNIO NA QUALIDADE DAS FRUTAS

Cosma Layssa Santos Gomes^{1*}, Italo Herbert Lucena Cavalcante², Géisa Emanuelle Silva Farias¹, Marília Hortência Batista Silva Rodrigues¹, Djair Alves de Melo³ Maria da Conceição Leite da Silva¹, Maria Karoline Ferreira Bernardo¹, Ênia Geyce Silva Farias¹

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

²Universidade Federal do Vale São Francisco, Petrolina-PE

³Instituto Federal da Paraíba-IFPB/Campus Picuí-PB

RESUMO

O nitrogênio é um dos elementos nutricionais mais importantes para o desenvolvimento adequado de uma cultura e o requerido em maior quantidade, todavia esse nutriente deve ser disponibilizado de maneira balanceada para que não haja déficit ou excesso para as plantas, com isso essa revisão de literatura objetivou sistematizar informações sobre a influência do nitrogênio na qualidade das frutas. Assim, é possível destacar que o nitrogênio influencia diretamente na produção, produtividade e qualidade dos frutos das diferentes culturas e a exigência desse nutriente é variável em função da cultura e do solo, logo, recomenda-se que a adubação seja realizada em função da necessidade nutricional da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilizantes, produção, fruticultura.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com colheita superior a 40 milhões de toneladas desde o ano de 2004, ficando atrás apenas da China e da Índia. Embora a produção nacional tenha se mantido estável nos últimos anos, o consumo per capita tem apresentado crescimento significativo (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2014). Fato que ocorre principalmente devido à busca dos consumidores em incrementar a dieta com alimentos funcionais, visando obter benefícios à saúde (NEVES, 2012).

A produção de mudas de qualidade é um desafio, pois vários fatores, entre os quais qualidade da semente, tipo de recipiente, substrato, adubação e manejo influenciam nesse processo (OLIVEIRA et al., 2015). Na produção de mudas a adubação é uma prática essencial para o fornecimento dos nutrientes de forma adequada e balanceada, principalmente o nitrogênio, um dos nutrientes exigidos em maiores quantidades para que uma planta tenha seu crescimento e desenvolvimento adequado.

O nitrogênio é o elemento mineral que as plantas exigem em maiores quantidades, pois, serve como constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos e ácidos nucléicos, além de participar da constituição da molécula de clorofila. Dessa forma, a deficiência de nitrogênio inibe rapidamente o crescimento vegetal (TAIZ; ZIEGER, 2013). A quantidade relativa de nitrogênio nas plantas está relacionada com a quantidade de proteínas e carboidratos estocados e também com o tipo e qualidade do crescimento e florescimento (RODAS, 2011).

Os adubos nitrogenados mais empregados na agricultura brasileira é a uréia e o sulfato de amônia que apresentam similaridades em comuns como, alta solubilidade em água e rápida disponibilização para as plantas, sendo empregados individualmente ou através de mistura com outras fontes visando o melhor aproveitamento do nutriente pelas culturas (RODRIGUES, 2013). Quando se realiza uma adubação adequada as plantas em produção ficam menos suscetíveis ao ataque de pragas e doenças e toleram melhor períodos de seca e outros estresses, além de elevar a produtividade, qualidade dos frutos e início de produção precoce (DIAS et al., 2012).

Diante disto, essa revisão teve como objetivo sistematizar informações sobre a influência do nitrogênio na qualidade das frutas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Nutrição

A aplicação de adubos faz-se necessária quando a exigência em nutrientes pelo pomar é maior que a capacidade que o solo tem para atender a essa demanda, o que é quase uma regra, especialmente nas regiões tropicais, como no Brasil, cujos solos são caracterizados pela baixa fertilidade (NATALE et al., 2012).

Entre os nutrientes essenciais, o nitrogênio é o elemento mineral requerido em maior quantidade e tem um papel fundamental no crescimento e desenvolvimento de plantas e na qualidade dos frutos. Níveis muito baixos resultam em menor crescimento da planta e do fruto, enquanto que níveis muito altos resultam em crescimento vegetativo excessivo, inibindo o crescimento reprodutivo que resulta em menor número e menor tamanho de frutos (BRUNETTO et al., 2015).

Níveis muito altos de nitrogênio estão associados ao rápido crescimento celular, o qual aumenta a susceptibilidade a desordens fisiológicas e reduz a qualidade e o potencial de armazenamento dos frutos, desta forma, a identificação dos níveis adequados de nitrogênio é fundamental para equilibrar o crescimento vegetativo e reprodutivo, resultando em um bom sombreamento dos frutos para evitar danos causados por queimadura de sol e possibilitando uma ótima produção de frutos com alta qualidade de consumo e potencial de armazenamento (BRUNETTO et al., 2015; FREITAS et al., 2016).

Segundo Aular e Natale (2013) determinar as necessidades em nutrientes de uma cultura é um desafio constante. Apesar de os elementos minerais exigidos para a adequada nutrição serem os mesmos para todos os vegetais, as quantidades necessárias são muito variáveis de uma cultura para outra, sendo essa variação ocorrendo em função das características específicas da espécie ou cultivar, das condições edafoclimáticas, da capacidade produtiva, do ciclo da frutífera, dentre outras.

A literatura apresenta informações sobre a participação dos elementos essenciais no sabor, cor, aroma, forma, tamanho, aparência, resistência a pragas e doenças, armazenamento pós-colheita das frutas. Isso é justificado pelo papel específico que cada nutriente desempenha no metabolismo vegetal. São exemplos disso, a participação do cálcio na firmeza dos frutos ou do nitrogênio em seu tamanho. Por outro lado, não existe um comportamento único para os efeitos dos nutrientes sobre a qualidade. As condições edafoclimáticas, a cultivar e a dose do nutriente são determinantes da qualidade. A máxima produção e a melhor qualidade dos frutos dependem, também, do equilíbrio entre os nutrientes (AULA; NATALE, 2013).

2.2 Importância do Nitrogênio na Qualidade das Frutas

A adubação é determinante em todas as etapas do sistema de produção de frutíferas, garantindo assim um maior incremento na precocidade da produção (DIAS et al., 2012). Na adubação nitrogenada é importante conhecer a exigência de cada cultura, como também as características e transformações do adubo nitrogenado no solo (MALAVOLTA, 2006).

Os sintomas mais característicos da ausência desse nutriente nas plantas são inicialmente clorose nas folhas mais velhas. As mais novas apresentam hábito estiolado, provocando o translocamento do nitrogênio das regiões maduras para as mais jovens que crescem ativamente. Ademais, o crescimento torna-se lento e as plantas ficam com característica de pouco vigorosas o que irá influenciar o rendimento final das culturas (EPSTEIN et al., 2004).

Na literatura essa associação entre o nitrogênio e a qualidade dos frutos de diferentes frutíferas já vem sendo abordada frequentemente como no trabalho realizado por Silva et al. (2015a) onde ao estudarem o nitrogênio e a densidade de plantio na avaliação econômica e a qualidade dos frutos do abacaxizeiro, obtiveram que o aumento das doses de nitrogênio como fonte de ureia resultaram em efeito negativo na acidez titulável dos frutos de abacaxi. Silva et al. (2015b) ao avaliarem a influência

da adubação nitrogenada na qualidade de frutos de maracujazeiro amarelo, constataram que o ideal seria a adubação com 260 kg ha^{-1} de nitrogênio para se obter frutos de qualidade. Outro trabalho que mostra essa influência da adubação é o de Silva et al. (2014) que ao trabalharem com adubação com nitrogênio e potássio, observaram que o nitrogênio promoveu aumento na produtividade e qualidade dos frutos de melão rendilhado em função do aumento das dosagens do nitrogênio até a dosagem de 160 mg dm^{-3} , já aqueles frutos que receberam a dosagem de 120 mg dm^{-3} produziram frutos pequenos e que são classificados como não comerciais. A carência de nitrogênio ocasiona frutos pequenos (HOLANDA et al., 2008) e pouco reticulados (SILVA JÚNIOR et al., 2010).

Para a amoreira preta da cultivar 'Tupy' e 'Xavante', Pereira et al. (2013) constataram que a melhor dose de nitrogênio para essas cultivares era de 128 e 106 kg há^{-1} , respectivamente, por proporcionarem máxima produtividade. Na amoreira-preta, o nitrogênio é o elemento utilizado em maiores quantidades e que desempenha papel principal no seu crescimento, desenvolvimento e produção, sendo o elemento mais exportado (GRANDALI, 1995; PEREIRA et al., 2013).

Em se tratando de pitaya Santana et al. (2019) ao analisarem a aplicação de adubação nitrogenada e potássica em cultivo irrigado de pitaya vermelha (*Hylocereus* sp.) em Quixeré - CE, sob condições tropicais obteve ajuste de regressão quadrática para a produtividade e para o número de frutos em função das doses de nitrogênio. À medida que as doses de nitrogênio aumentaram atingiu-se a produtividade máxima estimada de $7,90 \text{ t ha}^{-1}$ de frutos, relacionada à dose $383,9 \text{ kg ha}^{-1}$, a partir da qual passou a ocorrer decréscimo na produtividade.

Diante disto, é possível destacar que o nitrogênio influencia diretamente na produção, produtividade e qualidade dos frutos das diferentes culturas e a exigência desse nutriente é variável em função da cultura e do solo, logo recomenda-se que a adubação seja realizada em função da necessidade nutricional da cultura.

3. CONCLUSÃO

O nitrogênio afeta todo o desempenho da planta, assim doses inferiores ou superiores a exigência nutricional da cultura favorecem a obtenção de frutos de baixa qualidade.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. **Anuário**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2014. 136 p.

AULAR, J; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.

BRUNETTO, G; MELO, G. W. B. D; TOPSELLI, M; QUARTIERI, M; TAGLIAVINI, M. Nutrição mineral, produtividade e composição de frutos de frutíferas 280 de clima temperado: videira, pereira e macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 281 37, p. 1089-1104, 2015.

DIAS, M. J. T.; SOUZA, H. A.; NATALE, W.; MODESTO, V. C.; ROZANE, D. E. Adubação com nitrogênio e potássio em mudas de goiabeira em viveiro comercial. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, p. 2837-2848. 2012.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.

FREITAS, S. T.; AMARANTE, C. V. T.; MITCHAM, E. J. Calcium deficiency disorders in plants. 297 In: PAREEK, S. Postharvest ripening physiology of crops. **New York: CRC Press**, 298 2016. p.477-512.

GRANDALL, P. C. **Bramble production: the management and marketing of raspberries and blackberries.** 1995. 172 p.

HOLANDA, J. S.; SILVA, R. R.; FREITAS, A. D. Fertilidade do solo, nutrição e adubação do meloeiro. In: SOBRINHO, R. B.; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J. DE A. D. DE; TERAPO, D. (Org.). **Produção integrada de melão.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. p.127-138.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo. CERES, 2006. 638 p.

NATALE, W; ROZANE, D. E; PARENT, L. E; PARENT, S. Acidez do solo com calagem em pomares de frutíferas tropicais. 317 **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1294- 1306, 2012.

NEVES, L. C. Frutos - o remédio do futuro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. i, 2012.

OLIVEIRA, F. T. Respostas de porta-enxertos de goiabeira sob diferentes fonte e proporções de materiais orgânicos. Paraíba/PB: **Comunicata Scientiae.** v.6, n.1. p. 17-25. 2015.

PEREIRA, I. S.; SILVEIRA, C. A. P.; PICOLOTTO, L.; SCHNEIDER, F. C.; GONÇALVES, M. A.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C. Constituição química e exportação de nutrientes da amoreira-preta. **Revista Congrega URCAMP**, v. 9, p. 1-10, 2013.

RODAS, C. L. **Nitrogênio e potássio via fertirrigação na produção do morangueiro.** (Tese). Universidade Federal de Lavras –MG, 2011. Lavras: UFLA, 104p. 342 2011.

RODRIGUES, E. N. S.; et al. Influência de fontes de nitrogênio na 347 biometria do melão Cantaloupe ‘Hy Mark’ sob as condições do Brejo Paraibano 348 (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.7, n.3 (Edição Especial – XV 349 SEAGROCCA), p.48-57, 2019.

SANTANA, F. M. S. **Adubação nitrogenada e potássica no cultivo irrigado de pitaia vermelha (*Hylocereus* sp.), sob condições tropicais.** 2019. 107 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SILVA JÚNIOR, M. J.; DUARTE S. N.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; I. D. I. Resposta do meloeiro à fertigação controlada através de íons da solução do solo: Parâmetros produtivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.723-729, 2010.

SILVA, D. F; PEGORATO, R. F; MEDEIROS, A. C; LOPES, P. A. P; CARDOSO, M. M; MAIA, V. M. Nitrogênio e densidade de plantio na avaliação econômica e qualidade de frutos de abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n.1, p. 39-45, 2015a.

SILVA, M. C; SILVA, T. J. A; BONFIM-SILVA, E. M; FARIAS, L. N. Características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 6, p. 581-587, 2014.

SILVA, R. L; LUCENA, I. H. L; SOUSA, K. S. M; GALHARDO, C. X; SANTANA, E. A; LIMA, D. D. Qualidade do maracujá amarelo fertirrigado com nitrogênio e substâncias húmicas. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 4, p. 479-487. 2015b.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 954 p.

DESEMPENHO AGRONÔMICO DA ALFACE EM FUNÇÃO DO SILÍCIO E CONTROLE DA *Ascia monuste orseis*

Renata Miranda Parente¹, Rayane Reis Sousa², Fredson Leal de Castro Carvalho^{2*}, Kaio Cesar Lima Vale², Wádilla Moraes Rodrigues², Lindomar Braz Barbosa Júnior³, Roberta de Freitas Souza Lobo¹, Diego Alves Monteiro da Silva⁴

¹ Instituto Federal do Tocantins – IFTO/Campus Araguatins, Araguatins-TO

² Universidade Federal do Tocantins – UFT/Campus Gurupi, Gurupi-TO, *e-mail: fredson_tecnicoagro@hotmail.com

³ Instituto Federal de Goiás – IFGoiano/Campus Urutaí, Urutaí-GO

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

RESUMO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica devido as suas características nutricionais e organolépticas. As lagartas da curuquerê-da-couve [*Ascia monuste orseis* (Godart, 1819)], hortalças da região neotropical. Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos da adubação silicatada na qualidade e rendimento da alface e o controle da *A. monuste orseis*. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e sete repetições. Os tratamentos corresponderam às seguintes doses de silício: 0, 10, 20,0, 30,0 e 40,0 mg L⁻¹. Os parâmetros avaliados foram: número de folhas (NF), diâmetro do colo (mm), matéria fresca de plântula (MF) (g.planta⁻¹). Para os dados relativos às doses de silício ajustou-se modelo linear. Pelo qual se estimaram a dose de 40,0 mg L⁻¹, como a que proporcionou os maiores rendimentos de número de folhas, diâmetro do colo, respectivamente. E a dose que melhor se ajustou para matéria fresca de plântula foi a 30,0 mg L⁻¹. De maneira geral, verificou-se que a adição de pequenas doses de silício, no sistema de cultivo da alface, proporcionou benefícios nas características agrônômicas e na produção de biomassa fresca da cultura. As doses testadas neste experimento evidenciam ter efeitos sobre a número de furos das lagartas de *A. monuste orseis*, o curuquerê preferiu alimentar-se da alface sem a adição de silício (testemunha). No entanto, não houve efeito significativo para o número de lagartas. Dessa forma, o silício apresenta potencial para ser utilizado no manejo de *A. monuste orseis*.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação silicatada. Curuquerê-da-couve. Elemento benéfico.

1. INTRODUÇÃO

A alface é a terceira hortícola em importância, estando logo atrás da melancia e do tomate quanto ao volume de produção, o que, confere a ela uma grande importância econômica, social e alimentar (FREITAS et al., 2013).

Entre as pragas que atacam as brássicas, *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae), popular como lagarta-da-couve, é considerada uma praga-chave por gerar intensa desfolha (GALLO et al., 2002). O controle deste inseto, a exemplo da maioria das pragas agrícolas, tem sido efetivado pelo uso indiscriminado de agrotóxicos, o que tem colaborado para a classificação do Brasil como um dos maiores mercados consumidores de agrotóxicos do mundo (CARVALHO et al., 2014) e a seleção de populações resistentes à inseticidas (FREITAS et al., 2015).

No momento atual da agricultura, vem se procurando novas formas de cultivo que proporcionem custos reduzidos na implantação das lavouras e que causem poucos danos ao meio ambiente e ao solo, com um manejo conservacionista, e que o uso de insumos, como fertilizantes e agrotóxicos, seja mais racional e o menor possível (VALARINI et al., 2011).

O controle de pragas na produção vegetal surge como um grande desafio, quando se avalia que o controle químico é o mais empregado no Brasil, posicionando-o entre um dos maiores mercados

consumidores de agrotóxicos do mundo (MARANGONI et al., 2013; LOVATTO et al., 2012; MACHADO et al., 2007).

A inclusão do silício como fertilizante agrícola ainda é uma técnica pouco usual na horticultura, devido ao fato de o mesmo não ser considerado um nutriente essencial, entretanto, seus benefícios têm sido cada vez mais reconhecidos por pesquisadores do mundo todo (LUDWIG et al., 2015).

É importante observar que o uso do silício é mais um método de controle que contribui para o manejo integrado de pragas nos agroecossistemas. Dessa forma, o emprego de outras práticas que beneficiem o equilíbrio do sistema e as dinâmicas nas interações ecológicas entre os artrópodes também deve ser considerada.

No entanto, ainda são insuficientes as informações sobre o emprego do silício na cultura da couve-folha. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos da adubação silicatada via foliar no rendimento e na qualidade pós-colheita da couve-folha e controle da *Ascia monuste orseis* no município de Araguatins-TO.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O município de Araguatins situa-se no extremo norte do Estado do Tocantins, na microrregião do Bico do papagaio, às margens do rio Araguaia, ocupando uma área de 2.627 km², distando 660 km de Palmas, capital do estado, entre as coordenadas geográficas 5°20' e 6°10' de latitude Sul e 48°3' e 47°45' de longitude Oeste. A evapotranspiração potencial média anual alcança 1.600 mm distribuindo-se, no verão, em torno de 410 mm ao longo dos três meses consecutivos com temperatura mais elevada (SEPLAN, 2005).

O experimento foi realizado no período de 8 de outubro a 1 de novembro de 2019, em casa de vegetação, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, cidade de Araguatins/TO, Brasil, cultura implantada alface cultivar tipo americana.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso (DBC), com cinco tratamentos e sete repetições. Os tratamentos obedeceram às seguintes doses: 0 mg L⁻¹ (T1), 10 mg L⁻¹ (T2) 20,0 mg L⁻¹ (T3), 30,0 mg L⁻¹ (T4) e 40,0 mg L⁻¹ (T5) de Agrisil® (Agrobiológica Soluções Naturais, Leme, São Paulo, Brasil - 98% de SiO₂), que foi a fonte de silício (Si) utilizada, sendo diluído em um litro de água para ter uma melhor homogeneidade; em seguida, foi depositado em uma bomba costal e complementado com água para 20 litros (L), sendo cada parcela com dimensões de 3,0 x 2,0 m.

Seguindo a metodologia de Curvelo et al. (2019), foram feitas as aplicações via foliares, com o tempo de molhamento até o escoamento do produto para promover uma distribuição homogênea nas plantas. As aplicações da adubação foliar foram realizadas aos 20 e 40 dias após o transplante (DAT). Toda a aplicação do adubo foliar foi efetuada mediante uso de pulverizador costal de 20 L.

Foram realizadas as seguintes avaliações da *A. monuste orseis*: contagem do número de furos da Curuquerê-da-couve; contagem do número de lagartas. As avaliações de furos e larvas da curuquerê-da-couve tiveram início uma semana após a primeira aplicação de silício via foliar. Foram realizadas amostragens contando-se o número de furos e lagartas nas quatro folhas centrais da couve folha em cinco plantas por parcela.

As plantas foram colhidas aos 30 DAT e levadas para o setor de olericultura do campus Araguatins – IFTO, onde passaram por uma prévia lavagem para retirada de todas as impurezas, sendo deixadas por cima de papel toalha para escorrer o excesso de água.

Os parâmetros fitotécnicos avaliados foram: número de folhas (NF) (unidade de planta⁻¹); diâmetro do colo (DC) (mm); matéria fresca de plântula (MF) (g.planta⁻¹). Para obtenção do diâmetro foi utilizado um paquímetro, com os resultados expressos em centímetros (cm), ao passo que a pesagem foi realizada em balança digital com os resultados em gramas (g).

Os dados das características agrônômicas obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA). Os efeitos das doses foram submetidos a análise de regressão testando os modelos lineares e quadráticos, adotando a equação de regressão que melhor se ajustaram aos dados, escolhida com

base na significância a 5% (*) de probabilidade pelo teste F e no maior valor do coeficiente de determinação (R²), utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

Os dados entomológicos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, por meio do programa SISVAR, versão 2011.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em função da análise de variância (Tabela 1) foi possível verificar diferença significativa entre os tratamentos para número de folha (NF), diâmetro do colo (DC) e também para matéria fresca de plântula (MF).

Tabela 1. Análise de variância para as variáveis número de folha (NF), diâmetro do colo (DC) e também para matéria fresca de plântula (MF) submetidas a fontes de silício. Araguatins, Tocantins, 2020.

FV	GL	Quadrado médio		
		NF	DC	MF
Tratamentos	4	11.040571*	0.282857*	0.251389*
Bloco	6	0.220571	0.034476	0.004152
Resíduo	24	0.106095	0.046857	0.016062
Total	34	-	-	-
CV (%)	-	16.22	13.65	27.48

FV – fontes de variação; GL – graus de liberdade; NF- Número de folhas (unidade de planta⁻¹); DC- Diâmetro do colo (cm); MF- matéria fresca de plântula (g.planta⁻¹); *Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.
Fonte: Elaborado pela autora (2020).

No que diz respeito ao número de folhas, ajustou-se um modelo linear, e os melhores resultados foram obtidos com a pulverização das plantas com 40 g L⁻¹ de SiO₂ em comparação a testemunha 0 g L⁻¹ de SiO₂ (Figura 1). Quanto ao diâmetro do colo, verificou-se que a concentração de 40 g L⁻¹ de SiO₂ contribuiu para o incremento dessa característica física, sendo superiores em relação as plantas que não receberam a suplementação com esse elemento (Figura 2).

O efeito favorável do Si no aumento do número de folhas de mudas de alface pode estar relacionado ao incremento na taxa fotossintética, devido às folhas mais eretas, melhorando a arquitetura foliar, afetando a interceptação de luz, e de outros processos metabólicos das plantas (VIDAL et al., 2011).

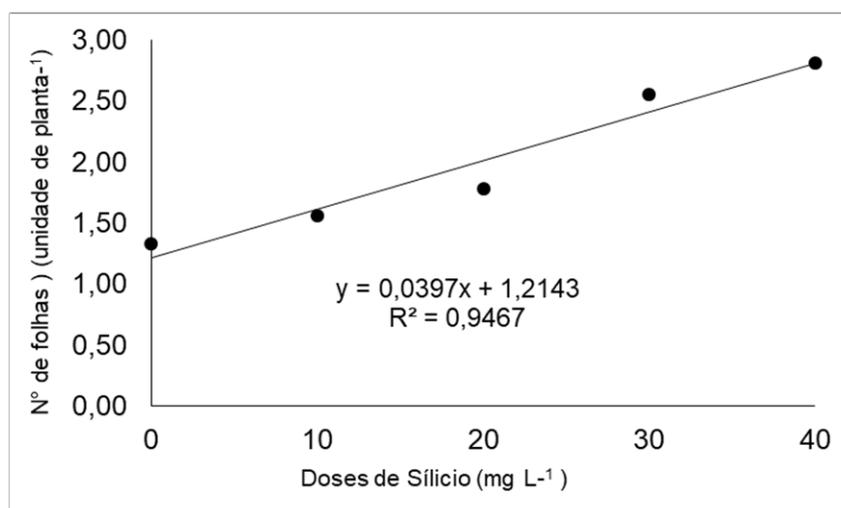


Figura 1. Número de folhas de *Lactuca sativa* submetidas a fontes de silício. Araguatins, Tocantins, 2020.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

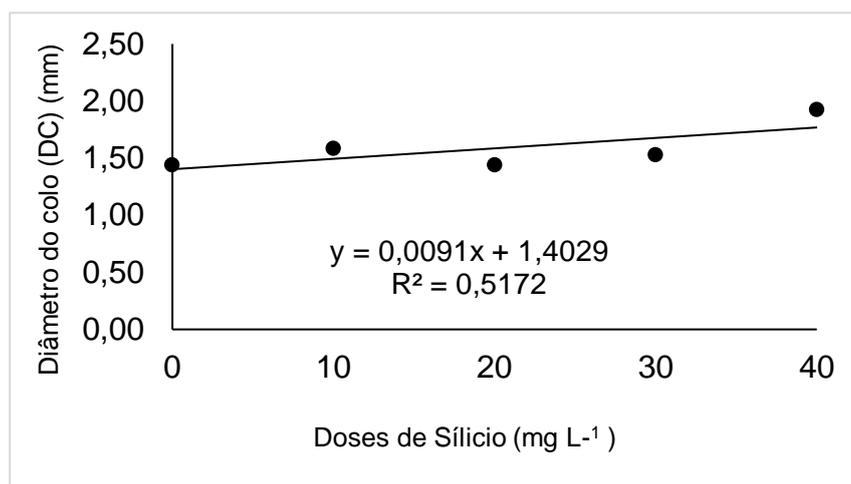


Figura 2. Diâmetro do colo de *Lactuca sativa* submetidas a fontes de silício. Araguatins, Tocantins, 2020.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Para os dados relativos a doses, para a matéria fresca da plântula, ajustou-se um modelo linear, no qual se estimou a dose de 30 g L⁻¹ de SiO₂ como a que proporcionou maior rendimento, na dose 40 g L⁻¹ de SiO₂ houve um decréscimo na Matéria fresca (Figura 3).

Corroborando com os autores Amaro et al. (2017), que utilizaram as doses 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 g/l em duas aplicações 15 dias e 30 dias após o plantio, avaliando as plantas com 40 dias. Ressaltaram que as doses de 1,0 e 3,0 g/l foram as que proporcionaram melhores resultados concomitantemente em diâmetro da cabeça e massa fresca. Entretanto, com dose de 4,0g/l houve decréscimo na massa fresca.

A diminuição da MF com o aumento das doses de Si pode ser devido a provável quantidade de Si acumulado nas células epidérmicas e nas paredes dos estômatos formar cadeiras mais pesadas de ácido polisilícico. O Si ao se polimerizar, diminui a flexibilidade das paredes dos estômatos e a tendência é de continuarem fechados.

Com os estômatos fechados, a transpiração diminui e a perda de água igualmente. Nestas situações, segundo Faria (2000) a fotossíntese diminui, e isto pode ter levado ao menor desenvolvimento e conseqüente menor massa das plantas de alface cultivadas na solução com silício (LUZ et al., 2006).

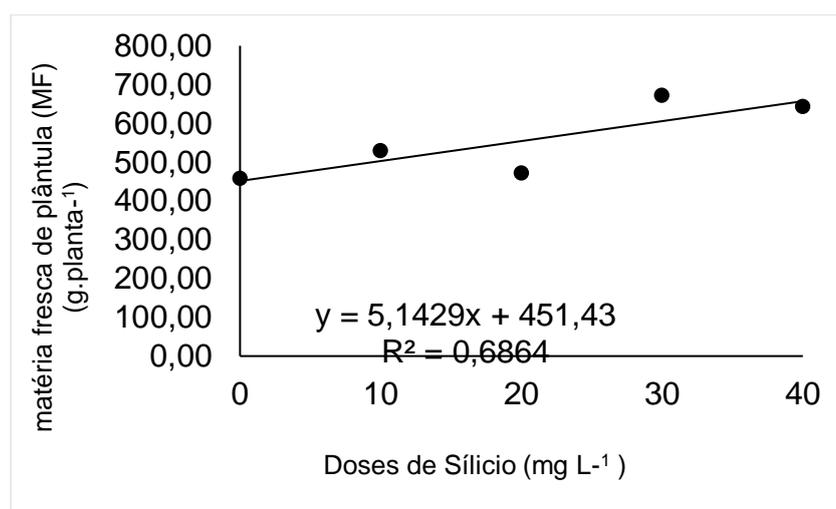


Figura 3. Matéria fresca de plântula *Lactuca sativa* submetidas a fontes de silício. Araguatins, Tocantins, 2020.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Analisando o trabalho de Braga et al., (2009) porém nesse caso o efeito em fruta foi benéfico do Si, também foi observado no aumento de matéria fresca e seca em propágulos micropropagados de morangueiro. Essa consequência foi relacionada ao maior teor de clorofila, espessura dos tecidos

do limbo foliar e na deposição de cera epicuticular e na formação de depósito de silício nas células de mudas (BRAGA et al., 2009).

O efeito do Si ressaltado para as características avaliadas é devido ao papel desse elemento na estruturação das plantas e sua presença na parede celular, elevando os conteúdos de hemicelulose e lignina, acrescendo a rigidez da célula, gerindo a transpiração e fazendo com que a planta perca menos água (BARBOSA FILHO et al., 2001).

3.1. Incidência da *A. monuste* em plantas de alface

3.1.2. Contagem do número de furos causados pela praga e números de lagartas de *Ascia monuste*.

Quanto ao número de furos causados pela praga, houve diferença significativa para o tratamento 0 g L⁻¹ (testemunha) em relação aos outros tratamentos (Tabela 2). O menor número de furos das lagartas nas folhas tratadas revela que as doses podem ter aumentado a resistência das folhas causando um desgaste na mandíbula da *A. monuste*. Corroborando com o estudo de Freitas et al. (2012) em outra praga, esse efeito pode ser atribuído à adubação do silício via foliar que interfere na preferência alimentar da praga, na mortalidade e na anatomia da mandíbula de lagartas de *Plutella xylostella*.

Para o número de lagartas não houve efeito significativo. Fancelli e Vendramim (1993) verificaram que lagartas recém-eclodidas de *A. monuste orseis* praticamente não se movem, continuando no mesmo local onde é feita a postura.

O uso do silício pode ser um ótimo aliado não só como um elemento benéfico, mas podendo ser usado no Manejo Integrado de Pragas já que pode ser considerado uma alternativa mais sustentável. Como refere os trabalhos desses autores Goussain et al. (2002) constataram que a aplicação foliar de silicato de sódio em plantas de milho ocasionou aumento da mortalidade e do canibalismo de lagartas *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em razão do aumento da deposição de silício na parede celular das folhas, compondo, possivelmente, uma barreira mecânica capaz de aumentar a dureza dos tecidos foliares e desgastar acentuadamente as mandíbulas das lagartas e, portanto, dificultar sua alimentação.

Tabela 2. Número de furos e número de lagartas de *Ascia monuste* na *Lactuca sativa* tipo americana em função de doses de silício. Araguatins– TO, 2020.

Tratamento	Nº de Furos	Nº de Lagartas
0 g L ⁻¹	3,28 b	1,42 a
10 g L ⁻¹	2,14 a	1,57 a
20 g L ⁻¹	1,57 a	1,28 a
30 g L ⁻¹	1,14 a	1,14 a
40 g L ⁻¹	1,14 a	1,28 a

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Também a aplicação de silicato de potássio em crisântemo acresceu a resistência das plantas ao ataque da mosca minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880), diminuindo expressivamente a emergência de adultos nas plantas tratadas com silício (PARRELA & COSTAMAGNA, 2006).

Formas alternativas de controle, que sejam inertes ao homem e ao ambiente, podem colaborar para a redução da carga de defensivos usados na produção de alimentos para consumo humano e que prejudicam a saúde do homem e o equilíbrio ecológico dos sistemas naturais.

Imprescindível mais estudos sobre os efeitos do uso do silício nas hortaliças. E é evidente, na literatura, resultados bastante diferentes.

4. CONCLUSÕES

O efeito do aumento da concentração do produto a base de silício até a dose de 40 g L⁻¹ proporcionou resultados estatisticamente significativos nas variáveis número de folhas, diâmetro do

colo e a dose 30 g L⁻¹ teve o maior volume de matéria fresca da plântula da alface tipo americana diminuindo na dose 40 g L⁻¹.

As doses resultaram em menor número de furos de *Ascia monuste* em alface, entretanto, em número de lagartas não houve efeito significativo. O uso do silício expõe grande potencial para programas de manejo integrado de pragas, bem como para sistemas de cultivo que exigem controles alternativos de pragas.

REFERÊNCIAS

AMARO, C. L.; OLIVEIRA, D. B.; DOS ANJOS, R. A. R.; PELÁ, A. **Adubação foliar silicatada em alface americana**. VI Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do IF Goiano - Campus Urutaí, 25 a 28 de set. 2017.

BARBOSA FILHO, M.P.; SNYDER, G.H.; FAGERIA, N.K.; DATNOFF, L.E. & SILVA, O.F. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p.325-30, 2001.

BRAGA, F. T.; NUNES, C. F.; FAVERO, A. C.; PASQUAL, M.; CARVALHO, J. G. de; CASTRO, E. M. de. Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesq. Agropec.** Brasília, v.44, n.2, p.128-132, fev. 2009.

CARVALHO, G.S. et al. Mortalidade e comprometimento do desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae), induzido pelo extrato de sangra d'água *Croton urucurana* Baill (Euphorbiaceae). **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 3, p.331-338, 2014.

FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J. D. Não preferência para alimentação e oviposição de *Ascia monuste orseis* (Godart) (Lepdoptera: Pieridae) em cultivares de couve. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 232-237, 1993.

FARIA, R. J. **Influência do silicato de cálcio na tolerância do arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo**. Lavras: UFLA. 47p. (Dissertação de mestrado). 2000.

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

FREITAS G. A.; SILVA R. R.; BARROS H. B.; MELO A. V.; ABRAHÃO W. A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 159-166, jan-mar, 2013.

FREITAS L.M., JUNQUEIRA A.N.R., MICHERREFF M.F. Potencial de uso de silício no manejo integrado da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*, em plantas de repolho. **Revista Caatinga**, Mossoró 25:8-13. 2012.

FREITAS, A.F. et al. Effect of extracts of *Trichilia silvatica* C. DC. on development and reproduction parameters of *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **African Journal of Biotechnology**, v. 13, n. 20, 2015.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S.S.; et al. **Entomologia Agrícola**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 305-310, 2002.

- LOVATTO, P.B et al. A interação co-evolutiva entre insetos e plantas como estratégia ao manejo agroecológico em agroecossistemas sustentáveis. **Interciência**, v. 37, n. 9, p. 657-663, 2012.
- LUDWIG, F., MAYER, R.H., SCHMITZ, J.A.K. Silício via foliar na produção e qualidade da cenoura. **Revista Cultivando o Saber**, 8, 373-383. 2015.
- LUZ J.M.Q; GUIMARÃES S.T.M.R; KORNDÖRFER G.H. Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. **Horticultura Brasileira** 24: 295-300. 2006.
- MACHADO, L.A. et al. Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. **Biológico**, v. 69, n. 2, p. 103-106, 2007.
- MARANGONI, C. et al. Utilização de óleos essenciais e extratos de plantas no controle de insetos. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 6, n. 2, p. p. 92-112, 2013.
- PARRELLA, M. P.; COSTAMAGNA, T. The addition of potassium silicate to the fertilizer mix to suppress *Liriomyza* leafminers attacking chrysanthemums. **Bulletin-OILB/SROP**, Dijon, v. 29, n. 4, p. 159-162, 2006.
- Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente - SEPLAN. **Atlas do Tocantins**: subsídios ao planejamento da gestão territorial. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico - DZE. 4 ed. Palmas: SEPLAN, 2005.
- VALARINI, P.J., OLIVEIRA, F.R.A., SCHILICKMANN, S.F., POPPI, R.J. 2011. Qualidade do solo em sistemas de produção de hortaliças orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira** 29, 485-490.
- VIDAL, A. de A.; FURLANETO, F. de P. B.; OKAMOTO, F.; MARTINS, A. N.; MIGUEL, F. B.; GRIZOTTO, R. K. Efeito do silício na cultura de alface (*Lactuca sativa*). **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 8, n. 2, Jul-Dez. 2011.

ASPECTOS GERAIS DO BORO EM CULTURAS AGRÍCOLAS COMERCIAIS

Guilherme Romão Silva^{1*}, Itamar Teixeira Rosa², Edinete Nunes de Melo³, Yago César Rodrigues Moraes¹, Lucas de Azevedo Sales⁴, Abraão Targino de Sousa Neto³, Wilton Pereira da Silva⁵

¹Universidade Estadual do Goiás - Campus Ipameri, Brasil, * e-mail: grs@aluno.ueg.br

² Universidade Estadual do Goiás – UEG/Campus Central UnU, Anápolis-GO

³Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB

⁴Universidade Federal de Lavras – UFLA/Campus Lavras-MG

⁵Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE/UASt, Serra Talhada-PE

RESUMO

O Boro (B) é um dos micronutrientes que estão em menor quantidade nos solos brasileiros, devendo ser fornecido a planta que absorve majoritariamente de forma passiva, na dinâmica do solo-planta é absorvido na forma ácido bórico (H₃BO₃). O presente estudo teve como objetivo reunir informações gerais sobre os aspectos relacionados às dinâmicas do boro no solo, na planta e no metabolismo da mesma, além disso, abordar pontos que são úteis para se saber para promover uma adubação boratada com eficiência. Assim fez o uso de ferramentas de informações como periódico, livros, materiais publicados fornecidos em boletins e sites relacionados ao assunto. Verificou-se que o Boro deve ser incorporado a adubação via solo e usada na adubação foliar como um complemento, sendo um elemento que faz parte de diversos processos fisiológicos e sua falta provoca reações em cadeia que promovem desordens fisiológicas e interfere no metabolismo da planta. Diante do exposto o Boro como um elemento essencial faz parte do equilíbrio da nutrição da planta e de acordo com o levantamento feito possui uma influência bem significativa nas culturas de importância agrícola. Portanto se mostrando muito exigido na fase reprodutiva das plantas como um todo.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição, metabolismo, adubação boráxica.

1. INTRODUÇÃO

O Boro (B) é um dos micronutrientes que estão em menor quantidade nos solos brasileiros, fato esse explicado pelos fatores de formação do solo tropical presente no país (MALAVOLTA et al., 1997). Os teores do elemento disponível permanecem no geral abaixo de 5% do B total em solos brasileiros são averiguado em amplitude que se compreende de 0,06 a 4,34 mg.dm⁻³, no geral se trata de 1 mg.dm⁻³ e se mostra apresenta como deficientes solos com os teores abaixo de 0,5 mg.dm⁻³ (DANTAS, 1991; FERREYRA; SILVA, 1999).

Todavia, teores de B aferidos pelo método da água quente estando na faixa de 0,36 e 0,90 mg.dm⁻³ de maneira geral salvas exceções podem ser considerados adequados (RIBEIRO et al., 1999). A disponibilidade de B depende de muito fatores dentre eles estão a matéria orgânica, e principalmente o pH, assim diminui sua disponibilidade na medida torna alcalino o solo, isso está relacionado ao fato das cargas dependentes de pH nos óxidos (DANTAS, 1991).

Ainda segundo Ferreira e Silva, (1999) há uma maior afinidade de adsorção de B pelos óxidos Mn, em relação aos demais óxidos com de Fe e Al, porém por estarem presentes em pouca quantidade, é atribuído a este dois último maior importância quanto a fixação de B. De forma natural no solo, rochas com B tendo como exceção a turmalina, são facilmente intemperizáveis assim com o passar do tempo o elemento sai do solo devido a lixiviação, a turmalina tem uma liberação lenta para a solução do solo.

As espécies químicas solúveis são o ácido bórico (H_3BO_3), presente em maior quantidade na condição ácida, e o íon borato $[B(OH)_4^-]$, que se mostra mais presente em condições de solos alcalinos. Podemos citar que as fontes de B mais utilizadas na adubação de áreas são: I) o bórax com 11 % de B, e o II) ácido bórico com 17% de B na sua composição sendo o mais solúvel (MELLO et al., 1985; CAMARGO, 1991).

O presente estudo teve como objetivo reunir informações gerais sobre os aspectos relacionada as dinâmicas do boro no solo, na planta e no metabolismo da mesma, além disso, abordar pontos que são uteis para se saber para promover uma adubação boratada com eficiência. Assim fez o uso de ferramentas de informações como periódico, livros, materiais publicados fornecidos em boletins e sites relacionados ao assunto.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Absorção, Transporte e Redistribuição do Boro

O mecanismo que corresponde majoritariamente para a absorção radicular de B é o passivo, na dinâmica do solo-planta a espécie química que tem mais afinidade para ser absorvido pela planta é ácido bórico (H_3BO_3), onde se tem um acúmulo do elemento nas extremidades das folhas mais velhas devido ao fluxo transpiratório da planta. Todavia, o mecanismo pode ser alterado a depender da concentração do elemento na solução, assim podendo haver o transporte com gasto energético visando melhorar a absorção (DECHEN et al., 1991).

O B é móvel no xilema onde ele após ser absorvido pelas raízes acende a copa da planta, sendo imobilizada, principalmente nas paredes celulares, sua redistribuição se faz pelo floema sendo restrita a algumas espécies, que faz uso de polióis como metabólitos secundários, isso se dá por conta da associação destes com B formando complexos. O B é considerado imóvel na maioria dos espécimes (DECHEN et al., 1991; KIRKBY; RÖMHELD, 2007).

2.2 Participação no Metabolismo Vegetal

O Boro mesmo sem ser um constituinte de compostos, ou funcionar como é um ativador enzimático possui participação em importantes processos nas plantas: I) germinação do grão de pólen, II) crescimento do tubo polínico, III) divisão celular, IV) síntese de RNA, V) estruturação da parede celular, VI) estabilidade e funcionamento da membrana celular, VII) metabolismo dos fenóis, VIII) metabolismo do AIA e IX) fixação de N_2 entre outros (KIRKBY; RÖMHELD, 2007).

De acordo com Marschner (1995) a falta do elemento em estudo provoca uma série de efeitos secundários, na interface da membrana plasmática/parede celular, evidenciando os sintomas da deficiência. Com o estudo de Dechen, Haag e Carmello (1991), observou-se que esse micronutriente é responsável pelo desenvolvimento de raízes e transporte de açúcares.

Sua função fisiológica difere dos outros micronutrientes, pois como supracitado não se tem relato deste ânion em nenhum composto ou enzima específica. No entanto ele atua no transporte e metabolismo de carboidratos, além de estar relacionada a sínteses de outra importante macromolécula que são os ácidos nucleicos que são os componentes das moléculas de DNA e RNA, e de fito-hormônios, a formação de paredes celulares e divisão celular, estando diretamente relacionado ao metabolismo do cálcio, de forma que, para formação adequada da parede celular, é necessária à presença desse nutriente (SILVA, 2017).

O Boro está relacionado à parede celular, onde o mesmo faz parte da constituição da hemicelulose (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FURLANI, 2004). Han et al. (2008) observou-se que a deficiência de boro culminou na diminuição do crescimento e aumento no peso específico das folhas de citros, podendo ser explicado pelo papel do boro na formação da parede celular primária e no auxílio do transporte de açúcares. Marschner (1995) no seu estudo direcionou o motivo da má formação de parede celular a deficiência de B, devido ao microelemento está envolvido na formação de compostos pécticos.

O B tem presença em diversas funções como na reprodução das plantas sendo visto na germinação do grão de pólen e posteriormente na formação do tubo polínico que vai em direção do ovário, o elemento é visto no metabolismo das plantas, por esta em certo grau presente no ciclo da ascorbato glutationa, metabolismo de fenóis, metabolismo do nitrogênio e na fotossíntese, a falta é sentida na estrutura da membrana celular (BROWN et al., 2002).

Segundo Cakmak e Römheld (1997) a má formação da membrana celular e sua perda de integridade funcional, é pode estar ligada a falta do B, que está em quantidade reduzida no metabolismo da planta, a explicação gira em torno da formação de complexos entre o B e compostos polióis, que fazem um papel análogo à pectina na parede celular, as glicoproteínas ou glicolipídios em membranas e o-difenóis (ácido caféico e hidroxiferúlico), esses compostos são responsáveis pela cimentação da estrutura das camadas da parede e membrana celular, logo a falta do Boro influencia na estabilidade.

Na literatura há diversos relatos relacionando à diminuição da assimilação de CO₂, com a falta da translocação de fotoassimilados, no momento em que existe uma deficiência de B, sendo explicado devido à redução na frequência e no número de estômatos presentes na folha (MARSCHNER, 1995). Há hipóteses levantadas por autores que em condições de deficiência de B a diminuição no transporte da sacarose que estão nas folhas, para outras partes do vegetal, muito relacionada ao aumento na produção de calose, assim a qual provoca a bloqueio do floema, que é a via de transporte de sacarose mais importante, outra hipótese é pela redução da síntese de sacarose, devido o bloqueio da ação de fosforilases ou diminuição da síntese de uracila, que é predecessora da uridina difosfato glicose, sendo uma coenzima fundamental na formação da sacarose (MARSCHNER, 1995).

Em tecidos deficientes em boro, a atividade da ATPase ligada à membrana plasmática e as taxas de absorção de íons decresce. As membranas são influenciadas pela falta de B, assim sendo permeáveis, no entanto sendo recuperada com o fornecimento do microelemento. A explicação desse efeito pode estar associado a mudança no metabolismo dos fenóis complexado na parede celular (MARANGONI, 2016).

Em leguminosas como soja e feijão, a função do Boro vai além das suas funções supracitadas, pois a deficiência poderá afetar a parede celular dos nódulos presentes nas raízes, permitindo a entrada de oxigênio para o interior dos nódulos, interferindo o trabalho das Bactérias diazotróficas, assim diminuindo a eficiência da fixação biológica de nitrogênio (LUKASZEWSKI; BLEVINS, 1996). O boro tem participação direta no processo de divisão celular, na parte aérea e a no sistema radicular. Menciona-se que há acréscimo nas quantidades de auxina com o acréscimo de B, logo melhorando o processo de divisão celular (COHEN; LEPPER, 1977).

2.3 Exigência Nutricional de Boro em Culturas Comerciais

As doses recomendadas de Boro variam devido ao local, pois depende muito do solo, da planta, manejo de irrigação entre outros fatores, para o estado de São Paulo se tem uma dose de 3 a 4 kg ha⁻¹ de B para brócolis, couve-flor e repolho, podendo ser acrescido de mais três pulverizações foliares (1 g L⁻¹ de B) no decorrer do ciclo (TRANI et al., 1996). Quando observado no estado de Minas Gerais, se admite uma aplicação de 1,2 kg ha⁻¹ de B no solo e 0,12 kg ha⁻¹ de B via foliar para solos descansados que não foi realizado a adubação borácica nos últimos anos (RIBEIRO, et al., 1999).

O Boro em geral, é mais exigido nas dicotiledôneas, quando comparados com as monocotiledôneas, dentre as plantas com dois cotilédones se destaca a família das fabaceas que demandam o elemento em uma quantidade elevada (RIBEIRA et al., 1999). Segundo Malavolta et al., (1997) são encontrados teores de B que variam de 20 a 100 mg.kg⁻¹ em plantas cultivadas, não levando em consideração as extremidades como as plantas classificadas como altamente exigentes e as muito pouco exigentes.

O Boro tem uma influência direta na produtividade das culturas e a tabela 1 evidencia esse efeito.

Tabela 1. Fontes de boro e exigência de variadas culturas para a adubação boratada.

Cultura	Fonte	Taxa (Kg/ha)	Época	Referência
Soja	Na ₂ B ₈ O ₁₃ 4H ₂ O	0,275 – 1,1	V2 ou R2	Ross et al., (2006)
Alfafa semente	Na ₂ B ₈ O ₁₃ 4H ₂ O	0,450 – 1,25	Após primeiro corte	Dordas (2006)
Alfafa forragem	Na ₂ B ₄ O ₇ 5H ₂ O	3,4 – 4,5	Anual	Haby et al., (1998)
Cereja azeda	Na ₂ B ₈ O ₁₃ 4H ₂ O	500 mg/L	Set - Out	Hanson (1991)

Adaptado. <https://www.npct.com.br/>

3. CONCLUSÃO

Diante do exposto o Boro como um elemento essencial faz parte do equilíbrio da nutrição da planta e de acordo com o levantamento feito possui uma influência bem significativa nas culturas de importância agrícola. Portanto se mostrando um micronutriente necessário para que a cultura se expresse no potencial máximo, sendo muito exigido na fase reprodutiva das plantas como um todo.

REFERÊNCIAS

- BROWN, P. H.; BELLALLOUI, N.; SAH, R. N.; BASSIL, E.; HU, H. Uptake and transport of boron. In: GOLDBACH, H.E. et al. (Eds.). *Boron in plant and animal nutrition*. New York: **Kluwer, Pledum**, p.87-103, 2002.
- CAKMAK, I.; RÖMHELD, V. Boron deficiency induced impairments of cellular functions in plants. *Plant and Soil*, v. 193, n. 1, p.71-83, 1997.
- CAMARGO, O. A. Reações e interações de micronutrientes no solo. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Eds.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS/CNPq. p. 243-266. 1991.
- COHEN, M. S.; LEPPER, J. R. R. Effect of boron on cell elongation and division in squash roots. *Plant physiology*, v. 59, n. 5, p. 884-887, 1977.
- DANTAS, J. P. Micronutrientes no solo: Boro. In: FERREIRA, M. E. CRUZ, M. C. P. (Eds.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS/CNPq. p. 113-125. 1991.
- DECHEN, A. R.; HAAG, H. P; CARMELLO, Q. A. C. Função dos micronutrientes nas plantas. In: FERREIRA, M.E; CRUZ, M.C.P. (Org.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato e CNPq, p.66-78, 1991.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. FERREYRA, H. F. F.; SILVA F. R. Frações de boro e índices de disponibilidade em solos do estado do Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.227-236, 1999.
- FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. (ed). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 40-75, 2004.
- HAN, S.; CHEN, L. S.; JIANG, H. X.; SMITH, B. R.; YANG, L. T.; XIE, C. Y. Boron deficiency decreases growth and photosynthesis, and increases starch and hexoses in leaves of citrus seedlings. *Journal of Plant Physiology*, v. 165, n. 13, p.1331 - 1341, 2008.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. Tradução: Suzana Oellers Ferreira. **Encarte Técnico. Informações Agronômicas**, v.118. n. 2, p 1-24 2007.

LUKASZEWSKI, K. M.; BLEVINS, D. G. Root growth inhibition in boron-deficient or aluminum-stressed squash may be a result of impaired ascorbate metabolism. **Plant physiology**, v. 112, n. 3, p. 1135-1140, 1996.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. rev. e atual. **Piracicaba: POTAFOS**. p 233-241, 1997.

MARANGONI, F. F. **Boro e zinco no sulco de plantio na cultura da cana-de-açúcar**. 2016. 78f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2016.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. Orlando: Academic Press, p. 889, 1995.

MELLO, F. A. F.; SOBRINHO, M. O. C. B.; ARGZOLHA, S.; SILVEIRA, R. I.; NETTO, A. C.; KIEHL, J. C. Os micronutrientes no solo. In: **Fertilidade do solo**. Piracicaba. Nobel. p. 337-373. 1985.

RIBEIRO, A. C. ALVAREZ, V. V. H., NOVAES, R., BARROS, N. F., CANTARUTTI, R. B., LOPES, A. S. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do estado de Minas Gerais, p.25-32. 1999.

SILVA, C. W. A. **Marcha de absorção de micronutrientes pelo abacaxizeiro ‘Pérola’ na região de Tabuleiros Costeiros da Paraíba**. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. 2017.

TRANI P, E.; RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC**. v. 100, p. 8-13. 1997.

BANANICULTURA - AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO NO MUNICÍPIO DE ARAGUATINS-TOCANTINS

Ana Paula Brasil Viana¹, Railton Reis Arouche¹, Fredson Leal de Castro Carvalho^{2*}, Rayane Reis Sousa², Kaio Cesar Lima Vale², Lindomar Braz Barbosa Júnior³, Ruy Borges da Silva¹, Diego Alves Monteiro da Silva⁴

¹Instituto Federal do Tocantins – IFTO/Campus Araguatins, Araguatins-TO

²Universidade Federal do Tocantins – UFT/Campus Gurupi, Gurupi-TO, e-mail: fredson_tecnicoagro@hotmail.com

³Instituto Federal de Goiás – IFGoiano/Campus Urutaí, Urutaí-GO

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

RESUMO

A banana é um fruto produzido em todo o território brasileiro, a mesma contribui com a economia nacional e está entre os frutos mais consumidos do mundo de forma processada ou in natura. O fruto em questão é cultivado por produtores de grande, médio e pequeno porte, destacando-se na produção as duas últimas categorias citadas. O Município de Araguatins - TO tem suas atividades econômicas baseadas na agricultura, pecuária e extrativismo vegetal, pequenas indústrias, pesca e comércio varejista. O objetivo do trabalho foi realizar um levantamento sobre a bananicultura no Município de Araguatins – TO, afim de auxiliar no processo de produção, distribuição, relações com o mercado consumidor e estabelecimento de políticas públicas que fortaleçam a atividade de bananicultura no município. Para traçar o perfil da produção de banana da região e apresentar tais informações, foram coletados dados por meio da aplicação de entrevista e questionário semiestruturados com perguntas abertas, o questionário foi aplicado mediante a autorização de publicação de informações cedidas pelos produtores. A partir da coleta de dados percebe-se que a agricultura local ainda abre espaço para grandes investimentos que podem melhorar a produção da banana. A qualidade e quantidade dos frutos produzidos no município ainda está abaixo do esperado pelo mercado consumidor e a falta de organização dos produtores resulta na falta de valorização da produção local.

PALAVRAS-CHAVE: Diagnóstico, agricultura familiar, cadeia produtiva.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o terceiro lugar em produção mundial de frutas, destacando-se a banana, como um dos frutos mais consumidos no mundo e há décadas ela permanece nessa posição, por esse motivo a produção e exportação também estão em alta. O Brasil se mostra entre os 3 primeiros colocados na produção da banana, perdendo apenas para China e Índia, os três países representam quase 50% da produção mundial. A destinação da banana tem sido direcionada ao mercado externo, porém boa parte também abastece o mercado interno. No Brasil a banana é o fruto mais produzido apresentando 18% da produção de frutas do país (SEAB-PR, 2015).

O perfil do produtor de banana no Brasil é bem diversificado, apesar da alta produção, os níveis tecnológicos ainda divergem muito em tal atividade. O fruto em questão é cultivado por produtores de grande, médio e pequeno porte, destacando-se na produção as duas últimas categorias citadas (BRASIL, 2010).

Na região Norte do Brasil o cultivo de banana ainda é muito afetado por diversos fatores, sendo um deles o baixo nível técnico aplicado aos pomares. Tal fato agrega ao produto problemas que diminuem a qualidade do fruto e a produtividade (FILGUEIRAS e HOMMA, 2012). Quanto à produção da região Norte em comparação com a do restante do Brasil, entre o período de 1998 a 2000, essa região teve uma participação na produção de banana de quase 20% e, atualmente, não chega a 15%. Os estados do Pará, Rondônia e Roraima são atualmente os principais produtores (FILGUEIRAS e HOMMA, 2012; IBGE, 2017).

Na Região Norte, o Estado do Tocantins vem apresentando um crescente desenvolvimento no setor do agronegócio, sendo considerada a nova fronteira agrícola do Brasil, juntamente com os estados participantes do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) (SEPLAN, 2016).

Com relação à produção especializada em banana, de 127 municípios no Estado do Tocantins, 17 mostraram-se como pólos de produção dessa cultura, pelo critério de produção média igual ou superior à do estado no ano de 2016, sendo que 6 apresentaram maior capacidade de especialização. Os seis municípios em destaque são: Aguiarnópolis (8.750 t), Dianópolis (4.000 t), Goiatins (1.600 t), Xambioá (1.488 t), Wanderlândia (1.170 t) e Araguaína (1.008 t). Isso corresponde a 56% da produção do Estado (IBGE, 2017).

Observa-se que a maioria destes municípios especializados na produção de banana estão localizados na região Norte do Tocantins. O Município de Araguatins, localizado na Microrregião do Bico do Papagaio, apresenta sua economia baseada na agricultura e pecuária. Na fruticultura destaca-se a produção de abacaxi no município de Araguatins realizada por agricultores familiares que cultivam uma média de 3,1 ha (LIMA, 2016). Já o cultivo de banana é praticado por poucos produtores e segundo o IBGE (2017), a produção em 2017 foi de 240 toneladas em uma área de 30 hectares, resultando numa produtividade média de 8.000 kg.ha⁻¹.

Apesar da pouca especialização da bananicultura no município de Araguatins, é de suma importância, entender a estrutura e o funcionamento desta atividade produtiva no município. O objetivo do trabalho foi realizar um levantamento sobre a bananicultura no município de Araguatins – TO, afim de auxiliar no processo de produção, distribuição, relações com o mercado consumidor e estabelecimento de políticas públicas que fortaleçam a atividade de bananicultura no município.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no mês de dezembro de 2017 no Município de Araguatins–Tocantins, (Figura 01) cuja sede municipal apresenta coordenadas geográficas de 05°39'04" S e 48°07'28" W, altitude de 103 m acima do nível do mar, situada na microrregião do Bico do Papagaio extremo Norte do Estado do Tocantins (SEPLAN-TO, 2017).



Figura 1: Mapa do Tocantins com destaque em Araguatins.

Fonte: Google imagens

Possui clima do tipo Aw (quente e seco), segundo a classificação de Köppen (LIMA et al., 2000). Apresentando duas estações bem definidas, uma estação seca (maio a setembro) e uma estação chuvosa (outubro a abril), apresentando temperatura média de 28°C e 25°C para as estações chuvosa e seca, respectivamente.

Araguatins compõem o Território do Bico do Papagaio – TO que abrange 27 municípios. O município tem suas atividades econômicas baseadas na agricultura, pecuária e extrativismo vegetal, pequenas indústrias, pesca e comércio varejista. O Produto Interno Bruto (PIB) do município totalizou 304.592 milhões de reais em 2014, colocando-o como o 16º no *ranking* estadual. O Índice de

Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) é de 0,631, ocupando a 78ª melhor posição entre os 139 municípios do Tocantins (SEPLAN-TO, 2017).

A agricultura familiar é praticada em 1.306 estabelecimentos rurais do município. Destaca-se no cenário estadual, com a maior quantidade de assentamentos do INCRA, tanto em números de projetos (29), quanto em número de famílias assentadas (1.879) onde juntas fomentam o desenvolvimento da agropecuária (MDA, 2016; ARAGUATINS, 2016; SEPLAN-TO, 2017)

Os dados foram coletados por meio da aplicação de entrevista e questionário semiestruturados com perguntas abertas, conforme descrito por Minayo (2007). Como objeto de estudo, definiu-se o grupo de produtores de banana e estabelecimentos de comercialização de frutas (sacolões) do município de Araguatins – TO, para obtenção das informações relacionadas às características produtivas locais da cultura da bananeira.

O questionário foi aplicado mediante a autorização de publicação de informações cedidas pelos mesmos, baseado na definição apresentada por Chaer et al. (2011) que diz que o questionário é uma ferramenta utilizada para coleta de informações acerca do que se busca, podendo esse ser sobre crenças, empreendimento, mercado, dentre outros que possam contribuir para o trabalho em questão.

O critério utilizado para a definição das propriedades estudadas teve como base o banco de dados do RURALTINS (Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Tocantins) e ADAPEC (Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Tocantins), totalizou-se, neste sentido, oito propriedades rurais, que se localizam em diversos pontos do município.

Após a coleta de dados, procedeu-se a codificação, tabulação, classificação dos extratos e confecção dos gráficos com o uso do Microsoft Office Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

a. Perfil do produtor

3.1 Gestão da propriedade e grau de escolaridade

Todos os produtores que participaram da pesquisa têm suas atividades e moradia no campo, por mais que alguns façam visitas diárias ou semanais à cidade para poder comercializar os seus produtos. A atividade de bananicultura nas comunidades visitadas é coordenada por homens, representado pelo pai de família ou um filho que se identifica na atividade. Não houve nenhum caso de uma mulher assumir diretamente estas atividades. A maioria dos entrevistados contribuem com o comércio local e fortalecem a agricultura familiar. A agricultura familiar é hoje o setor com maior produtividade na agricultura brasileira, responsável pelos alimentos que compõem a cesta básica dos brasileiros e contribui para o equilíbrio da balança comercial brasileira (LIMA, 2012).

Para o grau de escolaridade dos entrevistados, 50% possuem o ensino médio completo, e 12% deles já iniciaram seus estudos no ensino superior podendo contribuir ainda mais com a qualidade de técnicas aplicadas ao campo de forma direta e tecnificada. Esse dado, reflete a dificuldade que a população rural enfrenta para ter acesso a uma escola de qualidade. No entanto, percebe-se um grande interesse dos mesmos em uma formação superior. Esse fato pode acarretar aos mesmos mais credibilidade quanto a qualidade da produção agrícola em geral tendo em vista a junção do conhecimento prático e o científico.

3.2 Início da atividade

3.2.1 Tempo de instalação do bananal

Em uma das propriedades visitadas o produtor explicou que nunca deixa o bananal passar de quatro anos de idade. Quando está próximo de completar essa idade é feita uma seleção de mudas para a implantação de um novo bananal. O mesmo declarou que dessa forma sempre tem plantas vigorosas em seu pomar e com capacidade de produção maior. Segundo Pereira et al. (2000) a vida útil média de um bananal pode variar de 5 a 8 anos.

Como mostra no gráfico, 37,5% dos pomares estão dentro da média de vida útil do bananal, 25% já passou dessa média e outros 37,5 % têm bananais mais recentes chegando no máximo de 5 anos de idade (Figura 2).

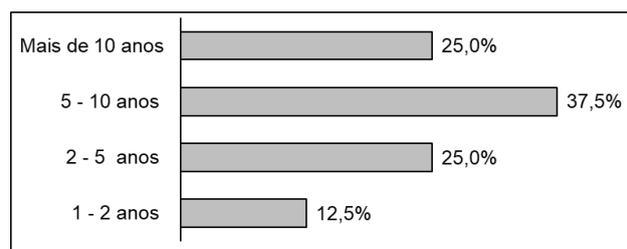


Figura 2: Percentual de produtores quanto ao tempo que exploram a cultura da bananeira.

3.2.2 Preparo do solo

Do total de produtores entrevistados 50% desses realizou preparo do solo com aração e calagem, alguns relataram que fizeram até análise de solo antes da correção do solo, entretanto 25% deles não fizeram o preparo de solo e outros 25% deles, quando adquiriram a propriedade, esta já tinha um bananal instalado, não sabendo informar se houve ou não preparo de solo antes da implantação da cultura. Quanto ao manejo nutricional, 62,5% dos entrevistados realizam adubação regular no bananal.

Este baixo nível tecnológico adotado pelos produtores do Município de Araguatins é um retrato do que ocorre em nível nacional. Segundo Moreira et al. (2012) mesmo o Brasil tendo a maior área cultivada, a produtividade média nacional é bem menor, por causa, principalmente, do baixo uso de fertilizantes e corretivos aliado ao uso de técnicas inadequadas de manejo e pós-colheita.

3.2.3 Origem das mudas

Constatou-se que 25% dos produtores continuaram a atividade da bananicultura iniciada por outro produtor, ou seja, quando compraram a propriedade já existia um bananal instalado. Outros 25% compraram mudas de empresas certificadas, porém não souberam informar o nome do fornecedor, e 50% deles adquiriram as mudas em outro bananal, não certificado.

De acordo com Pereira et al. (2012), a muda é um dos fatores mais críticos na bananicultura e sua qualidade irá se refletir não apenas na produtividade do bananal durante seu ciclo produtivo, mas, reflete também na longevidade da plantação. Por meio das mudas, diversas pragas e doenças podem ser transmitidos para áreas isentas, onerando substancialmente os custos de produção, e, no caso do mal-do-panamá (*Fusarium oxysporum*) e moko (*R. solanacearum*), podem inviabilizar todo o plantio.

3.2.4 Assistência Técnica

Metade dos produtores declararam não receber assistência técnica e apontaram esse fato como uma das principais dificuldades encontradas no cultivo da bananeira no Município de Araguatins.

Lima (2016) em diagnóstico com produtores de abacaxi no Município de Araguatins, confirma esta dificuldade de acesso a assistência técnica, sendo que 65% dos produtores afirmaram não receber nenhuma assistência técnica, ou seja, administrando a propriedade de maneira pouco eficiente.

A carência de assistência técnica e extensão rural (Ater) foi evidenciada durante a 2ª Conferência Estadual de Assistência Técnica e Extensão Rural do Tocantins, realizada no primeiro semestre de 2016, na qual muitos desafios foram relatados, destacando-se a descontinuidade na implementação de algumas políticas e reestruturação do Ruraltins (CNATER, 2016).

3.3 Características da atividade

3.3.1 Principais dificuldades enfrentadas

Metade dos produtores declararam ter o apoio de no máximo duas pessoas nas atividades do bananal que geralmente é a esposa e um filho. A região do Bico do Papagaio tocantinense é caracterizada pela predominância da agricultura e pecuária como fonte de renda e também como geradora de crescimento local, sendo esta atividade, em boa parte, do tipo familiar (CARVALHO et al., 2017).

A bananicultura tem sido uma atividade desenvolvida com a ajuda de toda família, porém 37,5% dos produtores ainda reclamam de pouca mão de obra. Aproximadamente 25% declaram não sentir dificuldade no desenvolvimento da atividade, enquanto os outros 37,5% ainda reclamam da falta de assistência técnica e falta de estrutura física para a manutenção do bananal (Figura 9).

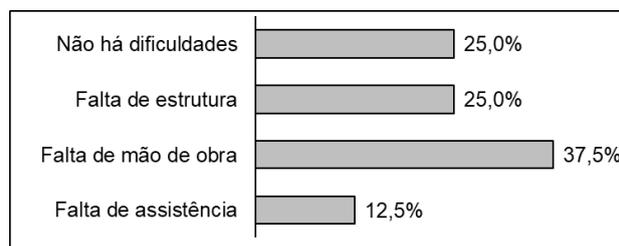


Figura 3: Principais dificuldades enfrentadas pelos produtores para a manutenção da produção de bananas.

3.3.2 Propagação de mudas e consórcio

A propagação de mudas de bananeira abre um leque de opções aos produtores, desde as mais tecnificadas as mais rústicas e usuais. Atualmente as mudas micropropagadas apresentam vantagem sobre as convencionais, pelo fato de seu cultivo em meio artificial, protegê-las de possíveis pragas e doenças que possam acometer o bananal e causar sérios prejuízos (SOUZA et al., 2017)

O método mais utilizado entre a maioria dos produtores (87%) é o método convencional, esse é um método de baixo custo e mais acessível ao produtor, mas pode está expondo o mesmo a grandes riscos de estar propagando também doenças.

Apenas 12,5% dos produtores não utiliza o método convencional, mas decidiu investir em mudas micropropagadas.

O produtor pode optar por uma série de tipos de mudas de bananeira, sejam elas convencionais, sejam de cultivo de tecidos produzidos em laboratório. Independentemente do tipo, o agricultor precisa levar em consideração, ao optar por determinada muda, o seu custo, tanto de compra como de transporte, e principalmente a qualidade dela e a disponibilidade na quantidade desejada em época adequada para o plantio (PEREIRA et al., 2012).

O consórcio de banana com outra cultura pode ser uma boa opção, principalmente no início da atividade, tendo em vista que a princípio a bananicultura não vai ter retorno rápido, uma outra cultura de ciclo mais curto pode ser uma alternativa para gerar lucro durante esse período. No Município de Araguatins alguns produtores desfrutam desse sistema de cultivo, aqui representado por 50% dos produtores entrevistados. Estes consorciaram a banana com mamão, abóbora, macaxeira, açai e cupuaçu.

Neste contexto, segundo Teixeira e Rocha (2012), o uso do consórcio envolvendo a cultura da bananeira permite que sejam obtidas outras fontes de alimento tanto para consumo pelo produtor como para venda, possibilitando, ainda, uma exploração mais intensiva da propriedade e a complementação da dieta alimentar da família, além da agregação de valor à cultura principal. Portanto, o bananicultor pode obter bons resultados com esse sistema de cultivo.

3.4 Perfil do bananal

3.4.1 Tamanho da área e variedades produzidas

A área destinada ao plantio da cultura da banana nas propriedades visitadas variou bastante, sendo que 50% dos produtores têm uma área menor ou igual a 1,0 hectare, aproximadamente 25% disponibiliza uma área superior a 4,0 hectares para produção, enquanto que 25% utilizam uma área compreendida entre 3,0 a 4,0 hectares (Figura 4).

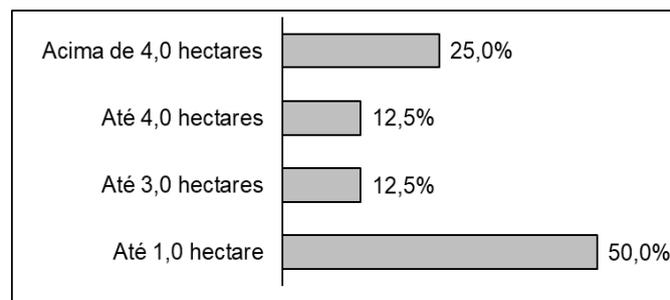


Figura 4: Tamanho da área destinada ao cultivo de bananeira.

No mercado araguatинense a variedade mais procurada e conseqüentemente mais produzida é a variedade prata, partindo dela seus híbridos como a pacovan e outras. Dos 100% dos produtores entrevistados produzem banana prata, seguida pela banana murici, dentro da culinária brasileira ela é consumida tanto *in natura* quanto cozida. A banana comprida ocupa o terceiro lugar de produção, junto com alguns híbridos da banana maçã, sendo consumida, preferencialmente, frita pela maioria dos consumidores (Figura 5).



Figura 5: Percentual de variedades de bananas produzidas nas propriedades visitadas.

O mercado consumidor é quem escolhe qual variedade de banana produzir, pois uma vez que uma variedade indesejada é introduzida ao mercado essa pode acarretar o desvio do próprio consumidor. Outro pólo que tem poder de escolha é a indústria, local que recebe uma pequena parte do que é produzido no Brasil para processar e mais uma vez esperar que chegue à mesa do consumidor. (SILVA et al., 2017).

3.4.3 Sanidade da cultura

Mesmo sabendo da agressividade das principais doenças da bananeira os produtores ainda tem pouco conhecimento sobre as mesmas. De acordo com a figura 6, pode-se observar que 50% dos entrevistados afirmaram que o pomar estava livre de qualquer tipo de doença, 25% afirmaram ter sinais de sigatoka negra, 12,5% sigatoka amarela e 12,5% afirmou que perdeu parte do bananal devido a incidência do mal-do-panamá.

Segundo Pereira et al. (2012), apesar da produção de banana na região Amazônica ocupar um lugar de destaque no cenário nacional, a produtividade dos bananais é extremamente baixa. Na grande maioria dos bananais o manejo adotado, sob todos os aspectos, é inadequado, refletindo baixa produtividade, em torno de 10 t ha⁻¹ a 12 t ha⁻¹. Além dos problemas fitotécnicos, uma das grandes limitações, é a incidência de pragas e doenças altamente devastadoras. No entanto, com a adoção de tecnologias, é possível conviver com as doenças da bananeira e manter a sustentabilidade da cadeia produtiva da banana na Amazônia.

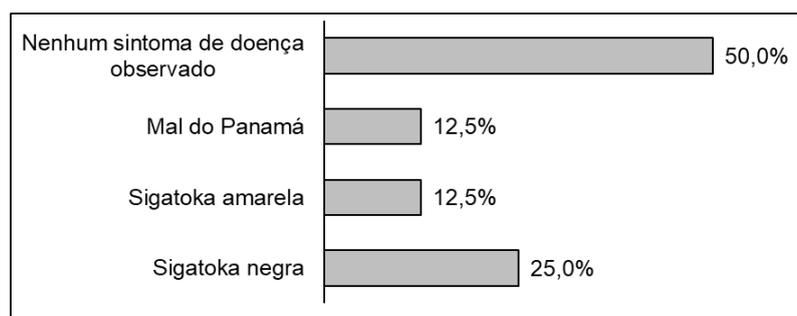


Figura 6: Principais doenças nos bananais observadas pelos produtores.

4. CONCLUSÕES

Apesar de todo potencial e espaço para a produção, ainda é incipiente a produção de banana no município, obrigando os comerciantes a comprar o produto de outras regiões;

A produção é dispersa no território, sem constituir polos de produção estruturados e com cooperação entre os elos da cadeia (princípio para formação de arranjos produtivos locais);

Carência de assistência técnica que impede o desenvolvimento de um arranjo produtivo local sustentável.

REFERÊNCIAS

BRASIL, **Desenvolvimento Regional Sustentável** - Série cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas, Fruticultura -Banana, v. 3, Brasília set, 2010.

CARVALHO, F. L. de C.; BARBOSA JÚNIOR, L. B.; ARAÚJO, N. B. P.; ANDRADE, J. C. S. de; VERAS, F. H. C.; CARVALHO, M. L. de C.; SIMONETTI, E. R. de S. **Análise dos fatores agroeconômicos e sociais dos agricultores do projeto de assentamento boa sorte município de Araguatins-To**. XVI ERA Nordeste. CECA/UFAL – Rio Largo AL. maio 2017.

CNATER - Conferência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar e na Reforma Agrária. **Tocantins evidencia desafios para a política de Ater no estado**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.cnater.gov.br/cnater/?q=noticias/tocantins-evidencia-desafios-para-pol%C3%ADtica-de-ater-no-estado>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

FILGUEIRAS, G. C.; HOMMA, A. K. O. A produção de banana na Região Norte. In: GASPAROTO, L.; PEREIRA, J. C. R. **A cultura da bananeira na região Norte do Brasil**. Brasília, DF. EMBRAPA. 2 ed. 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Sidra** (Sistema IBGE de Recuperação Automática), 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 03 jan. 2018.

LIMA, S. J. de. Agricultura familiar no Tocantins: Um estudo de caso no assentamento Marília em Colméia. **VII CONNEPI** ISBN 798-85-62830-0-5. Palmas, TO, 21 de out. 2012

MOREIRA, A.; BORGES, A. L.; ARRUDA, M. R. de; PEREIRA, J. C. R. Nutrição e adubação de bananais cultivados na região Amazônica. In: GASPAROTO, L.; PEREIRA, J. C. R. **A cultura da bananeira na região Norte do Brasil**. Brasília, DF. EMBRAPA. 2 ed. 2012.

PEREIRA, J. C. R.; GASPAROTTO, L.; BENCHIMOL, R. L. Doenças da bananeira. In: GASPAROTO, L.; PEREIRA, J. C. R. **A cultura da bananeira na Região Norte do Brasil**. Brasília, DF. EMBRAPA. 2 ed. 2012.

PEREIRA, M. C. T.; et. al., Crescimento e produção do primeiro ciclo da bananeira 'Prata Anã' (AAB) em sete espaçamentos, **Pesquisa Agropecuária Brasil**, Brasília, v.35, n.7, p.1377-1387, jul. 2000

SEAB-PR - Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. **Fruticultura. Departamento de Economia Rural. 2015.** Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2014_15.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2018.

SEPLAN-TO - Secretaria do Planejamento e Orçamento do Tocantins. **Diagnóstico do Agronegócio: Visão estratégica do agronegócio no Tocantins.** SEPLAN/FAPTO. Palmas. 2016.

SILVA, S. de O. e; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; CORDEIRO, Z. J. M. **Variedades Tradicionais.** Disponível em :<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Livro_Banana_Cap_4ID-F7QzQ9c5WB.pdf> acesso em: 28 dez 2017

SOUZA, A. da S.; CORDEIRO, Z. J. M.; TRINDADE, A. V. **Produção de mudas.** Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_2328.pdf> acesso em 29 dez 2017

TEIXEIRA, P. C.; ROCHA, R. N. C.. Cultivos consorciados com bananeira. In: GASPAROTO, L.; PEREIRA, J. C. R. **A cultura da bananeira na região Norte do Brasil.** Brasília, DF. EMBRAPA. 2 ed. 2012.

EFEITOS DE COBERTURA COMESTÍVEL À BASE DE *Chlorella* sp. NA QUALIDADE DE FRUTOS DE GOIABA

Thais Batista de Queiroga^{1*}, Elny Alves Onias¹, Adriana da Silva Santos¹, Maiara Tatiane Lima Silva², Luana Aquino Santos², Whesley Silva de Moraes¹, Jackson Teixeira Lobo¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, 8e-mail: thaisqueirogah@gmail.com

²Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF/CCA, Petrolina-PE

RESUMO

Devido à procura cada vez mais crescente de produtos frescos pela população mundial, novas formas de conservação, como o uso de recobrimentos comestíveis tem sido estudada, sendo uma opção para manter a qualidade dos alimentos. Neste sentido objetivou-se avaliar o efeito de biofilme a base da microalga *Chlorella* sp., sob concentrações e aplicações diferentes, na conservação pós-colheita de goiaba (*Psidium guajava* L., cv. Paluma) armazenada sob condição ambiente. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2 x 3, sendo dois diferentes métodos de aplicação, aspersão e imersão, e três concentrações do biofilme (0%, 1%, 2%), com 12 repetições. O método de aplicação por imersão a 2% foi eficiente em manter as reações metabólicas dos frutos, expresso pela acidez. Quanto a cor, a concentração de 2% do biofilme foram eficazes sobre a luminosidade (L*) dos frutos, a qual obteve valores baixos e também sobre o retardo do desenvolvimento da cor, expresso pelos valores de h*, a*.

PALAVRAS-CHAVE: *Psidium guajava* L., microalga, conservação pós-colheita.

1. INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) da família *Myrtaceae* oriunda da América tropical, provavelmente, da região entre o sul do México e o norte da América do Sul, é uma espécie amplamente distribuída por regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo (GONÇALVES et al., 2016). É uma fruta com importante qualidade nutricional, sendo rica em fósforo, vitaminas A, B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e C (ácido ascórbico) e as goiabas vermelhas são fontes de licopeno (GILL, 2016).

Por se tratar de um fruto climatérico, que é caracterizado pelo aumento da taxa respiratória, produção autocatalítica de etileno e alterações sensoriais que ocorrem durante o seu amadurecimento, tais como sabor, cor, produção de compostos voláteis aromáticos e amaciamento, entra em senescência durante o armazenamento, o que acarreta em uma vida útil máxima de oito dias a temperatura ambiente (PEREIRA et al., 2006; VISHWASRAO; ANANTHANARAYAN, 2016).

Diante dessa limitação, há a necessidade da adoção de técnicas que mantenham e prolonguem a vida útil da goiaba *in natura* (HONG et al., 2012). Os recobrimentos comestíveis são considerados uma tecnologia ecologicamente correta, que se destacam pela simplicidade e eficiência na preservação das características sensoriais e nutricionais, atuando principalmente como barreira a gases e vapor de água, modificando a atmosfera interna dos frutos, diminuindo a degradação e aumentando a vida de prateleira dos mesmos (LUVIELMO; LAMAS, 2012).

O uso de revestimentos à base de microalgas tem sido estudado em frutas tropicais como manga (OLIVEIRA et al., 2018), goiaba (ONIAS et al., 2018) e mamão (TEODOSIO et al., 2018). As microalgas podem ser usadas para complementar o valor nutricional de frutas e prolongar a vida útil devido ao seu equilíbrio na bioquímica, incluindo fibras e proteínas alimentares (ANYANWU et al., 2018). A *Chlorella* tem diversas aplicações na área agrônômica. Por este motivo, tem sido amplamente estudadas novas linhas de pesquisa, como o desenvolvimento de biofilmes estruturais, para revestimento de frutos na fase de pós-colheita.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito de biofilme a base da microalga *Chlorella* sp., sob concentrações e aplicações diferentes, na conservação pós-colheita de goiaba (*Psidium guajava* L., cv. Paluma) armazenada sob condição ambiente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA). As goiabas utilizadas no experimento foram adquiridas de pomar localizado nas várzeas de Sousa – PB.

A aquisição dos frutos foi realizada no período da manhã, sendo realizada uma prévia seleção no campo, evitando-se os frutos que apresentavam sintomas de alguma doença, presença de patógenos, ou algum dano mecânico. Em seguida, foram acondicionados em camada única, em contentores (caixas plásticas com dimensões externas de 31 x 36 x 56 cm) previamente revestidos com papel para minimizar o impacto e o atrito entre eles. Ao chegarem no laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças, os frutos foram reselectionados quanto à uniformidade de tamanho e cor, descartando aqueles com defeitos ou injúrias aparentes devido ao transporte.

Os frutos foram higienizados com água corrente, em seguida, imersos por 20 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm de cloro ativo, e após isso, enxaguados com água destilada e secos ao ar. A instalação do experimento deu-se em delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2 x 3, onde, foram dois métodos de aplicação utilizados, aspersão e imersão, e três concentrações de *Chlorella* sp. (0%, 1%, e 2%). Com 12 repetições.

Para o tratamento com aspersão utilizou-se:

T0: 0% (Testemunha, sem biofilme); T1: 1% do concentrado do biofilme de *Chlorella* sp; T2: 2% do concentrado do biofilme de *Chlorella* sp. Para a aspersão a 1%, foi diluído 10g de *Chlorella* sp. para 1 L de água, a 2%, 20g de *Chlorella* sp. para 1 L, em seguida foi feita a aspersão no fruto até o ponto de escorrimento.

Para a imersão: T3: 0%; T4: 1%; T5: 2%.

Para a imersão a 1%, utilizou-se 100 g de *Chlorella* sp diluídos em 10 L de água, a 2% foi diluído 200g de *Chlorella* sp nos 10 L de água, em seguida os frutos foram imersos na solução por 20 minutos.

Após receber os devidos tratamentos com o biofilme a base de *Chlorella* sp., os frutos permaneceram acondicionados em sala climatizada a 24 °C e 72% ± 5% UR por 6 dias. Após esse período, os frutos foram processados em centrífuga doméstica e então, analisados quanto:

Cor - Foi obtida através da análise com uso de colorímetro digital. As leituras foram obtidas no módulo L*, a*, b*, conforme o Sistema de Cores CIE 1976.

Sólidos Solúveis – SS (%): Determinado no suco por meio de leitura direta em refratômetro digital (AOAC, 2006).

Acidez Titulável – AT (% de ácido cítrico): Determinada conforme IAL(2008).

Potencial Hidrogeniônico - pH: Determinado por leitura direta na polpa homogeneizada por meio de pHmetro digital de bancada, conforme IAL (2008).

Açúcares Totais (%): Determinado pelo método de antrona, segundo procedimento descrito por Yemn & Willis (1954).

Carotenoides (µg/g): A determinação de carotenoides totais foi efetuada de acordo com Higby (1962), utilizando solução extratora de álcool isopropílico hexano (3:1).

Os dados foram submetidos à Análise de Variância ANOVA significativo a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste F, ao teste de comparação de médias (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade, e a gráficos de regressão, utilizando-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o teste de médias, a variável físico-química avaliada que apresentou efeito significativo na aplicação do biofilme foi a acidez titulável, no pH e teor de carotenoides não foram observadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 1).

Em relação à acidez titulável, apenas na concentração a 2% houve diferenças entre os métodos de aplicação, obtendo maior média no método de imersão, sendo de acordo com o baixo valor de pH nesse mesmo método e concentração. De modo geral, espera-se que os valores para acidez diminuam com o amadurecimento do fruto devido ao comportamento decorrente do consumo dos ácidos orgânicos no processo respiratório, contudo, essa elevação demonstra que o biofilme promoveu uma redução no metabolismo dos frutos.

Tabela 1. Variáveis físico-químicas avaliadas sob o efeito de métodos de aplicação de *Chlorella* sp. em diferentes concentrações aplicadas sob o biofilme de goiabas ‘Paluma’, aos 6 dias de armazenamento sob condições ambiente (24 ± 2 °C e 72 ± 5 % UR).

Concentração	0%		1%		2%	
	Aspersão	Imersão	Aspersão	Imersão	Aspersão	Imersão
pH						
	3,68a	3,82a	3,86a	3,73a	3,87a	3,73a
Carotenoides ($\mu\text{g/g}$)						
	1,01b	1,99a	0,99a	1,04a	1,28a	0,70a
Acidez Titulável (AT, %)						
	0,74a	0,78a	0,71a	0,80a	0,76b	0,91a

Médias seguidas pela mesma letra entre linhas e colunas, não diferem significativamente pelo Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O teor de carotenoides não apresentou diferenças significativas entre as concentrações 1% e 2% de *Chlorella* sp. nos dois métodos de aplicação, porém o método de imersão apresentou a concentração a 2% como a mais efetiva para o teor de carotenoides, diferentemente do observado para aspersão, que mostrou maiores valores para essa característica, valores elevados estão presentes em frutos maduros, portanto os resultados demonstram que o biofilme controlou o amadurecimento dos frutos.

Quanto as variáveis de cor analisadas sob o efeito de diferentes métodos de aplicação e diferentes concentrações, foram verificadas diferenças significativas para L^* , a^* , h^* (Tabela 2). Para a luminosidade (L^*), observou-se diferença significativa na concentração a 2%, com o método de imersão, obtendo menor valor, indicando frutos mais escuros, sugerindo que o biofilme tenha retardado o metabolismo dos frutos, devido a sua melhor aderência no método de imersão.

A cromaticidade a^* diferiu entre os métodos de aplicação, nas concentrações de 1% com menor valor em aspersão, e em 2% com menor valor em imersão. O método de imersão a 2% foi considerado o mais eficiente, mantendo os menores valores, indicando que os frutos tenderam a coloração mais verde em relação aos demais, provavelmente a aderência do biofilme dificultou as trocas gasosas.

Para o ângulo de cor (h^*), mesmo com a pequena oscilação entre valores, a diferença entre os métodos ocorreu na concentração a 2%, o método por imersão foi o que obteve o menor ângulo de cor, onde a cor dos frutos evoluiu mais lentamente do amarelo para o vermelho, sugerindo que o biofilme tenha sido eficiente em manter a conservação dos frutos.

Tabela 2. Variáveis de cor avaliadas sob o efeito de métodos de aplicação de *Chlorella* sp. em diferentes concentrações aplicadas sob o biofilme de goiabas ‘Paluma’, aos 6 dias de armazenamento sob condições ambiente (24 ± 2 °C e 72 ± 5 % UR).

Concentração	0%		1%		2%	
Método	Aspersão	Imersão	Aspersão	Imersão	Aspersão	Imersão
	L*					
	69,95a	67,94a	69,66a	69,98a	70,90a	66,34b
	a*					
	-1,836a	-3,771a	-4,172b	-0,415a	-1,413a	-6,367b
	h*					
	86,41a	85,58a	85,27a	86,50a	87,01a	82,71b

Médias seguidas pela mesma letra entre linhas e colunas, não diferem significativamente pelo Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Embora tenha ocorrido pequena oscilação de valores, nota-se que em ambos os métodos de aplicação, os maiores valores pra acidez foram os que receberam o biofilme na concentração a 2% (Tratamento 2 e 5). Sendo o método de imersão o que se mostrou mais eficiente, mantendo os frutos com a acidez mais elevada e portanto tendo influenciado no metabolismo.

Costa et al. (2017), avaliando a aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de goiabas, observaram que apenas o revestimento a base de gelatina apresentou efeito significativo quanto a acidez. Já para Bessa et al. (2015), houve aumento na acidez de goiabas tratadas com filme de amido e amido/zeólita, também apresentando crescentes concentrações de acidez titulável.

Segundo Santana (2015), geralmente na maioria das espécies a acidez titulável tende a diminuir conforme o fruto amadurece, embora, ao que parece não é isso que ocorre com a goiaba, curiosamente, a acidez titulável desta espécie tende a se elevar ou pelo menos manter-se estável após a colheita. Isso ocorre provavelmente devido à interferência da grande quantidade de ácido ascórbico verificada na goiaba (CERQUEIRA et al., 2011), que sendo acumulado durante o amadurecimento do fruto compensaria, de certa forma, a redução na acidez titulável.

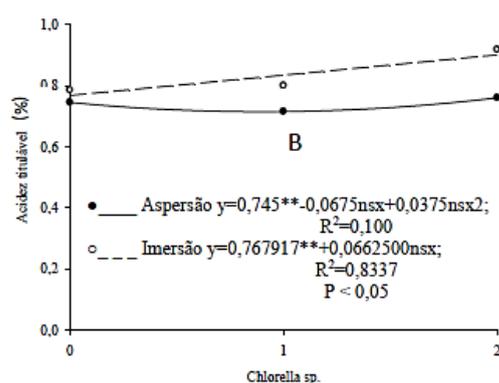


Figura 3. Acidez titulável de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de *Chlorella* sp. em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação.

Em relação às variáveis de cor do fruto, observou-se que o parâmetro luminosidade (L*) pouco variou entre os tratamentos, principalmente em relação ao método de aspersão. Praticamente não houve diferenças entre os métodos nos Tratamentos 1 e 4, onde foram verificados valores de 69,66 e 69,98, respectivamente, a luminosidade só foi afetada nas concentrações de *Chlorella* sp.

2%. Sendo que o Tratamento 2 para aspensão (*Chlorella* sp. 2%) foi o que constatou maiores valores para L*. Já no método de imersão, o aumento na luminosidade foi observado no Tratamento 4 (*Chlorella* sp. 1%), e logo em seguida houve um decréscimo no Tratamento 5 (*Chlorella* sp. 2%), sendo este o menor valor. Sendo assim, observa-se que o método de aplicação do biofilme pode ter influência na luminosidade, o decréscimo ocorrido indica um escurecimento, constatando que a aplicação por imersão cobre maior parte da área do fruto, certamente o atrito na aplicação é menor, havendo maior uniformidade na aplicação (Figura 2).

Santana (2015), verificou no início do armazenamento de goiabas ‘Paluma’ e ‘Cortibel’ que a luminosidade era da ordem de 55 a 60 e atingiu valores entre 70 e 72 aos 6 dias após a colheita. Valores semelhantes aos encontrados neste trabalho, que aos 6 dias atingiu valores de 70,90 (Tratamento 2).

Aguiar et al. (2015) avaliando caracterização física e química de frutos de goiabeira, no que diz respeito às variáveis descritoras da cor, para a luminosidade que se refere ao brilho dos frutos, observou-se média de 71,69.

Os valores de luminosidade se alteram conforme os frutos amadurecem e sua cor verde-escura passa a um amarelo-claro, o que eleva o brilho e a reflexão da luz sobre a casca, com consequente aumento do parâmetro de luminosidade (SANTANA, 2015).

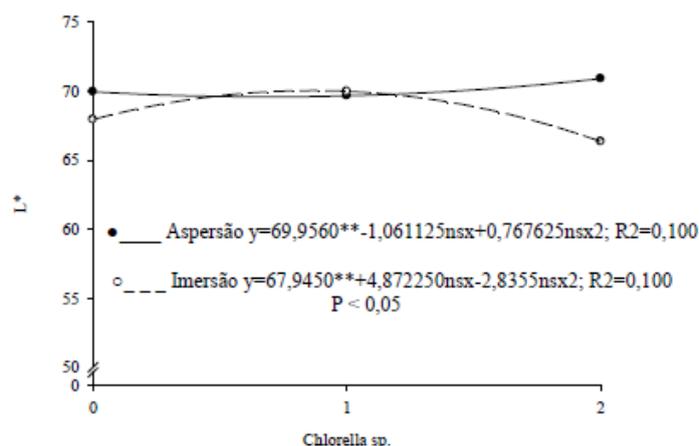


Figura 4: Luminosidade L* de goiaba ‘Paluma’ sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação.

Os valores da cromaticidade a*, apresentaram resultados opostos em todos os tratamentos, nas concentrações de *Chlorella* sp. a 0%, 1% e 2%. Os Tratamentos 2 e 4, mostram valores tendendo ao a* positivo, que indicam a coloração vermelha, e o Tratamento 5, apresentou valores mais baixos, indicando frutos mais verdes (Figura 3). Observa-se que o método de aplicação por imersão com a concentração do biofilme a 2% foi o que melhor retardou a passagem do verde para o vermelho dos frutos.

Resultados inferiores aos encontrados neste trabalho foram reportados por Santana (2015), a cromaticidade a* da casca da ‘Paluma’ foi de -6,9, enquanto na ‘Cortibel’ esse parâmetro de cor foi de -16,00, sendo assim, os autores concluíram que a ‘Paluma’ mostrou uma evolução de cor mais rápida que a ‘Cortibel’.

Para Pinheiro (2012), nos valores de a* para frutas tratadas e armazenadas a 24°C houve uma variação, resultando na inconstância da cor nos tratamentos aplicados, entretanto foi concluído que para goiabas revestidas com cera e associadas a ácido sórbico não foi encontrada nenhuma relação

direta relacionada à contribuição do antimicrobiano na manutenção da cor, pode-se então atribuir este resultado a uma melhor adesão do revestimento.

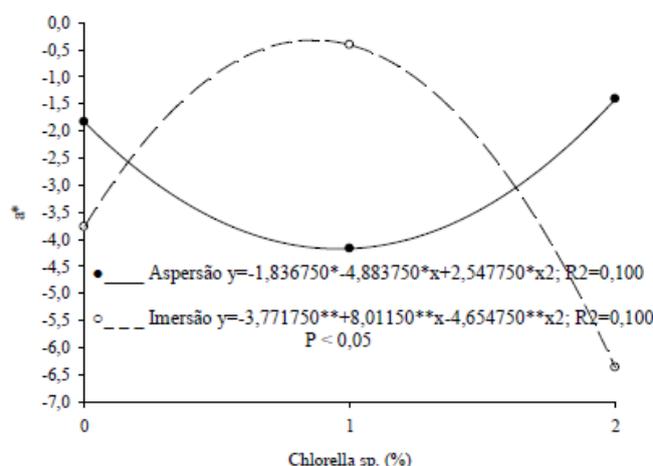


Figura 5. Cromaticidade a^* de goiaba 'Paluma' sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação.

O Ângulo de cor hue da casca, pouco variou, obteve um maior distanciamento de valores apenas nas concentrações a 2% do biofilme, tanto para o método de aplicação por aspersão quanto imersão. Uma pequena redução foi observada na concentração de *Chlorella* sp. a 2%, para imersão, com o valor de $82,71^{\circ}h$. Essa variação indica uma coloração amarelada, porém com menores valores do que os demais tratamentos, (Tratamento 5) (Figura 4), indicando melhor aderência do biofilme no método de aplicação por imersão e consequentemente retardado no seu amadurecimento, expresso pela menor variação de cor das goiabas. Geralmente, os valores de ângulo hue próximos a 90° representam coloração mais amarelada e à medida que os valores se distanciam e se aproximam de 0° , a coloração do fruto torna-se mais alaranjada indicando que ocorreu o amadurecimento (AGUIAR et al., 2015).

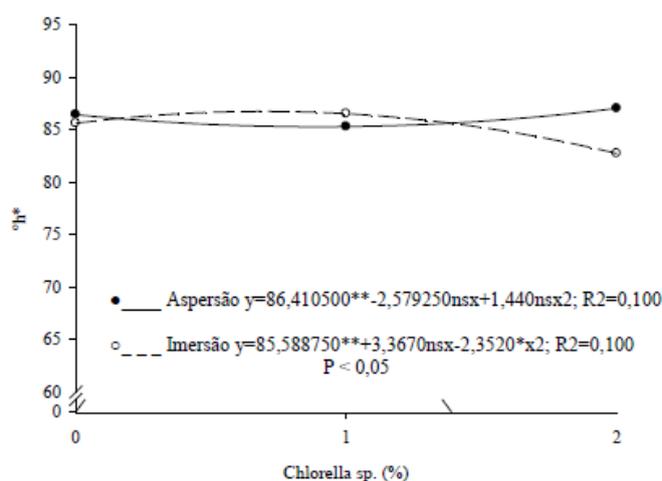


Figura 6. Ângulo de cor h^* (hue) de goiaba 'Paluma' sob aplicação de biofilme à base de alga *Chlorella* sp., em diferentes concentrações e dois métodos de aplicação.

Segundo Pinheiro (2012), avaliando revestimentos de cera de carnaúba em caju e goiaba, verificou que a tonalidade das goiabas armazenadas a $10^{\circ}C$ permaneceram praticamente inalteradas até o 16º dia de armazenamento. A partir deste tempo verificou-se um decréscimo, ficando os valores das tonalidades entre 60° e 80° posicionados assim no eixo +b, indicando a cor amarela. Para Santana

(2015), o ângulo de cor *hue* da casca diferiu entre as cultivares (Paluma e Cortibel) quando os frutos atingiram dois dias de armazenamento após a colheita, com a goiaba ‘Paluma’ apresentando ângulo *hue* de 100,6° h, menor ($P < 0,05$) que 110,1° h registrado para a ‘Cortibel’. Essa diferença entre as cultivares indica uma coloração mais amarelada para a ‘Paluma’ já a partir do segundo dia após a colheita.

As modificações na coloração das frutas com o amadurecimento são devidas a processos degradativos como, por exemplo, a degradação da clorofila ou de síntese, por exemplo, de carotenoides, sendo um dos principais critérios de julgamento do seu estado de maturação e também do amadurecimento de hortaliças. É provável que a modificação da atmosfera promovida pelo recobrimento quitosano 6% sem glicerol tenha influenciado na degradação da clorofila, mantendo essas frutas mais verdes que os demais tratamentos (CERQUEIRA, 2011).

4. CONCLUSÃO

O método de aplicação por imersão a 2% foi eficiente em manter as reações metabólicas dos frutos, expresso pela acidez.

Quanto a cor, a concentração de 2% do biofilme foram eficazes sobre a luminosidade (L^*) dos frutos, a qual obteve valores baixos e também sobre o retardo do desenvolvimento da cor, expresso pelos valores de h^* , a^* .

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. S.; QUEIROZ L. G. C.; JESUS M. O.; PARAIZO E. A.; PINHEIRO, J. M. S.; FERREIRA, V. G.; MIZOBUTSI, G. P. Caracterização física e química de frutos de goiabeira produzidos no norte de Minas Gerais. **In...** 9º FEPEG, Fórum de ensino, pesquisa, extensão e gestão. Minas Gerais, setembro de 2015. Disponível em: Acesso em: 28/04/2021.
- ANYANWU, R. C.; RODRIGUEZ, C.; DURRANT, A.; OLABI, A. G. Micro-macroalgae properties and applications. **Reference Module in Materials Science and Materials Engineering**, 2018.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official methods of Analysis. 18 ed. Washington DC USA, 2006.
- BESSA, R. A.; OLIVEIRA, L. H.; ARRAES, D. A.; BATISTA, E. S.; NOGUEIRA, D. H.; SILVA, M. S.; RAMOS, P. H. E LOIOLA, A. R. Filmes de Amido e de Amido/Zeólita Aplicados no Recobrimento e Conservação de Goiaba (*Psidium guajava*). Revista Virtual de Química, 2015. Acesso em: 27/04/2021.
- CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P.; SASAKI, F. F.; ALLEONI, A. C. C. Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana. **BRAGANTIA**. v. 70, n. 1, p.216- 221, 2011.
- COSTA, L. C.; SANTOS, L. R. dos.; FRANÇA, R. de.; DAVINI, G.; SHIRAI, M. A. Aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de goiabas (*Psidium guajava* L.). **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 2, p. 16-31, 2017.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- GILL, K. S.; DHALIWAL, H. S.; MAHAJAN, B. V. C.; PALIYATH, G.; BOORA, R. S. Enhancing postharvest shelf life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Allahabad Safeda by pre-harvest application of hexanal containing aqueous formulation. **Postharvest Biology and Technology**, v.112, p.224–232, 2016.

- GONÇALVES, B. J.; MÁRCIO, T.; GIAROLA, D. O.; RESENDE, J. V. Using infrared thermography to evaluate the injuries of cold-stored guava. **Food Science and Technology**, v.53, p.1063–1070, 2016.
- HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natura and carotene – fortified orange juice. **J. Food Sci.**, v. 27, p. 42-49, 1962.
- HONG, K.; XIE, J.; ZHANG, L.; SUN, D.; GONG, D. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. **Scientia Horticulturae**, v.144, p.172–178, 2016.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo, 2008. p. 1020. Versão eletrônica.
- LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v.8, p.8–15, 2012.
- OLIVEIRA, A. M. F. de.; ROCHA, R. H. C.; GUEDES, W. A.; DIAS, G. A.; LIMA, J. F. de.; OLIVEIRA, L. M.; MORAIS, F. A. de.; Postharvest of “Tommy Atkins” Mango Submitted to Coating of *Chlorella* sp. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 225, 2018.
- ONIAS, E. A.; TEODOSIO, A. E. M. M.; BOMFIM, M. P.; ROCHA, R. H. C.; LIMA, J. F.; MEDEIROS, M. L. S. Revestimento biodegradável à base de *Spirulina platensis* na conservação pós-colheita de goiaba Paluma mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, p.849–860, 2018.
- PINHEIRO, N. M. S. – **Revestimento com cera de carnaúba incorporados de antimicrobianos em caju (*Anacardium occidentale* L) e goiaba (*Psidium guajava*)**. Viçosa, MG, 2012. 122 p. Tese (doutorado) Universidade Federal de Viçosa.
- SANTANA, D. B.; **Respiração mitocondrial e mudanças físicas e químicas na póscolheita de goiabas ‘Paluma’ e ‘Cortibel’**. 2015. 99 p. / (Mestrado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2015.
- TEODOSIO, A. E. M. M.; ROCHA, R. H. C.; LIMA, J. F.; ONIAS, E. A.; FERREIRA, A. P. N., SANTOS, B. G. F. L.; SILVA, K. G. Effect of the biodegradable coatings the base on microalgae and oil of the seed of the pomegranate in the conservation powder-crop of the papaya ‘golden’. **Journal of Agricultural Science**, v.10, p. 367-377, 2018.
- VISHWASRAO, C.; ANANTHANARAYAN, L. Postharvest shelf-life extension of pink guavas (*Psidium guajava* L.) using HPMC-based edible surface coatings. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 4, p. 1966-1974, 2016.
- YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, n. 57, p. 508-514, 1954.

ESTUDO COMPARATIVO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE LARANJA ‘PERA’ PRODUZIDA NO TOCANTINS COM FRUTOS DE OUTROS ESTADOS DO PAÍS

Railton Reis Arouche¹, Ana Paula Brasil Viana¹, Fredson Leal de Castro Carvalho^{2*}, Rayane Reis Sousa², Kaio Cesar Lima Vale², Raymara Reis Sousa³, Ruy Borges da Silva¹, Diego Alves Monteiro da Silva⁴

¹Instituto Federal do Tocantins – IFTO/Campus Araguatins, Araguatins-TO

²Universidade Federal do Tocantins – UFT/Campus Gurupi, Gurupi-TO, e-mail: fredson_tecnicoagro@hotmail.com

³Universidade de Ensino Superior do Sul do Maranhão – UNISULMA/Campus Imperatriz, Imperatriz-MA

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

RESUMO

O presente estudo tem por finalidade realizar uma caracterização comparativa dos frutos de laranja ‘Pera’ produzidos no Tocantins e frutos provenientes de outros Estados, para verificação da qualidade pós-colheita, principalmente no tocante ao nível de enverdecimento dos frutos produzidos no Tocantins. O experimento foi desenvolvido no mês de dezembro de 2017, Instituto Federal do Tocantins. A aquisição dos frutos do Estado de São Paulo (Ribeirão Preto) e do Pará (Capitão Poço) foi feita em distribuidores de frutas no município de Imperatriz – Maranhão. As laranjas provenientes do Tocantins são oriundas de um plantio experimental do IFTO - *Campus Araguatins*. As variáveis analisadas foram: coloração da casca, diâmetro longitudinal e transversal, peso do fruto, espessura da casca, rendimento de suco, quantidade de sementes, sólidos solúveis totais (°Brix), acidez total titulável em ácido cítrico, pH e ratio. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente ao acaso. Os frutos oriundos do Estado do Pará apresentaram o menor nível de enverdecimento do flavedo, com coloração amarela. Com relação as variáveis físicas biométricas da laranja ‘Pera’ proveniente das diferentes regiões, verificou-se que apenas o número de sementes e os rendimentos de suco não apresentam diferença significativa. Os dados referentes as características químicas da laranja ‘Pera’ provenientes das diferentes regiões do País apresentaram diferença significativa estatisticamente para as variáveis SST, SST/ATT e pH. As laranjas produzidas no Tocantins apresentam peso, tamanho, acidez total titulável e pH que atendem as exigências do mercado. No entanto, deve melhorar as características da coloração da casca.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrus sinensis*, Enverdecimento, Índice de cor.

1. INTRODUÇÃO

Originárias de regiões tropicais do Continente Asiático e do Arquipélago Malaio, a laranja foi trazida para o Brasil nas primeiras expedições para colonização, provavelmente no território onde hoje se situa o Estado da Bahia (CEASA-CAMPINAS, 2017).

Contemporaneamente, o Brasil é o maior produtor mundial de citros e também está em primeiro em exportação de suco concentrado de laranja, sendo esse o principal produto do complexo agroindustrial da citricultura brasileira. Entre as espécies frutíferas, a laranja é o cultivo mais importante do Brasil (FERNANDES, 2010). Segundo o IBGE (2017) a produção de laranja em 2017 foi de 18.666.928 toneladas com uma produtividade média de 29,6 t ha⁻¹.

O estado São Paulo abriga o maior cultivo citrícola, sendo considerado um dos maiores do mundo (GRIZOTTO et al., 2012). Logo, o fortalecimento desse setor precisa cada dia mais ser aprimorado, para que a produção aumente a cada safra. O estado de São Paulo produziu no ano de 2017, 17.300.000 toneladas de laranja o que corresponde a 77% da produção nacional (IBGE, 2017).

Na Região Norte, o Estado do Pará é maior produtor de laranja com uma produção de 237.045 toneladas em 2017, representando 67% do total produzido na Região Norte (IBGE, 2017). No Pará,

destaca-se a microrregião Guamá, em particular os municípios de Capitão Poço, Ourém e Irituia, que detêm quase toda a população citrícola do estado (RIBEIRO et al., 2006).

Segundo o IBGE (2017), o Tocantins ocupa a última posição no ranking de produção na Região Norte (1.812 t), porém apresenta bons níveis de produtividade (14 t ha⁻¹). Além disso, os frutos têm qualidade superior (°Brix e rendimento de suco) quando comparado aos frutos produzidos em outras regiões do País. O único aspecto negativo na qualidade pós-colheita dos frutos produzidos no Tocantins, é o elevado nível de enverdecimento da casca, o que afeta a qualidade e aceitação por parte do consumidor.

Neste sentido, o presente estudo tem por finalidade realizar uma caracterização comparativa dos frutos de laranja ‘Pera’ produzidos no Tocantins e frutos provenientes de outros Estados (São Paulo e Pará) para verificação da qualidade pós-colheita, principalmente no tocante ao nível de enverdecimento dos frutos produzidos no Tocantins. Os resultados desta pesquisa embasarão estudos futuros para o tratamento de desverdecimento destes frutos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no mês de dezembro de 2017, no Laboratório de Química do IFTO Campus Araguatins, localizado no povoado Santa Tereza, km 05, município de Araguatins – Tocantins. Foram utilizados frutos de laranja ‘Pera’, provenientes do Estado de São Paulo, Pará e Tocantins.

A aquisição dos frutos do Estado de São Paulo (Ribeirão Preto) e do Pará (Capitão Poço) foi feita em distribuidores de frutas do Mercadinho, localizado no Município de Imperatriz – Maranhão. Os frutos chegam no distribuidor, em caminhões protegidos com lona e levam aproximadamente de 2 a 3 dias, desde a sua colheita. Os distribuidores fazem uma seleção inicial dos frutos e aplicam um tratamento com ceras para aumentar a vida de prateleira do produto.

As laranjas provenientes do Tocantins são oriundas de um plantio experimental localizado no IFTO/Campus Araguatins, sob as coordenadas geográficas 5°39’05” S e 48°04’34” W. O clima da região é do tipo Aw (quente e seco), segundo a classificação de Köppen (LIMA et al., 2000).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente ao acaso, avaliando-se como tratamentos os frutos de laranja ‘Pera’ provenientes dos Estados de São Paulo (T-1), Pará (T-2) e Tocantins (T-3). Para avaliação dos tratamentos, foram utilizadas amostras aleatórias com cinco repetições, sendo a parcela constituída de 4 frutos, totalizando em 20 frutos por tratamento (Figura 1).

As variáveis analisadas foram:

Coloração da casca: O índice de cor é um método de avaliação para identificar a coloração da casca de frutos. No presente estudo adotou-se a escala do índice de cor proposta por Spósito et al. (2006). O valor quanto mais negativo é indicativo de cores mais esverdeadas, quando positivo cores alaranjadas e quando próximo de zero representa a cor amarela (Figura 2).



Figura 1: Frutos dispostos em bancada para a realização das análises físico-químicas.

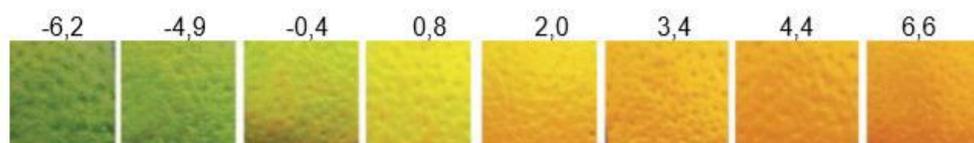


Figura 2: Escala da graduação do índice de cor proposto Spósito et al. (2006).

Diâmetro transversal e longitudinal: as mensurações do diâmetro transversal e longitudinal dos frutos da laranja foram obtidas com ajuda de um paquímetro digital, sendo que todas as medidas tiveram seus resultados em milímetros (mm).

Peso do fruto: obtida com auxílio de uma balança de precisão centesimal 0,01g, com capacidade para pesar até 5000g. Os resultados foram obtidos com unidade padrão em gramas (g)

Espessura da casca: realizou-se um corte na parte superior do fruto, e com o auxílio de um paquímetro digital foi feita a determinação da espessura da casca em milímetros, conforme metodologia descrita por Pereira (2014).

Rendimento de suco: com auxílio de um espremedor industrial, as laranjas foram espremidas para obtenção do suco. O rendimento de suco foi calculado por meio da fórmula: % de suco = $\frac{PS}{PF} \times 100$, Onde: PS = peso do suco (g) e PF = peso do fruto (g)

Quantidade de Sementes: após a extração do suco, as sementes foram separadas e contadas para determinação do número de sementes.

Sólidos Solúveis Totais (°Brix): foram feitas leituras diretas com auxílio de um refratômetro, pingando-se uma gota do suco no prisma e realizando-se a leitura do teor de sólidos solúveis totais.

Acidez titulável em ácido cítrico: Expressa em g de ácido orgânico (%), considerando o teor de ácido cítrico presente na amostra. Os resultados são expressos g por 100 g de amostra, conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

$$\text{ATTácido cítrico} = V \times f \times M \times PM10 \times P \times N$$

Onde: V = volume gasto na solução em ml; M = Molaridade da solução de hidróxido de sódio; P = massa da amostra em g; PM = peso molecular do ácido cítrico (192 g); n = número de hidrogênios ionizáveis (3 hidrogênios); F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio.

Ratio: o ratio foi obtido através da relação matemática entre SST (°Brix) / ATT em ácido cítrico.

pH: para determinação do potencial hidrogeniônico (pH) do suco de laranja utilizou 5 gramas do suco diluído em 50 mL de água destilada, sendo a leitura realizada em peagâmetro digital.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Coloração da casca

De acordo com a tabela 1, observou-se diferença significativa para índice de cor (IC) das laranjas ‘Pera’ oriundas das três regiões do País.

As laranjas produzidas no Tocantins apresentaram valores muito baixos (- 4,9), evidenciando frutos com casca de coloração verde, já as laranjas provenientes do Pará, apresentaram cor mais amarelada e maiores valores do IC (0,44). Os frutos oriundos de São Paulo atingiram um IC médio de -0,62, apresentando uma pequena tonalidade verde em sua casca.

Tabela 01 – Índice de cor da região equatorial de laranja ‘Pêra’ provenientes do Estado do Pará (PA), São Paulo (SP) e Tocantins (TO).

Origem dos frutos	IC	Amostra da cor
PA	0,44 c	
SP	- 0,62 b	
TO	- 4,9 a	
CV (%)	11,03	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. IC – Índice de Cor.

O elevado nível de enverdecimento das laranjas produzidas no Tocantins é decorrência do tipo climático da região. Segundo SEPLAN-TO (2016) o Estado apresenta altas temperaturas, com máximas que superam os 30°C e abundante número de horas de luz durante todo o ano, com média de 2.470 horas ano⁻¹.

Normalmente, a coloração verde é associada a frutos imaturos e a cor laranja ou amarela a frutos maduros. No entanto, é possível obter frutos maduros internamente e que ainda conservam a cor verde ou esverdeada da casca. Esse fato acontece principalmente nas regiões de clima mais quente e de menor amplitude térmica, onde o desenvolvimento da coloração laranja da casca durante a maturação do fruto é prejudicada pelas temperaturas mais altas (PEREIRA, 2005).

As temperaturas mais altas estimulam a conservação da clorofila existente no flavedo (parte externa da casca - epicarpo), que é responsável pela coloração verde dos frutos, enquanto temperaturas mais baixas favorece a síntese de carotenoides, responsáveis pela tonalidade amarela e laranja intensa (MARTINS, 2003).

O mercado consumidor prefere frutos mais alaranjados, porém a cor do fruto depende da zona de cultivo (quanto mais frio, mais alaranjada será o fruto). A fertilização também influencia a cor, principalmente quando há excesso de adubação nitrogenada, pois esta gera atraso na mudança de cor favorecendo o enverdecimento da fruta (CORASSARI, 2017).

No presente estudo verificou-se um moderado nível de enverdecimento dos frutos provenientes do Estado de São Paulo (Tabela 01). Segundo Neves e Lopes (2005), mesmo sob condições de clima ameno, como a do Estado de São Paulo, os frutos apresentam certo nível de enverdecimento da casca. Essa baixa qualidade visual dos frutos cítricos, somada aos problemas fitossanitários existentes, faz com que as exportações brasileiras de fruta *in natura* representem apenas 1% da produção total de laranja.

Os frutos oriundos do Estado do Pará apresentaram o menor nível de enverdecimento do flavedo, com coloração amarela. Possivelmente, estes frutos foram colhidos mais tardiamente, ou seja, em um estágio de maturação mais avançado.

Biometria de frutos

Com relação as variáveis físicas biométricas da laranja ‘Pera’ proveniente das diferentes regiões (Tabela 02), verificou-se que apenas o número de sementes e o rendimento de suco não apresentou diferença significativa.

Os frutos de laranja produzidos no Tocantins apresentam as maiores médias quanto ao peso (203 g), diâmetro transversal (69 mm), diâmetro longitudinal (68 mm) e espessura de casa (3,34 mm). Apenas para a variável diâmetro longitudinal não diferiu dos frutos provenientes do Estado de São Paulo.

Apesar do elevado nível de enverdecimento da casca dos frutos produzidos no Tocantins, fica evidente que estes apresentam um elevado padrão biométrico para a comercialização.

Os valores do peso dos frutos produzidos em São Paulo e Tocantins atingiram médias, respectivamente de 178 g e 203 g. Estes valores ultrapassam a média de 173 g, que segundo Ramalho (2015), é a média estabelecida como mínima para padrões de classificação do fruto.

O menor peso observado nas laranjas oriundas do Pará pode estar relacionado às condições climáticas (Tabela 02). Segundo Mattiuz (2007) a exposição à elevada luminosidade reduz o peso dos frutos, com consequente aumento dos teores de sólidos solúveis e a diminuição da acidez, resultando em frutas de melhor sabor.

Tabela 03 – Variáveis da biometria da laranja ‘Pera’ provenientes do Estado do Pará (PA), São Paulo (SP) e Tocantins (TO).

Regiões	Peso (g)	Diam. trans. (mm)	Diam. long. (mm)	Esp. (mm)	NS	Rend. suco (%)
PA	162 c	62 b	62 b	2,38 b	7,34 a	38,80 a

SP	178 b	61 b	66 a	2,74 b	6,08 a	45,00 a
TO	203 a	69 a	68 a	3,34 a	5,84 a	42,80 a
CV (%)	4,96	2,88	3,20	9,67	26,74	10,37

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Diam_trans. – diâmetro transversal, Diam_long. – Diâmetro longitudinal, Esp. – espessura da casca, NS – Numero de sementes, Rend_suco – Rendimento de suco.

Já os valores do diâmetro transversal (Tabela 02) das laranjas oriundas do Tocantins alcançaram médias de 69 mm recebendo a classificação de tamanho de “médio” (65 a 71 mm) segundo as normas de classificação do CEAGESP (2011). Peso e diâmetro são características que quando aparecem em maiores valores remetem a um maior rendimento de suco, qualidade apreciada por distribuidores e consumidores do fruto.

A maior espessura de casca dos frutos produzidos no Tocantins, segundo Bueno e Gasparotto (1999) pode ser explicada por altas doses de Nitrogênio e Potássio. Já o fosforo (P), ajuda na redução dessa espessura, então recomenda-se um balanceamento entre esses três nutrientes, minimizando problemas com a espessura.

Quanto ao rendimento de suco, apenas os frutos produzidos em São Paulo atingiram o valor mínimo (45%) para os padrões de comercialização estabelecidos pela CEAGESP (2011). As laranjas produzidas no Tocantins alcançaram valores próximo ao padrão estabelecido (42,8%), enquanto os frutos oriundos do Pará apresentaram valores mais distantes deste padrão.

A maior espessura de casca, dos frutos produzidos no Tocantins (3,34 mm) contribuiu para que a relação peso do fruto/peso do suco não atingisse os padrões mínimos instituídos pelo CEAGESP (2011).

Propriedades químicas da laranja ‘Pera’

Os dados referentes as características químicas da laranja ‘Pera’ provenientes das diferentes regiões do País apresentaram diferença entre os tratamentos (Tabela 03).

Tabela 03 – Variáveis químicas da laranja Pera das regiões do Pará (Capitão Poço), São Paulo (Ribeirão Preto) e Tocantins (IFTO-Araguatins).

Regiões	SST (°Brix)	ATT (em g de ácido cítrico/100ml)	Ratio	pH
PA	12,5 a	0,42 b	30,5 a	4,8 a
SP	9,3 b	0,67 a	14,0 b	4,4 b
TO	9,3 b	0,76 a	12,4 b	4,3 b
CV(%)	9,54	9,67	17,29	2,11

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. SST – Sólidos Solúveis Totais, ATT – Acidez Total Titulável, pH – Potencial Hidrogeniônico.

O teor de sólidos solúveis totais (SST), relação SST/ATT e pH apresentaram os maiores valores nos frutos oriundos do Estado do Pará, diferindo estatisticamente dos valores encontrados para os frutos produzidos em São Paulo e Tocantins.

De acordo com a tabela 03 as laranjas provenientes do Estado do Pará apresentaram valores médios de SST de 12,5°Brix e segundo os padrões estabelecidos pelo CEAGESP (2011) determinam que os frutos da variedade ‘Pera’ devem apresentar no mínimo de 10°Brix. O desenvolvimento dos frutos durante o período de maior temperatura e insolação são fatores que possivelmente explicam este resultado.

Segundo Bleinroth (1978), a ocorrência de temperatura mais elevadas durante o desenvolvimento dos frutos proporciona maior síntese de açúcares e/ou degradação de ácidos.

Já os frutos provenientes de São Paulo e Tocantins, apesar de apresentarem menores valores de SST, os seus valores (9,3°Brix) estão próximo aos padrões instituídos pelo CEAGESP (2011).

A diferença no teor de SST está relacionada ao estágio de maturação em que os frutos foram colhidos. No caso dos frutos produzidos no Tocantins a determinação do ponto ideal para a colheita é dificultada pelo elevado nível de enverdecimento da casca. Portanto, é necessário que o agricultor faça avaliações das características internas do fruto para determinar o momento certo da colheita. Geralmente essa decisão é feita de forma empírica, através da amostragem de alguns frutos e verificando-se, ao paladar, a acidez e a doçura do fruto.

Os valores do balanço entre °Brix e acidez dos frutos, representado por *Ratio*, apresentaram os maiores valores para os frutos produzidos no Estado do Pará. Talvez essa seja a razão, pela qual os consumidores locais tenham preferência por este fruto.

O fruto que produz um suco com baixa acidez e elevado *Ratio* apresenta sabor doce mais acentuado, sendo preferido pelos consumidores (FRATA et al., 2002). Além disso o *Ratio* é utilizado nas indústrias para identificar o grau de maturação da fruta, devendo apresentar valores maior ou igual a 7,00 (MAPA, 2000).

Como já citado por Mattiuz (2007), o SST °Brix, a elevada luminosidade reduz o peso dos frutos, no entanto aumenta os teores de sólidos solúveis e diminui a acidez, resultando em frutos de melhor aceitação pelo consumidor.

Os valores de ATT apresentaram diferença significativa sendo que o maior valor foi observado para os frutos do Tocantins, no entanto todos os valores se adequam ao padrão exigido que é de 0,33 g de ácido cítrico por 100 mL de suco (SANTOS et al., 2012).

O maior valor de pH foi verificado para os frutos do Estado do Pará (4,8), enquanto o menor foi observado nas laranjas produzidas em São Paulo e Tocantins, com valores médios, respectivamente de 4,4 e 4,3. Estes resultados são concordantes com os dados obtidos por Ribeiro et al. (2006), quando realizou uma avaliação em pomares de laranjeiras no município de Capitão Poço - Pará, obtendo média de pH igual a 4,0 para os frutos de laranja 'Pera'.

Portanto, os dados são indicativos que todas os frutos apresentam certa tendência de pH ácido, característica importante para a agroindústria de suco concentrado e congelado.

4. CONCLUSÕES

As laranjas produzidas no Tocantins apresentam peso, tamanho, acidez total titulável e pH que atendem as exigências do mercado. No entanto, deve melhorar as características da coloração da casca, através de métodos de desverdecimento e boas práticas na pré e pós-colheita.

A diferença nas características físico-químicas dos frutos pode estar relacionada a ausência de um padrão que determine o estágio de maturação dos frutos colhidos na Região Norte. Para os frutos produzidos no Tocantins, a determinação do ponto ideal para a colheita é dificultada pelo elevado nível de enverdecimento da casca.

As laranjas produzidas no Pará apresentaram elevado teor de sólidos solúveis baixa acidez e pequena espessura de casca, porém deixou a desejar quanto ao rendimento de suco, ausência de homogeneidade do tamanho e baixa qualidade da casca.

A laranja paulista apresentou os melhores resultados, pois conseguiu manter maior número de características dentro do padrão mínimo aceitável.

REFERÊNCIAS

BLEINROTH, E. W. **Frutas Tropicais – 2 – Abacaxi**. Campinas: Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo ITAL, 1978. p. 69-94.

BUENO, N.; GASPAROTTO, L. **Sintomas de deficiência nutricionais em citros**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 19p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Curricular Técnica, 6).

CEAGESP – Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Normas de Classificação de Citros de Mesa**. CEAGESP. São Paulo. 2011. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/citros.pdf>> Acesso em: 27 dez. 2017.

CEASA CAMPINAS. **Padrão para laranjas.** Disponível em: <http://www.ceasacampinas.com.br/novo/Serv_padro_Laranja.asp> Acesso em: 29 dez. 2017

CORASSARI, D. **Principais influência sobre a qualidade de frutas cítricas.** Ciência & Prática. Ed. 61. Bebedouro, SP. Grupo Técnico de Assistência e Consultoria em Citrus (GTACC). 2017

FERNADES, B. C. **Desenvolvimento histórico da citricultura.** 2010. 34f. Monografia (Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências e Letras Departamento de Letras, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010.

FRATA, M. T. **Análise descritiva quantitativa e mapa de preferência externo de suco de laranja.** 2002. 228 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Estadual de Londrina. Paraná, 2002.

GRIZOTTO, R. K. et al. **Qualidade de frutos de laranja Valência cultivada sob sistemas tecnificados.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.16, n.7, p.784–789, 2012.

IBGE. **PIB vaia 0,1% em relação ao 2º trimestre.** Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/18458-pib-varia-0-1-em-relacao-ao-2-tri-e-chega-a-r-1-641-trilhao.htm>> Acesso em: 28 dez. 2017.

INSTITUTO ALDOFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** Ed. 1ª digital. São Paulo, 2008.

JOMORI, M. L. L. **Métodos de desverdecimento pós-colheita de tangor ‘Murcott’ e laranja ‘Valência’.** Tese (Doutorado). Piracicaba. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2011.

MATTIUZ, Bem-Hur. **Fatores da pré-colheita influenciam a qualidade final dos produtos.** Visão Agrícola, n. 7. 2007. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va07-qualidade02.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2018.

PEREIRA, M. E. C. Pós-colheita. In: SANTOS FILHO, H. P.; MAGALHÃES, A. F. de J.; COELHO, Y. da S. **Citros: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília: Embrapa, 2005.

RAMALHO, A. S. de T. M. **Sistema funcional de controle de qualidade a ser utilizado como padrão na cadeia de comercialização de laranja pera *Citrus sinensis* L. Osbeck.** 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

RIBEIRO, S. I.; SILVA, E. G.; RIBEIRO, N. S. V. **Desempenho de laranjeiras em Capitão Poço, PA.** Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 57. 2006.

SANTOS, A. A. et al. Caracterização físico-química e microbiológica dos sucos de laranja, manga e mangaba não pasteurizados comercializados na região central de Aracaju. **VII CONNEPI**, Tocantins, ISBN 978-85-628030-1-5, 19 a 21 out. 2012.

SPOTO, M. H. F. **Fisiologia pós colheita de frutas.** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL NA PECUÁRIA LEITEIRA

Elizabeth Simões do Amaral Alves^{1*}, João Batista dos Santos Filho², Anderson Ravanny de Andrade Gomes², João Manoel da Silva³, Micheline Thais dos Santos¹, Jefferson da Silva Santos⁴, Jose Sérgio da Silva⁵

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE / Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Recife-PE,

*e-mail: elizabetamaral@hotmail.com

²Faculdade Unirb Arapiraca – UNIRB, Arapiraca-AL

³Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Corrente-PI

⁴Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Rio Largo-AL

⁵Médico Veterinário Autônomo, Maceió-AL

RESUMO

Atualmente a inseminação artificial é uma das técnicas de reprodução que visa atender as demandas relacionadas ao potencial reprodutivo dos animais provenientes dos programas de melhoramento genético e vem gerando resultados significativos para a economia no setor pecuário, principalmente no ramo leiteiro, sendo de grande importância para o mercado Brasileiro. Segundo dados da Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA) o relatório trimestral de 2021 apontam a utilização da IA em 64,7% nos municípios brasileiros, isso representa um crescimento de 12,9% em comparação ao mesmo período do ano anterior. Esses indicativos estimam que 89,8% das inseminações realizadas no Brasil no ano de 2020 utilizaram o protocolo IATF, apresentando a consolidação dessa tecnologia no mercado de inseminação artificial. Através do contexto relacionado a utilização de biotécnicas reprodutivas, este trabalho visa expor como a inseminação artificial e suas derivações se insere no contexto da pecuária leiteira, percorrendo tal assunto, através de uma revisão bibliográfica. Observa-se que as inseminações artificiais (IA) promovem melhorias a maximização da produção leiteira. O panorama das técnicas de inseminação artificial tem apresentado grande relevância na reprodução de bovinos leiteiros no Brasil, especialmente na economia, colocando o país em destaque no cenário mundial, se apresentando como ferramenta importante, devido sua contribuição no melhoramento genético do rebanho tanto por meio da inseminação artificial tradicional como da IATF, favorecendo o valor de mercado dos animais.

PALAVRAS-CHAVE: Biotécnicas reprodutivas, melhoramento genético, Gado de Leite.

1. INTRODUÇÃO

A reprodução é uma perspectiva de grande importância dentro do contexto das atividades da pecuária, seja pela produção de leite ou corte, sendo um fator que de forma direta e significativa influência nos lucros e nos indicadores de produção. Indicadores de eficiência reprodutiva são necessários para maximizar a produtividade, e condições ligadas a um aumento do período de anestro com consequente aumento do período de serviço e intervalo de partos por causa do manejo reprodutivo, nutricional e sanitário incorretos devem ser analisados. O período de anestro em vacas prolongado é um dos principais motivos das perdas econômicas para os pecuaristas, pois atrasam a concepção e causa descarte por falha reprodutiva (SILVA; MELLO; PALHANO, 2021).

Para a reprodução, o melhoramento genético tem a propensão de agregar valor à cadeia produtiva da pecuária através da qualidade genética dos animais para a progênie, isso tem uma grande importância, pois os animais tendem a ser mais eficientes em produção, rendimento, precocidade, qualidade de leite, entre outras características, sendo também uma forma de elevar a produtividade sem depender da expansão de novas áreas, passando também a ser uma vantagem ambiental (OLIVEIRA FILHO, 2015).

A inseminação artificial, atualmente, é uma das técnicas de maior efetividade em atender as demandas de disseminação do potencial reprodutivo dos animais provenientes dos programas de

melhoramento genético. Segundo dados da Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA) o relatório trimestral de 2021 apontam a utilização da IA em 64,7% dos municípios brasileiros, isso representa um crescimento de 12,9% em comparação ao mesmo período do ano passado (ASBIA, 2021).

Já no ano de 2020, foi possível verificar um crescimento de 29,7% do mercado de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) comparado ao ano de 2019. Em 2020 foram comercializados 21.255.375 protocolos, em 2019 foram comercializados 16.382.488. Esses são indicativos de que 89,8% das inseminações realizadas no Brasil no ano de 2020 utilizaram o protocolo IATF, apresentando a consolidação dessa tecnologia no mercado de inseminação artificial (BARUSELLI, 2021).

Programas de Inseminação (IATF) favorecem o avanço da eficiência reprodutiva, diminuindo o intervalo ente os partos e concentrando os nascimentos nas melhores épocas do ano. A IATF possibilita a inseminação das vacas no início da estação de monta independente do seu estado cíclico, reduzindo o desperdício de sêmen, material e mão de obra. O protocolo hormonal de sincronização descarta a necessidade de detecção de estro e aumenta a proporção de vacas prenhas no final da estação de monta, aumentando o número de bezerros nascidos (NOGUEIRA, 2017).

Sartor (2017) ressalta que a implementação da IATF teve um grande crescimento nos últimos anos e no ano de 2017 essa técnica foi adotada por mais de 85% pelos produtores brasileiros, fazendo com que cerca de 2,6 bilhões de reais fossem movimentados naquele ano, incluindo-se nessa conta a venda de hormônios e o trabalho dos profissionais veterinários, onde esses resultados apontaram que a técnica IATF propende um crescimento cada vez maior.

Nesta perspectiva, o presente trabalho tem por objetivo, expor como a inseminação artificial e suas derivações se insere no contexto da pecuária leiteira, discorrendo tal assunto, através de uma revisão bibliográfica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão de literatura do tipo narrativa sobre a inseminação artificial na pecuária leiteira. Para isso, foram reunidos os principais trabalhos, em sua maioria, dos últimos 22 anos, sendo incluídos artigos científicos, monografias, dissertações e teses, utilizando os elementos descritivos: biotécnicas em reprodução, pecuária leiteira, melhoramento genético, inseminação artificial em bovinos, nos idiomas português e em inglês, sendo pesquisados nas seguintes bases de dados SciELO, PubMed, Google Acadêmico e também na plataforma Capes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pecuária leiteira é uma das atividades mais convencionais no meio rural brasileiro, no Censo Agropecuário de 2006 o IBGE apontou que cerca de 1,35 milhões de estabelecimentos produziam leite. Em 2013, o Brasil ocupou a quarta posição no ranking mundial de produtor de leite (CARVALHO et al., 2019). Atualmente, a atividade leiteira produzida no primeiro trimestre de 2021 foi de 6,52 bilhões de litros. Esse valor corresponde a um aumento de 1,3% em comparação ao mesmo período de 2020 (IBGE, 2021).

Segundo Matte Junior e Jung (2017) destacaram que aproximadamente 150 milhões de lares rurais no mundo estão envolvidos com a produção leiteira, sendo que, o destaque maior dessa produção se dá a partir de pequenos agricultores, devido ao retorno mais rápido aos produtores de pequena escala.

Para Rocha, Rezende e Martins (2018) destacaram a criação de um sistema de produção de gado de leite, esse sistema referência a produção de leite nacional com rebanhos mestiços das raças Holandesas e Zebu, onde a alimentação é feita em grande parte em pastagens, onde esse sistema também tem como objetivo o direcionamento e a evolução tecnológica das fazendas de leite.

De acordo com Gonçalves (2019) para que seja possível o crescimento da produção leiteira no Brasil o produtor deve assumir um papel de empresário rural. Com um cenário cada vez mais

competitivo o auxílio tecnológico para se ter um controle sobre a produção, processamento, estoque e distribuição do produto, é um fator imprescindível.

As tecnologias deste setor são amplas e variadas, os produtores podem optar pela melhor escolha das ferramentas de acordo com sua realidade. Sabe-se que é necessário investir para poder progredir e diminuir seus custos. Utilizar tecnologia permite que o produtor tenha mais resiliência e vontade de permanecer no mercado (MAGALHÃES, 2019). De acordo com Duarte (2019) o cenário brasileiro na produção de leite poderia ser melhor se os produtores tivessem mais acessos às novas tecnologias que contribuem para o manejo dos bovinos, a reprodução e o melhoramento genético.

Dentro desses avanços e melhorias, pode-se citar a combinação da inseminação artificial (IA) com outras biotécnicas como, sincronização do cio e da ovulação, superovulação, transferência de embrião, entre outras. Ao longo dos anos, a técnica de IA tem se tornado uma importante ferramenta para diversos segmentos da pecuária nacional e tem apresentado tendência de crescimento de forma acelerada. As melhorias e mudanças no seu perfil se devem à necessidade de atender aos padrões internacionais e às exigências de consumidores nacionais (GORDO, 2011).

A necessidade de uma rápida melhoria da estrutura das raças, o aumento da produção, bem como o máximo emprego de reprodutores selecionados difundiram consideravelmente o método da inseminação artificial, principalmente na espécie bovina, de forma que hoje se insemina artificialmente mais de 150 milhões de vacas e novilhas aptas para reprodução. Em certos países desenvolvidos, do ponto de vista pecuário, mais de 90% das vacas são inseminadas artificialmente, concretamente na Dinamarca 98%, mais de 95% no Japão e Israel ou 94% na Hungria; na Espanha chega-se a níveis muito próximos dos 50% (SILVA, 2021).

No caso de bovinos leiteiros, a produção de leite é a principal fonte de renda, e essa produção está ligada à parição, tendo-se como principal objetivo alcançar a máxima produção diária de leite por vaca a um mínimo custo alimentar. Para isso, faz-se necessário que as vacas produzam bezerros em intervalos regulares, devendo ser inseminadas e tornarem-se gestantes dentro de um período de tempo restrito, obedecendo a sua fisiologia. Se essa concepção for atrasada, a ineficiência reprodutiva pode levar a uma diminuição da produção de leite, comprometendo a atividade (PASQUALOTTO et al., 2015).

Assim, a inseminação artificial (IA) se tornou uma das principais biotécnicas reprodutivas com impacto econômico na produção de bovinos, possibilitando o melhoramento genético do plantel, através de cruzamentos industriais em regiões tropicais, aumentando a produção por hectare (FURTADO et al., 2011).

A expansão da IA na maioria das espécies de interesse zootécnico implica uma forte responsabilidade dos que se ocupam dela, tanto na fase de aplicação como na de seu desenvolvimento. Os centros de inseminação artificial dispõem dos melhores reprodutores de qualidade em termos de valores genéticos, de acordo com as disposições em vigor, os reprodutores devem ser submetidos a testes de descendência dos progenitores, de aptidão leiteira e estes mesmos testes ou, pelo menos, os testes de rendimento de carcaça próprio nas raças autóctones de produção de carne (SILVA, 2020).

Pesquisas na área de fisiologia reprodutiva têm melhorado e refinado os sistemas de IA e de sincronização da ovulação tornando-os mais baratos e eficientes. Hoje, em função de várias pesquisas, existem diversos protocolos envolvendo diferentes associações de hormônios e de manejo que podem ser empregados nos programas de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) (FURTADO, 2011).

Programas de Inseminação Artificial por Tempo Fixo (IATF) favorecem o avanço da eficiência reprodutiva, diminuindo o intervalo ente os partos e concentrando os nascimentos nas melhores épocas do ano. A IATF possibilita a inseminação das vacas no início da estação de monta independente do seu estado cíclico, reduzindo o desperdício de sêmen, material e mão de obra. O protocolo hormonal de sincronização descarta a necessidade de detecção de estro e aumenta a proporção de vacas prenhas no final da estação de monta, aumentando o número de bezerros nascidos (NOGUEIRA, 2017).

Contextualizando a IA e a IATF, mesmo com todo o crescimento, ainda se tem muito caminho a percorrer, pois de acordo com dados da Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA, 2019), o Brasil insemina apenas 12% das fêmeas de corte aptas à reprodução e a estimativa para o

ano de 2020 era chegar aos 20% de fêmeas inseminadas, assim, com o passar dos anos, é necessário o avanço das biotécnicas da reprodução como ferramentas do manejo reprodutivo, de forma a aumentar a produtividade e atender às demandas cada vez mais crescentes do Brasil e do mundo.

Nogueira et al. (2017) destacam que a inseminação artificial é uma técnica de grande relevância para o melhoramento genético dos animais, tendo como principais vantagens o ganho genético, o custo-benefício, o controle de doenças, a flexibilidade, a segurança e o manejo de fertilidade. No entanto, a propagação do uso dessa técnica esbarrava em uma desvantagem, que era a necessidade de uma pessoa treinada observar o cio das vacas. Daí o surgimento da IATF, que sincroniza o estro do rebanho e a inseminação acontece em uma data fixa em todos os animais.

As políticas públicas de incentivo para a IA no Brasil, contribuem para uma transformação no cenário, promovendo o desenvolvimento rural, ressaltando que esta tecnologia apresenta uma demanda particular para a adoção bem como variáveis maneiras de execução, onde através dela, podemos alcançar outras ações, tais como a nutrição animal, melhorando a alimentação dos bovinos, estimulando o cultivo de forrageiras e pastagens de inverno e verão, assim transformando e desenvolvendo os setores da produção de leite com o melhoramento genético (SANGSRITAVONG, 2015).

A melhora na eficiência reprodutiva das vacas de leite de alta produção é fator de grande importância para o sucesso da atividade, assim, a utilização de protocolos hormonais para IATF pode aumentar a taxa de serviço e antecipar a primeira inseminação no período pós-parto, o que proporciona menor intervalo parto-concepção, contudo, para que o emprego da técnica em vacas leiteiras seja bem sucedido, é necessário rigor quanto as recomendações das doses, momento das aplicações e qualidade dos produtos utilizados nos protocolos de sincronização (TEIXEIRA, 2010).

4. CONCLUSÕES

As técnicas de inseminação artificial têm apresentado grande relevância na pecuária leiteira no Brasil, especialmente na economia, colocando o país em destaque no cenário mundial, tanto a IA convencional como a IATF representam excelentes ferramentas envolvidas dentro desse processo evolutivo.

REFERÊNCIAS

ASBIA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL. Coleta de sêmen bovino no Brasil cresceu mais de 100% no primeiro semestre. ASBIA – **Associação Brasileira de Inseminação Artificial**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<http://www.asbia.org.br/coleta-de-semen-bovino-no-brasil-cresceu-mais-de-100-no-primeiro-semester-revela-asbia/>>. Acesso em: 01, abr., 2021.

ASBIA. Artigos 2019 - **Inseminação Artificial**. Disponível em :<http://www.asbia.org.br/artigos/inseminacao-artificial/>. Acesso em Setembro 2019.

BARUSELLI, P. S. **Mercado da IATF cresce 30% em 2020 e supera 21 milhões de procedimentos**. Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP, 5ª ed., 2021.

CARVALHO, J. S.; CAVALCANTI, M. O.; CHAVES, M. S.; RIZZO, H. Eficiência da inseminação artificial em tempo fixo em fêmeas zebuínas na mesorregião Sudeste do Para, Brasil. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**. v.62, p.1-7, 2019.

DUARTE, L. L. R.; ORLANDINI, C. F.; STEINER, D.; MARTINS, W. D. C.; BOSCARATO, A. G.; ALBERTON, L. R. Ganho de peso e características de carcaça de bovinos Nelore e meio sangue

- Angus-Nelore em regime de suplementação a pasto. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.18, n.3, 2016.
- FURTADO, D. A.; TOZZETTI, D. S.; AVANZA, M. F. B.; DIAS, L. G. G. G. Inseminação artificial em tempo fixo em bovinos de corte. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.16, p.1-25, 2011.
- GONSALVES, P.B.D.; FIGUEIREDO, J.R.; FREITAS, V.J.de F. **Biotécnicas aplicadas à reprodução animal**: São Paulo- SP. Varela. 2019. 340p
- GORDO, J. M. L. **Análise da situação da inseminação artificial bovina no estado de Goiás**. 2011. 91f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estatística da Produção Pecuária: primeiros resultados, jan a mar. 2021**. Brasília-DF, 2021.
- JUNIOR, A. A. M; JUNG, C F. **Produção leiteira no Brasil e características da bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul**. VIII Seminário Internacional Sobre Desenvolvimento Regional da Universidade de Santa Cruz do Sul, RS/2017.
- MAGALHÃES, P. C. M. **Estratégias para adoção da inseminação artificial em vacas zebuínas**. 2019. 54f. Dissertação (Mestrado) – Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, 2019.
- NOGUEIRA, C. S. **Impacto da IATF (inseminação artificial em tempo fixo) sobre características de importância econômica em bovinos Nelore**. 2017. 44f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- UNESP, Jaboticabal, 2017.
- OLIVEIRA FILHO, A. O. **Produção e manejo de bovinos**. Livro - Associação dos Criadores de Mato Grosso – ACRIMAT, 2015. KCM editora, Ciabá/MT.
- PASQUALOTTO, W.; SEHNEM, S.; WINCK, C. A. Incidência de rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR) diarreia viral bovina (BVD) e leptospirose em bovinos leiteiros da região Oeste de Santa Catarina-Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.8, n.2, p.249, 2015.
- ROCHA, D. T.; RESENDE, J. C.; MARTINS, P. C. **Evolução Tecnológica da Atividade Leiteira no Brasil: Uma visão a partir do sistema de produção da Embrapa gado de leite**. Juiz de Fora-MG, 2018.
- SANGSRITAVONG, S.; COMBS, D. K.; SARTORI, R.; ARMENTANO, L. E.; WILTBANK, M. C. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol17 β in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.11, p.2831-2842, 2015.
- SANTOS, J. P. O.; XAVIER, M. A.; SILVA FILHO, J. A.; BATISTA, M. C.; ROLIM NETO, F. C. Potentialities of the Use of Agroforestry Systems in the Brazilian Semi-Arid Region. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n. 2, p. 163-171, 2018.
- SARTOR, G. **Avaliação da taxa de prenhez em fêmeas bovinas de diferentes categorias submetidas a protocolos de IATF**. Trabalho de Conclusão de Curso de Medicina Veterinária do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

SILVA, M. A. N.; MELLO, M. R.B.; PALHANO, H. B. Inseminação artificial e inseminação artificial em tempo fixo em bovinos. **Revista científica do UBM, Barra Mansa**, v. 23, n. 45, p. 79-97, 2021.

SILVA, R. P.; LEÃO, K. M.; RODRIGUES, M. C.; MARQUES, T. C.; SILVA, N. C.; VIU, M. A. O. Aplicação de GnRH no dia da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e administração de acetato de melengestrol (MGA) após IATF em vacas nelores solteiras. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, p.3149-3160, 2020.

TEIXEIRA, A. A. **Impacto da inseminação artificial em tempo fixo na eficiência reprodutiva de vacas de leite de alta produção**. 2010. 60f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

COOPERAR COMO FERRAMENTA DE TRANSFORMAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR: A COOPEAGRO EM MARAGOGI, ALAGOAS

Alessandra Keilla da Silva^{1*}, João Manoel da Silva², Orlando Angelo Neto³, Luiggi Canário Cabral E Sousa⁴, Jonas Olimpio de Lima Silva⁵, Daniela Garcez Wives¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre-RS,

*e-mail: alesskeilla@hotmail.com

²Universidade Estadual do Piauí– UESPI, Corrente-PI

³Instituto Federal de Alagoas– IFAL, Santana do Ipanema-AL

⁴Universidade Federal de Pernambuco -UFPE, Recife-PE

⁵Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB, Itabuna-BA

RESUMO

A Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados (COOPEAGRO) é uma experiência de cooperativismo com 20 anos de existência. Criada em 2003, a cooperativa vem se destacando pela sua força nos assentamentos de Maragogi-AL. O objetivo deste artigo é analisar a gênese da experiência em cooperativismo dos assentados da reforma agrária em Maragogi. Além de buscar entender qual a agência dos atores e instituições envolvidas na criação da COOPEAGRO. Para atingir os objetivos foi utilizado como arcabouço teórico-metodológico a Perspectiva Orientada ao Ator (POA). A metodologia do estudo foi orientada pela abordagem qualitativa, utilizando como ferramenta de coleta, entrevistas semiestruturadas, fontes secundárias e observação. A partir dos dados obtidos, foi possível fazer um pequeno resgate da história da cooperativa, que se iniciou a partir da necessidade de organização coletiva para enfrentar problemáticas na produção e na comercialização de produtos agrícolas. Ainda, foi possível compreender que os/as assentados/as, as irmãs da Associação Filhas do Sagrado Coração de Jesus e instituições internacionais possuem diferentes agências, que permitiram a consolidação da cooperativa.

PALAVRAS-CHAVE: Cooperativismo, Assentamentos Rurais, Agricultura familiar alagoana.

1. INTRODUÇÃO

Se olharmos para a etimologia da palavra cooperação iremos nos deparar no significado de cooperar, que é compreendida como a ação de prestação de um auxílio para um resultado comum (PINHO, 2004). Conforme Pinho (2004), se colocamos como ponto de partida uma perspectiva funcionalista, a cooperação poderá ser entendida como um desenho com especificidades do processo social. No qual, há uma organização (podendo ter menos ou mais organização) a partir da união de pessoas que com suas ações coletivas pretende atingir um mesmo objetivo. A ação de cooperar é tão antiga quanto a natureza humana, ou seja, está intrínseca as pessoas (PINHO, 2004).

Costa (1989) ressalta que a cooperação tem um significado mais amplo: “é a contribuição de muitos para a produção de bens e serviços, para a realização de objetivos, na produção do saber, na gestão de interesses, entre outros...” (COSTA, 1989, p.34). Já Costa et al. (2010), compreende que “a cooperação é um outro fator imprescindível nas comunidades para se processar ações que resultem em desenvolvimento local.

Segundo Pires (2004), o cooperativismo é uma forma de organização empresarial que se pauta em valores e princípios como, “Os valores dizem respeito a temas como ajuda mútua, responsabilidade, democracia, igualdade, equidade, solidariedade, honestidade, transparência, responsabilidade social e preocupação com seu semelhante” os quais fundamentam os princípios. Os (PIRES, 2004, p.36). Enquanto cooperativa seria, “uma expressão concreta, enquanto uma forma de manifestação possível do cooperativismo. E, mais especificamente, o modus operandi configurado na

forma de uma empresa que atua no mercado em nome dos seus membros ou cooperados” (PIRES, 2004, p.37).

Neste trabalho, iremos focar no contexto empírico da Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados (COOPEAGRO). A COOPEAGRO teve sua trajetória iniciada em 1997 com os trabalhos das irmãs da Associação das Filhas do Sagrado Coração de Jesus ligada à Igreja Católica, elas desenvolviam atividades nos acampamentos rurais de luta pela reforma agrária em Maragogi-AL. O contexto dos acampamentos era marcado pela precariedade, com altos índices de violência, dificuldades para a viabilidade de produção e comercialização de alimentos e carência de uma infraestrutura capaz de proporcionar qualidade de vida aos acampados. Os trabalhos desenvolvidos pelas irmãs através de visitas regulares objetivavam a realização de um enfrentamento a crítica situação de marginalização dos atores inseridos nos acampamentos rurais (OLIVEIRA; PACÍFICO, 2011).

A partir dos laços criados entre as irmãs da Associação Filhas do Sagrado Coração de Jesus e os acampados, o Projeto Pequenos Produtores Organizados (PEAGRO) foi iniciado em 2001. As ações do projeto tinham como objetivo melhorar as condições para a diversificação produtiva, promover assistência técnica e consolidar o espírito cooperativo. O resultado do projeto PEAGRO, veio no dia 7 de setembro de 2003 com a criação da COOPEAGRO (OLIVEIRA; PACÍFICO, 2011). Atualmente, a cooperativa vem desenvolvendo atividades junto a 135 cooperados, distribuídos em 14 assentamentos do município, com atividades ligadas a produção agrícola e agropecuária, processamento e comercialização de produtos agrícolas, artesanato e turismo rural.

O objetivo deste estudo é analisar a gênese dessa experiência em cooperativismo dos assentados da reforma agrária no município de Maragogi-AL, bem como agência dos atores e instituições envolvidas com o processo de consolidação da COOPEAGRO. Para isto, foi mobilizada a abordagem teórica Perspectiva Orientada ao Ator (POA).

A POA é uma perspectiva teórica que foi proposta por Norman Long objetivando construir um instrumento analítico para compreender processos sociais e de desenvolvimento rural. Assim, acaba por ser uma alternativa aos limites das perspectivas de análise estruturalistas, que são marcadas por visões deterministas e lineares, que destacam as mudanças sociais como fatores externos. A POA é uma perspectiva construtivista que está centrada no “fazer e refazer a da sociedade através da progressiva autotransformação das ações e percepções de um mundo de atores diversos e interconectados” (LONG, 2001, p.2).

A POA traz para o centro o conceito da agência humana e uma revisão da teoria de estruturação do sociólogo britânico Antony Giddens. Para o autor, as ciências sociais não devem se basear apenas nas experiências do ator individualmente, tampouco estabelecer a existência de uma totalidade social, “mas as práticas sociais ordenadas no espaço e no tempo” (GIDDENS, 2009, p.2), pois segundo o autor as práticas sociais não são criadas pelos atores, mais sim, “continuamente recriadas por eles através dos próprios meios pelos quais eles se expressam como atores” (GIDDENS, 2009, p.3).

Assim, o conceito de agência humana tem um importante destaque dentro dessa abordagem, onde a agência é entendida como:

[...] a capacidade de processar a experiência social e desenhar maneiras de lutar com a vida, ainda sob as formas mais extremas de coerção. Dentro dos limites de informação, incertezas e outras restrições [...] os atores sociais têm “capacidade de saber” e “capacidade de atuar” (LONG, 2007, p.26).

A concepção teórica de agência da construção social dos atores, têm como pressuposto que os atores possuem conhecimento e capacidade, esses são elementos centrais para exercerem um papel de decisão. Os atores não são vistos como passivos as intervenções, mas participantes ativos, com capacidade de criar estratégias a partir de suas interações sociais e institucionais (LONG, 2007). Entendendo desse modo, é possível compreender como os processos de construção de projetos sociais são desenvolvidos, bem como, compreender como cada ator participante do processo age de maneiras distintas nessa construção.

Para este estudo a POA se revela como uma ferramenta imprescindível para identificar e caracterizar as estratégias e práticas dos atores, bem como o contexto em que elas surgem. Para além disso, pode ser útil para identificar a organização e a capacidade dos atores para solucionar os problemas enfrentados no cotidiano. Sua utilização neste estudo, é de importância, pois, vê os atores sociais como agentes ativos nos processos de desenvolvimento rural, e, portanto, capazes de falar por si mesmos.

Dado o exposto, este artigo está dividido em quatro seções, a contar com essa introdutória, a segunda trata dos procedimentos metodológicos. A terceira conta com a análise da história e agência dos atores que são participantes da construção da experiência em cooperativismo da COOPEAGRO. E a quarta e última, trata das considerações finais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em Maragogi-AL, o município do Litoral Norte de Alagoas. Tem um território com 334,165 km² e uma população de 33.351 habitantes (IBGE, 2019). Localizado a cerca de 130 km da capital alagoana, o município tem a economia baseada principalmente no turismo, onde é reconhecida pelas suas belezas litorâneas, mas também se destaca pela produção agrícola.

A abordagem de pesquisa qualitativa orientou este estudo, pois permitiu que os sentidos do mundo social dos atores envolvidos sejam expressos, bem como, possibilita o encurtamento das distâncias entre os atores (pesquisador e pesquisado), entre a teoria e os dados, contexto e ação (MAANEN, 1979). A pesquisa qualitativa se propõe explicar as dinâmicas sociais, colocando uma lente de aumento no universo de significados, nas aspirações, nas crenças, nos valores, nos motivos, etc., busca abarcar toda complexidade do universo pesquisado, compreendendo os fenômenos sociais não apenas como variáveis a serem operacionalizadas (MINAYO, 2001).

Assim, a metodologia se centrou no ator social, pois ao adotar essa postura “as questões, problemas, desejos, orientações e eventos que têm carga afetiva para os atores” (ARCE; MARQUES, 2021, p.50) serão colocadas como fundamentais para se entender as problemáticas envolvidas no estudo. Os participantes desta pesquisa são atores envolvidos no contexto da COOPEAGRO, foram estes agricultores(as) familiares assentados(as) da reforma agrária que estão associadas a cooperativa, o corpo técnico e administrativo da cooperativa e agentes de instituições que interagem com a cooperativa (Secretária municipal, etc.).

A coleta de dados foi realizada por três vias, primeiro por meio de entrevistas com roteiros semiestruturado, com questões abertas, foram aplicadas de forma individual, pois revelam com precisão, quais os indivíduos responderam os questionamentos, além de reduzir as pressões sociais causadas por grupos permitindo maior troca de informações (MALHORTA, 2006). A segunda pelo levantamento de dados secundários, que se valeu da coleta de dados através de documentos, arquivos, materiais bibliográficos, etc., pessoais ou públicos. A terceira, da observação em campo pela pesquisadora, segundo Víctora (2000), a observação é uma ferramenta de geração de dados que busca fazer uma integração entre o ambiente, a linguagem verbal e não verbal e a sequência temporal dos fatos, para descrever a problemática estudada.

Por meio de cinco visitas de campo em 7 assentamentos rurais, entre outubro de 2021 e fevereiro de 2022, foram realizadas 15 entrevistas (10 com sócios, 2 com o corpo técnico, 1 com a associação Mulheres de Fibra e 1 com a Secretária Municipal de Agricultura, Pesca e Abastecimento). Vale ressaltar que as visitas foram realizadas em observância dos protocolos de segurança sanitária da pandemia de covid-19. Os entrevistados foram sendo abordados mediante a indicação interlocutores-chaves, a amostragem se deu a partir da visualização da saturação e informações repetidas ao longo das entrevistas. Segundo Fontanella et. al (2008), a amostragem por saturação de dados é uma ferramenta frequentemente utilizada em pesquisas qualitativas, onde o/a pesquisador/a ao identificar repetição de informações suspende a inclusão de novos participantes na pesquisa.

A análise e interpretação dos dados gerados foram feitas partindo dos referenciais teórico metodológico, através dos registros escritos, observacionais e discursivos, que foram levantados a partir do diário de campo, da análise de documentos e memórias físicas, das entrevistas e dos registros

audiovisuais. Como ferramenta auxiliar desse processo, foi utilizado o Software NVIVO. Para Alves et. al, “O NVivo é um programa para análise de informação qualitativa que integra as principais ferramentas para o trabalho com documentos textuais, multimétodo e dados bibliográficos” (ALVES et. al, 2015).

A partir do software a organização dos dados, sua categorização e as reflexões ocasionadas pelo processo de transcrição das entrevistas foram viabilizadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Maragogi é marcado pelas dinâmicas de produção do monocultivo da cana-de-açúcar desde a época colonial, assim como outras cidades interioranas do Nordeste. A dependência econômica e a ocupação de grande percentual da população na indústria sucroalcooleira dessas cidades, faz com que as mudanças no setor tragam impactos para todo território. No caso de Maragogi, a desregulação do mercado sucroalcooleiro fez com que em meados de 1990, as usinas decretassem falência, o que gerou uma onda de desemprego e expulsão da população rural. No caso município de Maragogi, a falência da Usina Central Barreiros (NASCIMENTO, 2010).

Diante deste contexto, esses trabalhadores rurais se juntam aos movimentos sociais de luta pela terra (principalmente o Movimento dos trabalhadores Sem-terra (MST)). As pressões populares então resultam na distribuição de terras antes ocupadas por fazendas de cana-de-açúcar. Foram constituídos 17 assentamentos no município, onde foram fixadas em torno de 1350 famílias (NASCIMENTO, 2010).

Porém, a distribuição de terras não foi o suficiente, foram observados alguns empecilhos como aumento no índice da violência, altos índices de desnutrição infantil, etc. Os assentados tinham também, dificuldades de manejo de novos cultivos, pois os solos se encontravam degradados pelo uso exaustivo do cultivo de cana ao longo das décadas. Ainda eram enfrentadas condições infraestruturas precárias, como falta de casas, estradas, acesso à energia elétrica (OLIVEIRA; PACÍFICO, 2011). Os assentados necessitavam se organizar coletivamente para encontrar alternativas que permitissem a permanência e reprodução de suas famílias nos lotes.

Os entrevistados relatam que a entrada nos assentamentos apesar de ter sido uma vitória rumo a autonomia, a questão principal que afetavam as suas famílias e seus lotes, era a falta de conhecimento. O conhecimento em outras culturas era limitado pelas dinâmicas colonialistas dos engenhos e fazendas que cultivavam a cana, os trabalhadores rurais estavam habituados nas lidas do cultivo da cana-de-açúcar. Como apontado pelo entrevistado 03:

“A dificuldade aqui pra eu começar a plantar, foi longe por causa que eu num, porque aqui não tinha conhecimento, quando eu cheguei. Aí foi preciso eu tomar conhecimento, aí fui aqui no vizinho aqui de trás chamado Ricardo, mais um menino chamado Marcos. Foi que me incentivou em como eu podia fazer, né!? E até as sementes dessas graviolas eles que cederam pra mim, aí eu plantei, mas foi eles que me ensinaram como eu plantava e como eu fazia. Aí eu peguei toda a base.” (Entrevista 03).

No primeiro momento de inserção nos assentamentos essas trocas de conhecimentos entre os próprios assentados foram primordiais. A partilha de saberes, sobre as condições do solo, as melhores opções de culturas para implantar, a troca de sementes e mudas, a troca de experiências sobre os tratamentos culturais e o controle de pragas, etc. As trocas entre os representaram o primeiro passo para a cooperação.

O encontro dos assentados com as Irmãs da Associação Filhas do Sagrado Coração de Jesus, acabou por fortalecer ainda mais este espírito cooperativo. Iniciado em 1997, os trabalhos das irmãs - nos acampamentos rurais- consistiam a princípio em realizar *jornadas de evangelização da igreja católica*, e ações de caridade voltadas as crianças, mulheres e homens que estavam ali em condições de marginalização. No entanto, vendo a realidade dos lotes marcada pela insuficiência produtiva, as irmãs junto aos assentados unem forças para ultrapassar as barreiras que condicionavam a produção dos lotes. Nasce então o projeto PEAGRO (Pequenos Agricultores Organizados), primeiro no assentamento Água Fria. O objetivo do projeto era:

“transformar os trabalhadores rurais em verdadeiros agricultores, criando condições fundamentais para a organização dos ruralistas, fornecendo assistência técnica especializada, capaz de melhorar o cultivo e a comercialização de vegetais (frutas, verduras e hortaliças) e pequenos animais, além da viabilização de outros projetos” (OLIVEIRA.; PACÍFICO, p.139).

Para que o projeto fosse possível, as irmãs da Associação das Filhas do Sagrado Coração de Jesus foram responsáveis por captar recursos advindos da província de Trento na Itália, das Cooperativas Trentino, dos Órgãos Públicos, do Centro Missionário Diocesano e de inúmeras pessoas solidárias, através da Associação Semear a Vida. Os recursos reunidos foram destinados para viabilizar o fortalecimento das ações produtivas (com assistência técnica), o fortalecimento dos níveis organizacionais (com vistas a metodologias que focavam no espírito associativo) e elevação dos níveis de conhecimento dos agricultores familiares dos assentamentos (com cursos que almejavam passar novas informações sobre outras culturas e novas técnicas de manejo). A princípio a equipe do PEAGRO era formada por dois técnicos agrícolas e um engenheiro agrônomo, que tinham como objetivo realizar ações de assistência técnica para potencializar a produção dos agricultores respeitando as características edafoclimáticas da região, utilizando os recursos da natureza com respeito a biodiversidade e buscando alternativas de produção mais sustentáveis e diversificadas.

De forma gradual, o projeto se estendeu para outros assentamentos de Maragogi, como o Assentamento Bom Jesus onde êxito foi bastante expressivo, tanto em questão de adesão de assentados, quanto em produção. Entre 2001 e 2002, o projeto se fazia presente em 14 assentamentos, marcando a diversidade produtiva como banana comprida, banana prata, maracujá, hortaliças, macaxeira, batata, abacaxi, etc. Em 2003, a produção estava consolidada, mas, os agricultores enfrentaram uma nova barreira, o escoamento da produção, como a aponta o primeiro presidente da COOPEAGRO em entrevista:

“...Aí, a gente começou a produzir, e começamos a se estender para outros assentamentos, chegou até o bom Jesus com força maior até hoje. A gente começou a produzir, produzir em grande quantidade e não tinha pra onde escoar, a gente como organização não tinha como escoar, não tinha como tirar algum recurso para fazer alguma coisa” Geraldo, primeiro presidente da COOPEAGRO.

O problema de escoamento da produção trouxe consigo a necessidade de um outro nível de organização. Nasce assim, a ideia de se fundar uma cooperativa de produção e comercialização pelos assentados(as) da reforma agrária e irmãs da Associação Filhas do Sagrado Coração de Jesus. Em 7 de Setembro de 2003 o projeto PEAGRO se torna a COOPEAGRO, a princípio com 54 sócios espalhados em 14 assentamentos rurais de Maragogi.

A cooperativa começou a trabalhar com três elementos importantes para eliminar a barreira do individualismo, o primeiro elemento foi a aproximação dos assentados em espaços de reuniões nas quais se compartilhavam experiências, dificuldades e superações, o segundo elemento os trabalhos de mutirão onde as tarefas eram realizadas por todos cada qual com sua habilidade em prol do bem comum e o terceiro elemento a promoção de uma consciência cidadã e emancipatória onde os agricultores tinham acesso a discussões que os provocassem a fazer reflexões acerca das causas da exploração a que foram submetidos e adotar uma postura combativa de luta pelos seus direitos.

Um dos objetivos da cooperativa era abandonar algumas práticas reproduzidas na cultura da cana-de-açúcar, como a queima da área e o uso de agrotóxicos de maneira indiscriminadas. Para isso, a assistência técnica oferecida aos agricultores pelos técnicos da COOPEAGRO tinha como premissa o entendimento da relação da unidade produtiva com o ambiente ao qual está inserida. Segundo os entrevistados, eles começaram a aprender a importância da preservação das matas, a utilizar métodos de cobertura de solo com folhas, a produzir sua própria matéria orgânica com compostagem, a plantar as madeiras que iriam ser utilizadas nas implantações da cultura do maracujá.

A construção do galpão representou mais uma conquista, com a função de ser um ponto de apoio da cooperativa na cidade de Maragogi, com uma localização estratégica, as margens da rodovia AL-101 Norte. Essa localização privilegiada permitiu que a cooperativa iniciou uma feira livre de

produtos da agricultura familiar, essa feira representou uma virada de chave para os novos rumos que a cooperativa iria tomar. Mesmo com a feira, o volume de vendas não era o suficiente para absorver a produção. Dessa forma os cooperados tinham pela frente o desafio de buscar alternativas para evitar as perdas principalmente das frutas como o maracujá e graviola dada a sua alta perecibilidade. Segundo o relato do Geraldo, primeiro presidente da cooperativa:

“Aí... foi quando se pensou em se armazenar o maracujá, e se armazena como? Como é que se armazena uma fruta perecível? Foi quando tivemos a ideia de triturar ela e fazer a polpa e congelar, começamos com freezers e fazíamos uma polpa manual, num liquidificador grande industrial e ia dosando na mão cem gramas, pesando as quantidades. E daí, foi arrumando recurso e aí comprou a câmara fria e as envazadoras que é a que faz os saches de 100g, no começo.” Relato do Geraldo, Primeiro presidente da COOPEAGRO.

A fundação de uma agroindústria da cooperativa, foi alternativa encontrada pela COOPEAGRO para fazer o beneficiamento das frutas e transformá-las em polpas e sucos para a comercialização. Os trabalhos da agroindústria começaram com subsídios principalmente do governo e de instituições como a do projeto SEREPTA da PETROBRAS, SEBRAE, do projeto DESENVOLVE do BNDS e governo de Alagoas.

Ao longo de duas décadas de existência da COOPEAGRO, a cooperativa vêm sendo uma grande influência para a região. Em Maragogi, as ações da cooperativa perpassaram os seus sócios que chegaram a influenciar na modificação dos aspectos produtivos do município, antes dominado pelo monocultivo da cana-de-açúcar, e hoje se destaca como um grande polo de fruticultura de Alagoas, com destaque para novas culturas nos últimos anos como a pitaiá, o açaí e o cupuaçu com forte protagonismo dos sócios da cooperativa.

O que é perceptível nesta reconstrução histórica da COOPEAGRO, é a interrelação entre múltiplos atores, com suas capacidades (sua agência), que modelaram essa experiência cooperativa. Onde os assentados possuem um papel fundamental nas tomadas de decisão desde o início do projeto. Mesmo com a interferência exógena, pela presença das irmãs e as relações com as Ongs italianas, os assentados tiveram um papel de protagonismo, visto que, foram eles/as responsáveis pelas trocas de conhecimento iniciais que fizeram com que emergissem as novas formas de produção. A cooperação entre os sócios, técnicos e instituições externas, foi a ferramenta ideal para as constatações e ações posteriores, até a consolidação da cooperativa.

Quando perguntados sobre a principal mudança oriunda da associação dos agricultores/as na cooperativa, eles/as ressaltam principalmente os canais de comercialização. Como apontado, na entrevista 08:

“Melhorou a produção, e melhorou também porque o agricultor tem uma certeza que ele sabe onde vai vender a produção dele e tem esse apoio em saber que a produção dele vai ter uma destinação.” (Entrevista 08)

As necessidades e os objetivos comuns que foram a mola propulsora para a transformação da forma de pensar individualista dos/as agricultores/as. Através dessa busca coletiva de sanar problemas, que novas formas de produção foram sendo inseridas, novos desenhos de projeto foram sendo construídos, além da emergência de uma nova forma de organização. Através da organização e cooperação os/as sócios/as são capazes de formular soluções para os problemas enfrentados diariamente.

Como vimos neste trabalho, a COOPEAGRO com os trabalhos desenvolvidos a partir das premissas cooperativas vem sendo um instrumento de renovação para agricultura familiar, permitindo que homens e mulheres do campo, possam construir novos caminhos para a agricultura familiar dentro do município. Ao longo dos anos a COOPEAGRO vem desenvolvendo uma grande quantidade de projetos e atividades nos assentamentos de Maragogi, esses projetos e atividades passam da construção de açudes para irrigação, novas técnicas de plantio, introdução de novas culturas, assistência técnica, fortalecimento da rota de turismo rural e artesanato.

4. CONCLUSÕES

Neste artigo foi possível analisar o contexto de constituição da experiência cooperativa da COOPEAGRO. Aqui, se fez presente o entendimento que os múltiplos atores envolvidos na constituição da cooperativa exerceram sua agência sob o projeto. Primeiramente os/as assentados/as com suas capacidades de saber-fazer. Segundamente, as irmãs da Associação Filhas do Sagrado Coração de Jesus como agitadoras de apoiadores dos projetos de transformação da agricultura familiar no município. Terceiramente, as instituições financiadoras dos projetos como a Ong Semear a vida. A experiência da COOPEAGRO só se torna possível graças a confluência desses atores, tanto os internos, quanto dos externos.

Analisar experiências como a da COOPEAGRO são importantes para se obter informações acerca das estratégias construídas pelos/as agricultores/as para enfrentar problemáticas diárias no campo. São a partir das relações dos/as agricultores/as com outros atores, que essas estratégias são formuladas. Compreender essas dinâmicas faz com que projetos de desenvolvimento rural voltados para áreas em que agricultura familiar está presente, sejam elaborados e implementados com e para os/ agricultores/as. Pois, os agricultores/as são dotados de conhecimento, tanto conhecimentos contextualizados, como os conhecimentos obtidos a partir das relações externas, com técnicos e outros agentes. A partir deste estudo inicial abre-se oportunidades para se aprofundar nesse contexto empírico, como por exemplo analisar os impactos da cooperativa para este território.

Através da cooperação esses agricultores/as plantaram novas possibilidades para a transformação do espaço onde estão inseridos, e atualmente estão colhendo os frutos de seu trabalho, e construindo a autonomia necessária para reproduzir seus modos de vida. Se transformando e resistindo ao longo do tempo, a COOPEAGRO representa uma experiência exitosa da agricultura familiar em Alagoas.

REFERÊNCIAS

ALVES, D.; FIGUEIREDO FILHO, D.; HERINQUE, A. O poderoso NVivo: uma introdução a partir da análise de conteúdo. **Revista Política Hoje**, Recife: Universidade Federal de Pernambuco, v. 24, n. 2, p. 119-134, 2015

ARCER, A.; MARQUES, C. F. Desenvolvimento, materialidades e o ator social: orientações metodológicas para aproximações territoriais. **Estudos Sociedade e Agricultura**, cidade, v. 29 n. 1, Estudos Sociedade e Agricultura, (fevereiro a maio de 2021).

COSTA, I. **Produção associada: pensares diversos**. Petrópolis: Vozes, 1989.

COSTA, J. H. Q.; FERNANDES L. A. O. Sustentabilidade de assentamentos rurais em Alagoas, em 2012. In: **Anais do Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, 10, 2013. Vitória: UFES, 2013.

COSTA, L. F. et al. Democracia e desenvolvimento local em assentamentos rurais. **Interações, Campo Grande**, v.11, n.2, p.161-169, 2010.

FONTANELLA, B. J. B, MAGDALENO JR, R. Saturação teórica em pesquisas qualitativas: contribuições psicanalíticas. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 24(1):17-27, jan, 2008.

GIDDENS, A. **A constituição da sociedade**. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

LONG, N. Sociología del desarrollo: una perspectiva centrada en el ator. México: **Centro de Investigaciones y Estudios Superiores em Antropología Social**: El Colegio de San Luis. 2007.

LONG, N.; PLOEG VAN DER, J. **Heterogeneidade, ator e estrutura: para a reconstrução do conceito de estrutura.** In: SCHNEIDER, S.; GAZOLLA, M. (Orgs.). Os atores do desenvolvimento rural: perspectivas teóricas e práticas sociais. Porto Alegre: Ed. UFRGS. 2011. p. 21-48.

MAANEN, J. V. **Reclaiming qualitative methods for organizational research:** a preface. In Administrative Science Quarterly, vol. 24, n. 4, December 1979, pp 520-526.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada.** 4ª ed. Porto Alegre: Brookman, 2006.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social:** Teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

OLIVEIRA, A. E. C.; PACÍFICO, A. P. A reforma agrária como instrumento eficaz para promover a função social da propriedade e dizimar conflitos: o caso da COOPEAGRO. **Olhares Rurais-Revista eletrônica Multidisciplinar**, v. 2, n. 5, ano 2011. p. 128-145.

PINHO, D. B. **O cooperativismo no Brasil:** da vertente pioneira à vertente solidária. São Paulo: Saraiva, 2004.

PIRES, M. L. L. S. **O cooperativismo em questão:** a trama das relações entre projeto e prática em cooperativas do Nordeste do Brasil e do Leste (Quebec) do Canadá, Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2004. 318p. (Estudos e Pesquisas, 122).

VÍCTORA, C. G. **Pesquisa Qualitativa em Saúde: uma introdução ao tema.** Porto Alegre: Tomo Editorial, 2000. p. 136.

ORGANIZADORES

Marília Hortência Batista Silva Rodrigues

Técnica em Agropecuária pelo Instituto Federal da (2012). Graduação em Tecnologia em Agroecologia no Instituto Federal da Paraíba (2016). Mestre em Horticultura Tropical na Universidade Federal de Campina Grande (2018). Atualmente é Doutoranda em Agronomia na Universidade Federal da Paraíba. Atua principalmente nos seguintes temas: fisiologia e maturação de frutos e sementes, atuando também em pesquisas com produção vegetal, salinidade na água e no solo em horticultura.

José Rayan Eraldo Souza Araújo

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal da Paraíba (2022). Tem experiência em Fitossanidade com foco em Entomologia Agrícola. Desenvolve pesquisas na área de Manejo Integrado de Insetos-Praga.

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.

Khyson Gomes Abreu

Graduado em Agroecologia pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Mestre e Doutorando em Agronomia (UFPB) na área de Agricultura Tropical, com linha de pesquisa em Biotecnologia, Melhoramento e Proteção de Plantas Cultivadas. Tem experiência em Fitossanidade com foco em Entomologia Agrícola.

Fredson Leal de Castro Carvalho

Engenheiro Agrônomo e Técnico em Agropecuária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - Campus Araguatins (2017), com mestrado em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins - Campus Universitário de Palmas (2020), atuando na área de sistemas de produção e melhoramento de culturas visando à produção de biocombustíveis. Atualmente, doutorando em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins - Campus Gurupi, atuando na área de melhoramento genético vegetal e fitotecnia.

João Paulo de Oliveira Santos

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal da Paraíba (2017) e Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2019). Atualmente é Doutorando em Agronomia (UFPB) na área de Agricultura Tropical, com linha de pesquisa em Ecologia, Manejo e Conservação de Recursos Naturais. Atua com pesquisas com foco em Ecologia, Gestão Ambiental e Recursos Hídricos.

