

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: Pesquisa e Desenvolvimento



**João Manoel da Silva
Paulo Henrique de Almeida Cartaxo
Kennedy Santos Gonzaga
Francisco de Assis da Silva
Mirandy dos Santos Dias
Tania Marta Carvalho dos Santos
José Rayan Eraldo Souza Araújo
João Paulo de Oliveira Santos
(Organizadores)**

João Manoel da Silva
Paulo Henrique de Almeida Cartaxo
Kennedy Santos Gonzaga
Francisco de Assis da Silva
Mirandy dos Santos Dias
Tania Marta Carvalho dos Santos
José Rayan Eraldo Souza Araújo
João Paulo de Oliveira Santos
(Organizadores)

CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

1ª edição

Editora Itacaiúnas

Ananindeua – Pará

2021

©2021 por João Manoel da Silva, Paulo Henrique de Almeida Cartaxo, Kennedy Santos Gonzaga, Francisco de Assis da Silva, Mirandy dos Santos Dias, Tania Marta Carvalho dos Santos, José Rayan Eraldo Souza Araújo e João Paulo de Oliveira Santos (orgs.)

© 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 do Rondônia, Brasil

Mário Silva Uacane - Universidade Licungo, Moçambique

Francisco da Silva Costa - Universidade do Minho, Portugal

Ofelia Pérez Montero - Universidad de Oriente- Santiago de Cuba, Cuba

Editora chefe: Viviane Corrêa Santos - Universidade do Estado do Pará, Brasil

Editor e webdesigner: Walter Luiz Jardim Rodrigues - Editora Itacaiúnas, Brasil

Editor e diagramador: Deividy Edson Corrêa Barbosa - Editora Itacaiúnas, Brasil

Editoração eletrônica/ diagramação: Deividy Edson

Organização e preparação de originais: Walter Rodrigues

Projeto de capa: Organizadores

Bibliotecário: Vagner Rodolfo da Silva

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

C569 Ciências agrárias pesquisa e desenvolvimento / vários autores ; organizado por João Manoel da Silva ... [et al.]. - Ananindeua : Itacaiúnas, 2021.
257 p. ; PDF ; 4 MB.

Inclui índice e bibliografia.

ISBN: 978-65-88347-93-5 (Ebook/PDF)

DOI: 10.36599/itac-ed1.120

1. Ciências agrárias. 2. Agropecuária. 3. Produção Vegetal. 4. Recursos Naturais. I. Silva, João Manoel da. II. Cartaxo, Paulo Henrique de Almeida. III. Gonzaga, Kennedy Santos. IV. Silva, Francisco de Assis da. V. Dias, Mirandy dos Santos. VI. Santos, Tania Marta Carvalho dos. VII. Araújo, José Rayan Eraldo Souza. VIII. Santos, João Paulo de Oliveira. IX. Título.

2021-1156

CDD 630

CDU 63

Elaborado por Vagner Rodolfo da Silva - CRB-8/9410

Índice para catálogo sistemático:

1. Ciências agrárias 630
2. Ciências agrárias 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 março de 2021.

APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias, compreendidas como um conjunto de áreas e sub áreas do conhecimento, exercem uma fundamental importância no desenvolvimento socioeconômico, especialmente no que tange a multidisciplinaridade que as envolve, aonde seus impactos reverberam em todas as esferas da sociedade. Portanto, em momentos de obscurantização perante a Ciência como um todo, trazer perspectivas de futuro por meio dos avanços até então já alçados por meio da pesquisa científica, sobretudo aquela desenvolvida dentro da Academia, especialmente no que compreendem as Universidades e Institutos Federais, sendo estes os maiores centros de desenvolvimento científico e tecnológico do país, é uma missão que os pesquisadores brasileiros têm levado com plena dedicação. Assim, os textos que compõe a presente obra debruçam por sobre várias temáticas que concernem as Ciências Agrárias, apresentando-nos aporte científico com perspectivas de avanços e apoio teórico-metodológico para a continuidade do trabalho de sermos Cientistas.

Os Organizadores

SUMÁRIO

PADRÕES DE TOLERÂNCIA DE PATÓGENOS EM SEMENTES.....	9
Joyce Naiara da Silva	
Marília Hortência Batista Silva Rodrigues	
Maria Luíza de Souza Medeiros	
Gleyse Lopes Fernandes de Souza	
Guilherme Vinícius Gonçalves de Pádua	
Edinete Nunes de Melo	
Luciana Cordeiro do Nascimento	
GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CRAMBE SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE E TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS	19
Washington Benevenuto de Lima	
Robson Fábio Alves de Souza	
Francisco de Assis da Silva	
Francisco Jean da Silva Paiva	
Gleyka Nóbrega Vasconcelos	
Raul Araújo da Nóbrega	
Patrícia da Silva Costa	
Ronaldo do Nascimento	
IMPORTÂNCIA DA SANIDADE E OS PRINCIPAIS MÉTODOS DE DETECÇÃO DE PATÓGENOS EM SEMENTES	28
Marília Hortência Batista Silva Rodrigues	
Joyce Naiara da Silva	
Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua	
Maria Luíza de Souza Medeiros	
Edinete Nunes de Melo	
Gleyse Lopes Fernandes de Souza	
Luciana Cordeiro do Nascimento	
<i>Doryctobracon areolatus</i>: PARASITOIDE DE MOSCAS-DAS-FRUTAS	38
Angélica da Silva Salustino	
Manoel Cícero de Oliveira Filho	
Khyson Gomes Abreu	
Renan Rodrigues Ferreira	
Lylian Souto Ribeiro	
Kennedy Santos Gonzaga	
Carlos Henrique de Brito	
MONITORAMENTO AMBIENTAL E DEFESA VEGETAL DE <i>Lobesia botrana</i> (DEN. E SHIFF.) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) NA VITICULTURA: REVISÃO DE LITERATURA	46
Heloísa Martins de Araújo	
Jacinto de Luna Batista	
Gemerson Machado de Oliveira	
Letícia Barbosa de Lacerda	
José Rayan Eraldo Souza Araújo	
Paulo Henrique de Almeida Cartaxo	
Felipe Marinho Coutinho de Souza	
CONTROLE BIOLÓGICO NO BRASIL: MERCADO E SEUS DESAFIOS	55
Letícia Barbosa de Lacerda	
Felipe Marinho Coutinho de Souza	
Gemerson Machado de Oliveira	
Heloísa Martins de Araújo	
José Rayan Eraldo Souza Araújo	
Paulo Henrique de Almeida Cartaxo	
Jacinto de Luna Batista	

PERSPECTIVAS ATUAIS NA UTILIZAÇÃO DE DERMÁPTEROS EM SUBSTITUIÇÃO AO CONTROLE QUÍMICO 63

José Rayan Eraldo Souza Araújo
João Paulo de Oliveira Santos
Gemerson Machado de Oliveira
Kennedy Santos Gonzaga
Letícia Barbosa de Lacerda
Heloísa Martins de Araújo
Jacinto de Luna Batista

IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA COMO ATENUANTE DOS EFEITOS DELETÉRIOS DA SALINIDADE 72

Edinete Nunes de Melo
Joyce Naiara da Silva
Marília Hortência Batista Silva Rodrigues
Gleyse Lopes Fernandes de Souza
Ana Paula Pereira do Nascimento
Guilherme Vinícius Gonçalves de Pádua
Maria Luiza de Souza Medeiros

CULTIVO DE PLANTAS DE RÚCULA SOB NÍVEIS DE SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO 79

Mirandy dos Santos Dias
Ligia Sampaio Reis
Reinaldo de Alencar Paes
Rilbson Henrique Silva dos Santos
Camila Alexandre Cavalcante de Almeida
Francisco de Assis da Silva
José Kennedy do Nascimento Ribeiro

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE VARIEDADES DE FEIJÃO-FAVA (*Phaseolus lunatus* L) SOB DIFERENTES NÍVEIS SALINOS 87

Francisco Jean da Silva Paiva
Francisco de Assis da Silva
Gleyka Nobrega Vasconcelos
Patrícia Costa Silva
Washington Benevenuto de Lima
Raul Araújo da Nóbrega
Robson Fábio Alves de Sousa
Ronaldo do Nascimento

DINÂMICA DA PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA NO CARIRI OCIDENTAL PARAIBANO 96

Felipe Marinho Coutinho de Souza
João Paulo de Oliveira Santos
Daniel Duarte Pereira
Letícia Barbosa de Lacerda
Heloísa Martins de Araújo
João Victor da Silva Martins
Mariana de Vasconcelos Dias

CRESCIMENTO DE VARIEDADES DE PALMA FORRAGEIRA IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA 103

Olívia Marianny de Oliveira Santos
José Madson da Silva
José Rayan Eraldo Souza Araújo
Anderson Moraes Santos
David Derik Nogueira da Silva
Évillyn Alves Santos
Rosana Tavares Conceição
Idalina dos Santos Silva

CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE MAMOEIRO EM FUNÇÃO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DE POLÍMERO HIDROABSORVENTE 111

Daniele Batista Araújo
Walter Esfrain Pereira
Izaías Romário Soares do Nascimento
João Victor da Silva Martins
João Paulo de Oliveira Santos
Paulo Henrique de Almeida Cartaxo
Luiz Daniel Rodrigues da Silva

INFLUÊNCIA DE PREPARADOS HOMEOPÁTICOS NA PROPAGAÇÃO POR FRACIONAMENTO DA PALMA BAIANA *Nopalea* sp..... 118

Ronald Muniz de Queiroz
Francisca Hortência Couras Dias
João Paulo de Oliveira Santos
Alisson Costa Duarte do Rego
Júlia de Araújo Lima Leitão
Khyson Gomes Abreu
Daniel Duarte Pereira

EFEITO DE INOCULANTES E ADUBAÇÃO EM CULTIVAR DE SOJA PRODUZIDA NO BREJO PARAIBANO..... 126

Érico dos Anjos Dantas
Francisca Hortência Couras Dias
Eloyza Gomes de França Silva
Guilherme Chaves de Holanda
Maria Alaíne da Cunha Lima
Raphael Silva Jovino
Leossávio César de Souza

PROPAGAÇÃO DO ABACATEIRO: UMA REVISÃO 134

Andressa Kamila Souza Alves
Gabriel Gustavo Ferraro de Andrade Pessoa
Érico dos Anjos Dantas
Josevan de Andrade Silva
Lídia do Nascimento Cavalcante
José Rayan Eraldo Souza Araújo
Joel Marx Gomes de Lima

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS EFEITOS EM PLANTAS DE CLIMA TEMPERADO 142

Andressa Kamila Souza Alves
Gabriel Gustavo Ferraro de Andrade Pessoa
Érico dos Anjos Dantas
Josevan de Andrade Silva
Lídia do Nascimento Cavalcante
José Rayan Eraldo Souza Araújo
Joel Marx Gomes de Lima

VARIABILIDADE TEMPORAL DA PRODUÇÃO DE MILHO EM AROEIRAS, SEMIÁRIDO DA PARAÍBA..... 148

José Rayan Eraldo Souza Araújo
João Henrique Barbosa da Silva
Denize da Silva Moreira
Lucas Firmino da Silva Medeiros
José Kennedy do Nascimento Ribeiro
Luana Kesley Nascimento Casais
Rilbson Henrique Silva dos Santos
Eryadison Flávio Bonifácio de Araújo

O USO DE PORTA-ENXERTOS: UMA ABORDAGEM EM FRUTÍFERAS	156
João Victor da Silva Martins Caíke de Sousa Pereira Bárbara Genilze Figueiredo Lima Santos Thaís Batista de Queiroga	
ATUAÇÃO DE FERTILIZANTES ADICIONADOS DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS SOBRE O FLORESCIMENTO EM VARIEDADES DE CANA-DE-AÇUCAR.....	164
Luciana Vanessa Anselmo Sampaio Jéssica da Silva Rosa Claudivan Costa de Lima Tâmara Claudia de Araújo Gomes	
ATIVIDADE MICROBIANA DE UM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO SOB UM BOSQUE DE SABIÁ (<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth)	170
João Manoel da Silva Seliane Oliveira Vieira Yamina Coentro Montaldo Paula Cibelly Vilela da Silva Jakes Halan de Queiroz Costa Tania Marta Carvalho dos Santos	
FUNGOS RIZOSFÉRICOS E MECANISMOS DE PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO EM PLANTAS	179
João Manoel da Silva Tania Marta Carvalho dos Santos Gaus Silvestre de Andrade Lima	
COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E GRUPOS ECOLÓGICOS DAS ESPÉCIES ARBÓREAS EM FLORESTAS DE DIFERENTES IDADES EM TANQUE D'ARCA, AL.....	189
Andreza Rafaella Carneiro da Silva dos Santos Débora dos Santos Farias Mariana da Silva Leal Stheffany Carolina da Silva Lóz Mikael Oliveira da Silva Maria José de Holanda Leite Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto	
TRAÇOS REPRODUTIVOS RELACIONADOS ÀS SÍNDROMES DE DISPERSÃO DE ESPÉCIES LENHOSAS DA MATA ATLÂNTICA, TANQUE D'ARCA, AL.....	196
Mariana da Silva Leal Stheffany Carolina da Silva Lóz Mikael Oliveira da Silva Carllos Mozart Silva Almeida Diogo José Oliveira Pimentel Maria José de Holanda Leite Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto	
ANÁLISE TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE SUMÉ – PB	203
Jeremias Sousa Peruzzo Joelson Nunes Freire Maria Cristina dos Santos Pereira Luiz Daniel Rodrigues da Silva Ícaro Rafael Borges da Fonseca Maurício Javier De Leon Guttemberg da Silva Silvino	

APLICAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE SUMÉ, SUMÉ- PB..... 210

Ícaro Rafael Borges da Fonseca
Antônio Marcos Azevedo Batista
Jeremias Sousa Peruzzo
Joelson Nunes Freire
Maria Cristina dos Santos Pereira
Maurício Javier De Leon
Guttemberg da Silva Silvino

EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM TEMPOS DE PANDEMIA: UM ESTUDO DE CASO 219

Aline Evelle da Silva Lima
Stheffany Carolina da Silva Lóz
Lauane Mariedla Barros Marinho
Débora dos Santos Farias
Mariana da Silva Leal
Maria José de Holanda Leite
Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto

EXPANSÃO DA AGROECOLOGIA NO CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS: GRUPO AGROECOLÓGICO CRAIBEIRAS..... 224

Luciana Vanessa Anselmo Sampaio
Jakes Halan de Queiroz Costa
Tânia Marta Carvalho dos Santos
Cicero Adriano Vieira dos Santos

PERSPECTIVAS DA NANOTECNOLOGIA VERDE APLICADA À BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES DE MASTITE..... 232

Micheline Thais dos Santos
Elizabeth Simões do Amaral Alves
Ana Lúcia Figueiredo Porto

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE OVOS DE CODORNAS E SEGURANÇA ALIMENTAR..... 239

Paula Cibelly Vilela da Silva
Yamina Coentro Montaldo
João Manoel da Silva
Luiz Arthur dos Anjos
Jakes Halan de Queiroz Costa
Tania Marta Carvalho dos Santos

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE EM ESTÁGIO INICIAL DE DESENVOLVIMENTO USANDO DOIS SISTEMAS DE AQUECIMENTO..... 248

Ricardo Brauer Vigoderis
João Manoel da Silva
Cristiane Guiseline
Heliton Pandorfi
Deyvid Vilela Vieira
João Vitor de Almeida Bezerra

SOBRE OS ORGANIZADORES.....255

PADRÕES DE TOLERÂNCIA DE PATÓGENOS EM SEMENTES

Joyce Naiara da Silva^{1*}, Marília Hortência Batista Silva Rodrigues¹, Maria Luíza de Souza Medeiros¹, Gleyse Lopes Fernandes de Souza¹, Guilherme Vinícius Gonçalves de Pádua¹, Edinete Nunes de Melo¹, Luciana Cordeiro do Nascimento¹

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

RESUMO

A semente é um insumo básico para a produção da maioria das espécies vegetais de importância agrícola, logo, a qualidade da mesma é essencial para o sucesso e estabelecimento do estande de sementes. A qualidade da semente pode ser dita como a somatória de todas as propriedades genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias. A avaliação da sanidade de sementes apresenta-se com significativa importância, uma vez que, determinados agentes fitopatogênicos associados a elas, podem ser levados ao campo provocando perdas diretas e indiretas, bem como introduzindo novos patógenos em áreas isentas. Entre os patógenos associados às sementes temos, fungos, bactérias, vírus e nematoides. Tendo em vista a importância da sanidade das sementes, é necessária a determinação de padrões de tolerância de patógenos para a produção de sementes de qualidade. Define-se como padrão de tolerância de um patógeno em sementes, se o nível de ocorrência do patógeno em um dado lote de sementes abaixo do nível de danos econômicos a curto, médio ou longo prazo, é aceitável, este nível pode variar de acordo com a finalidade da produção. Entre os parâmetros que devem ser levados em consideração para a determinação dos padrões de tolerância, temos: a importância econômica do patógeno; taxa de transmissão do patógeno; modelo epidemiológico da doença; densidade de semeadura; método de análise sanitária em sementes e classe de sementes. Logo, conclui-se que a adoção de padrões de tolerância é primordial na obtenção de sementes de boa qualidade sanitária além de realizar o controle preventivo de muitos patógenos quarentenários.

PALAVRAS-CHAVE: Controle preventivo, danos econômicos, qualidade sanitária

1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna depende totalmente de um sistema eficiente que promova a sanidade vegetal em todas as etapas da cadeia produtiva, desde a produção de sementes, mudas e órgãos de propagação vegetativa, incluindo a micropropagação *in vitro* e os cuidados fitossanitários, que devem seguir desde a pós-colheita até o momento do produto ser comercializado: *in natura* ou industrializado (SOUSA et al., 2016).

A semente é um insumo básico para a produção da maioria das espécies vegetais de interesse humano, assim, a qualidade é um aspecto que exige muita atenção e cuidados por parte dos sistemas de certificação (BARROCAS; MACHADO, 2010). A qualidade da semente pode ser dita como a somatória de todas as propriedades genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias, que irá influenciar na capacidade de originar plantas com alta capacidade produtiva (MARCOS FILHO, 2015).

Assim, a avaliação da sanidade de sementes apresenta-se com significativa importância, uma vez que, determinados agentes fitopatogênicos associados a elas, podem ser levados ao campo provocando perdas diretas e indiretas, bem como a introdução de novos patógenos em áreas isentas (GURGEL et al., 2016).

Entre os patógenos associados às sementes, os fungos abrangem o maior número de espécies, seguidos pelas bactérias, vírus e nematoides (BRASIL, 2009).

Tendo em vista a importância da sanidade das sementes, é necessária a determinação de padrões de tolerância de patógenos para a produção de sementes de qualidade, visto que cada patógeno tem uma importância econômica e um grau de severidade distinto, fazendo com que a tolerância destes tanto em campo de produção como em um lote de sementes seja diferente. Logo, a presente revisão, teve como objetivo a abordagem de alguns aspectos que envolvem o estabelecimento e as aplicações de padrões de tolerância de patógenos de maneira geral.

2. PADRÕES DE TOLERÂNCIA DE PATÓGENOS EM SEMENTES

Define-se como padrão de tolerância de um patógeno em sementes, o nível de ocorrência do patógeno em um dado lote de sementes abaixo do nível de danos econômicos a curto, médio ou longo prazo, é aceitável e, este nível pode variar de acordo com a finalidade da produção (MACHADO, 1994).

A definição de padrões é de suma importância para a produção de sementes certificadas, que devem ter uma ótima qualidade fisiológica, física e sanitária, além de auxiliar os Programas de Vigilância Sanitária Vegetal evitando a disseminação de patógenos para áreas isentas.

A seguir são descritos alguns parâmetros que devem ser levados em consideração para a determinação dos padrões de tolerância.

2.1 Importância econômica do patógeno

A dimensão econômica da associação de patógenos com sementes deve ser avaliada tomando-se como base a própria expressão econômica de cada doença envolvida, em particular, nesse sentido, a abordagem não pode ser restrita à semente como vítima do ataque de patógenos, mas também ao potencial papel que a semente infectada ou contaminada representa no ponto de vista epidemiológico (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Logo, patógenos que apresentam maior importância econômica terão, conseqüentemente, uma menor tolerância no campo ou no lote de sementes.

A relação patógeno – semente é um fenômeno amplamente conhecido em todo o mundo e que tem sido responsável por uma série de conseqüências nocivas. Dentre as conseqüências, a perda do poder germinativo e vigor das sementes, introdução precoce de inóculo nas áreas de plantio, acúmulo de inóculo no solo, aumento da suscetibilidade de plantas a estresses variados, morte de plântulas oriundas de sementes contaminadas, contaminação e possível inutilização temporária de áreas para o cultivo de algumas espécies vegetais, contaminação de equipamentos utilizados para comercialização de sementes, disseminação do patógeno a longas distâncias, queda de produção e de qualidade, entre outros (MACHADO; PEROZA, 2005), assim, é notório que a associação de patógeno a sementes pode afetar economicamente o produto a ser comercializado.

A exemplo do fungo *Colletotrichum lindemuthianum* responsável por ocasionar a antracnose no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L), que se encontra entre as doenças mais importantes da cultura (MIGLIORINI et al., 2017), e também o fungo *Colletotrichum truncatum*, que é um dos mais importantes patógenos transmitidos via sementes, restos culturais e parte aérea da soja (*Glycine max* L.) (MANANDHAR; HARTMAN, 2008).

2.2 Taxa de transmissão do patógeno

A taxa de transmissão de patógenos via sementes, é uma relação matemática entre a ocorrência do patógeno nas sementes e o número de plantas emergidas e infectadas, com sintomas ou sem sintomas (BARROCAS; MACHADO, 2010).

Essa taxa é um indicador que pode variar em função de alguns fatores, entre os quais inerentes ao próprio hospedeiro, ao patógeno e às circunstâncias onde esta relação irá ser submetida. O cálculo de taxa de transmissão de patógenos via sementes, pressupõe, portanto, a fixação de algumas condições, todas favoráveis para que esta relação se estabeleça, o que implica em se obter um índice indicador de riscos, que, para o sistema de produção seja considerado inaceitável (COSTA; MACHADO, 2010).

Venturoso et al. (2015), ao realizarem a inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de canola (*Brassica napus* L.), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), girassol (*Helianthus annuus* L.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e níger (*Guizotia abyssinica* Cass) observaram que *S. sclerotiorum* pode ser transmitido para as plântulas das culturas quando associado às suas sementes.

Silva et al. (2014) quantificaram a taxa de transmissão de *Curvularia lunata* em arroz, o fungo causa a mancha dos grãos e é uma das principais doenças fúngicas do arroz, o fungo *C. lunata* foi detectado em todos os órgãos da plântula e nas três épocas de avaliação, 7, 14, 21 dias após a semeadura, as taxas médias de transmissão, nas três épocas, foram de 51,75; 44,16 e 73,12%, respectivamente, para a raiz primária, colmo e glumas. Costa Junior et al. (2016) afirmam que a transmissão *Fusarium* spp. pode ser considerada alta, evidenciado pelas taxas com valores iguais ou superiores a 50%, avaliada em sementes de oito lotes comerciais de sementes de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth. var. *gasipaes* Henderson).

2.3 Modelo epidemiológico da doença

Para definição do nível de tolerância de determinado patógeno, um fator muito importante que deve ser levado em consideração, é o modelo epidemiológico da doença. Os principais fatores relacionados ao patógeno que influenciam no desenvolvimento de epidemias são: nível de virulência e agressividade, quantidade de inóculo próximo ao hospedeiro, tipo de reprodução, ecologia e modo de disseminação (MICHEREFF, 2001).

A virulência de um patógeno está associada à quantidade de doenças induzida no hospedeiro, ou seja, quanto maior a intensidade da doença, mais virulento é o patógeno, já a agressividade está relacionada à velocidade no aparecimento dos sintomas da doença. Para a quantidade de propágulos do patógeno, quanto maior a quantidade dentro ou próximo das áreas cultivadas com as plantas hospedeiras, maior quantidade de inóculo chegará ao hospedeiro e com mais rapidez, aumentando muito as chances de uma epidemia. Os patógenos que dispõem de uma alta capacidade de reprodução, incluindo alta produção de inóculo e ciclos de vida curto, mas sucessivos, têm capacidade de causar grandes e frequentes epidemias. Patógenos que produzem seu inóculo na superfície de partes aéreas de hospedeiros têm capacidade de dispersar esse inóculo facilmente e a várias distâncias, resultando em epidemias mais frequentes e sérias do que aqueles que se reproduzem dentro da planta ou que necessitam de vetores para a sua disseminação (MICHEREFF, 2001).

É importante conhecer o modo de transmissão dos fitopatógenos pela semente, para determinar como esta atuará como fonte de inóculo e como a disseminação poderá ocorrer (FERRARI; POSSAMAI, 2015). No caso da *Sclerotinia sclerotiorum*, agente causal do mofo-branco na cultura da soja, pode se associar às sementes como micélio

dormente em seu interior ou acompanhando as sementes, na forma de escleródios (DHINGRA, 2005).

O fungo *Colletotrichum lindemuthianum* depende de alguns fatores como, alta umidade e temperatura amena para se desenvolver, entretanto, em uma semente pode haver esporos suficientes para que ocorra uma epidemia, se as condições forem ideais para o crescimento e viabilidade do patógeno. O alto poder de disseminação e destruição do fungo, aliado à sua probabilidade de transmissão, justifica o seu nível de tolerância de zero por cento no lote de sementes (REY et al., 2009).

O gênero *Fusarium* sp. engloba patógenos necrotróficos que colonizam todas as partes da semente incluindo o embrião, o endosperma e o tegumento, e a semente é o meio em que os microrganismos podem ser transportados e facilmente introduzidos em novas áreas (CAMARGO et al., 2017). Esse gênero é bastante agressivo, sendo responsável pela redução da capacidade germinativa de sementes e apodrecimento de raízes com consequente morte das mudas infectadas (WALKER et al., 2016).

Do ponto de vista de certificação, ao adotar padrões de tolerância estabelecidos para aqueles patógenos que apresentam uma maior dependência das sementes, faz com que a aplicação desta medida possa controlar esse patógeno, diferente daqueles que possam sobreviver em outros meios (HEWETT, 1979).

2.4 Densidade de semeadura

A densidade de semeadura também irá influenciar na definição de padrões de tolerância visto que a população de plantas também tem influência sobre o desenvolvimento de doenças, pois tem relação com a disseminação das unidades infectivas do patógeno e a formação de microclima na cultura, afetando a passagem do vento, o sombreamento do solo e alterando a umidade relativa do ar (HARMS et al., 2015). Logo, quanto mais adensado for o plantio, menor será o nível de tolerância dos patógenos.

Fontoura et al., (2006) ao avaliarem o efeito da população de plantas na incidência de doenças de colmo em milho safrinha (*Zea mays* L.), observou que o aumento da população de plantas resultou em aumento das doenças de colmo nos híbridos avaliados.

Knebel et al. (2006) avaliando a influência do espaçamento e da população de plantas sobre a severidade de (DFC) doenças de final de ciclo (*Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*) da soja observaram que as DFC tiveram menor severidade no espaçamento reduzido e na população mais baixa (menor densidade de plantas).

2.5 Método de análise sanitária em sementes

Existem vários métodos para detecção de patógenos em sementes, e estes são descritos no Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009).

Os métodos que são utilizados para a detecção de fungos em sementes baseiam-se em diferentes aspectos que variam desde análise visual da amostra e fração impura, como em exame microscópico da suspensão resultante da lavagem de sementes, exame de embriões, método do rolo de papel, incubação em meios de cultura padronizados ou meios semi-seletivos e incubação em substrato de papel de filtro (Blotter Test) (BARROCAS; MACHADO, 2010).

Para a definição dos padrões de tolerância deve ser levado em conta qual teste é utilizado, visto que eles apresentam graus de sensibilidade diferentes, ou seja, alguns testes são mais eficientes que outros, além disso, essa eficiência irá depender do patógeno e se está utilizando o método mais adequado, ou seja, quanto menos sensível for o teste maior deverá ser o rigor no momento da definição dos níveis de tolerância.

Fantinel et al., (2017) ao compararem três formas de detecção de fungos (os meios de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar), V8 (suco de tomate) e o método Blotter Test em sementes de goiabeira serrana (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret) observaram que os meios de cultura de BDA e V8 mostraram maior diversidade de colônias fúngicas, apresentando maior incidência quando comparados com o meio Blotter Test.

Em 26 de fevereiro de 2009 foi publicada a portaria nº47 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento a qual menciona qual método de análise deve ser realizado para cada patógeno (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de pragas não quarentenárias regulamentadas (PNQR) por cultura – propagada por sementes e seus respectivos métodos de análise.

Cultura	PNQR	Método de Análise
Algodão	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>vasinfectum</i>	Pelo método de incubação em substrato de papel e confirmação posterior da patogenicidade dos isolados encontrados.
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Por meio do exame da amostra de sementes secas utilizando-se lente de aumento
	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>malvacearum</i>	Por lote utilizando meio semiseletivo
	<i>Colletotrichum gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i>	Por amostra, por meio do teste “blotter”
Trigo	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	Método do papel de filtro com congelamento.
	<i>Drechslera tritici-repentis</i>	Método do papel de filtro com congelamento.
	<i>Stagonospora nodorum</i>	Método do papel de filtro com congelamento.
Feijão	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Pelo método do rolo de papel.
	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	Método de extração e plaqueamento do extrato de 5000 sementes em meio de cultura semi-seletivo.
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Por meio do exame da amostra de sementes secas utilizando-se lente de aumento.
	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	Pelo método de incubação em substrato de papel e confirmação posterior da patogenicidade dos isolados encontrados
Milho	<i>Curtobacterium flaccumfasciens</i> pv. <i>flaccumfasciens</i>	Utilizando meio semi-seletivo
	<i>Diplodia maydis</i>	pelo método de incubação em substrato de papel
Sorgo	<i>Colletotrichum graminicola</i>	Pelo método de incubação em substrato de papel (“Blotter Test”)
Soja	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Por meio do exame da amostra de sementes secas utilizando-se lentes de aumento
Girassol	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Por meio do exame da amostra de sementes secas utilizando-se lente de aumento

Fonte: Portaria nº47 de 26 de fevereiro de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

2.6 Classe de sementes

Como já citado anteriormente, as sementes são o insumo essencial para a agricultura e a qualidade dessas é imprescindível, logo, os níveis de tolerância em qualquer programa de sementes devem ser mais baixos nas primeiras etapas de multiplicação. Para muitos patógenos, nas classes genética e básicas de sementes, o nível de tolerância é zero, visto que estas classes são a base para a propagação das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Em 26 de fevereiro de 2009 foi publicada a portaria nº47 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento com o intuito de estabelecer os níveis de tolerância de pragas para Pragas Não-Quarentenárias Regulamentadas – PNQR em suas respectivas categorias de sementes e o ano que deveria ser adotado o nível de tolerância (Tabela 2).

Tabela 2. Lista de pragas não quarentenárias regulamentadas (PNQR) por cultura – propagada por sementes, seus respectivos níveis de tolerância, e indicação e ano/safra de implementação para as respectivas categorias de sementes.

Cultura	PNQR	Nível de tolerância por lote (%)	Categoria de sementes implementadas por safra		
			2009	2010	2011
Algodão	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>vasinfectum</i>	Zero	Todas		
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Zero	Todas		
	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>malvacearum</i>	Zero	Básica	Todas	
	<i>Colletotrichum gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i>	Zero	Básica	Todas	
Trigo	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	5%	Básica	C1 e C2	Todas
	<i>Drechslera tritici-repentis</i>	5%	Básica	C1 e C2	Todas
	<i>Stagonospora nodorum</i>	1%	Básica	C1 e C2	Todas
Feijão	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Zero	Básica	Todas	
	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	Zero	Básica	C1 e C2	Todas
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Zero	Todas		
	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>phaseoli</i>	Zero	-	-	Todas
	<i>Curtobacterium flaccumfasciens</i> pv <i>flaccumfasciens</i>	Zero	-	Básica	Todas
Milho	<i>Diplodia maydis</i>		Básica	C1 e C2	Todas
Sorgo	<i>Colletotrichum graminicola</i>		Básica	C1 e C2	Todas
Soja	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Zero	Todas		
Girassol	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Zero	Todas		

Fonte: Portaria nº47 de 26 de fevereiro de do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

3. CONCLUSÕES

A adoção de padrões de tolerância é de suma importância na obtenção de sementes de boa qualidade sanitária, além de realizar o controle preventivo de muitos patógenos quarentenários.

REFERÊNCIAS

BARROCAS, E. N.; MACHADO, J. C. Introdução a patologia de sementes e testes convencionais de sanidade de sementes para a detecção de fungos fitopatogênicos. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3, p. 74-75, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 200p.

CAMARGO, M. P.; MORAES, M. H. D.; MENTEN, J. O. M. Efficiency of Blotter test and agar culture medium to detect *Fusarium graminearum* and *Pyricularia grisea* in wheat seeds. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 3, p. 297-302, 2017.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

COSTA, M. L. N.; MACHADO, J. C. Padrões sanitários de sementes – Aspectos epidemiológicos, taxa de transmissão e de níveis de tolerância. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3, p. 78, 2010.

COSTA JUNIOR, J. C. D.; SANTOS, A. F. D.; FRANCISCON, L.; SILVA, C. N. D.; TESSMANN, D. J. Qualidade sanitária e fisiológica, métodos de detecção de *Fusarium* spp. e tratamento de sementes de pupunheira. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1119-1131, 2016.

DHINGRA, O. D. Teoria da transmissão de patógeno fúngico por sementes. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, 2005. p.75-112.

FANTINEL, V. S.; OLIVEIRA, L. M.; CASA, R. T.; SCHNEIDER, P. F.; ROCHA, E. C.; VICENTE, D.; POZZAN, M. Detecção de Fungos em Sementes de *Acca sellowiana* (Berg) Burret. **Floresta Ambiental**, v. 24, p. 1-11, 2017.

FERRARI, J. T.; POSSAMAI, E. Incidência de *Bipolaris sorokiniana* nas sementes e transmissão para plantas de cevada. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 320-329, 2015.

FONTOURA, D.; STANGARLIN, J. R.; TRAUTMANN, R. R.; SCHIRMER, R.; SCHWANTES, D. O.; ANDREOTTI, M. Influência da população de plantas na incidência de doenças de colmo em híbridos de milho na safrinha. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 545-551, 2006.

GURGEL, L. M. S.; ROSA, R. C. T.; ANDRADE, G. M.; ARAÚJO, W. M.; SILVA, G. A. E.; SANTOS, V. F.; ASSIS, T. C.; ANDRADE, D. E. G. T. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão caupi durante o beneficiamento. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 13, p. 279-290, 2016.

- HARMS, M. G.; PRIA, M. D.; REZENDE, B. L. A.; PRESTES, A. M. C.; DALAZOANA, F. Influência da densidade de plantas e do uso de fungicida nas doenças foliares e na produtividade de cebola. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 203-207, 2015.
- KNEBEL, J. L.; GUIMARÃES, V. F.; ANDREOTTI, M.; STANGARLIN, J. R. Influência do espaçamento e população de plantas sobre doenças de final de ciclo e oídio e caracteres agronômicos em soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 3, p. 385-392, 2006.
- MACHADO, J. C. Padrões de tolerância de patógenos associados a sementes. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 2, p. 229-263, 1994.
- MACHADO, J. C.; POZZA, E. A. Razões e procedimentos para o estabelecimento de padrões de tolerância a patógenos em sementes. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: Editora da UFV, 2005. p. 375-398.
- MANANDHAR, J. B.; HARTMAN, G. L. Anthracnose. In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. (Ed.) **Compendium of soybean diseases**. 4 ed., Minnesota: APS, p. 13-14, 2008
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 2015. 660p.
- MICHEREFF, S. J. **Fundamentos de Fitopatologia**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, 2001. 172p.
- MIGLIORINI, P.; DORNELES, K. R.; RODRIGUES, G. F.; PAULA, G.; TUNES, L. V. M. Métodos de inoculação de *Colletotrichum lindemuthianum* em sementes de feijão e danos em plântulas. **Biotemas**, v. 30, n. 1, p. 37-43, 2017.
- REY, M. S.; LIMA, N. B.; SANTOS, J.; PIEROBOM, C. R. Transmissão semente-plântula de *Colletotrichum lindemuthianum* em feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 3, p. 465-470, 2009.
- SILVA, M. S. B. D. S.; RODRIGUES, A. A. C.; OLIVEIRA, L. D. J. M. G. D.; SILVA, E. K. C.; & PEREIRA, T. D. S. Sanidade de sementes de arroz, biocontrole, caracterização e transmissão de *Curvularia lunata* em semente-plântula de arroz. **Revista Ceres**, v. 61, n. 4, p. 511-517, 2014.
- SOUSA, F. A.; CASTANHO, J. M.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, J. B.; ALMEIDA, J. G. C. Patologia em sementes de soja. **Revista Científica-Cultural**, v.1, n.1, p.1-7, 2016.
- VENTUROSOS, L. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; VENTUROSOS, L. A. C.; PONTIM, B. C. A.; REIS, G. F. Inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de oleaginosas: transmissão e seus efeitos sobre a emergência de plantas. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, p. 788-793, 2015.
- WALKER, C.; MACIEL, C. G.; MILANESI, P. M.; MUNIZ, M. F. B.; MEZZOMO, R.; POLLET, C. S. Caracterização morfológica, molecular e patogenicidade de *Fusarium acuminatum* e *Fusarium verticillioides* a *Cordia americana*. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 463-473, 2016.

ZANCAN, W. L. A.; MACHADO, J. C.; BAUTE, N. L.; SOUSA, B. F. M. Relationship between mycelial inoculum of *Sclerotinia sclerotiorum* and performance of sunflower seeds under controlled conditions. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 775-784, 2015.

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CRAMBE SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE E TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS

Washington Benevenuto de Lima^{1*}, Robson Fábio Alves de Souza¹, Francisco de Assis da Silva¹, Francisco Jean da Silva Paiva¹, Gleyka Nóbrega Vasconcelos¹, Raul Araújo da Nóbrega¹, Patrícia da Silva Costa¹, Ronaldo do Nascimento¹

¹Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/ Campus Central, Campina Grande-PB, * e-mail: washi_bene@yahoo.com.br

RESUMO

Tem aumentado cada vez mais o problema com salinidade na região Nordeste, por isso estudos sobre a tolerância de culturas agrônômicas a salinidade estão sendo cada vez mais necessários. Diante disso, objetivou-se analisar a germinação de sementes de Crambe submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e distintos níveis de salinidade da água. O trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4, sendo três tratamentos pré-germinativos e quatro níveis de salinidade, com 4 repetições. Os tratamentos pré-germinativos foram: embebição em água por 24 horas; sementes sem o pericarpo; e a testemunha. Os níveis salinos da água utilizadas, foram: 0,3; 1,5; 2,5 e 4,0 dS m⁻¹. Para avaliação dos efeitos dos tratamentos, realizou-se teste de germinação e vigor determinando a primeira contagem de sementes; porcentagem de sementes germinadas; índice de velocidade de germinação; tempo médio de germinação; velocidade média de germinação e frequência relativa de germinação. O tratamento pré-germinativo de embebição apresentou uma germinação acelerada no primeiro momento, mas mostrou-se inferior aos demais tratamentos ao final do período de contagem e abaixo dos índices indicados na literatura. A condutividade elétrica da água até o nível de 4,0 dS m⁻¹ não influenciou na germinação da semente de Crambe

PALAVRAS-CHAVE: *Crambe abyssinica* Hochst, condutividade elétrica, oleaginosa.

1. INTRODUÇÃO

O Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) faz parte da família Brassicaceae, e é originária da região do Mediterrâneo. As pesquisas com essa cultura foram intensificadas a partir da década de 80, iniciando a introdução nos EUA, Reino Unido e em alguns países da Europa, como Itália, França e Portugal. Nessas regiões não se tem a prática de cultivar o crambe em período de entressafra, período que é compreendido entre as principais culturas e iniciada após a safra de verão (COLODETTI et al., 2012).

A introdução dessa cultura no Brasil ocorreu em 2008, por ser uma planta com boa adaptação, rusticidade, precocidade e tolerante a seca (FERREIRA et al., 2013; ROSCOE et al., 2009). Por se adaptar ao clima do Brasil, essa cultura pode ser uma alternativa para incentivar a matriz de óleos vegetais e o programa de biodiesel no país durante as entre safras das principais culturas utilizadas, que são anuais (COLODETTI et al., 2012).

Para Rocha et al. (2017), o cultivo do crambe ocorre devido ao potencial na produção de óleo extraídos das sementes e também devido a utilização como forrageira. Entretanto, os autores ressaltam alguns cuidados eminentes à produção dessa cultura, tais como: o alto teor de óleo que prejudica o potencial de armazenamento das sementes; a desuniformidade de germinação, atribuído ao uso de sementes com a presença do pericarpo no momento da sementeira e a baixa disponibilidade de água no solo, indicando o emprego de técnicas de condicionamento fisiológico para superar essas adversidades.

Um outro fator preponderante a ser levado em consideração é a salinidade, uma vez que as sementes podem ser influenciadas pela condição de salinidade do solo. De acordo com Lima et al (2005), com a presença de um alto teor de sais, a germinação pode ser comprometida em decorrência da diminuição do potencial osmótico do solo, desta forma ocasionando prejuízos as demais fases do processo. Em geral, tanto as espécies halófilas como as glicófitas respondem de modo semelhante ao estresse salino, ou seja, a porcentagem e a velocidade de germinação são inversamente proporcionais ao aumento da salinidade, variando apenas o limite máximo de tolerância ao sal (Gupta e Huang, 2014). Estima-se que no mundo, 19,5% das terras irrigadas o equivalente a 45 milhões de hectares, estejam afetadas pela salinidade, principalmente nas regiões áridas e semiáridas (OLIVEIRA et al. 2010; GUPTA e HUANG, 2014).

Diante disso, para se determinar a tolerância de uma determinada cultura ao excesso de sais pode ser observado a porcentagem de germinação das sementes submetidas ao extrato salino ou água salina, sendo um dos métodos mais difundidos para esta análise. Assim, índice de redução na taxa de germinação, comparada ao tratamento controle, serve como indicador do índice de tolerância da espécie a salinidade (JANEGITZ et al. 2011).

Apesar de ser ainda muito incipiente pesquisas sobre essa temática, alguns estudos vem sendo realizados com a cultura do Crambe, a exemplo de Janegitz et al (2011), ao estudarem a tolerância da germinação de semente de crambe ao extrato salino, observaram que à medida que aumentou a dose de NaCl, diminuiu a germinação, comprimento e massa de matéria seca do crambe, ressaltando que a partir do potencial osmótico -0,6 para o NaCl a germinação foi totalmente inibida demonstrando o crambe uma cultura sensível ao desenvolvimento quando em substrato salino. Flausino et al, (2017) analisando a germinação de sementes de crambe embebidas em NaCl, com e sem casca (pericarpo), as sementes sem pericarpo obtiveram maior germinação, por outro lado quando embebidas em altas concentrações de NaCl foi observado a diminuição na germinação das sementes.

Analisando testes de vigor em sementes de *Crambe abyssinica*, Santos e Rossetto (2013), identificaram que testes de emergência de plântulas em campo e de deterioração controlada com sementes pré umedecidas a 15%, mantidas a 4 °C durante 48 horas e a 25 %, a 45 °C, por 36 horas, são eficientes na classificação de sementes de Crambe em diferentes níveis de vigor.

Utilizando sementes de Crambe armazenadas ao zero, três e seis meses e submetendo-as à técnicas de hidratação não monitorada (imersão em água) matriosmocondicionamento com PEG 6000 a -0,2 Mpa, atmosfera úmida e matricionamento, Rocha et al, (2017) concluíram que as técnicas de condicionamento fisiológico favorecem a germinação e o vigor de sementes quando armazenadas.

Desta forma, objetivou-se analisar a germinação de sementes de Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e distintos níveis de salinidade da água.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB no mês de novembro de 2018. As sementes de Crambe (*Crambe abyssinica*) foram obtidas de um campo de produção na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido – INSA, em parceria com a UFCG.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3 x 4, sendo três tratamentos pré-germinativos e quatro níveis de salinidade, com 4 repetições. Os tratamentos pré-germinativos foram: embebição em água por 24 horas; sementes sem o pericarpo; e testemunha (sem tratamento). Os níveis salinos da água utilizadas, foram: 0,3 (água de abastecimento); 1,5; 2,5 e 4,0 dS m⁻¹.

A embebição foi feita em água destilada, deixando as sementes por 24 horas antecedentes a montagem do experimento. O tratamento sem pericarpo foi realizado retirando-se manualmente o pericarpo com auxílio de pinça e sem danos ao embrião. O tratamentos testemunha foi obtido mantendo a semente intacta. Os tratamentos salinos foram obtidos com a salinização da água de abastecimento com cloreto de sódio, calculados com auxílio da fórmula de Richards (1954).

Cada repetição foi composta por 25 sementes, colocadas entre folhas de germitest umedecidas com 2,5 vezes o peso do papel seco, mantidas em câmara do tipo BOD à 25 °C. A verificação do número de sementes germinadas foram feitas diariamente durante 7 dias, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) para a cultura do Crambe, considerando válidas protrusões da radícula acima de 2 mm.

Após a contagem, foram realizados os cálculos das seguintes variáveis: Primeira contagem de sementes (Equação 1), porcentagem de sementes germinadas (Equação 2), índice de velocidade de germinação (Equação 3), tempo médio de germinação (Equação 4), velocidade média de germinação (Equação 5), e frequência relativa de germinação (Equação 6), sendo as equações 2, 4, 5 e 6 calculadas de acordo com metodologias citadas por Labouriau e Valadares (1976) e a equação 3 de acordo com Maguire (1962).

$$PCS = \left(\frac{N}{A}\right) \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

Em que: PCS = primeira contagem de sementes (%); N = Número de sementes germinadas no primeiro dia; A = Número de sementes colocadas pra germinar.

$$PSG = \left(\frac{N}{A}\right) \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

Em que: PSG = Porcentagem de sementes germinadas (%); N = Número total de sementes germinadas no sétimo dia; A = Número de sementes colocadas pra germinar.

$$IVG = \sum (N_i/T_i) \quad \text{Eq. 3}$$

Em que: IVG = Índice de velocidade de germinação; N_i = Número de sementes germinadas por dia; T_i = Tempo de incubação; i = 1 ao 7.

$$TMG = (\sum N_i T_i) / \sum N_i \quad \text{Eq. 4}$$

Em que: TMG = Tempo médio de germinação; N_i = Número de sementes germinadas por dia; T_i = Tempo de incubação; i = 1 ao 7.

$$VMG = 1/t \quad \text{Eq. 5}$$

Em que: VMG = Velocidade média de germinação; t = Tempo médio de germinação.

$$FRG = \frac{N_i}{\sum N_i} \quad \text{Eq. 6}$$

Em que: FRG = Frequência relativa de germinação; N_i = Número de sementes germinadas por dia; $\sum N_i$ = número total de sementes germinadas até o 7º dia.

Os dados foram submetidos a análise de variância comparando-se, por meio de regressão, os níveis de salinidade da água e por meio de teste de médias (Tukey) os tratamentos pré-germinativos em nível de 0,05 de probabilidade, com auxílio do software estatístico SISVAR versão 5.2 (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi constatada interação significativa entre os fatores pré germinativo (A) *verso* salinidade (B) para nenhuma das variáveis estudadas bem como para os tratamentos salinos ($P > 0,05$). No entanto, verificaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) para os tratamentos pré-germinativos em todas as variáveis analisadas (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para primeira contagem de sementes (PSC), porcentagem de sementes germinadas (PSG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), velocidade média de germinação (VMG) e frequência relativa de germinação (FRG) em sementes de crambe sob tratamento pré germinativo e diferentes níveis de salinidade da água

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		PCS	PSG	IVG	TMG	VMG	FRG
Pré germinativo. (A)	2	42,33 **	12940,3 **	174,0 **	0,694 **	0,024 **	162,31 **
Salinidade (B)	3	0,44 ns	135,5 ns	2,302 ns	0,093 ns	0,002 ns	12,28 ns
Interação (A x B)	6	4,1 ns	79,8 ns	1,126 ns	0,046 ns	0,001 ns	20,05 ns
Erro	36	11,1	77,7	1,384	0,057	0,002	24,48
CV%		18,82	11,63	13,36	10,28	9,26	10,60

*, **, ns – significativos pelo teste F à 5%, 1% e não significativo, respectivamente.

Janegitz et al. (2011) trabalhando com níveis de 1,12 à 15,91 microsimens com duas fontes de sais, NaCl e KCl, obteve uma redução linear na germinação do Crambe, ou seja, com o aumento da concentração salina, independente da fonte de sal, houve uma redução na porcentagem de germinação, concluindo que a cultura do Crambe é sensível ao desenvolvimento quando em substrato salino, contrariando os resultados encontrados nesta pesquisa.

Vasconcelos et al. (2014), avaliando a germinação de crambe em câmara de germinação (BOD) sob condições salinas, com níveis variando de 0 à 9,0 dS m⁻¹, não identificou efeito da CE nas variáveis estudadas, corroborando com os resultados encontrados nesta pesquisa.

A primeira contagem de germinação (Figura 1A) obteve superioridade estatística para o tratamentos embebido, não diferindo estatisticamente do tratamentos Sem Pericarpo que, por sua vez, não diferiu do tratamento testemunha. Esta variável apresenta a germinação ocorrida no primeiro dia de contagem, demonstrando que o tratamento que houve a embebição acelerou o processo de germinação em 2 vezes, quando comparado aos tratamentos sem pericarpo e mais de 7 vezes ao tratamento testemunha.

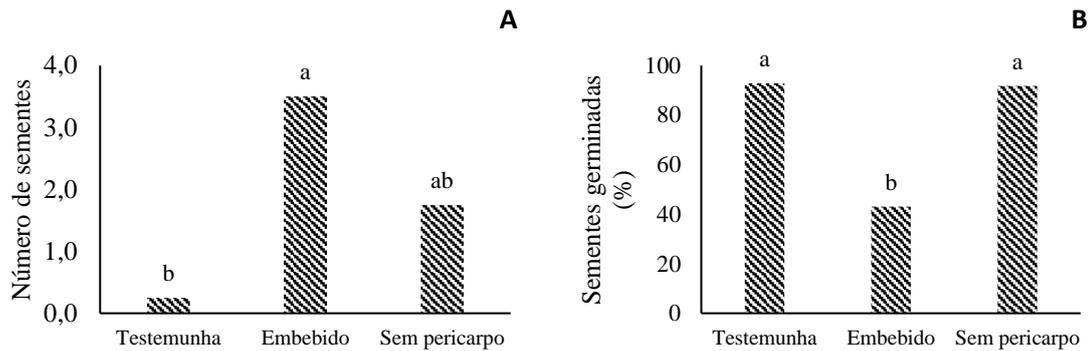


Figura 1 – Primeira contagem de sementes (A) e porcentagem de sementes germinadas (B) em função dos tratamentos pré-germinativos utilizados. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Campina Grande, PB. 2018.

A porcentagem total de sementes germinadas (Figura 1B) obteve superioridade estatística para os tratamentos testemunha e sem o pericarpo, com 92,75 e 91,75%, respectivamente. Assim, o processo de embebição acelerou a germinação no primeiro dia, mas não se mostrou eficiente na porcentagem final, ficando com 43% de germinação. Estes resultados corroboram com os encontrados por Ruas et al. (2010) que, trabalhando com a embebição de sementes de crambe, obteve uma germinação de 89,43% para os tratamentos sem o pericarpo e de 43,71% com os tratamentos com pericarpo.

Os tratamentos Testemunha e Sem pericarpo obtiveram valor de germinação acima do que é preconizado para comercialização, que é de 80% (Brasil, 2009), tomando como referência a Canola que é uma oleaginosa da mesma família (Brassicaceae). Em experimento conduzido por Cardoso et al. (2014), a embebição em água destilada de sementes de crambe, não diferiu do tratamento testemunha, porém, ambos ficaram abaixo dos 80% de germinação, contrariando os encontrados nesta pesquisa.

Cruz-Silva et al. (2016), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de crambe, com e sem o pericarpo, obteve resultados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa, onde ambos os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, porém em valores absolutos obteve uma maior média para o tratamento com o pericarpo (77,0%) em comparação ao tratamento sem pericarpo (70,5%).

Para o IVG (Figura 2A), constatou-se diferença estatística entre os tratamentos pré-germinativos, com superioridade para o tratamento sem pericarpo, seguido da testemunha e por último o tratamento embebido, com índices variando de 11,3; 10 e 5,1, respectivamente. Werner et al. (2017), trabalhando com germinação de sementes de crambe em diferentes meios de cultura e presença e ausência de pericarpo, obteve valores superiores para o IVG no meio de cultura WPM com 13,23, para o tratamento com pericarpo, e 16,09, para o tratamento sem o pericarpo, porém não diferiram estatisticamente entre si. Os maiores índices no trabalho do referido autor, podem estar associados às condições do meio de cultura que, além da temperatura e fotoperíodos ideais, apresenta suplementação de ágar e pH ajustado adequadamente.

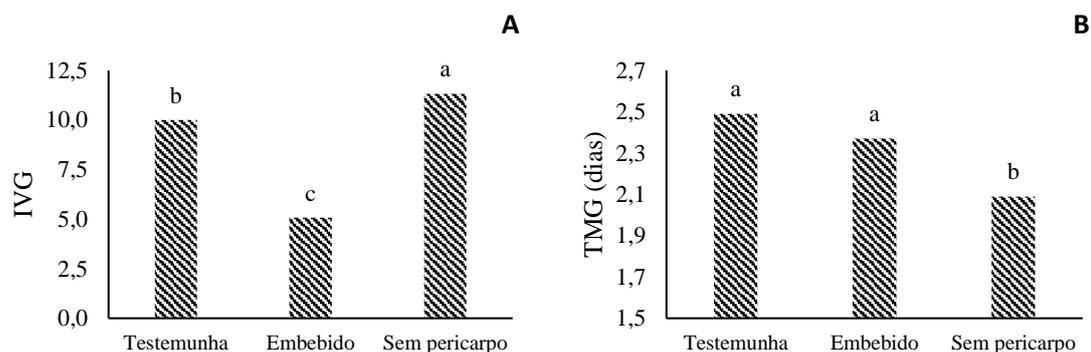


Figura 2 – Índice de velocidade de germinação (A); tempo médio de germinação (B) em função dos tratamentos pré-germinativos utilizados. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Campina Grande, PB. 2018.

Para o tempo médio de germinação (Figura 2B), os tratamentos testemunha e embebido apresentaram superioridade diante do tratamento Sem Pericarpo.

Inversamente ao TMG, a VMG apresentou superioridade estatística para o tratamento sem pericarpo (Figura 3A), sendo os tratamentos testemunha e embebido inferiores e não diferindo estatisticamente entre si. Cardoso et al. (2014) concluíram que a retirada do pericarpo favorece a velocidade de germinação, corroborando com o encontrado neste experimento.

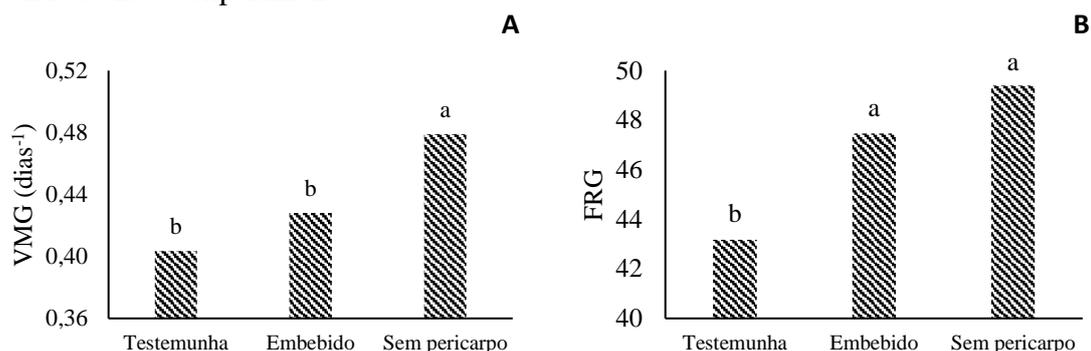


Figura 3 – Velocidade média de germinação (A); e frequência relativa de germinação (B) em função dos tratamentos pré-germinativos utilizados. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Campina Grande, PB. 2018.

A FRG (Figura 3B) apresentou superioridade estatística para os tratamentos embebido e sem pericarpo sobre o tratamento testemunha. Estes resultados corroboram com os encontrados por Costa et al. (2010) que, trabalhando com tratamentos pré-germinativos químicos e físicos, obteve uma Frequência de germinação para as sementes de crambe, maior para todos os tratamentos utilizados quando comparados ao tratamento testemunha.

A Figura 4 apresenta a frequência relativa de germinação ao longo dos dias de acompanhamento do experimento, para cada tratamento em cada nível salino utilizado. Observa-se que a frequência apresentou uma distribuição homogeneia para todos os níveis salinos e uma maior germinação para todos os tratamentos no segundo dia de contagem, estabilizando a germinação entre o terceiro e quarto dia.

A

B

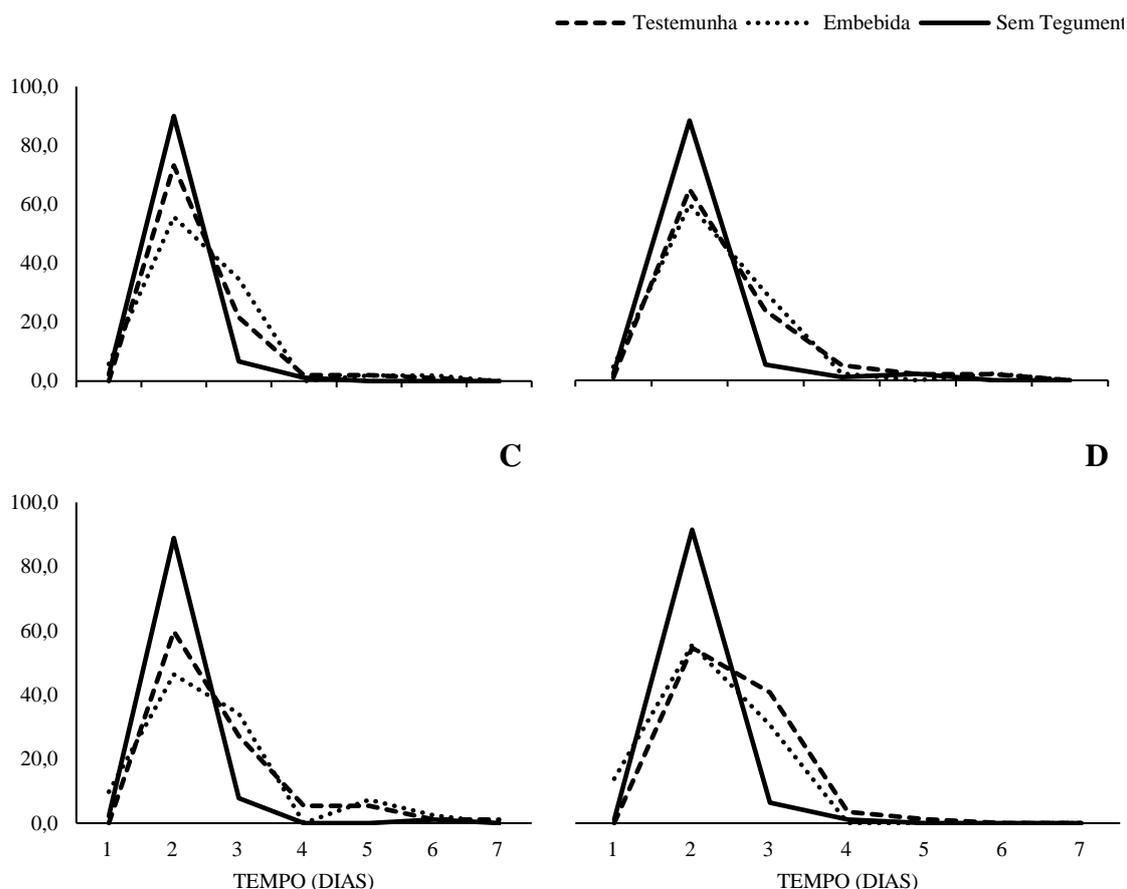


Figura 4 – Frequência relativa de germinação para o nível de 0,3 (A), 1,5 (B), 2,5 (C) e 4,0 dS m^{-1} (D)

O comportamento observado nas figuras expressa bem os resultados encontrados para os tratamentos pré-germinativos onde a maior VMG foi identificada para o tratamento sem pericarpo com picos no segundo dia de contagem e a maior distribuição da germinação dos tratamentos testemunha e embebido, evidenciam o maior TMG, distribuídos do segundo ao quarto dia de contagem.

4. CONCLUSÕES

Recomenda-se, com fins de germinação para a cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), a semeadura de sementes intactas (testemunha), pois estas apresentam boa germinação.

O tratamento pré-germinativo de embebição tem uma germinação acelerada no primeiro momento, mas mostrou-se inferior aos demais tratamentos ao final do período de contagem e abaixo dos índices indicados na literatura, não sendo recomendado.

A condutividade elétrica da água até o nível de 4,0 dS m^{-1} não influenciou na germinação da semente de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst).

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

COLODETTI, T. V. et al, Crambe: Aspectos Gerais da Produção Agrícola. Enciclopédia Biosfera, **Centro Científico Conhecer**, v.8. n.14, p.258, 2012.

COSTA, F. P. Frequência de germinação de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* hochst.) sob influência de tratamentos pré-germinativos e de temperaturas. **Nucleus**, v.7, n.2, 2010.

CRUZ-SILVA, C. T. A.; SIMONETTI, A. P. M. M.; NÓBREGA, L. H. P. Qualidade fisiológica de sementes de crambe com e sem pericarpo. **Revista cultivando o saber**, v.9, n.4, p.412-450, 2016.

FERREIRA et al, Influência dos Manejos do Solo no Desenvolvimento da Cultura do Crambe. **Energia na Agricultura**, v.28, p.179-184, 2013.

FLAUSINO, N. F.; MORAES, R. M.; NERY, F. C.; FARIAS FILHO, R.; BARBOSA, S. Desinfestação e germinação in vitro de sementes de *Crambre Abyssinica* expostas ao estresse salino. Anais do 14º Congresso Nacional do Meio Ambiente e 2º Simpósio de Águas Termais, Minerais e Naturais de Poços de Caldas, v.9, n.1, 2017.

GUPTA, B.; HUANG, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. **International Journal of Genomics**, v.2014, Article ID 701596, 18p, 2014.

JANEGITZ, M. C.; MATOSO, A. O.; DOURADO, W. S. Germinação de sementes de crambe (*Crambe Abyssinica*) em função do potencial osmótico. **Revista Cultivando o Saber**, v.4, n.2, p.143-153, 2011.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, n.2, p.263-284, 1976.

LIMA, M.G.S.; LOPES, N.F.; MORAES, D.M.; ABREU, C.M. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de sementes**, v.27, n.1, p.54-61, 2005.

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

OLIVEIRA, A.B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉIAS-FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.6, n.11, 2010.

RICHARDS, L. A. (ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington D.C./U.S. Salinity Laboratory. 1954. 160p.

ROCHA, R., COSTA, D., SANTOS, A., RIBEIRO, H., BORGHETTI, R. y COSTA, M. Desempenho de sementes de crambe expostas à tratamentos pré-germinativos. **Acta Biológica Colombiana**. v.19, n.2, p.251-260, 2014.

ROCHA, V. P. et al. Condicionamento Fisiológico de Sementes Armazenadas de Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst). **Scientia Agraria Paranaensis**, v.16, n.3, p.393-400, 2017.

ROSCOE, R. et al, Crambe: Nova Oleaginosa como Alternativa de Safrinha. Boletim Técnico, Sistemas de Produção Soja e Milho Safra 2008-2009. Safrinha 2009, Fundação Rio Verde - Lucas do Rio Verde- MT, n.17, p.92-107, 2009.

RUAS, R.; NASCIMENTO, G.; BERGAMO, E.; DAUR JUNIOR, R.; ARRUDA, R. Embebição e germinação de sementes de Crambe (*Crambe abyssinica*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.1, p.2010.

SANTOS, L. A. ; ROSSETTOU, C. A. V. Testes de vigor em sementes de *Crambe abyssinica*. **Ciência Rural**, v.43, n.2, p.233-238, 2013.

VASCONCELOS, A. C. F. et al. Germination and formation of crambe seedlings irrigated with saline waters. **Rev. de Ciências Agrárias**, v.37, n.3, p.306-311, 2014.

WERNER, E. T.; GOMES JÚNIOR, R.G.; LUBER, J.; MALAQUIAS, J. O. S.; GONTIJO, A. B. P. L.; AMARAL, J. A. T. Germinação in vitro de *Crambe abyssinica* hochst. **Nucleus**, v.14, n.1, 2017.

IMPORTÂNCIA DA SANIDADE E OS PRINCIPAIS MÉTODOS DE DETECÇÃO DE PATÓGENOS EM SEMENTES

Marília Hortência Batista Silva Rodrigues^{1*}, Joyce Naiara da Silva¹, Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua¹, Maria Luiza de Souza Medeiros¹, Edinete Nunes de Melo¹, Gleyse Lopes Fernandes de Souza¹, Luciana Cordeiro do Nascimento¹

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

RESUMO

A semente é um insumo base da agricultura, o que torna sua qualidade um fator determinante para o êxito de qualquer sistema produtivo, assim a busca por sementes de elevada qualidade (máxima germinação e vigor e livre de patógenos) tem crescido ao longo dos anos. Diante disto, esta revisão teve como objetivo realizar uma abordagem sistêmica da importância da sanidade, como também os principais métodos para detecção de patógenos, destacando a cultura em que cada teste se adequa melhor e esclarecer os paradigmas associados a estes parâmetros. Dentre os fatores relacionados a qualidade das sementes encontra-se a sanidade que é um parâmetro responsável por ocasionar grandes perdas na produção, quando negligenciada. Assim a detecção dos patógenos nas sementes é essencial para a identificação de várias doenças que poderiam facilmente causar surtos epidêmicos no campo. Logo, a detecção e o tratamento dos patógenos é uma medida preventiva que tem como propósito evitar a disseminação desses microorganismos em novas áreas, o que torna os padrões de sanidade e o seu uso imprescindíveis, devido os reflexos negativos que esses microorganismos podem trazer a lavoura.

PALAVRAS-CHAVE: Microorganismos, fitossanidade, qualidade fisiológica.

1. INTRODUÇÃO

As sementes de alta qualidade apresentam potencial para produzir plantas vigorosas e produtivas, de forma uniforme e em curto espaço de tempo. Sendo assim, se constitui em um dos pilares fundamentais para obtenção de uma elevada produtividade (NUNES et al., 2014).

Krzyzanowski et al. (2018) destacam que a utilização de sementes de alta qualidade resulta em plântulas de alto desempenho, originando plantas fortes, vigorosas, bem desenvolvidas e que se estabelecem em diferentes condições climáticas, bem como apresentam maior velocidade de emergência e de desenvolvimento na lavoura, propiciando também eficiente controle de ervas daninhas.

No entanto, as sementes podem atuar como agentes dispersores de fitopatógenos, introduzindo ou reintroduzindo doenças em áreas indenidas, ou seja, livre de patógenos, causando consequências epidemiológicas (JUNGES et al., 2014). Recentemente, verificou-se, exemplos de reintrodução de doenças na cultura da soja (*Glycine max* Linneu) já banidas no Brasil, devido a utilização de sementes vindas do exterior, como por exemplo, da mancha foliar “olho-de-rã” (*Cercospora sojina* Hara) e a introdução de doenças como *Diaporthe caulivora* (sin. *D. phaseolorum* var. *caulivora*), *Diaporthe aspalathi* (sin. *Diaporthe phaseolorum* var. *meridionalis*) que causa cancro da haste e

Xanthomona saxonopodis pv. *glycines* agente causal da pústula bacteriana, conforme destacou Krzyzanowski et al. (2018).

Diante disto, este capítulo teve como objetivo realizar uma abordagem sistêmica da importância da sanidade, como também os principais métodos para detecção de patógenos, destacando a cultura em que cada teste se adéqua melhor e esclarecer os paradigmas associados a estes parâmetros.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Importância da Sanidade de Sementes

A sanidade é um dos fatores importantes da qualidade, que determina o valor desta semente para a semeadura, para o desempenho em campo e para o armazenamento, contatando-se assim uma relação intrínseca entre a sanidade e o comportamento das plantas em campo. Portanto, a utilização de sementes de baixa qualidade sanitária (com a presença de patógenos), ocasiona perdas qualitativas e quantitativas na produção, dificultando a possibilidade de obtenção de uma lavoura de elevado nível fitotécnico (NUNES et al., 2013).

O termo sanidade de sementes tem sido abordado amplamente em todo o mundo. No Brasil, este parâmetro tem chamado bastante atenção nos sistemas produtivos e comércio agrícola, devido às reações negativas que a associação de patógenos (principalmente fungos) com as sementes pode favorecer.

Sementes infectadas por agentes causadores de doenças, têm sido a principal causa de perdas e prejuízos diretos, onde, no Brasil, são da ordem de 10 a 20% na produção, correspondente a uma redução de 8 milhões de toneladas de grãos por ano. Nos Estados Unidos, os valores são bem superiores se comparados ao Brasil, ultrapassando cerca de 5 bilhões de dólares, além de contribuir com a introdução e disseminação de várias doenças entre as regiões produtoras (GOULART, 2018).

Estabelecer padrões de sanidade de sementes ou os níveis de tolerância de uma determinada espécie a um patógeno requer estudos minuciosos sobre a relação do inoculo infectivo e com a semente que compõe um lote comercial (COSTA & MACHADO, 2010).

Tendo em vista a importância da utilização de lotes de sementes livres de patógenos, verifica-se que a qualidade da semente está diretamente relacionada com o rendimento da produção e da produtividade, e quando essa qualidade e/ou sanidade das sementes é negligenciada causa aumento do custo de produção, refletindo em diminuição do lucro e inviabilizando todo o sistema de produção.

2.2 Testes de sanidade de sementes

Os testes que avaliam a sanidade das sementes são ferramentas importantes para a identificação de doenças que poderiam causar surtos epidêmicos no campo. Assim, a detecção de patógenos associados às sementes antes do plantio é uma medida fitossanitária eficiente, que tem como finalidade evitar a introdução e disseminação desses microrganismos em novas áreas, determinar sua qualidade e o potencial de germinação, como também minimizar, o uso de defensivos, ou outras práticas de controle que oneram o custo de produção (ZENI & MACIEL, 2018).

Logo, é de fundamental importância o diagnóstico de patógenos associados às sementes de forma rápida e segura, por meio dos testes que fornecem informações

precisas e reproduzíveis quanto ao nível de infestação das sementes (SCHUCH et al., 2013).

Essas ferramentas podem contribuir no esclarecimento das causas da baixa germinação, que é comum em amostras com elevados índices de infecção, dando informações sobre a qualidade das sementes colhidas (fungos de campo) e armazenadas (fungos de armazenamento), resistência às doenças e da necessidade ou não de minimizar a ação e danos causados por fitopatógenos (NUNES et al., 2013).

Existe uma série de procedimentos ou padrões utilizados globalmente com a finalidade de determinar a sanidade de um lote de sementes, como por exemplo, o padrão utilizado na detecção de fungos, que requerem os mesmos critérios adotados pela International Seed Testing Association, que de maneira geral, consistem em estimular, ou seja, fornece condições adequadas para que estes possam produzir estruturas, ou alguns metabólitos, que permitam sua identificação (BARROCAS & MACHADO, 2010).

Os métodos utilizados para identificar fungos em lotes de sementes, podem variar desde análise visual da amostra e da fração impura, como também exame microscópio da suspensão obtida na lavagem das sementes, exame de embriões e os testes que serão apresentados neste capítulo como o método do papel filtro (Blotter test), o meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) e as técnicas moleculares.

Portanto, a escolha do método a ser utilizado para avaliar a sanidade das sementes não deve ser sempre amais moderna, mas sim a que possuir características como especificidade, sensibilidade, acurácia, reprodutibilidade rapidez e baixo custo, em que estas características devem estar correlacionadas com a forma de associação existente entre o patógeno e a semente, a espécie e o próprio objetivo do teste (BARROCAS & MACHADO, 2010).

2.2.1 Papel filtro (Blotter test)

O método do papel filtro consiste basicamente na distribuição de uma determinada amostra de sementes em caixas de plástico transparente (gerbox), previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio a 1% e álcool a 70%, com duas folhas de papel filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada esterilizada (ZENI & MACIEL, 2018).

O *Blotter test* é um dos principais métodos utilizados com a finalidade de detecção da sanidade de sementes. Em sementes de soja, por exemplo, o *blotter test* é considerado um método padrão e viável para a determinação da presença de fungos e é internacionalmente recomendado pela International Seed Testing Association (GOULART, 2018). Conforme Goulart, (2005) este teste é muito prático por não necessitar de assepsia superficial das sementes, sendo estas semeadas em placas de Petri ou caixas plásticas do tipo Gerbox contendo papel filtro esterilizado.

Em determinados casos a metodologia deste teste pode ser alterada, com modificações na temperatura e no período de incubação, visando detectar patógenos, como *Scleorotinas clerotiorum*, em soja (GOULART, 2018).

Diversos trabalhos são listados na literatura, avaliando a qualidade sanitária dos mais variados tipos de sementes por meio deste teste, como analisou Dorneles et al. (2018) em sementes de arroz (*Oryza sativa* Linneu), no Rio Grande do Sul e Noetzold et al. (2014) em sementes de soja.

Levando em consideração que a semente é um meio eficiente de sobrevivência e disseminação de patógenos, alguns pesquisadores têm buscado avaliar a eficácia de determinados testes de sanidade de sementes em uma determinada espécie. Camargo et al.

(2017) estudaram a eficiência do método de papel de filtro com congelamento (PFC) e do meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) na detecção de *Fusarium graminearum* e *Prycularia grisea* em sementes de trigo (*Triticum aestivum* Linneu), em São Paulo, e verificaram que o teste PFC foi mais eficiente na detecção de *P. grisea*, enquanto que o BDA foi eficiente na determinação do *F. graminearum*, independentemente do uso de asepsia ou não.

Celano et al. (2012) ao comparar a precisão do *Blotter test* com congelamento e o potencial do teste com restrição hídrica, em sementes de trigo, constataram que o primeiro foi eficiente para detectar *Drechslera tritici-repentis*, *Fusarium graminearum* e *Alternaria alternata*, entretanto, no segundo teste, foi identificado em maior incidência *Pyricularia grisea*. Portanto, fica claro a importância de pesquisas que avaliem esta relação (patógeno/semente), para que se possa aperfeiçoar ou adequar da melhor forma possível o teste.

2.2.2 Meio de cultura batata-dextrose-ágar

O procedimento de incubação das sementes pela metodologia em meio nutritivo com ágar, também é conhecido como meio BDA (batata-dextrose-ágar) e é extremamente difundido em todos os países.

Esse procedimento é eficaz por induzir a detecção de hifas, corpos de frutificação e esporos, independentemente da localização destes na semente, seja na superfície ou no seu interior (LUCCA FILHO, 2006). Embora esta metodologia utilize as mesmas condições que as empregadas no teste de papel filtro, apresenta limitações para fungos de crescimento muito lento e transmitidos internamente (REGO, 2005; OLIVEIRA et al., 2012).

No entanto, os métodos de avaliação da qualidade sanitária das sementes podem apresentar resultados controversos, mesmo entre espécies do mesmo gênero, fator este que tem influenciado na busca de estudos que impulsionem e aperfeiçoem os métodos de incubação, podendo tornar-se uma ferramenta auxiliar na realização de testes como o de germinação e de vigor em laboratório (OLIVEIRA et al., 2012).

Autores como Magalhães et al. (2008), recomendam o uso do teste em BDA devido apresentar resultados satisfatórios na determinação da sanidade das sementes e associa estes resultados positivos, com o fato deste se tratar de um substrato rico em nutrientes.

Moura et al. (2012) comparando a eficiência de métodos de detecção de fungos em sementes de cebola (*Allium cepa* Linneu), observaram que o meio BDA foi o substrato que melhor proporcionou desenvolvimento fúngico.

Oliveira et al. (2012) ao avaliarem os métodos BDA e *Blotter test* para detecção de fungos em sementes de *Schizolobium amazonicum* (Huber), que é uma espécie florestal encontrada na Amazônia Sul Ocidental, também conhecida como paricá, concluíram que o método de plaqueamento em BDA foi o mais adequado para a realização dos testes de sanidade de sementes desta espécie.

2.2.3 Técnicas moleculares

O uso de técnicas moleculares são frequentemente utilizadas para a detecção dos mais variados tipos de patógenos que acometem as sementes, que se baseiam em análises de ácidos nucleicos (BARROCAS & MACHADO, 2010).

Uma vantagem atrelada a este tipo de metodologia é que estas auxiliam a contornar algumas limitações dos testes convencionais como, por exemplo, a identificação destes

microrganismos em nível de espécies, subespécies, variedades e raças (BARROCAS & MACHADO, 2010).

As técnicas moleculares permitiram ao longo dos anos, o desenvolvimento de procedimentos rápidos, sensíveis e específicos na identificação de um determinado patógeno.

PCR - Destaca-se a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), por ser um método amplamente difundido e comumente mais utilizado. Essa técnica tem como objetivo amplificar exponencialmente sequências de ácido desoxirribonucleico, ou seja, cópias do material genético a partir de uma pequena quantidade dele, o que facilita a identificação precisa de um determinado patógeno (BALINI et al., 2015).

A amplificação de regiões específicas do DNA dos fungos pela PCR pode ser realizada através do protocolo de Khoury et al. (2011) onde as amostras de DNA genômico são inicialmente submetidas a amplificação por PCR, da região espaçadora dos genes da biossíntese da anflotoxina utilizando o *primers* IGS-Reverse 5'-GTCCACCGGAAATCGCCGTGCG-3' e IGS-Forward: 5'-AGGAATTCAGGATTCTCAATTG-3' (Invitrogen®), enquanto que para a amplificação da região fúngica que codifica a β -tubulina utiliza-se o *primers* TUB-Reverse: 5'-AAACCCTGGAGGCAGTCGC-3' e TUB-Forward: 5'-CTCGAGCGTATGAACGTCTAC-3'.

De acordo com o autor mencionado acima, posteriormente as reações de PCR, independente da região amplificada é realizada em um volume de 25 μ L, contendo 25 ng de DNA genômico, tampão de PCR 1x, 1,5 mM de MgCl₂, 0,8 mM de mix de dNTPs, 1 μ M de cada primer (reverse e forward), e 1,5 unidades da TaqDNA Polimerase, Promega®, sendo realizada em termociclador Bioer.

PCR-RFLP- A partir da PCR surgiu a PCR-RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphisms), metodologia está que tem sido recomendada por KHOURY et al. (2011) para a diferenciação de espécies fúngicas, pois ao avaliarem o gênero *Aspergillus*, observaram que era possível identificar com exatidão as espécies *A. parasiticus* e o *A. flavus*, apesar de possuírem uma morfologia semelhante. Balini et al. (2015) afirma ainda que esta técnica é barata, rápida e segura se comparada com técnicas de sequenciamento de ácidos nucleicos.

Esta técnica consiste em submeter produtos amplificados da região IGS à um clivagem com um a enzima *Bgl*III, conforme proposto por Khoury et al. (2011). Portanto, para a realização do teste é necessário, um total de 7,5 μ L do produto da PCR, que deve ser adicionado a reação de clivagem, contendo 0,75 μ L da enzima *Bgl*III (a10U/ μ L) New England Biolabs (NEB), tampão da enzima (1x) e água Milli-Q para um volume final de 20 μ L. Essa amostra deve ser incubada por 3 horas a 37°C e analisada através de eletroforese em gel de agarose a 2% (BALINI et al., 2015).

Estudos envolvendo detecção de fitopatógenos por meio de PCR demonstram que o método é eficiente na detecção de *Fusarium oxysporum*, em sementes de feijoeiro, como observado por Sousa et al. (2014).

Walker et al. (2016) ao avaliarem a patogenicidade de *Fusarium* spp. associado às sementes de *Cordia americana* Linneu, conhecida popularmente como guajuvira, identificaram molecularmente as espécies de *F. acuminatum* e *F. verticillioides*. Divakara et al. (2013) ao buscarem identificar isolados de *Fusarium* spp., associados às sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* Linneu), através de técnicas de amplificação do gene EF1 α , em que as análises filogenéticas foram realizadas usando as sequências parciais de EF1 α e marcadores Inter Simple Sequence Repeats, que significa sequências simples repetidas, contataram a presença de *F. verticillioides*, *F. thapsinum* e *F. incarnatum*.

Diante do exposto acima é possível observar que as técnicas moleculares são ferramentas adequadas e eficientes para a identificação de patógenos, principalmente aqueles que apresentam alta semelhança morfológica como as do gênero *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. ou entre espécies bastantes semelhantes como *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* (MEZZARI et al., 2003).

2.3 Tratamento de Sementes

Dentre as muitas inovações tecnológicas que surgiram na agricultura, encontra-se o tratamento de sementes. Essa uma área recebeu uma atenção especial nos últimos anos, devido representar uma primeira linha de defesa contra patógenos em sementes, com o intuito de garantir o eficaz estabelecimento das culturas em campo (CHANDRIKA et al., 2019).

É importante ressaltar que a presença de patógenos em sementes não ocorre apenas nas sementes de importância econômica como arroz (*Oryza sativa* Linneu), soja (*Glycine Max* Linneu), milho (*Zea mays* Linneu), feijão (*Phaseolus vulgaris* Linneu), trigo (*Triticum aestivum* Linneu), amendoim (*Arachis hypogaea* Linneu), sorgo (*Sorghum bicolor* Linneu) e cevada (*Hordeum vulgare* Linneu). A infecção também é constatada em espécies florestais onde Tremacoldi et al. (2013) em sementes de mogno-africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) verificaram o fungo *Lasiodiplodia theobromae*, que causa cancro, nesta espécie.

Em espécies arbóreas também tem sido reportado a presença de fungos, como em *Tamarindus indica* Linneu (SEGATO et al., 2017), *Cabralea canjerana* Well. (AIMI et al., 2016), *Anadenanthera peregrina* Linneu. (BERLOFFA et al., 2015), *Hevea brasiliensis* Müell. Arg. (SEGATO, 2015). Os gêneros *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Lasiodiplodia* sp. foram detectados durante a germinação de sementes e formação de plântulas de *Tachigali guianensis* (Benth), conforme observado por LEÃO et al. (2018).

Diante disto, o tratamento de sementes surge como o método mais fácil e mais antigo para reduzir danos à produtividade e consiste na aplicação de substâncias que mantenham a qualidade das sementes bem como seu desempenho, permitindo a expressão máxima do potencial genético das culturas (MENTEN & MORAIS, 2010).

Dentre os tratamentos que tem sido utilizados no Brasil e no mundo, citam-se fungicidas, inseticidas, nematicidas, produtos biológicos, como algumas espécies de *Trichoderma*, inoculantes de bactérias fixadoras de nitrogênio, hormônios, micronutrientes e tratamentos térmico, sendo estes tratamentos variáveis em função da espécie que será tratada (MENTEN & MORAES, 2010).

UV-C- Recentemente outra técnica que vem sendo explorada mundialmente para o tratamento de sementes é através da radiação UV-C. De acordo com Santos et al. (2016) esse método possui ação na redução dos propágulos presentes na superfície do material, através do seu efeito germicida, ou através da indução de resistência no hospedeiro.

A radiação ultravioleta (UV-C) apresenta comprimento de onda próximo de 254 nm, o qual destrói as estruturas do patógeno, inibe a germinação ou retarda o desenvolvimento destes microrganismos por meio da desnaturação proteica e desorganização da membrana plasmática (STEVENS et al., 2005).

Araújo et al. (2019) avaliando a qualidade fisiológica e sanitária de duas variedades (Agima e Tamar) de sementes de mamona (*Ricinus communis* Linneu) submetidas ao tratamento com radiação UV-C, observaram que está tecnologia reduziu a incidência em 44,8 e 100% de *Aspergillus* spp., nas cultivares, respectivamente. Esses mesmos autores afirmaram que a radiação UV-C pode ser utilizada para melhorar as condições fisiológicas e sanitárias destas sementes.

Apesar dos benefícios atrelados a técnica da radiação UV-C e embora essa radiação possua baixa capacidade de penetração nos tecidos das sementes, esse procedimento pode interferir nos processos metabólicos destas, gerando um aumento de radicais livres em seu interior alterando o seu potencial germinativo, inviabilizando-as (NEELAMEGAM & SUTHA, 2015). De acordo com Ouhibi et al. (2014), doses de radiação UV-C entre 0,4 e 20,0 KJ m⁻², são consideradas sub-letais para a maioria das culturas.

Neste contexto, o tratamento das sementes é uma alternativa para reduzir os impactos negativos causados pelos mais variados tipos de patógenos associados às sementes, sendo possível ainda favorecer ou induzir a obtenção de estandes com plântulas uniformes e vigorosas, no entanto, na escolha do método a ser utilizado deve-se considera a especificidade de cada espécie.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A detecção de fitopatógenos em sementes é uma das etapas mais importantes do sistema de produção agrícola, o que torna os padrões de sanidade e o seu uso imprescindível, devido os reflexos negativos que esses microrganismos podem trazer a lavoura.

Portanto, a aplicação dos mais variados testes de sanidade na patologia de sementes representa uma alternativa que impulsiona essa área do conhecimento, reduzindo significativamente a introdução ou a reintrodução de patógenos em novas áreas, bem como, as perdas na produção. Através dos resultados obtidos nos mais variados testes é possível desenvolver estratégias e medidas de controle eficientes, como o tratamento das sementes antes da semeadura.

REFERÊNCIAS

AIMI, S. C.; ARAUJO, M. M.; MUNIZ, M. F. B.; WALKER, C. Teste de sanidade e germinação em sementes de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p.1361-1370, 2016.

ARAUJO, M. E. V.; BARBOSA, E. G.; ARAÚJO, R. S. L.; TEIXEIRA, I. R.; GOMES, F. A.; CORRÊA, P. C. Physiological and Sanitary quality of castor oil plant seeds dueto ultravioleta C radiation. **Industrial Crops & Products**, v.137, n.1, p.9-15, 2019.

BALINI, L. C.; LUIS, A. S.; SOARES, L. C.; VENDRUSCOLO, E. C. G.; FIORINI, A. Identificação pela Técnica de PCR-RFLP, de *Aspergillus* spp. Isolados de Grãos de Soja e Milho. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.4, n.2, p.83-99, 2015.

BARROCAS, E. N.; MACHADO, J. C. Introdução a patologia de sementes e testes convencionais de sanidade de sementes para detecção de fungos fitopatogênicos. **Informativo ABRANTES**, v.20, n. 3. p.74-75, 2010.

BERLOFFA, J. M.; GRAICHEN, F. A. S.; FERNANDES, F. M.; SILVA, A. R. D. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de angico-vermelho sobre o crescimento inicial de plântulas. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, n. 2, p.78-86, 2016.

CAMARGO, M. P.; MORAES, M. H. D.; MENTEN, J. O. M. Efficiency of *Blotter test* and agar culture médium to detect *Fusarium graminearum* and *Pyricularia grisea* in wheat seeds. **Journal of Seed Science**, v.39, n.3, p.297-302, 2017.

CELANO, M.M.; MACHADO, J.C.; JACCOUD-FILHO, D.S; GUIMARÃES, R.M. Avaliação do potencial de uso da restrição hídrica em teste de sanidade de sementes de trigo visando à detecção de fungos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.4, p.613-618, 2012.

CHANDRIKA, P.K.S.V.; PRASAD, R.D.; GODBOLE, V. Development of chitosan-PEG blended films using *Trichoderma*: enhancement of antimicrobial activity and seed quality. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.126, n.1, p.282–290, 2019.

COSTA, M. L. N.; MACHADO, J. C. Padrões sanitários de sementes – Aspectos epidemiológicos, taxa de transmissão e estabelecimento de níveis de tolerância. **Informativo ABRANTES**, v.20, n. 3. p.74-75, 2010.

DIVAKARA, S. T.; SANTOSP, P.; AIYAZ, M.; RAMANA, M. V.; HARIPRASAD, P.; NAYAKA, S. C.; NIRANJA, S. R. Molecular identification and characterization of *Fusarium* spp. Associated with sorghum seeds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.94, n.6, p. 1132-1139, 2013.

DORNELES, K. R. D.; PAZDIORA, P. C.; SILVA, F. J. A.; MOCCELLIN, R.; FARIAS, C. R. J. Controle *in vitro* de *Bipolaris aryzae* (Breda de Haan) com extrato de *Curcuma longa* (Linnaeus) e sua interferência na fisiologia das sementes de arroz. **Revista Caatinga**, v.31, n.1, p.99 - 105, 2018.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**. Embrapa, v.2, 2018, 75 p.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2005. 58p.

JUNGES, E.; BASTOS, B. O.; TOEBE, M.; MULLER, J.; PEDROSO, D. C.; MUNIZ, M. F. B. Restrição hídrica e peliculização na microbiolização de sementes de milho com *Trichoderma* spp. **Comunicata Scientiae**, v.5, n.1, p.18-25, 2014.

KHOURY, A. E.; ATOUI, A.; RIZK, LTEIF, R.; KALLASSY, M.; LEBRIHI, A. Differentiation between *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* from pure culture and aflatoxin-contaminated grapes using PCR-RFLP analysis of aflR-aflJ intergenic spacer. **Journal of Food Science**, v.76, n.4, p.247-253, 2011.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. **Embrapa: Circular Técnica**, 136, p.24, 2018.

LEÃO, N. V. M.; SHIMIZU, E. S. C.; FELIPE, S. H. S.; BENCHIMOL, R. L.; NASCIMENTO, M. R. S. M. Morfometria, germinação e sanidade de sementes de Tachi-Peludo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.15, n.27, p.142. 2018.

LUCCA FILHO, O. A. Patologia de sementes. In: PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2 ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 2006, 259-330 p.

MAGALHÃES, H. M.; CATÃO, H. C. R. M.; SALES, N. L. P.; LIMA, N. F.; LOPES, P. S. N. Qualidade sanitária de sementes de coquinho-azedo (*Butia capitata*) no Norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2371-2374, 2008.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefício. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3, p. 52-53, 2010.

MEZZARI, A.; PERIN, C.; JÚNIOR, S. A. S.; BERND, A. G.; GESU, G.D. Os fungos anemófilos e sensibilização em indivíduos atópicos em Porto Alegre, RS. **Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 49, n. 3, p.1-10, 2003.

MOURA, J. F.; ROSA, R. C. T.; GONÇALVES, A. P. S.; GURGEL, L. M. S.; ASSIS, T. C.; ANDRADE, D. E. G. T.; SANTOS, V. F. Comparação de métodos de detecção de fungos em sementes de cebola. **Pesquisa Agropecuária**. v.17, n.1, p. 24-19, 2012.

NEELAMEGAM, R.; SUTHA, T. UV-C irradiation effect on seed germination, seed ling growth and productivity of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 4, n. 8, p. 430-443, 2015.

NOETZOLD, R.; ALVES, M. C.; CASSETARI NETO, D.; MACHADO, A. Q. Variabilidade espacial de *Colletotrichum truncatum* em campo de soja sob três níveis de sanidade de sementes. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 1, p. 16-23, 2014.

NUNES, C. D. M.; FAGUNDES, P. R. R.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M.; PETRINI, J. A.; FRANCO, D. F.; FERREIRA, E. Padrão de Sanidade das Sementes das cultivares BRS Pampa e Cachinho em Sentinela do Sul/RS – Safra 2012/2013. **Embrapa: Comunicado técnico**. p.6, 2014.

NUNES, C. D. M.; FAGUNDES, P. R. R.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. Importância do uso de sementes de arroz irrigado de qualidade. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado: Comunicado Técnico**. p.4, 2013.

OUHIBI, C.; ATTIA, H.; REBAH, F.; MSILINI, N.; CHEBBI, M.; AARROUF, J.; URBAN, L.; LACHAAL, M. Salt stress mitigation by seed priming with UV-C in lettuce plants, growth, antioxidant activity and phenolic compounds. **Plant Physiology Biochemistry**.v.83, n.1, p.126–133, 2014.

OLIVEIRA, J. D.; SILVA, J. B.; SAPONT, E. C.; SOUZA, L. M. S.; RIBEIRO, S. A. L. Métodos para detecção de fungos e assepsia de sementes de *Schizolobium amazonicum* (Caesalpinioideae). **Bioscience Journal**, v.28, n.6, p.945-953, 2012.

REGO, A. M. **Análise sanitária na produção de sementes de grandes culturas**. In: ZAMBOLIM, L. (Ed). Sementes: qualidade fitossanitária. Viçosa: UFV, 2005. p. 267-294.

SANTOS, L. A.; FARIA, C. M. D. R.; MAREK, J.; DUHATSCHEK, E.; MARTINICHEN, D. Radioterapia e Termoterapia como tratamento de sementes de soja. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v.9, n.2, p.37-44, 2016.

SCHUCH, L. O. B.; VIEIRA, J. F.; RUFINO, C. A.; ABRÉU JUNIOR, J. S. **Sementes: Produção, qualidade e inovações tecnológicas**. Pelotas: Editora e gráfica universitária, v.1, p. 22, 2013.

SEGATO, S. V. Fungos associados às sementes de seringueira. **Nucleus**, v. 12, n. 2, p. 183-188, 2015.

SEGATO, S. V.; MUNDURUCA, L. C.; SOUZA, V. M. S. Sanidade de sementes e emergência de plântulas de sementes de *Tamarindus indica* submetida a diferentes tratamentos pré-germinativos. **Nucleus**, v. 14, n. 1, p. 237-246, 2017.

SOUSA, M. V.; MACHADO, J. C.; SIMMONS, H. E.; MUNKVOLD, G. P. Real-time quantitative PCR assays for the rapid detection and quantification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Phaseolus vulgaris* (common bean) seeds. **Plant Pathology**.v.64, n.1, p.478-488, 2014.

STEVENS, C.; KHAN, V.A.; WILSON, C.L.; LUA, J.Y.; CHALUTZC, E.; DROBYC, S. The effect of fruit orientation of postharvest commodities following low dose ultraviolet light-C treatment on host induced resistance to decay. **Crop Protection**, v.24, n.1, p.756-759, 2005.

TREMACOLDI, C. R.; LUNZ, A. M.; COELHO, I. L.; BOARI, A. J. Cancro em mogno africano no estado do Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 74, p. 221-225, 2013.

WALKER, C.; MACIEL, C. G.; MELANESI, P. M.; MUNIZ, M. F. B.; MEZZOMO, R.; POLLET, C. S.; Caracterização morfológica, molecular e patogenicidade de *Fusarium acuminatum* e *Fusarium verticillioides* a *Cordia americana*. **Ciência Florestal**, v.26, n.2, p.463-473, 2016.

ZENI, J.; MACIEL, C. G. Qualidade fisiológica de sementes de *Acacia mearnsii* De Wild. Fabaceae. **Scientific Electronic Archives**, v.11, n.2, p.1-7, 2018.

***Doryctobracon areolatus*: PARASITOIDE DE MOSCAS-DAS-FRUTAS**

Angélica da Silva Salustino^{1*}, Manoel Cícero de Oliveira Filho¹, Khyson Gomes Abreu¹, Renan Rodrigues Ferreira¹, Lylian Souto Ribeiro¹, Kennedy Santos Gonzaga¹, Carlos Henrique de Brito¹

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

RESUMO

O controle biológico de moscas-das-frutas utilizando parasitoides, vem sendo cada vez mais citado como uma alternativa viável de manejo para esta praga. O *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) (Braconidae) é considerado um dos parasitoides mais abundantes e frequentemente encontrado em regiões Neotropicais, parasitando larvas de diversas espécies de moscas-da-frutas em várias frutíferas. Diante do exposto, o objetivo desta revisão de literatura foi levantar informações sobre a biologia e o índice predatório de *Doryctobracon areolatus* sobre moscas-das-frutas. O ciclo biológico desse inseto dura em média 25 dias, desde a oviposição até a emergência do adulto e a longevidade de adultos de $16,36 \pm 3,62$ dias para os machos e $10,24 \pm 1,71$ dias para as fêmeas. Apresenta índice predatório favorecido por fatores como sua alta distribuição geográfica, tamanho do seu ovipositor (longo) e sua capacidade para parasitar mais de um estágio de desenvolvimento de suas presas, como os estágios de ovos, larvas recém-nascidas e pupas. Fatores que o destaca como forte concorrente parasitário entre os demais parasitoides de moscas-das-frutas.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, Braconidae, Tephritidae.

1. INTRODUÇÃO

O controle biológico de moscas-das-frutas da família Tephritidae vem sendo cada vez mais citado como uma alternativa viável, principalmente por ser um método que pode ser usado sinergicamente com outras táticas de controle, além de não oferecer riscos de toxicidade ao meio ambiente (PARANHOS; NAVA; MALAVASI, 2019).

A eficácia desse método está relacionada com os inimigos naturais de cada espécie de moscas-das-frutas, os quais contribuem para a redução dessas pragas (BUENO et al., 2017). Dentre os principais inimigos naturais dos tefritídeos destacam-se os parasitoides pertencentes a ordem Hymenoptera e a família Braconidae (ARAUJO et al., 2015). Destes, de acordo com Wharton e Yoder (2020), já existem mais de 100 espécies detectadas parasitando moscas-das-frutas em todo mundo.

A família Braconidae é composta de endoparasitoides solitários que ovipositam no ovo hospedeiro ou na larva, emergindo posteriormente das pupas (WHARTON, R., & NORRBOOM, 2013; MURILLO et al., 2016). Dentre os representantes desta família destaca-se a espécie *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti 1911), a qual habita regiões neotropicais, em países como Brasil, México e República Dominicana (MURILLO et al., 2019).

No Brasil, o *D. areolatus* é considerado um dos parasitoides mais abundantes e frequentemente encontrado em todo país, atacando diversas espécies de moscas-da-frutas

em várias frutíferas (PARANHOS; NAVA; MALAVASI, 2019). Segundo Paranhos et al., (2019), dentre as espécies de importância agrícola parasitadas por *D. areolatus* estão *Anastrepha fraterculus*, *A. obliqua*, *A. sororcula*, *A. zenildae*, *Ceratitis capitata*, *Rhagoletotrypeta pastranai* e *Neosilba* sp.

A diversidade de espécies atacadas por *D. areolatus* está relacionada com alguns fatores, como sua abundância, a ampla distribuição geográfica e aos fatores morfológicos como o comprimento do seu ovipositor (3,8 mm), o qual permite que esta espécie parasite os hospedeiros em frutos com diferentes tamanhos e espessura de polpa (ALUJA et al., 2013; TAIRA et al., 2013 ALMEIDA et al., 2019).

Tais fatores consideram este parasitoide como uma espécie bastante promissora para os programas integrados de manejo de pragas, visando o biocontrole de tefritídeos. Apesar dos resultados apontarem o potencial deste parasitoide no controle biológico, poucas são as informações a seu respeito.

Diante do exposto, o objetivo desta revisão de literatura foi levantar informações sobre a biologia e o índice predatório de *D. areolatus* sobre moscas-das-frutas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Classificação, aspectos morfológicos e biológicos de *Doryctobracon areolatus*

O conhecimento sobre a classificação, aspectos morfológicos e biológicos dos inimigos naturais é de extrema importância para o desempenho do programa de controle biológico. *D. areolatus* é uma vespa parasitoide exclusivamente de insetos, que pertence a ordem Hymenoptera e a família Braconidae (MYERS et al., 2020).

Na fase adulta os parasitoides himenópteros apresentam hábitos alimentares variados, incluindo néctar de flores, fluidos de hospedeiros, frutas e sucos de frutas (STUHL et al., 2011).

A reprodução é geralmente sexuada e o desenvolvimento holometabólico passando pelos estágios de ovo-adultos. O ovo exibe um formato alongado, coloração esbranquiçada com uma gema escura, e mede cerca de 1 mm de comprimento. As larvas são do tipo vesiculada e polipodiforme (Quicke, 1997), musculosas, mas com cutícula frágil. Corpo medindo $1709,3 \pm 1290,04$ μm de comprimento e $297,8 \pm 0,01$ μm de largura, com coloração transparente, alongado, cilíndrico, caudado e vermiforme, com fraca segmentação. Na medida em que a pupa do hospedeiro se desenvolve a larva *D. areolatus* completa seu ciclo internamente. Murillo et al., (2015) relata que em pupas de hospedeiros com 8 dias, já se observa pupa de *D. areolatus* com estruturas bem desenvolvidas, e após 12 dias observa-se nas pupas dos hospedeiros adultos, estruturas completas do parasitoide. O adulto apresenta cabeça bem definida e 12 segmentos corporais (MURILLO et al., 2016). O desenvolvimento desse inseto dura em média 25 dias, contabilizando desde a oviposição até a emergência do adulto e longevidade de $16,36 \pm 3,62$ dias para os machos e $10,24 \pm 1,71$ dias para as fêmeas (NUNES et al., 2011).

Seu ciclo de desenvolvimento ou parasitismo, acontece inicialmente com a localização das larvas hospedeiras no interior dos frutos. Essa localização é realizada pelas fêmeas através da capacidade olfativa, responsável pelo reconhecimento dos voláteis de frutos em diferentes estágios de maturação, infestados por larvas de moscas-das-frutas em diferentes instares. Esse fato confere a esse parasitoide uma vantagem adaptativa diante das demais espécies, devido ao fato de encontrar hospedeiros em diferentes estágios de desenvolvimento (SILVA et al., (2007).

Ao localizar o hospedeiro, a fêmea parasitoide realiza a oviposição introduzindo seu ovipositor no interior do fruto alcançando diretamente o corpo das larvas (BITTENCOURT et al., 2012). Se fecundados, os ovos originarão machos e fêmeas e quando não fecundados darão origem exclusivamente a machos, por meio da reprodução partenogenética do tipo arrenótoca (SILVA & SILVA, 2005). De acordo com Oliveira et al., (2014), o que determina a razão sexual da progênie é o tamanho das larvas hospedeiras, visto que, a fêmea do parasitoide seleciona o tamanho do hospedeiro para a realização de sua postura, depositando os ovos fecundados em hospedeiros maiores, e os ovos não fecundados em hospedeiros menores.

O desenvolvimento larval do parasitoide tem sua ocorrência no interior da larva hospedeira. Ao entrar na fase de pupa o parasitoide se alimenta do conteúdo corporal de sua presa, e com isso, ao invés da emergência de um adulto de mosca-das-frutas, emerge um parasitoide dando continuidade ao mesmo processo que o gerou (SILVA & SILVA, 2005).

Apesar do controle por parasitoides não ocorrer de forma imediata, no final do processo de parasitismo o hospedeiro é morto ou, pelo menos, não permitirá a transferência genética para a próxima geração (ABREU; ROVIDA; CONTE, 2015).

2.2. Distribuição geográfica e potencial parasitário de *Doryctobracon areolatus*

O parasitoide *D. areolatus* apresenta um alto potencial para o controle de moscas-das-frutas, apresenta distribuição geográfica neotropical, ocorrendo naturalmente desde o sul do México à Argentina. Na Flórida de acordo com Eitam et al., (2003), a dominância desse parasitoide varia de 61 a 100% em relação aos demais parasitoides encontrados na região.

No Brasil esse parasitoide apresenta notório destaque, pela constante presença em todas as regiões e pela vasta gama de espécies hospedeiras. Vários levantamentos relatam a distribuição desse parasitoide no país, como o que avaliou a infestação de moscas frugívoras e a ocorrência de seus parasitoides nos municípios de Pelotas e de Capão do Leão, no Sul do país, sendo observado por Nunes et al., (2012), que *D. areolatus* foi o mais frequente na maioria das frutíferas amostradas.

A presença de *D. areolatus* também foi constatada na região Nordeste, onde segundo Sá et al., (2012), de oito parasitoides encontrados sob moscas-das-frutas, em 21 espécies vegetais, 88,7%, foi representado por *D. areolatus* parasitando principalmente *Anastrepha* spp. em frutos de umbu, seriguela, juá e acerola no semiárido do sudoeste da Bahia. Ainda nessa região, a abundância e diversidade desse parasitoide foi constatado na região do Baixo Jaguaribe, semiárido do estado do Ceará, onde, de acordo com Araújo et al., (2015), este foi o único parasitoide a mostrar associação com todas as espécies de moscas-da-frutas observadas (*A. zenildae* em frutos de juá, com *A. sororcula* em goiaba, com *A. obliqua* em cajá e cajarana, e com *C. capitata* em frutos de acerola, sapoti, goiaba e castanhola).

Na região Norte Dutra et al., (2013), verificaram a ocorrência *D. areolatus* parasitando moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* no estado da Amazônia. A associação desse parasitoide com o gênero *Anastrepha*, também foi relatada no estado de Roraima, sendo descrito como o mais abundante entre os demais parasitoides encontrados (MARSARO JÚNIOR et al., 2017).

Doryctobracon areolatus também foi encontrado parasitando larvas de *Anastrepha* spp. na região Centro-Oeste no estado do Mato Grosso do Sul, alcançando índice de parasitismo de 96%.

A região Sudeste também apresentou relatos do parasitoide *D. areolatus*, sendo este constatado por Montes et al., (2011), exercendo controle biológico das moscas-das-frutas em Presidente Prudente no estado de São Paulo. Neste mesmo estado foi constatado por Marinho (2009), que de 3.008 parasitoides coletados 77,5% eram de *D. areolatus*.

Sobre o potencial parasitário Murillo et al., (2019), verificaram em seus resultados, que em condições de campo *D. areolatus* foi responsável por parasitar 93% das larvas de *A. obliqua*. Em estudo de laboratório, com larvas de *A. fraterculus* foi observado por Nunes et al., (2011), médias de parasitismo de $53,50 \pm 8,93\%$, variando de 41,6 a 68,6%. Porcentagem essa que segundo esses autores caracteriza o potencial de *D. areolatus* para ser usado como agente no controle biológico.

Dentre os fatores que potencializam e ampliam a ação parasitária e a utilização de *D. areolatus* no controle biológico, destaca-se o tamanho do seu ovipositor (longo). Tendo em vista que, o tamanho e a espessura da polpa dos frutos, podem interferir no alcance das larvas hospedeiras por parasitoides com ovipositores curtos (AMEIDA et al., 2019). Sendo assim, a diversidade de espécies parasitadas, estar relacionada com tamanho do ovipositor, tendo em vista que, parasitoides com ovipositores curtos geralmente estão associados a espécies encontradas em frutos menores, enquanto os com ovipositores mais longos podem parasitar espécies contidas em frutos com diferentes tamanhos e espessuras de polpas (MARINHO et al., 2009).

Outro ponto importante que favorece o potencial parasitário de *D. areolatus*, é sua capacidade para parasitar mais de um estágio de desenvolvimento de suas presas, como os estágios de ovos, larvas recém-nascidas e pupas, tornando-se assim mais competitivo do que os parasitoides que atacam um único estágio ou apenas os estágios posteriores (MURILLO et al., 2015; GROTH et al., 2016; ONGAROTTO, 2017).

O fator biológico razão sexual também classifica o potencial de um parasitoide a ser utilizado como agente de biocontrole (ZACARIN; GOBBI; CHAUD-NETTO, 2004). De acordo com Nunes et al., (2001), a média para a razão sexual de *D. areolatus* criado em larvas *A. fraterculus* é de 0,62, resultado que indica um número maior de fêmeas na população, o que se torna essencial para o uso deste parasitoide no controle biológico, uma vez que, são as fêmeas os agentes parasitários.

2.3.Fatores abióticos que influenciam a biologia *Doryctobracon areolatus*

O conhecimento dos fatores abióticos, que influenciam nos parâmetros biológicos dos insetos, é de extrema importância para a instalação de criações em laboratório, para os estudos de ecologia zoneamento e para otimizar as liberações de campo (GONÇALVES et al., 2018).

Dentre os fatores que podem interferir no desenvolvimento dos parasitoides podemos citar a temperatura, o fotoperíodo e a disponibilidade de hospedeiros. Estes são responsáveis por interferências na sua capacidade de busca pelo hospedeiro e no seu ciclo biológico, chegando a afetar sua longevidade, fecundidade e diapausa. Tais fatores podem ser limitantes para o sucesso do potencial parasitário, comprometendo principalmente a capacidade de sobrevivência desses parasitoides (SILVA-TORRES; BARROS; TORRES 2009).

Dos fatores abióticos citados, a temperatura destaca-se como um dos principais, sendo responsável por afetar aspectos biológicos como fertilidade, longevidade, ciclo de vida, razão sexual e viabilidade de diferentes estágios de desenvolvimento (GONÇALVES et al., 2014; PONCIO et al., 2016).

De acordo com Gonçalves et al., (2018), a temperatura afeta a normalidade do desenvolvimento *D. areolatus*, pelo fato da temperatura dos insetos está relacionada com

a temperatura ambiente, ambas temperaturas quando elevadas fazem com que aumente a velocidade do desenvolvimento dos insetos reduzindo esse período. Esses autores ainda verificaram em seus resultados que as melhores condições para um rápido crescimento populacional desse parasitoide exige temperaturas entre 22 e 25 °C e que temperaturas fora dessa faixa, reduz o número de insetos emergidos, a produção de novas fêmeas e a longevidade dos adultos.

Apesar das interferências de temperatura no desenvolvimento de *D. areolatus*, este consegue por meio do mecanismo de diapausa, esse fenômeno permite a sobrevivência da espécie mesmo passando por condições adversas, como, escassez acentuada de hospedeiro e condições ambientais desfavoráveis (temperaturas elevadas ou muito baixas) para o seu desenvolvimento (ALUJA, 1998; OVRUSKI; SCHLISERMAN; ALUJA, 2004; CARVALHO, 2005).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle biológico de tefritídeos utilizando vespas parasitoides tem sido bastante discutido ultimamente, devido as vantagens econômicas e por proporcionar a manutenção e conservação do meio ambiente, sendo incorporado com sucesso no Manejo Integrado de Pragas (MIP). *Doryctobracon areolatus* apresenta alto potencial parasitário e se destaca entre os demais parasitoides de moscas-das-frutas devido a sua ampla distribuição geográfica, diversificação de espécies hospedeiras, tamanho do seu ovipositor e a capacidade de parasitar hospedeiros em diferentes estágios de desenvolvimento ganhando vantagem quando comparado aos concorrentes parasitas de moscas-das-frutas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, J.; ROVIDA, A. F. S.; CONTE, H. biological control of insects parasitoids agricultural crops in Brazil: Literature review. **UNINGÁ Review**, Vol.22, n.2, pp.22-25, 2015.
- ALMEIDA, L. B. M.; COELHO, J. B.; GUIMARÃES, J. A.; UCHOA, M. A. Native parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Serra da Bodoquena National Park-MS. **Biota Neotrop.** v.19, n. 4, 2019.
- ALUJA, M.; LÓPEZ, M.; SIVINSKI, J. Evidência ecológica para diapausa em quatro espécies nativas e uma exótica de parasitoides da mosca-da-larva (Diptera: Tephritidae) em ambientes tropicais. **Ann. Entomol. Soc. Sou.**, v. 91, p. 821 – 833, 1998.
- ALUJA, M.; OVRUSKI, S.M.; SIVINSKI, J.; CÓRDOVA-GARCIA, G.; SCHLISERMAN, P.; NÚÑEZ-CAMPERO, S.; ORDANO, M. Interspecific competition and competition-free space in the tephritid parasitoids *Utetes anastrephae* and *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae). **Ecological Entomology, Saint Albans**, v.38, p.485–496, 2013.
- ARAUJO, E. L.; FERNANDES, E. C.; SILVA, R. I. R.; FERREIRA, A. D. C. D. L.; COSTA, V. A. D. Parasitoides (Hymenoptera) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no semiárido do estado do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 610-616, 2015.
- BITTENCOURT, M. A. L.; SANTOS, O. O. D.; BRITO, E. D. A.; ARAÚJO, E. L.; MARINHO, C. F. Parasitoides (Braconidae) associados à *Anastrepha* (Tephritidae) em

frutos hospedeiros do Litoral Sul da Bahia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 811-815, 2012.

BUENO, A. D. F.; CARVALHO, G. A.; SANTOS, A. C. D.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, D. M. D. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, v. 47, n. 6, 2017.

CARVALHO, R. S. Diapausa em parasitóides de moscas-das-frutas no Recôncavo Baiano. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 4, p. 613-618, 2005.

EITAM, A.; HOLLER, T.; SIVINSKI, J.; ALUJA, M. Use of host fruit chemical cues for laboratory rearing of *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v. 86, n. 2, p. 211-216, 2003.

GONÇALVES, R. S.; NAVA, D. E.; ANDREAZZA, F.; LISBÔA, H.; NUNES, A. M.; GRÜTZMACHER, A. D.; PAZIANOTTO, R. A. A. Efeito de temperaturas constantes sobre a biologia, a tabela de vida e os requisitos térmicos de *Aganaspis pelleranoi* (Hymenoptera: Figitidae), um parasitóide de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae). **Environ. Entomol.** V. 43, p. 491-500, 2014.

GONÇALVES, R. S.; NUNES, A. M.; PONCIO, S.; Manica-Berto, R.; NÖRNBERG, S. D.; GRÜTZMACHER, A. D.; NAVA, D. E. Bionomics, thermal requirements and life table of the fruit fly parasitoid *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae) under various thermal regimes. **Biological Control**. V. 127, p. 101-108, 2018.

GROTH, M. Z.; LOECK, A. E.; NÖRNBERG, S. D.; BERNARDI, D.; NAVA, D. E. Biology of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) in two species of fruit flies. **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, 2016.

MARSARO JÚNIOR, A. L.; ADAIME, R.; TELES, B. R.; SOUZA FILHO, M. F.; SILVA PEREIRA, P. R. V.; MORAIS, E. G. F.; SILVA, E. *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae), their host plants and parasitoids (Hymenoptera) in the state of Roraima, Brazil: state of the art. **Biotemas**, v. 30, n. 1, p. 13-23, 2017.

MARINHO, C. F.; SOUZA-FILHO, M. F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R. A. Parasitóides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Estado de São Paulo: plantas associadas e parasitismo. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 3, p. 321-326, 2009.

MONTES, S. M. N. M.; RAGA, A.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. D. Dinâmica populacional e incidência de moscas-das-frutas e parasitoides em cultivares de pessegueiros (*Prunus persica* L. Batsch) no município de Presidente Prudente-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 402-411, 2011.

MURILLO, F. D.; CABRERA-MIRELES, H.; BARRERA, J. F.; LIEDO, P.; MONTOYA, P. *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera, Braconidae) a parasitoid of early developmental stages of *Anastrepha obliqua* (Diptera, Tephritidae). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 46, p. 91, 2015.

MURILLO, F. D.; CABRERA-MIRELES, H.; BARRERA, J. F.; LIEDO, P.; MONTOYA, P. Intrinsic competition between resident and invasive parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) that attack the West Indian fruit fly *Anastrepha obliqua* under field conditions. **Biocontrol science and technology**, v. 29, n. 3, p. 252-262, 2019.

- MURILLO, F. D.; LIEDO, P.; NIETO-LÓPEZ, M. G.; CABRERA-MIRELES, H.; BARRERA, J. F.; MONTOYA, P. First instar larvae morphology of *Opiinae* (Hymenoptera: Braconidae) parasitoids of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) fruit flies. Implications for interspecific competition. **Arthropod structure & development**, v. 45, n. 3, p. 294-300, 2016.
- MYERS, P.; ESPINOSA, R.; PARR, C. S.; JONES, T.; HAMMOND, G. S.; DEWEY, T. A. 20202020. **A Web de Diversidade Animal (online)**. Disponível em: <https://animaldiversity.org>. Acesso em: 13 abril 2020.
- NUNES, A. M.; MÜLLER, F. A.; GONÇALVES, R. D. S.; GARCIA, M. S.; COSTA, V. A.; NAVA, D. E. Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 42, n. 1, p. 6-12, 2012.
- NUNES, A. M.; NAVA, D. E.; MÜLLER, F. A.; GONÇALVES, R. D. S.; GARCIA, M. S. Biology and parasitic potential of *Doryctobracon areolatus* on *Anastrepha fraterculus* larvae. **Pesq. agropec. bras.**, v. 42, v.46, n.6, p.669-671, 2011.
- OLIVEIRA, P. C. D. C.; FONSECA, E. D.; ALVARENGA, C. D.; GIUSTOLIN, T. A.; RABELO, M. M.; COUTINHO, C. R. Efeito da idade das larvas de *Ceratitis capitata* (Wied.) sobre a qualidade biológica do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 3, p. 244-249, 2014.
- ONGAROTTO, S. Avaliação de fontes proteicas no desenvolvimento de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) e na qualidade de *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae). **Embrapa Clima Temperado-Tese/dissertação (ALICE)**, 2017.
- OVRUSKI, S. M.; SCHLISERMAN, P.; ALUJA, M. Indigenous parasitoids (Hymenoptera) attacking *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in native and exotic host plants in Northwestern Argentina. **Biological Control**, v. 29, p. 43-57, 2004.
- PARANHOS, B. J.; NAVA, D. E.; MALAVASI, A. Biological control of fruit flies in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, 2019.
- PONCIO, S.; NUNES, A. M.; GONÇALVES, R. D. S.; LISBOA, H.; MANICA-BERTO, R.; GARCIA, M. S.; NAVA, D. E. Estratégias para estabelecer uma técnica de criação para o parasitóide da mosca da fruta: *Doryctobracon brasiliensis* (Hymenoptera: Braconidae). **J. Econ. Entomol.** V. 111, p. 1087-1095, 2018.
- SÁ, R. F. D.; CASTELLANI, M. A.; NASCIMENTO, A. S. D.; RIBEIRO, A. E. L.; MOREIRA, A. A. PARASITISMO NATURAL EM MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) NO SEMIÁRIDO DO SUDOESTE DA BAHIA, BRASIL. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 34, n. 4, p. 1266-1269, 2012.
- SILVA, J. W. P.; BENTO, J. M. S.; ZUCCHI, R. A. Olfactory response of three parasitoid species (Hymenoptera: Braconidae) to volatiles of guavas infested or not with fruit fly larvae (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, v. 41, n. 3, p. 304-311, 2007.
- SILVA, R. A.; SILVA, W. R. Conhecimento atual sobre parasitóides de moscas-das-frutas no estado do Amapá. **Embrapa Amapá-Documentos (INFOTECA-E)**, 2005.
- SILVA-TORRES, C. A. S.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Efeito da idade, fotoperíodo e disponibilidade de hospedeiro no comportamento de parasitismo de *Oomyzus sokolowskii*

Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 4, p. 512-519, 2009.

STUHL, C.; CICERO, L.; SIVINSKI, J.; TEAL, P.; LAPOINTE, S.; PARANHOS, B. J.; ALUJA, M. Longevity of multiple species of tephritid (Diptera) fruit fly parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae) provided exotic and sympatric-fruit based diets. **Journal of insect physiology**, v. 57, n. 11, p. 1463-1470, 2011.

TAIRA, T. L.; ABOT, A. R.; NICÁCIO, J.; UCHÔA, M. A.; RODRIGUES, S. R.; GUIMARÃES, J. A. Fruit flies (Diptera, Tephritidae) and their parasitoids on cultivated and wild hosts in the Cerrado-Pantanal ecotone in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de entomologia**, v. 57, n. 3, p. 300-308, 2013.

WHARTON, R. A.; YODER, M. J. **Parasitoids of Fruit-Infesting Tephritidae**. Disponível em: <http://paroffit.org/public/site/paroffit/home>. Acesso em: 13 abril 2020.

WHARTON, R.; NORRBOM, A. L. New species and host records of New World, mostly neotropical, opiine Braconidae (Hymenoptera) reared from flower-infesting, stem-galling, and stem-mining Tephritidae (Diptera). **ZooKeys**, n. 349, p. 11, 2013.

ZACARIN, G. G.; GOBBI, N. CHAUD-NETTO, J. Capacidade reprodutiva de fêmeas de *Apanteles galleriae* (Hymenoptera, Braconidae) em lagartas da *Galleria mellonella* e *Achroia grisella* (Lepidoptera, Pyralidae) usadas com dietas diferentes. **Iheringia, Sér. Zool.**, v. 94, n. 2, p. 139-147, 2004.

MONITORAMENTO AMBIENTAL E DEFESA VEGETAL DE *Lobesia botrana* (DEN. E SHIFF.) (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) NA VITICULTURA: REVISÃO DE LITERATURA

Heloísa Martins de Araújo^{1*}, Jacinto de Luna Batista¹, Gemerson Machado de Oliveira¹, Letícia Barbosa de Lacerda¹, José Rayan Eraldo Souza Araújo¹, Paulo Henrique de Almeida Cartaxo¹, Felipe Marinho Coutinho de Souza²

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

²Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife-PE

RESUMO

A importância econômica da uva é expressa pela grande extensão de mercado que ocupa. A qualidade dos frutos depende de muitos fatores, sendo o cuidado com a condição fitossanitária essencial. Danos causados por insetos, afetam diretamente na produção, tornam-se meio de propagação para microrganismos oportunistas, além de afetar negativamente a fisiologia da planta. Uma praga de grande destaque na viticultura, sendo chave em muitas regiões é *Lobesia botrana* (Den. e Shiff.) (Lepidoptera: Tortricidae). Diante da importância econômica desta cultura e do potencial prejuízo que esta praga pode causar à toda cadeia produtiva, a reunião de informações relevantes sobre a bioecologia da espécie torna-se ferramenta fundamental na defesa vegetal, como incremento base para o desenvolvimento de medidas de monitoramento e táticas de controle e manejo do inseto-praga. *L. botrana* é uma microlepidóptera endêmica na região Palearctica. É polífaga, e suas larvas alimentam-se de videiras e até 40 outras espécies de plantas pertencentes a 27 famílias. A taxa de infestação em pomares negligenciados é superior a 40%. O uso de inseticidas é amplamente utilizado no seu controle, principalmente moléculas com o princípio regulador de crescimento. Dentre as principais alternativas de controle, encontra-se o biológico. A técnica da ruptura do acasalamento está sendo difundida nos programas de manejo em diversas regiões. Pelo alto potencial biótico, grande impacto que é capaz de causar e por estar classificada de forma quarentenária ausente no Brasil, é necessário que se mantenha o contínuo monitoramento, para que se confirmada sua presença, medidas de controle sejam empregadas de forma emergencial, evitando sua disseminação.

PALAVRAS-CHAVE: Bioecologia, fitossanidade, quarentenária-ausente.

1. INTRODUÇÃO

A uva é uma fruta não climatérica, com taxa fisiológica relativamente baixa, de forma geral é cultivada para produção de sucos, bebidas fermentadas e consumo “in natura”. As características de maior importância são a cor, uniformidade e sanidade (ALVARENGA et al., 2002). A importância econômica desta fruta é expressa pela grande extensão de mercado que ocupa, sendo cultivada, comercializada e consumida por todo o mundo (RIZZUTI et al., 2015).

A viticultura no país está difundida desde a região Sul a Nordeste, apresenta-se de maneira distintiva nos diferentes centros de produção, para as mais diversas finalidades (CAMARGO ET AL., 2011). Enquanto boa parte concentra sua produção para

processamento, outras, predominam o cultivo para elaboração de vinhos finos ou uvas de mesa (DE MELLO, 2016).

A produção de uva tornou-se um importante ramo da fruticultura, a crescente produção gerou necessidade de sistema de produção adequados (ALVARENGA et al., 2002), a qualidade dos frutos depende de muitos fatores que se iniciam desde a finalidade que se destinará a produção, passando pela escolha do material vegetal, tratos culturais, colheita, armazenamento até a comercialização (RIZZUTI et al., 2015).

Dentre todas as etapas, o cuidado com a condição fitossanitária é essencial, pois, a sanidade dos frutos está entre as características mais requeridas por quem as consome (COSTA ET AL., 2011). Danos causados por insetos, além de afetar diretamente na produção, acarretando injúrias no produto final, de forma indireta, torna-se meio de propagação sendo porta de entrada para microrganismos oportunistas, além de afetar negativamente a fisiologia da planta, reduzindo sua produtividade e posteriormente lucratividade.

Uma praga de grande destaque, sendo chave em muitas regiões é a *Lobesia botrana* (Den. E Shiff.) (Lepidoptera: Tortricidae), é polifágica e desenvolve-se em espécies de diversas famílias, conhecida vulgarmente como traça da uva. Este inseto causa dano direto pela sua alimentação na fase larval e indireto por favorecer microorganismos, como por exemplo *Botrytis cinérea* (Persoon: Fries) (Sclerotiniaceae), agente causal do mofo cinza (OLIVA et al., 1999).

Diante da importância econômica da viticultura e do potencial prejuízo que *L. botrana* pode causar à toda cadeia produtiva desta cultura, a reunião de informações relevantes sobre a bioecologia da espécie torna-se ferramenta fundamental na defesa vegetal, como incremento base para o desenvolvimento de medidas de monitoramento e táticas de controle e manejo do inseto-praga, além oferecer suprimento de referências para pesquisas futuras.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 A cultura da uva

2.1.1 Taxonomia – botânica

Pertencente à família botânica Vitaceae e ordem Vitales, compreendem 12 gêneros e cerca de 800 espécies. Esta família divide-se em indivíduos das zonas temperadas, zonas tropicais e subtropicais. O gênero *Vitis* é o mais antigo e o único que possui frutos comestíveis, apresentando a maior importância econômica. Está subdividido em dois subgêneros ou séries: *Muscadinia* Planch (2n = 40) e *Euvitis* Planch (2n = 38), cujas espécies estão agrupadas de acordo com a morfologia e a origem geográfica. Destacam-se *V. vinifera* (*Euvitis*) com frutos apropriados para a produção de vinhos, de origem europeia, e *V. labrusca* (*Muscadinia*) que são adequadas para produzir uvas de mesa e servir de porta-enxerto, com origem na América do Norte (MAGALHÃES, 2008; LEAO & BORGES, 2009; SOUZA & LORENZI, 2012).

Morfologicamente a videira é uma liana sarmentosa. Seu sistema radicular varia em organização com o método de propagação, sendo anualmente renovando. O tronco à medida que o diâmetro aumenta deixa de ser maleável, na extremidade dos braços, inserem-se as varas do qual emitem novas ramificações. Constituídos por nós e entrenós, onde encontram-se folhas, inflorescências e gavinhas. Os gomos localizam-se nos nós das varas, nestes é possível encontrar uma folha com dois gomos axilares de um lado, e do

outro um cacho ou uma gavinha. As flores da videira, foram descritas como dióicas, poligamodióicas ou monóicas e suas flores podem ser díclinas ou monóclinas, agrupando-se em inflorescências ramificadas que se desenvolvem em cachos, cada flor corresponde a um bago, o qual atinge normalmente entre 1 a 3 gramas. É alógama, e a fecundação cruzada ocorre através da ação do vento, de insetos, chuvas ou de forma artificial (MAGALHÃES, 2008).

2.1.2 Fenologia e ciclo de desenvolvimento

Diversos fatores meteorológicos que interagem com os demais elementos que compõem um sistema de produção afetam o desenvolvimento da videira (BACK et al., 2013). Dentre estes fatores está a precipitação, déficit de pressão do vapor, evapotranspiração e outros. O aumento da temperatura e a modificação da distribuição e frequência de precipitação causam impactos negativos a produção e qualidade das uvas, sendo necessário por vezes a alteração da área de cultivo, a variedade a ser implantada e as técnicas a serem utilizadas (JONES & GOODRICH, 2008).

Embora todas espécies necessitem de um período relativamente quente para crescimento e maturação dos frutos, os extremos afetam-nos negativamente. Temperaturas acima de 35°C sob abrigo e 40°C sob o sol, inibem ou bloqueiam os processos fisiológicos e bioquímicos da videira. Apresentam como característica o período de repouso vegetativo, temperaturas em níveis abaixo de 10°C, limitam o crescimento dos brotos que posteriormente induz o repouso vegetativo, caracterizado pela queda gradativa das folhas e intumescimento e alongamento das gemas. A quantidade de frio requerida é variável de acordo com a cultivar. Este período é seguido por uma fase de intensa atividade vegetativa, indicada pela brotação, floração, frutificação e maturação, sendo durante todas as fases a temperatura um fator primordial (STRECK et al., 2007; BACK et al., 2013).

A viticultura de clima temperado é tradicional no Sul e nas regiões de maior altitude do Sudoeste, caracteriza-se por um ciclo anual, seguido de um período de dormência induzido pelas baixas temperaturas do inverno. A subtropical é praticada em regiões de invernos amenos e curtos, em que há registro de geadas. Nestas condições, há um período de dormência natural em junho e julho, podendo ser manejada de maneira tradicional a ter um ciclo por ano ou de forma especial, alcançando dois ciclos vegetativos, com a obtenção de duas colheitas por ano. A viticultura tropical é típica de regiões onde as temperaturas mínimas não são suficientemente baixas para induzir a videira à dormência, como no Vale do São Francisco, Noroeste Paulista e Norte de Minas Gerais. A videira cresce continuamente e manejada obtendo-se duas ou mais colheitas por ano e de forma programada. Desta forma, temperaturas mais altas tendem a acelerar o crescimento e desenvolvimento das plantas, de modo que os estágios fonológicos ocorrem em sucessão mais rápida do que em condições mais frias (LEAO & BORGES, 2009; KELLER, 2010; CAMARGO et al., 2011).

Embora as interações entre genótipo e meio ambiente acarretem variações espaciais e temporais no rendimento da cultura, nem todos os componentes do rendimento respondem igualmente às condições ambientais. A exemplo da composição físico-química dos frutos, que ao longo do tempo é alterada durante o período de maturação das bagas, como parte do programa de desenvolvimento da videira e, portanto, está sob controle genético (KELLER, 2010).

2.1.3 Problemas fitossanitários

Problemas como falhas no sistema de produção, provocam grandes prejuízos, visto que a viticultura é uma atividade agrícola de custo elevado. A alta umidade combinada ao excesso hídrico e temperaturas elevadas, torna a cultura muito suscetível ao ataque de pragas. Elevada precipitação durante o período de florescimento causa falhas na frutificação durante a maturação, apodrecimento dos frutos e perda de qualidade (RIBEIRO, et al, 2010; BACK et al., 2013).

Os cultivares de *Vitis vinifera* são sensíveis a diversas doenças fúngicas, como os oídios *Plasmopara viticola* e *Erysiphe necator* e mofo cinza *Botrytis cinerea*, que sob condições favoráveis estes microrganismos causam danos elevados a produção e qualidade dos frutos (ROSA et al., 2007; SCHNEE et al., 2013).

Embora seja registrada a ocorrência de uma ampla diversidade de insetos nas videiras, o número de espécies em que se necessita da adoção de medidas de controle é relativamente baixo. *Eurhizococcus brasiliensis* (Wille, 1922), é uma praga de grande relevância, é uma cochonilha que ataca as raízes, pela sucção contínua causa definhamento e através da ação espoliadora, gera um meio de infecção para patógenos, levando a planta a morte. Por suas características biológicas, há grande dificuldade de controle nas áreas infestadas (BOTTON et al., 2000; SORIA & DAL CONTE, 2005).

A filoxera *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1856) é um pulgão que danifica a parte aérea e raízes das videiras. Quando o ataque ocorre em indivíduos de *Vitis vinifera* cultivadas como pé-franco, ocorre intumescimento dos tecidos das radículas nos locais de alimentação, reduzindo a capacidade da planta em absorver nutrientes. Como dano secundário, o local de ataque serve como porta de entrada para fungos de solo causadores de podridões de raízes, podendo também acarretar morte da planta (GRANETT et al., 2001; BOTTON et al., 2004).

Também são consideradas pragas de videiras o Ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836), cochonilha-do-tronco *Hemiberlesia lataniae* (Signoret, 1869), *Duplaspidotus tessaratus* (Charmoy, 1899) e *D. fossor* (Newstead, 1914), ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904), besouro verde da videira *Maecolaspis aenea* (Fabricius, 1801), *M. trivialis* (Boheman, 1858) e *M. geminata* (Boheman, 1859), bicudos da videira *Heilipodus naevulus* (Mannerheim, 1836) e *H. dorsosulcatus* (Boheman, 1843), traça-dos-cachos-da-videira *Cryptoblabes gnidiella* (Millière, 1864), lagarta-das-fruteiras *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick), moscas-das-frutas-sulamericana *Anastrepha fraterculus* (Wied), mosca-do mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wied) e mosca branca *Bemisia argentifolii* (SORIA & DAL CONTE, 2005).

As lagartas de forma geral, destacam-se por estar presentes na maioria das lavouras, causando grandes perdas, muitas vezes, caracterizando-se como pragas-chave. Os lepidópteros apresentam características bioecológicas a exemplo da alta taxa de fecundidade, polifagia, ampla gama de hospedeiros, facilidade de deslocamento e desenvolvimento de gerações resistentes e hábito predominantemente noturno que fazem com que estes insetos recebam grande destaque nas áreas de produção, necessitando de novas informações de forma periódica para adoção de estratégias alternativas no manejo e controle destes indivíduos (BAVARESCO et al., 2005).

Devido à expansão do cultivo para novas áreas e as características de manejo adotadas a elas, observa-se a presença de indivíduos a exemplo do percevejo-da-soja e coleópteros como a vaquinha que não são pragas principais da cultura, causando prejuízos significativos. Além disso, dependendo da espécie cultivada e finalidade a que se destinará, a resistência ao ataque de pragas e a exigência por qualidade demonstra-se de

forma diferenciada, fazendo com que a importância das pragas-alvo seja alterada (SORIA & DAL CONTE, 2005).

2.2 *Lobesia Botrana* (Lepidoptera: Tortricidae)

2.2.1 Taxonomia e ocorrência

A traça da videira *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lepidoptera; Tortricidae) foi descrita em 1775 por Denis & Schiffermüller como *Tortrix* e depois redescrita por outros autores e atribuída aos gêneros *Eudemis* e *Polychrosis*. Atualmente, como *Lobesia* Guené 1845, pertence à família Tortricidae, subfamília Olethreutinae, tribo Olethreutini (RAZOWSKI, 1995).

É uma microlepidóptera endêmica na região Paleártica, sendo o inseto-praga mais prejudicial nas áreas vitícolas do sul da Europa. Ocorrendo também no sul da França, no centro e no sul da Espanha, Portugal, Grécia, Itália e nas ilhas da bacia do Mediterrâneo. Há registros de sua presença na América do Sul e América do Norte, Argentina, Chile e Califórnia (VARELA et al., 2010).

2.2.2 Aspectos morfológicos, biológicos e comportamentais

L. botrana é um inseto polifágico, capaz de completar seu ciclo de vida em várias plantas hospedeiras. Suas larvas alimentam-se de videiras e até outras 40 espécies vegetais pertencentes a 27 famílias. É polivoltina, com diapausa facultativa, podendo ter de duas a cinco gerações anuais. O número de gerações é modulado principalmente pela temperatura e fotoperíodo que afetam sua taxa de crescimento e indução da diapausa, a umidade relativa também tem importante influência no seu desenvolvimento. *L. botrana* passa por oito estágios de desenvolvimento em seu ciclo: ovo, cinco estágios larvais, pupa e adulto (KATERINOPOULOS et al., 2005; THIERY & MOREAU; 2005; AMO-SALAS et al., 2011; IORIATTI et al., 2011).

A escolha do hospedeiro para esta espécie é relacionada a diversos fatores, dentre eles, o local específico adaptado ao seu comportamento, ciclo de vida, clima, flora local e disponibilidade de alimento. Nas videiras *L. botrana* alimenta-se apenas por parte de seu ciclo de vida anual. Pode ocorrer ainda em diversas espécies hospedeiras, dentre incluem-se *Olea europea* L. e *Drimys maritima* L. (IORIATTI et al., 2011).

Em algumas regiões, a exemplo de Creta, algumas populações não sofrem diapausa, passando o inverno no estágio larval, nutrindo-se de sobras de cachos de uvas ou até mesmo em hospedeiros alternativos. A primeira geração desenvolve-se em inflorescências, onde forma o chamado glomérulo ou ninho. As gerações subsequentes desenvolvem-se nas bagas. Nas vinhas, *L. botrana* hiberna na fase pupal. Larvas de gerações carófagas reduzem a produção de bagas. A segunda geração é mais prejudicial para as variedades de amadurecimento precoce, enquanto a terceira é mais importante para as variedades de amadurecimento tardio. Desta forma, enquanto as larvas da primeira geração causam danos às inflorescências, as de segunda e terceira causam danos às bagas verdes e maduras, respectivamente (VASSILIOU, 2009; IORIATTI et al., 2011; COZZI et al., 2013).

2.2.3 *L. Botrana* na cultura da uva

Os danos ocasionados por esta praga são acarretados pela ação direta através da alimentação larval nos cachos de uvas, o que os torna suscetíveis a *Botrytis cinerea*

(Persoon: Fries) no meio da estação, levando ao desenvolvimento de podridões primárias e secundárias na colheita (IORIATTI et al., 2011). O grau de infestação de *L. botrana* é variável e desuniforme. Em casos de alta densidade populacional, as larvas causam danos elevados, afetando a formação e desenvolvimento uniforme da produção, propiciando uma aparência inaceitável dos frutos (VASSILIOU, 2009).

A taxa de infestação em pomares negligenciados é superior a 40% e, mesmo com controle, esta taxa pode alcançar 10%. A praga também é de importância quarentenária em diversas regiões do mundo, podendo ser exportada para países livres quando não há tratamento fitossanitário eficaz dos frutos. O inseto pode ser transmitido, de um país para outro, na forma de ovos, larvas ou até pupas nas frutas e, conseqüentemente, regras de quarentena são impostas às uvas exportadas para os países livres de *L. botrana* (VARELA et al., 2010).

2.2.4 Controle da praga

No que diz respeito ao controle de *L. botrana*, o uso de inseticidas é amplamente utilizado como forma de controle, principalmente moléculas com o princípio regulador de crescimento (MOREAU et al., 2010). Conquanto, a baixa eficácia destes, devido ao alto potencial biótico da praga em desenvolver espécies resistentes, além da pressão pública contra o uso de produtos químicos e a demanda dos consumidores por alimentos seguros e sem resíduos, torna indispensável a busca por alternativas inovadoras a que possam ser implementadas aos programas de manejo integrado, como forma de redução do uso destes compostos (EILENBERG et al., 2001; TASIN, 2005).

Um ponto chave nos programas de manejo utilizados na agricultura moderna, é a previsão das pragas nas culturas, sendo uma ferramenta útil no sistema de apoio a tomada de decisão para planejamento de estratégias de controle otimizadas (KUKAR et al., 2019). Como característica comum, os dados climáticos passados e presentes são utilizados para delinear um cenário dito como de “risco futuro” (ROSSINI, 2020). A atividade de monitoramento e modelagem territorial pode ser útil para identificar áreas suscetíveis à infestação por *L. botrana* e prever a possibilidade da ocorrência de surtos (PAVAN et al., 2013). Outro ponto importante é conhecer a fenologia da cultura, pois o estágio fenológico influenciará diretamente na resposta aos tratamentos culturais, tais como adubações, podas, manejo da irrigação, controle fitossanitário, entre outros (RIBEIRO, et al, 2010).

Dentre as principais alternativas de controle, encontra-se o biológico, que embora tenha recebido pouca atenção, destaca-se pelo fato de relatos da ocorrência de diferentes espécies de parasitóides e predadores sobre *L. botrana* (XUÉREB & THIÉRY, 2006). A eficácia deste método está atrelada ao fato de que as espécies de parasitóides efetivas no controle variam de acordo com a região geográfica, do cultivar atacado, ressaltando também o fato de que, em um programa de controle biológico bem sucedido contra esta praga, deve-se considerar não apenas a praga e o potencial do parasitóide, mas também as interações entre a praga, suas plantas hospedeiras e seus parasitóides (MOREAU, 2010).

A técnica da ruptura do acasalamento está sendo difundida nos programas de manejo em diversas regiões. A eficácia desta técnica é interdependente de fatores bióticos, a exemplo da densidade populacional, condições climáticas, incluindo temperatura e velocidade do vento, além da intensidade de liberação de feromônios, tamanho da área, práticas culturais a exemplo da poda, presença de plantas hospedeiras (VASSILIOU, 2009). Moschos (2004) cita três razões que pode gerar ineficiência da técnica, são estas; a alta densidade populacional local, a migração de fêmeas previamente

acasaladas para a vinha tratada e o alto fluxo de adultos de ambos os sexos de áreas com alto índice populacional.

O manejo de pragas de forma integrada, é fundamental, pois como visto anteriormente diversos fatores estão a interagir. Desta forma, a presença de um microrganismo pode afetar a ocorrência da praga, favorecendo sua presença, assim como Tasin (2005) comprovaram que alterações no odor das bagas de *V. vinífera* causados pela infecção por *Saccharomyces* (Saccharomycetaceae) ou *Botrytis cinérea* são reconhecidos pelos insetos que logo dão preferência, alteram seu comportamento e oviposição. Portanto, a prática de remover as folhas durante o verão, torna-se importante por acelerar o amadurecimento das uvas, melhorar a cor das bagas, reduzindo a umidade e taxa de infecção por *Botrytis* e posterior infestação dos insetos (VASSILIOU, 2009).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo alto potencial biótico que *Lobesia botrana* apresenta, pelo grande impacto que este inseto-praga é capaz de causar e por estar classificada de forma quarentenária ausente no Brasil, faz-se necessário o contínuo monitoramento para detecção de sua presença. Sendo confirmada, medidas de controle devem ser empregadas de forma emergencial, para não haver disseminação. Ainda portanto, devendo ser introduzidas barreiras fitossanitárias para exportação.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. A. et al. Influência do porta-enxerto sobre o crescimento e produção do cultivar de videira Niágara Rosada (*Vitis labrusca* L. x *Vitis vinífera* L.), em condições de solo ácido. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, p. 1459-1464, 2002.

AMO-SALAS, M. et al. A new model for predicting the flight activity of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Crop Protection**, v. 30, n. 12, p. 1586-1593, 2011.

BACK, A. J.; DELLA BRUNA, E.; DALBÓ, M. A. Mudanças climáticas e a produção de uva no vale do Rio do Peixe-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 35, n. 1, p. 159-169, 2013.

BAVARESCO, A. et al. Attraction of males of the South American tortricid moth *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) to the components of the synthetic sexual pheromone in persimmon. **Neotropical entomology**, 2005.

BOTTON, M. et al. Bioecologia e controle da pérola-da-terra *Eurhizococcus brasiliensis* (Hempel, 1922) (Hemiptera: Margarodidae) na cultura da videira. **Embrapa Uva e Vinho-Circular Técnica** (INFOTECA-E), 2000.

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. SPE1, p. 144-149, 2011.

COSTA, C. et al. Effects of passive and active modified atmosphere packaging conditions on ready-to-eat table grape. **Journal of Food Engineering**, v. 102, n. 2, p. 115-121, 2011.

COZZI, G. et al. Ochratoxin A management in vineyards by *Lobesia botrana* biocontrol. **Toxins**, v. 5, n. 1, p. 49-59, 2013.

DE MELLO, L. M. R. Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015. **Embrapa Uva e Vinho-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER, C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **BioControl**, v. 46, n. 4, p. 387-400, 2001.

GRANETT, J. et al. Biology and management of grape phylloxera. **Annual review of entomology**, v. 46, n. 1, p. 387-412, 2001.

IORIATTI, C. et al. Chemical ecology and management of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Journal of economic entomology**, v. 104, n. 4, p. 1125-1137, 2011.

JONES, G. V.; GOODRICH, G.B. Influence of climate variability on wine regions in the western USA and on wine quality in the Napa Valley. **Climate Research**, v. 35, n. 3, p. 241-254, 2008.

KATERINOPOULOS, H. E. et al. Composition and insect attracting activity of the essential oil of *Rosmarinus officinalis*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 31, n. 1, p. 111-122, 2005.

KELLER, M. Developmental physiology. The Science of Grapevines: **Anatomy and Physiology**, p. 169-225, 2010.

KUKAR, M. et al. AgroDSS: A decision support system for agriculture and farming. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 161, p. 260-271, 2019.

LEAO, P. C. S.; BORGES, R. M. Estigarribia. Melhoramento genético da videira. **Embrapa Semiárido-Documentos (INFOTECA-E)**, 2009.

MAGALHÃES, N. Tratado de viticultura. A videira, a vinha e o terroir. **Publicações Chaves Ferreira**, Lisboa, v. 605, 2008.

MOREAU, J. et al. Species diversity of larval parasitoids of the European grapevine moth (*Lobesia botrana*, Lepidoptera: Tortricidae): the influence of region and cultivar. **Biological control**, v. 54, n. 3, p. 300-306, 2010.

MOSCHOS, T. et al. Control of the European grapevine moth *Lobesia botrana* in Greece by the mating disruption technique: A three-year survey. **Phytoparasitica**, v. 32, n. 1, p. 83, 2004.

OLIVA, J. et al. Integrated control of grape berry moth (*Lobesia botrana*), powdery mildew (*Uncinula necator*), downy mildew (*Plasmopara viticola*) and grapevine sour rot (*Acetobacter* spp.). **Crop Protection**, v. 18, n. 9, p. 581-587, 1999.

PAVAN, F. et al. Occurrence of two different development patterns in *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) larvae during the second generation. **Agricultural and forest entomology**, v. 15, n. 4, p. 398-406, 2013.

RAZOWSKI, J. The catalogue of the species of Tortricidae (Lepidoptera). Part IV: Palearctic Olethreutinae: Microcorsini, Bactrini, Endotheniini and Olethreutini. **Acta zool. cracov.**, v. 38, p. 285-324, 1995.

RIBEIRO, D. P. et al. Fenologia e exigência térmica da videira 'Benitaka' cultivada no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 296-302, 2010.

RIZZUTI, A. et al. On the use of Ethephon as abscising agent in cv. Crimson Seedless table grape production: Combination of Fruit Detachment Force, Fruit Drop and metabolomics. **Food chemistry**, v. 171, p. 341-350, 2015.

ROSA, R. C. T. et al. Efeito de indutores no controle de míldio em *Vitis labrusca*. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 1, p. 68-73, 2007.

ROSSINI, L. et al. EntoSim, a ROOT-based simulator to forecast insects' life cycle: Description and application in the case of *Lobesia botrana*. **Crop Protection**, v. 129, p. 105024, 2020.

SCHNEE, S. et al. *Vitis vinifera* canes, a new source of antifungal compounds against *Plasmopara viticola*, *Erysiphe necator*, and *Botrytis cinerea*. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 61, n. 23, p. 5459-5467, 2013.

SORIA, S. D. J.; DAL CONTE, A. F. Bioecologia e controle das pragas da videira. **Embrapa Uva e Vinho-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2005.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. [S.l.: s.n.], 2012.

STRECK, N. A. et al. Simulating the development of field grown potato (*Solanum tuberosum* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 142, n. 1, p. 1-11, 2007.

TASIN, M. **Sex, wine and chemical communication in grapevine moth *Lobesia botrana***. 2005.

THIERY, D.; MOREAU, J. Relative performance of European grapevine moth (*Lobesia botrana*) on grapes and other hosts. **Oecologia**, v. 143, n. 4, p. 548, 2005.

VARELA, L. G. et al. European grapevine moth, *Lobesia botrana*. **Napa Valley vineyards. Practical Winery & Vineyard Journal**, 2010.

VASSILIOU, V. A. Control of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) in vineyards in Cyprus using the mating disruption technique. **Crop Protection**, v. 28, n. 2, p. 145-150, 2009.

XUÉREB, A.; THIÉRY, D. Does natural larval parasitism of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) vary between years, generation, density of the host and vine cultivar?. **Bulletin of Entomological Research**, v. 96, n. 2, p. 105-110, 2006.

CONTROLE BIOLÓGICO NO BRASIL: MERCADO E SEUS DESAFIOS

Letícia Barbosa de Lacerda^{1*}, Felipe Marinho Coutinho de Souza², Gemerson Machado de Oliveira¹, Heloísa Martins de Araújo¹, José Rayan Eraldo Souza Araújo¹, Paulo Henrique de Almeida Cartaxo¹, Jacinto de Luna Batista¹

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

²Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife - PE

RESUMO

O Brasil possui uma longa história no uso do controle biológico de pragas. A primeira tentativa de uso foi relatada na década de 1920, e o primeiro caso bem-sucedido data de 1967. Por um longo período, os produtos químicos foram à medida de controle mais difundida entre os produtores brasileiros. No entanto, tendências globais por uma alimentação mais saudável, clareza no processo produtivo, rastreabilidade, causas de riscos à saúde, não somente a toxicidade ao meio ambiente vem mudando esse cenário de combate às pragas, tendo o controle biológico como um dos métodos alternativos mais relevantes para suprir as perspectivas globais. No Brasil, o país avançou nos últimos anos no controle biológico, apresentando um crescimento de 20% ao ano, apresentando vários casos de sucesso ao combate das pragas agrícolas, utilizando macro ou microrganismos. Apesar disso, o uso deste controle na agricultura brasileira ainda é pouco disseminado, enfrentando ainda inúmeros desafios para se tornar líder no uso do controle biológico nos trópicos. Por fim, é discutida a situação do mercado brasileiro, juntamente com os desafios de ampliar o uso dessa tecnologia pelos produtores.

PALAVRAS-CHAVE: Agentes bióticos, bio defensivos, manejo integrado de pragas.

1. INTRODUÇÃO

O primeiro inseto introduzido como agente de controle biológico de pragas agrícolas no Brasil foi a *Encarsia berlesei* (Howard) (Hymenoptera: Aphelinidae), em 1921. Essa vespa foi importada dos Estados Unidos para controlar *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni- Tozzetti) (Hemiptera: Diaspididae) em pomares de pessegueiro (PARRA, 2014). Trinta e dois anos após o simbólico caso de controle biológico clássico no mundo, o controle de *Icerya purchasi* Maskel (Hemiptera: Margarodidae) em laranjais na Califórnia (EUA) por *Rodolia cardinalis* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) (HODDLE, 2011).

Programas de controle biológico no Brasil perderam forças com o advento da produção do DDT (Diclorodifeniltricloroetano) em 1939, o que intensificou o uso de produtos químicos. As introduções de inimigos naturais no Brasil permaneceram até o final da década de 1930 e início dos anos 1940 (PARRA, 2014). Nem todas as introduções obtiveram sucesso, uma vez que se tratava de programas isolados, sem planejamento inter e multidisciplinar, sem avaliar todas as etapas de um programa de controle biológico, principalmente sua forma aplicada, seja como um programa isolado ou fazendo parte no Manejo Integrado de Pragas (MIP) (PARRA; COELHO JUNIOR, 2019). A introdução de *Neodusmetia sangwani* (Subba Rao) (Hymenoptera: Encyrtidae) oriunda do Texas,

EUA, para controlar *Antonina graminis* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae) em pastagens, foi o primeiro caso, em 1967, de sucesso do controle biológico no Brasil (BATISTA FILHO et al., 2017).

No início da década de 1970, alguns inimigos naturais foram importados para o Brasil, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Domingos Gallo (ESALQ-USP, Piracicaba, SP). Entre esses inimigos, se encontravam *Cotesia flavipes*, importada de Trinidad e Tobago. O parasitoide seguiu sendo estudado e sua criação aprimorada em uma estação no norte do país, até ser liberada em campo, em 1974, para controlar *Diatraea saccharalis*, a broca-da-cana (PINTO et al., 2006 a, b). No entanto, quando realizadas liberações de *C. flavipes* em canaviais do Estado de São Paulo, os resultados diferiram com os encontrados no norte do país, obtendo uma eficiência menor do controle da praga. Dessa forma, em 1978, obtiveram uma nova linhagem do parasitoide, oriunda da Índia e do Paquistão, que se adaptaram satisfatoriamente as condições climáticas do Estado de São Paulo. Criando assim, novos incentivos para a utilização desse parasitoide para o controle da *D. saccharalis* (BOTELHO; MACEDO, 2002). Desde então, *C. flavipes* é criada em grande quantidade no Brasil, sendo um dos maiores exemplos de controle biológico, no Brasil e no mundo, pela imensa extensão de área de cana-de-açúcar, onde se utilizam esse parasitoide para o controle da praga (PARRA, 2014).

O controle biológico no Brasil possui grande potencial para o desenvolvimento ano após ano. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) trabalha em projetos dessa área, desde 1980, operando em mais de 30 unidades com mais de 130 projetos de pesquisa (EMBRAPA, 2018). De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico (ABCBio) o uso do controle biológico no Brasil tem aumentado 20% ao ano, superior aos 10–15% mundiais relatados por Van Lenteren et al. (2018). Portanto, apesar da existência de questões culturais, principalmente do uso habitual do controle químico de pragas pelos produtores brasileiros, e entre outros empecilhos, o controle biológico no país já foi desencadeado.

3. MERCADO DE AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO NO BRASIL

A cana-de-açúcar é um exemplo clássico do uso de controle biológico no Brasil. A cultura é cultivada em cerca de 9 milhões de hectares. Onde, 3,5 e 2 milhões de hectares são tratados com *C. flavipes* (parasitoide larval) e *T. galloi* (parasitoide de ovo), respectivamente. Ambos utilizados para o controle de *D. saccharalis*, a broca da cana. O fungo *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) (Hypocreales: Clavicipitaceae) é utilizado em cerca de 2 milhões de hectares para controlar o *Mahanarva fimbriolata*, a cigarrinha-da-raiz. Desta forma, mais da metade da área cultivada por cana-de-açúcar utiliza o controle biológico para o combate das pragas ali presentes. No Brasil, microrganismos predominam sobre os macrorganismos, isso porque possuem uma vida útil de prateleira mais longa e sua aplicação mais simplificada (AUSIQUE et al., 2017; DINIZ et al., 2020).

O mercado brasileiro possui uma série de agentes biológicos, como *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915), *Beauveria bassiana* (Bals. Criv.) Vuill. 1912, *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891), *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954), *Orius insidiosus* (Say, 1832), *Pasteuria nishizawae* Sayre et al. 1992 emend. Noel et al. 2005, *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1905), *Trichoderma asperellum* (Samuels, Lieckf.; Nirenberg., 1999), *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, entre outros, os quais são registrados por organismo-alvo de controle, sem restrição de cultivo agrícola.

O Brasil têm-se destacado em adaptar sua legislação aos produtos de natureza biológica. Até setembro de 2020, 376 produtos biológicos haviam sido registrados nos

últimos 20 anos para uso no país, apresentando uma intensificação de aprovações nos últimos 5 anos (Tabela 1) (CROPLIFE, 2020).

Tabela 1. Quantidade de produtos biológicos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) no período de 2000 a 2020.

	Microrganismos	Macrorganismos	Semioquímicos	Bioquímicos
2000	0	0	2	0
2001	0	0	8	3
2002	0	1	3	2
2003	0	0	3	2
2004	0	0	3	0
2005	1	0	6	0
2006	0	0	7	0
2007	2	0	3	2
2008	1	0	2	0
2009	0	1	1	0
2010	2	2	0	0
2011	7	5	3	1
2012	3	11	0	3
2013	7	3	0	1
2014	2	5	0	1
2015	15	12	2	2
2016	34	4	0	1
2017	30	7	2	3
2018	41	6	3	2
2019	34	6	0	3
2020	48	3	1	8
Total	227	66	49	34
%	60,4	17,6	13	9

Fonte: CROPLIFE (2020).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o mercado de produtos biológicos apresentou um crescimento de mais de 70% em 2018, movimentando cerca de R\$ 464,5 milhões diante de R\$ 262,4 milhões em 2017, indicando um aumento de 17% no mesmo período (BRITO, 2019). De acordo com a pesquisa realizada pela ABCbio no ano de 2019, o valor de mercado de uso de produtos biológicos nacional foi de R\$ 527,7 milhões. Com 10 anos de sua fundação, a ABCbio possui 24 empresas fabricantes e distribuidores de produtos biológicos, produzindo e disseminando predadores, parasitoides, fungos, bactérias, nematoides de qualidade, em território nacional. Que contribui cada vez mais para disseminação do controle biológico na agricultura brasileira (BORSARI; CLAUDINO, 2019).

O Brasil corresponde 7% da comercialização mundial de produtos biológicos. Ocupando a quarta posição em melhor desempenho na geração de produtos biológicos, o setor segue sendo liderado pelos Estados Unidos (37%), Espanha (14%) e Itália (10%). A ministra da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Tereza Cristina, avalia que o mercado de biológicos ainda vai crescer muito no Brasil, pois estes produtos passaram a ser demandados por todos os produtores agrícolas e, não somente, pelos da agricultura orgânica (BRITO, 2019).

Apesar disso, o uso do controle biológico na agricultura brasileira ainda é pouco disseminado, além da escassez de monitoramento para geração de dados para ilustrar o real cenário de sua expansão no cenário agrícola brasileiro. A ABCBio em parceria com a Informa/FNP, realizou em 2019 uma pesquisa de mercado com o propósito de quantificar o mercado brasileiro de produtos biológicos. Segundo ABCBio, 43% dos produtores brasileiros enquadrados na pesquisa desconhecem os produtos biológicos para o combate de pragas e doenças, e 39% já utilizaram produtos biológicos (Figura 1) (BORSARI;CLAUDINO,2019).

Aos agricultores que já adotaram esse controle, 76% afirmam que um dos fatores mais relevantes para tomada de decisão de uso foi à eficiência de controle. Além disso, 60% destacam a segurança de aplicação de produtos biológicos. Agora para o comportamento e motivos de uso, o apoio no pós-venda do produto, segurança, proteção ao meio ambiente e aumento da produtividade, além de ser um complemento aos produtos químicos são os aspectos de concordância de basicamente todos dos produtores usuários de bio defensivos. Para 96%, a tendência é de crescimento do mercado nos próximos cinco anos (BORSARI; CLAUDINO, 2019).

Destaca-se que, o aumento da produção brasileira de grãos, estimada em 2021 para 356 milhões de toneladas, e o uso crescente de pesticidas colaboram para o aumento no uso de biopesticidas, ainda assim os pesticidas químicos possuem uma média anual de crescimento estimada em 17%. Os gastos anuais dos produtores referentes aos inseticidas e fungicidas, chegam na base de US\$ 6 bilhões anuais. No entanto, apenas US\$ 90 milhões referem-se a defensivos biológicos (MITTMANN, 2017). De acordo com as projeções realizadas para 2021 em relação ao mercado brasileiro de produtos biológicos, o mercado alcançará valor superior a US\$ 492 milhões, cerca de 3% do total do mercado de defensivos agrícolas no País. Ainda que represente pouco, se considerar 1% do mercado atual de pesticidas, o segmento de biológicos poderá triplicar em apenas 4 anos (FONTES; VALADARES-INGLIS, 2020).

4. DESAFIOS DO CONTROLE BIOLÓGICO NO BRASIL

Líder da agricultura tropical, o Brasil, ainda enfrenta inúmeros desafios para se tornar líder no uso do controle biológico nos trópicos. De acordo com Parra (2014), a cultura dos agricultores ao uso do controle químico, a vasta extensão territorial das plantações, problemas relacionados à forma como os inimigos naturais são liberados em campo. Além disso, as formas de amostragem adequadas para as tomadas de decisões utilizando essa forma de controle, entre outros desafios, se tornam empecilhos para o desenvolvimento do controle biológico no Brasil (NANSEN et al. 2013; LIMA et al., 2017; SILVA et al., 2017). Demais desafios para a ampliação desse controle estão relacionados ainda, a sucessão de pragas nessa região tropical, a empecilhos relacionados à transferência de tecnologia aos produtores rurais, dificuldades com legislação adequada para produtos biológicos. Empeço com o transporte e armazenamento, principalmente dos macrorganismos (PARRA et al., 2015).

Além de todos os empecilhos existentes sobre a prática do controle biológico, outros fatores que limitam a utilização desse método com maior força no mercado, são a existências de mitos. Mitos, como associar a utilização do controle como uma medida fácil e que pode ser tratada com amadorismo e displicência como é realizado no controle químico. Outro mito é associar essa forma de controle com uma medida de longo prazo, diferenciando dos químicos. Nos dias atuais, especialmente com o controle biológico aumentativo (aplicado), com liberações inundativas, o resultado de controle é equivalente ao químico, e eficiente em culturas anuais e perenes. Outra visão errônea é associar o

controle a um método isolado de combate a pragas, quando na verdade ele deve fazer parte de um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Para mais, crê-se que o controle por medidas biológicas, para implementação, seja menor do que o preço do químico, não levando em consideração os proveitos ecológicos e sociais do controle biológico (PARRA, 2019).

Além destes, problemas relacionados com formulações adequadas para microrganismos e automação para produção de macrorganismos estão presentes no controle biológico no Brasil. Um exemplo dessa problemática é o caso de controle da praga *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), o percevejo marrom neotropical. Este pode ser controlado pelo parasitóide *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygastridae), produzido com dieta liofilizada (MENDOZA et al., 2016). No presente, ele é liberado em teste de campo, em uma área que abrange cerca de 50.000 ha. Contudo, para que ele seja usado para o controle dessa praga, é necessário a automização da criação do parasitoide, uma vez que os campos de soja no Brasil abrangem cerca de 35 milhões de ha. Ou seja, existe muita demanda, porém pouca oferta no Brasil, quando se refere à macrorganismos. No entanto, esse controle continua se desenvolvendo, apesar dos seus desafios. Uma vez que o país apresenta uma enorme diversidade biota, contendo inúmeros organismos benéficos atrelados a mudança de perspectivas de produtores rurais, optando cada vez mais ao uso de produtos biológicos (PARRA; COELHO JÚNIOR, 2019).

Tendências globais por uma alimentação mais saudável tende a integrar desafios ainda maiores ao emprego de produtos biológicos. Uma vez que a demanda é maior por produtos com menos agroquímicos, haverá a necessidade de ampliar a escala de produção desses alimentos, e como efeito a análise do mercado de biológicos terá que ser intensificada. Muitos dos produtos usados atualmente em pequena e média escala deverão passar por um crescimento e avanços de suas plataformas de produção. Empresas atentas a essas perspectivas tendem a se desdobrar e aprimorar os seus serviços de acordo com as tendências globais (DUNHAM, 2015).

No Brasil, o fortalecimento da pesquisa e desenvolvimento na busca por novos produtos são essenciais para o desenvolvimento do controle biológico. Identificações de macro e microrganismos, triagens de isolados de vírus e bactérias, coleções de fungos, e o aperfeiçoamento dos produtos já existentes no mercado são essências para esse avanço. Todavia, para suprir o desafio da plataforma de produção, serão necessárias demais iniciativas nacionais. Principalmente no incremento e desenvolvimento de empresas aptas a intensificar a escala de produção, apresentando qualidade e eficiência dos produtos gerados (FONTES; VALADARES-INGLIS, 2020). Massa crítica, para fomentar esse controle, o Brasil possui, nos últimos 40 anos, o país possui um bom número de pesquisadores nessa área de estudo, comprovado pela aparição de 800 pessoas no último Siconbiol realizado em agosto de 2019, Londrina, Paraná (PARRA, 2019).

Empresas que investirem para solucionar os desafios presentes no controle biológico terá destaque no mercado. Questões como produção, embalagens e formulações que diminuam os impactos no transporte, dispositivos dosadores, mecanismos de liberação controlada, protetivos solares, condicionadores de estabilidade térmica e inúmeros outros fatores para o segmento que expande em escala exponencial. No entanto, não só esse segmento merece atenção, produtores e usuários de biológicos necessitam de informações sobre a aplicação do controle de acordo com as bases no MIP. O consumidor assumirá papel importante nesse cenário, pressionando produtores, consequentemente empresas a investirem cada vez mais nesse método de controle. Uma vez o qual reivindicará clareza no processo produtivo, rastreabilidade, causas de riscos à saúde, não somente a toxicidade ao meio ambiente (FONTES; VALADARES-INGLIS, 2020).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Líder da agricultura tropical, o Brasil, requer ainda adaptar ao uso do controle biológico a suas condições locais, extensões territoriais e características dinâmicas de seu sistema, para se tornar líder no uso do controle biológico nos trópicos. Além disso, ele deve fazer parte de um programa de Manejo Integrado de Pragas, a fim de obter um maior sucesso no controle das pragas agrícolas.

O país avançou nos últimos anos no controle biológico, apresentando vários casos de sucesso ao combate das pragas agrícolas, utilizando macro ou microrganismos. No entanto, embora os avanços, o Brasil necessita superar desafios existentes, para avançar ainda mais nessa área. Exigindo estudos, investimentos para produzir novos produtos e aperfeiçoar os existentes. Além disso, desmistificar informações referentes ao controle, apoiar produtores a utilizar esse método, dando uma base técnica e científica, permitindo o conhecimento das vantagens que esse método de controle traz.

REFERÊNCIAS

AUSIQUE, J. J. S.; D'ALESSANDRO, C. P.; CONCESCHI, M. R.; MASCARIN, G. M.; JÚNIOR, I. D. Efficacy of entomopathogenic fungi against adult *Diaphorina citri* from laboratory to field applications. **Journal of Pest Science**, v. 90, n. 3, p. 947-960, 2017.

BATISTA FILHO, A.; COSTA, V.; HOJO, H. *Neodusmetia sangwani* (Subba Rao)(Hymenoptera: Encyrtidae) para o controle de *Antonina graminis* (Maskell)(Hemiptera: Pseudococcidae) em pastagens no Brasil: uma revisão. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 84, 2017.

BORSARI, A. P.; CLAUDINO, M. Mercado e percepção do produtor brasileiro. **AgroANALYSIS**, v. 38, n. 10, p. 32-37, 2019.

BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N. *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (eds.) **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. 1ed. Manole, São Paulo, 2002, p. 409-426.

BRITO, D. **Mercado de bio defensivos cresce mais de 70% no Brasil em um ano**. 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/feffmercado-de-bio defensivos-cresce-em-mais-de-50-no-brasil>>. Acesso em: 10 fev. 2021.

CROPLIFE. **Produtos biológicos registrados**. 2020. Disponível em: <<http://croplifebrasil.org/publicacoes/produtos-biologicos-registrados/>>. Acesso em: 04 fev. 2021.

DINIZ, A. J. F.; GARCIA, A. G.; ALVES, G. R.; REIGADA, C.; VIEIRA, J. M.; PARRA, J. R. P. The enemy is outside: Releasing the parasitoid *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in external sources of HLB inocula to control the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). **Neotropical entomology**, v. 49, n. 2, p. 250-257, 2020.

DUNHAM, W. C.; DUNHAMTRIMMER, L. L. C. Evolution and future of biocontrol. In: **10th Annual Biocontrol Industry Meeting (ABIM), Basel, Switzerland, October 20th, 2015.**

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tendências do controle biológico no Brasil e no mundo.** 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Controle biológico de pragas da agricultura.** Brasília, DF: Embrapa, 2020. 510p.

HODDLE, M. S. Biological control of *Icerya purchasi* with *Rodolia cardinalis* in the Galápagos. **Retrieved in April**, v. 12, n. 2019, p. 23-69, 2011.

LIMA, C. H.; SARMENTO, R. A.; PEREIRA, P. S.; GALDINO, T. V.; SANTOS, F. A.; SILVA, J.; PICANÇO, M. C. Feasible sampling plan for *Bemisia tabaci* control decision-making in watermelon fields. **Pest Management Science**, v. 73, n. 11, p. 2345–2352, 2017.

MENDOZA, A.C.; DA ROCHA, A.C.P.; PARRA, J.R.P. Lyophilized artificial diet for rearing the Neotropical *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, p. 41, 2016.

MITTMANN, L. M. Inimigos do bem. **Revista a Granja**, ed. 823m 2017.

NANSEN, C.; GEREMIAS, L. D.; XUE, Y.; HUANG, F.; PARRA, J. R.P. Agricultural case studies of classification accuracy, spectral resolution, and model over-fitting. **Applied Spectroscopy**, v. 67, n. 11, p. 1332-1338, 2013.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 5, p. 420-429, 2014.

PARRA, J. R. P. Controle Biológico na Agricultura Brasileira. **Comunicações Entomológicas**, v. 1, p. ec01002, 2019.

PARRA, J. R. P.; COELHO JUNIOR, A. Applied biological control in Brazil: from laboratory assays to field application. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 2, p. 5, 2019.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; COELHO JR, A.; GEREMIAS, L. D.; CÔNSOLI, F. L. Trichogramma as a tool for IPM in Brazil. In: VINSON, B.; GREENBERG, S.M.; LIU, T.; RAO, A.; VOLOSCIUK, L.F. **Augmentative Biological Control Using Trichogramma spp.: Current Status and Perspectives.** Northwest A&F University Press, Shaanxi, China, 2015, p. 472-496.

PINTO, A.S.; GARCIA, J.F.; BOTELHO, P.S.M. Controle biológico da cana-de-açúcar. In: PINTO, A.S.; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T. (Eds.) **Controle biológico de pragas na prática.** Piracicaba: CP2, 2006b, p. 65-74.

PINTO, A.S.; GARCIA, J.F.; OLIVEIRA, H.N. Manejo das principais pragas da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Eds.) **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba: Livrocere, 2006a, p. 257-280.

SILVA, A. R.; RODRIGUES-SILVA, N.; PEREIRA, P. S.; SARMENTO, R. A.; COSTA, T. L.; GALDINO, T. V. S.; PICANÇO, M. C. Sampling Plans for the Thrips *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) in Three Lettuce Varieties. **Journal of Economic Entomology**, v. 110, n. 6, p. 2490–2496, 2017.

VAN LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, v. 63, n. 1, p. 39-59, 2018.

PERSPECTIVAS ATUAIS NA UTILIZAÇÃO DE DERMÁPTEROS EM SUBSTITUIÇÃO AO CONTROLE QUÍMICO

José Rayan Eraldo Souza Araújo¹*, João Paulo de Oliveira Santos¹, Gemerson Machado de Oliveira¹, Kennedy Santos Gonzaga¹, Letícia Barbosa de Lacerda¹, Heloísa Martins de Araújo¹, Jacinto de Luna Batista¹

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

RESUMO

Os cultivos sucessivos ou simultâneos de diversas culturas favorecem a presença de plantas hospedeiras de insetos-praga durante boa parte do ano, acarretando em um aumento da utilização de inseticidas. Nesse sentido, a utilização de controle alternativo utilizando predadores generalistas no controle biológico é uma prática viável e que visa reduzir os diversos problemas relacionados à utilização dos químicos. Assim, objetivou-se realizar um levantamento bibliográfico sobre os principais Dermápteros utilizados no controle de diversas pragas agrícolas, tendo em vista que normalmente essas pragas são controladas utilizando-se inseticidas, dando origem a grupos de insetos resistentes. Os resultados analisados indicam que a utilização de predadores generalistas ainda não é muito estudada no controle de insetos-praga. Entretanto, os inimigos naturais contribuem para a redução das populações de insetos-praga dentro das plantações. *Doru luteipes* pode consumir diariamente 16,8 ovos e 12,7 lagartas, já a *Euborellia annulipes* consome em média 23,3 ovos e 14,85 lagartas de *Helicoverpa armigera*. A *Forficula auricularia* é o predador mais importante de *Hemiberlesia lataniae* em vinhas de kiwi, sendo *H. lataniae* o principal inseto-praga de kiwis da Nova Zelândia. É necessário estudos mais detalhados no campo sobre a eficiência dos Dermápteros no controle de pragas, a maior parte das pesquisas é realizada em laboratório sob condições controladas o que pode não refletir os resultados no campo, onde os insetos estão susceptíveis as intempéries climáticas.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, predadores, tesourinhas.

1. INTRODUÇÃO

Os cultivos sucessivos ou simultâneos de diversas culturas favorecem a presença de plantas hospedeiras de insetos-praga durante boa parte do ano (SOUZA et al., 2020). Com o aumento considerável no número de insetos-praga, a agricultura torna-se cada vez mais dependente da utilização de inseticidas (LACERDA et al., 2020).

O uso excessivo e inadequado de diversos inseticidas causa inúmeros danos ambientais, havendo a necessidade de novos métodos de controle que substituam o controle químico. O controle biológico é um método eficaz para redução do número de insetos-praga em diversas culturas (NUNES et al., 2020ab). Sendo uma alternativa para redução da poluição ambiental (BOLZAN et al., 2019). O controle biológico além de ajudar a reduzir o uso de inseticidas, não causa efeitos tóxicos aos inimigos naturais, animais ou ao homem (NUNES et al., 2018).

O manejo integrado de pragas (MIP), utiliza diversas estratégias na busca por maior sustentabilidade nos sistemas agrícolas (VAN LENTEREN et al., 2018). A utilização de controle alternativo ao uso de produtos químicos, como o controle biológico é uma prática viável e que visa reduzir os diversos problemas relacionados à utilização dos químicos

(EFROM et al., 2019). Por apresentar um baixo custo o controle biológico é almejado, mantendo maior sustentabilidade dos sistemas agrícolas (SOUZA et al., 2020).

A utilização de predadores generalistas no controle de pragas desperta interesse de diversos pesquisadores. As espécies *Euborellia annulipes* e *Doru luteipes* apresentam grande capacidade predatória, alimentando-se de diversas espécies de pulgão e todas as fazes de insetos holometabólicos (OLIVEIRA et al., 2019; BOLZAN et al., 2019). A tesourinha europeia *Forficula auricularia* é citada como um predador onívoro, apresentando capacidade de eliminação de psilídeos e pulgões, consistindo em um agente de controle de pragas em pomares de maçãs e peras (HAPPE et al., 2018; ORPET et al., 2019ab).

Para um bom manejo na utilização de espécies onívoras no controle biológico é necessário entender do seu potencial predador (ORPET et al., 2019c). A ordem Dermaptera inclui diversos predadores generalistas com hábitos noturnos (NARANJO-GUEVARA et al., 2021). Eles apresentam cercos, sendo a estrutura designada para distinguir a fêmea do macho, captura de presas e cópula. É difícil presenciar o ataque da tesourinha aos insetos-praga pelo fato de normalmente forragearem a noite (ORPET et al., 2019b).

Os inimigos naturais contribuem para a redução das populações de insetos-praga dentro das plantações (LOGAN et al., 2017). Para manutenção e aumento da população de Dermápteros é necessário a utilização de abrigos artificiais, que serviram como refúgio diurno (DIB et al., 2017). Para proteger os inimigos naturais, também é essencial reduzir o uso de inseticidas que interfiram negativamente na sua biologia (ENGLERT; HERZ, 2019). Mediante os Dermápteros serem agentes de controle biológico pouco estudados, esse trabalho teve por objetivo realizar um levantamento bibliográfico para reunir informações de pesquisas sobre as principais espécies de Dermápteros estudados mundialmente e as presas potenciais desses insetos, para adoção de melhores estratégias de manejo na utilização desses insetos benéficos em substituição ao controle químico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os artigos científicos sobre a temática foram acessados em revistas científicas online nas bases de dados do Portal Periódicos Capes, Scielo e Google Acadêmico. Foram selecionados apenas os artigos dos últimos seis anos. Não houve limitação de idiomas. Os trabalhos encontrados foram refinados utilizando-se os termos: *Predatory ability dermapters*, *Dermapters preference* e *Search capability of dermapters*. Os trabalhos selecionados foram delimitados por afinidade de título e resumo, quando selecionados, estes foram lidos por completo.

3. DESENVOLVIMENTO

Com o aumento do número de estudos a respeito de métodos alternativos ao controle de insetos-praga, a utilização de agentes de controle biológico ganha destaque, por caracterizar-se por ser uma estratégia mais, econômica e causadora de menos danos ambientais. Os agentes de controle biológico mais estudados são os insetos parasitoides, ácaros predadores, fungos, nematoides, bactérias e vírus (ARAÚJO et al., 2019).

A utilização de predadores generalistas ainda não é muito estudada no controle de insetos-praga. Entretanto alguns estudos atuais demonstram o potencial dos Dermápteros de consumirem diversas pragas agrícolas.

De acordo com Nunes et al., (2020b) a tesourinha *Euborellia annulipes* é um predador eficiente de larvas de Lepidopteros. A *Plutella xylostella* é uma das pragas mais importantes das Brassicaceae no mundo, sendo ela resistente a diversos inseticidas (WANG et al., 2020; ARRUDA et al., 2020).

De acordo com Yin et al., (2019), a *P. xylostella* apresenta um grande potencial biótico, acarretando em diversas gerações durante o ano. A capacidade predatória de um inseto é normalmente regulada pela densidade de presas. Como relatado por Nunes et al., (2019a), aonde o aumento da densidade de larvas e pupas de *P. xylostella* acarretou em um maior consumo da presa por *E. annulipes* (NUNES et al., 2019a). Normalmente o controle da *P. xylostella* é por meio de inseticidas sintéticos, entretanto sucessivas aplicações dos mesmos princípios ativos veem induzindo a resistência desse inseto-praga. Princípios ativos como o clorantraniliprole, deltrametrica e indoxacarbe são utilizados intensivamente no controle dessa praga, acarretando na perda de eficiência dos mesmos e conseqüentemente causando a indução de resistência dessa praga (RIBEIRO et al., 2017; COSTA et al., 2019; LEMES et al., 2021). Como uma alternativa para produção de alimentos com menos resíduos de agrotóxicos, a utilização de predadores tem se mostrado eficiente em substituição aos inseticidas. Fêmeas adultas de *E. annulipes* são predadoras vorazes de pupas e larvas de *P. xylostella*, enfatizando que esse predador pode ser utilizado em programas de controle biológico deste inseto-praga (NUNES et al., 2019a; NUNES et al., 2020a).

A mosca-das-frutas *Drosophila suzukii* é nativa do Leste Asiático (ENGLERT; HERZ, 2019). Suas larvas normalmente se desenvolvem dentro do fruto, mas pupam no solo. As fêmeas colocam os ovos em bagas e cerejas em maturação, tornando esses frutos impróprios para comercialização (GRESS; ZALOM, 2019). De acordo com Englert; Herz, (2019), tesourinhas *Forficula auricularia* são capazes de alimentar-se de todas as fazes de *D. suzukii*, exceto os adultos. Por serem insetos generalistas, o papel da tesourinha tem sido amplamente negligenciado (BOURNE et al., 2019). Entretendo em estudos realizados observou-se uma redução de 30% da emergência das moscas-das-frutas em frutos de cereja, isso se deu pela predação da *F. auricularia* nas fazes de larva e pupa desse inseto-praga (ENGLERT; HERZ, 2019). Na Inglaterra a *F. auricularia* foi documentado como predador de *D. suzukii* em pomares de cereja (BOURNE et al., 2019). Foi observado na natureza que a *F. auricularia* consegue predação *D. suzukii*, entretanto sua taxa de predação é reduzida quando a larva ainda se encontra dentro do fruto (ENGLERT; HERZ, 2019). É provável que os estágios das tesourinhas imaturas sejam ainda mais vorazes, por necessitarem consumir mais alimentos para completarem seu ciclo biológico.

Nos Estados Unidos (EUA), a tesourinha europeia *F. auricularia* é relatada como um predador-chave de *Eriosoma lanigerum* o pulgão-da-maçã (ORPET et al., 2019b). Estudos realizados observaram que em plantas de macieira onde foram coletadas 22 tesourinhas *F. auricularia* não foi necessário a utilização de inseticidas no controle do pulgão-da-maçã, sendo esse predador capaz de suprimir o pulgão ao nível de não causar danos econômicos (QUARRELL; CORKREY; ALLEN, 2017). A tesourinha suprime a praga da maçã, não acarretando danos aos frutos da macieira (ORPET et al., 2019b).

A *Helicoverpa armigera* foi relatado do Brasil atacando diversas culturas, entre elas soja, milho e algodão (POMARI-FERNANDES; BUENO; SOSA-GÓMEZ, 2015). Por apresentar resistência a diversos inseticidas como os piretróides, carbamatos, organoclorados e indoxacarbe, seu controle tem se tornado cada vez mais difícil (CHEN et al., 2020). Uma alternativa para o controle da *H. armigera* é a utilização de *E. annulipes* e *D. luteipes* predadores que segundo Ribeiro et al., (2017), consomem larvas e ovos dessa praga; a *D. luteipes* pode consumir diariamente 16,8 ovos e 12,7 lagartas, já a *E. annulipes*

consome em média 23,3 ovos e 14,85 lagartas, sendo ambos os predadores uma alternativa para redução da população dessa praga nas diversas culturas citadas.

Diatraea saccharalis é considerada a principal praga da cana-de-açúcar; as lagartas penetram no colmo da planta causando a quebra dos caules a morte de plantas jovem, além de permitir a entrada de fungos causadores da podridão vermelha (SILVA; FUNICHELLO; SOUZA, 2020). O controle químico não é eficiente devido as larvas encontra-se dentro do colmo, dificultando o contato da larva com o inseticida (NUNES et al., 2019c). A *E. annulipes* são capazes de adentrar nas galerias deixadas nos colmos das plantas pela *D. saccharalis*. Em condições laboratoriais Nunes et al., (2019c), relata que fêmeas de *E. annulipes* consomem lagartas de quarto instar de *D. saccharalis*. Em cultivos onde não há a prática que queima da cana-de-açúcar tem sido relatado a predação das tesourinhas sobre esse inseto-praga (SANTOS, NARANJO-GUEVARA; FERNANDES, 2017; ROY et al., 2018). A capacidade de busca das tesourinhas sobre as larvas de *D. saccharalis* pode ser afetada pelas condições adversas do campo.

Segundo Bytterbier; Fischer (2019), a espécie *E. annulipes* é um predador de ovos de mosquito *Aedes aegypti*, nos ensaios laboratoriais obteve um consumo de 60% dos ovos disponibilizados, esse predador também consegue consumir ovos de *A. aegypti* no campo. Sendo esse o primeiro caso descrito do consumo da tesourinha a esse vetor.

Insetos fitófagos são vetores de diversas doenças em plantas. O pulgão *Brevicoryne brassicae* é nativo da Europa, entretanto ele encontra-se presente nos cultivos de Brassicaceae do Brasil, sendo ele um dos principais insetos-praga responsáveis por diversos danos econômicos em culturas de hortaliças (OLIVEIRA et al., 2019a). Esse pulgão é uma das principais pragas da couve no Irã, onde normalmente o controle é realizado sob aplicação de inseticidas (MAHMOODI et al., 2020). Como normalmente a parte consumida nas Brassicaceae são as folhas e caules a possibilidade de conterem resquícios de inseticidas é alto. De acordo com Oliveira et al., (2019), fêmeas de *E. annulipes* alimentam-se de pulgões adultos de *B. brassicae*. Sendo o predador uma alternativa mais ambientalista para produção de alimentos isentos de inseticidas.

O aumento de inimigos naturais nas proximidades de pomares de maçã desempenha um papel importante no controle de *D. plantaginea* (ALBERT et al., 2017). Os pulgões alimentam-se do floema das árvores causando danos econômicos (ROUSSELIN et al., 2017). Tesourinhas são artrópodes comumente encontrados em pomares de maçã da França (LOURE et al., 2015). De acordo com Dib et al., (2020), em estudos laboratoriais observou que a utilização dos predadores *Harmonia axyridis* e *F. auricularia* em combinação alcançou um consumo 90% dos pulgões *Dysaphis plantaginea*.

A *F. auricularia* é o predador mais importante de *Hemiberlesia lataniae* em vinhas de kiwi, sendo *H. lataniae* o principal inseto-praga de kiwis da Nova Zelândia, a predação acarretada por *F. auricularia* ocorre principalmente à noite em insetos de estágio tardio (LOGAN; MAHER; ROWE, 2017).

No Brasil os maiores danos a cultura do milho são causados pela *Spodoptera frugiperda*. Sendo ela uma das principais pragas do milho, entretanto ela apresenta diversos inimigos naturais, como *Orius insidiosus* e *Doru luteipes* (SOUZA et al., 2020). Para o controle *S. frugiperda* e *Helicoverpa zea*, a utilização de inseticidas é frequente, esses inseticidas que além de causarem danos ao meio ambiente, podem promover o desenvolvimento da resistência em populações de insetos-praga (SIMIONATO et al., 2020). Em estudos de Souza et al., (2020), ninfas de quinto instar de *D. luteipes* apresentaram capacidade de consumo de 70 ovos e 43 lagartas de *S. frugiperda* recém-eclodidas em 24 horas.

A capacidade predatória de *Pygidicrana v-nigrum* foi realizada por Oliveira et al., (2019), onde foi observado um consumo de larvas e pupas de *Ceratitis capitata*. Estudos a respeito dessa espécie ainda necessitam ser realizados.

Na tabela 1 estão descritos os Dermápteros frequentemente estudados em pesquisas científicas a respeito da sua capacidade de consumo de insetos-praga.

Tabela 1. Espécies de Dermápteros utilizados no controle biológico e suas respectivas presas

Espécies	Presas	Referências
		(NUNES et al., 2018)
		(NUNES et al., 2019a)
<i>Euborellia annulipes</i>	<i>Plutella xylostella</i>	(NUNES et al., 2019b)
		(NUNES et al., 2020a)
		(NUNES et al., 2020b)
		(BOURNE et al., 2019)
<i>Forficula auricularia</i>	<i>Drosophila suzukii</i>	(ENGLERT; HERZ, 2019)
		(ORPET et al., 2019a)
<i>Forficula auricularia</i>	<i>Erisoma lanigerum</i>	(ORPET et al., 2019c)
		(RIBEIRO et al., 2017)
<i>Euborellia annulipes</i>	<i>Helicoverpa armigera</i>	(RIBEIRO et al., 2017)
<i>Doru luteipes</i>		
<i>Euborellia annulipes</i>	<i>Diatraea saccharalis</i>	(NUNES et al., 2019c)
<i>Euborellia annulipes</i>	<i>Aedes aegypti</i>	(BYTTERBIER; FISCHER, 2019)
<i>Euborellia annulipes</i>	<i>Brevicoryne brassicae</i>	(OLIVEIRA et al., 2019a)
<i>Forficula auricularia</i>	<i>Dysaphis plantaginea</i>	(DIB et al., 2020)
<i>Forficula auricularia</i>	<i>Hemiberlesia lataniae</i>	(LOGAN et al., 2017)
<i>Doru luteipes</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	(SOUZA et al., 2020)
<i>Pygidicrana v-nigrum</i>	<i>Ceratitis capitata</i>	(OLIVEIRA et al., 2019b)

Fonte: Autores

Os insetos da ordem Dermáptera são pouco estudados, entretanto é observado que eles apresentam uma boa capacidade predatória sobre diversas presas. A utilização de técnicas de liberação se mostra eficiente quando utilizado ovos de seis dias de *Euborellia annulipes* (predador generalista) em cápsulas de papel biodegradáveis (LACERDA et al., 2020).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de Dermápteros no controle de insetos-praga é uma forma de controle que pode acarretar uma redução da utilização de inseticidas pelos produtores, entretanto ainda é necessário estudos científicos a respeito do número de Dermápteros por planta para que o controle seja eficiente. O número de espécies de Dermápteros estudados atualmente é muito limitado, sendo no Brasil a principal espécie estudada a *E. annulipes* e na Europa a *F. auricularia*. Os estudos no campo sobre a eficiência dos Dermápteros

ainda são muito limitados, sendo a maior parte das pesquisas é realizada em laboratório sob condições controladas o que pode não refletir no campo, onde os insetos estão susceptíveis as intempéries climáticas.

REFERÊNCIAS

ALBERT, L.; FRANCK, P.; GILLES, Y.; PLANTEGENEST, M. Impact of agroecological infrastructures on the dynamics of *Dysaphis plantaginea* (Hemiptera: Aphididae) and its natural enemies in apple orchards in northwestern France. **Environmental entomology**, v. 46, n. 3, p. 528-537, 2017.

ARAÚJO, I. S.; OLIVEIRA, G. M.; LACERDA, L. B.; BATISTA, J. L.; LOPES, G. N. Perspectivas atuais da utilização de bioinseticidas em *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 7, n. 3, p. 020-027, 2019.

ARRUDA, L. S.; RODRIGUES, A. R.; BERMUDEZ, N. C.; RIBEIRO, L. M.; NETO, J. E. L.; SIQUEIRA, H. A. Field resistance of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) to lufenuron: Inheritance and lack of cross-resistance to methoxyfenozide. **Crop Protection**, v. 136, p. 105237, 2020.

BOLZAN, F. T.; FOLLMANN, D. N.; MENEGHETTI, C. B.; PICON, L. C.; RIBEIRO, A. L. P. Biological Pest Control in Maize Crop in Brazil: A Review. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 18, p. 187-196, 2019.

BOURNE, A.; FOUNTAIN, M. T.; WIJNEN, H.; SHAW, B. Potential of the European earwig (*Forficula auricularia*) as a biocontrol agent of the soft and stone fruit pest *Drosophila suzukii*. **Pest Management Science**, v. 75, n. 12, p. 3340-3345, 2019.

BYTTEBIER, B.; FISCHER, S. Predation on eggs of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): Temporal dynamics and identification of potential predators during the winter season in a temperate region. **Journal of Medical Entomology**, v. 56, n. 3, p. 737-743, 2019.

CHEN, Y.; BIRD, L.; WOOLLEY, L.; WALSH, T.; GORDON, K.; HERRON, G. Linkage mapping an indoxacarb resistance locus in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) by genotype-by-sequencing. **Pest Management Science**, v. 76, n. 2, p. 617-627, 2020.

COSTA, Â. C.; CAVALCANTI, S. C.; SANTANA, A. S.; LIMA, A. P.; BRITO, T. B.; OLIVEIRA, R. R.; BACCI, L. Insecticidal activity of indole derivatives against *Plutella xylostella* and selectivity to four non-target organisms. **Ecotoxicology**, v. 28, n. 8, p. 973-982, 2019.

DIB, H.; SAUPHANOR, B.; CAPOWIEZ, Y. Report on the life history traits of the generalist predator *Forficula auricularia* (Dermaptera: Forficulidae) in organic apple orchards in southeastern France. **Canadian Entomologist**, v. 149, n. 1, p. 56, 2017.

DIB, H.; SIEGWART, M.; DELATTRE, T.; PERRIN, M.; LAVIGNE, C. Does combining *Forficula auricularia* L. (Dermaptera: Forficulidae) with *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) enhance predation of rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphididae). **Biological Control**, v. 151, p. 104394, 2020.

- EFROM, C. F. S.; OLIVEIRA, A. M. R.; WOLFF, V. R. S.; TONIETTO, A.; WITTER, S. Aspectos fitotécnicos do cultivo da oliveira no Rio Grande do Sul II: estudos sobre cochonilhas e controle da antracnose. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v. 25, n. 3, p. 119-132, 2019.
- ENGLERT, C.; HERZ, A. Acceptability of *Drosophila suzukii* as prey for common predators occurring in cherries and berries. *Journal of Applied Entomology*, v. 143, n. 4, p. 387-396, 2019.
- GRESS, B. E.; ZALOM, F. G. Identification and risk assessment of spinosad resistance in a California population of *Drosophila suzukii*. *Pest Management Science*, v. 75, n. 5, p. 1270-1276, 2019.
- HAPPE, A. K.; ROQUER-BENI, L.; BOSCH, J.; ALINS, G.; MODY, K. Earwigs and woolly apple aphids in integrated and organic apple orchards: responses of a generalist predator and a pest prey to local and landscape factors. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 268, p. 44-51, 2018.
- LACERDA, L. B.; OLIVEIRA, G. M.; ARAÚJO, H. M.; BATISTA, J. L.; MARACAJÁ, P. B.; MEDEIROS, A. C. Técnica para liberação do predador *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae). *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, v. 14, n. 2, p. 143-147, 2020.
- LEMES, A. A.; SIPRIANO-NASCIMENTO, T. P.; VIEIRA, N. F.; CARDOSO, C. P.; VACARI, A. M.; BORTOLI, S. A. Acute and Chronic Toxicity of Indoxacarb in Two Populations of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 114, n. 1, p. 298-306, 2021.
- LOGAN, D. P.; MAHER, B. J.; ROWE, C. A. Predation of diaspidid scale insects on kiwifruit vines by European earwigs, *Forficula auricularia*, and steel-blue ladybirds, *Halmus chalybeus*. *BioControl*, v. 62, n. 4, p. 469-479, 2017.
- MAHMOODI, L.; MEHRKHO, F.; GUZ, N.; FOROUZAN, M.; ATLIHAN, R. Sublethal effects of three insecticides on fitness parameters and population projection of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, v. 113, n. 6, p. 2713-2722, 2020.
- MALAGNOUX, L.; GAËLLE, M.; SIMON, S.; RAULT, M.; YVAN, C. Management strategies in apple orchards influence earwig community. *Chemosphere*, v. 124, p. 156-162, 2015.
- NARANJO-GUEVARA, N.; PEÑAFLO, M. F. G. V.; SILVA, D. B.; BENTO, J. M. S. A comparison of the direct and indirect defence abilities of cultivated maize versus perennial and annual teosintes. *Chemoecology*, v. 31, n. 1, p. 63-74, 2021.
- NUNES, G. S., DANTAS, T. A. V., FIGUEIREDO, W. R. S., SOUZA, M. S.; NASCIMENTO, I. N.; BATISTA, J. L. Predation of diamondback moth larvae and pupae by *Euborellia annulipes*. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)*, v. 13, n. 3, 2018.
- NUNES, G. S.; DANTAS, T. A. V.; SOUZA, M. S.; NASCIMENTO, I. N.; BATISTA, J. L.; MALAQUIAS, J. B. Life stage and population density of *Plutella xylostella* affect

the predation behavior of *Euborellia annulipes*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 167, n. 6, p. 544-552, 2019a.

NUNES, G. S.; PAULO, H. H.; DIAS, W. S. R.; BORTOLI, S. A. Feeding preference of *Euborellia annulipes* to *Plutella xylostella*: effects of temperature and prey development stage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. 1-7, 2020a.

NUNES, G. S.; RAMALHO, D. G.; SANTOS, N. A., TRUZI, C. C., VIEIRA, N. F.; CARDOSO, C. P.; BORTOLI, S. A. Parasitism-mediated interactions between the ring-legged earwig and sugarcane borer larvae. **Neotropical Entomology**, v. 48, n. 6, p. 919-926, 2019c.

NUNES, G. S.; TRUZI, C. C.; CARDOSO, C. P.; VIEIRA, N. F.; RAMALHO, D. G.; SOUZA, J. M.; BORTOLI, S. A. Temperature-dependent functional response of *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae) preying on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) larvae. **Journal of Thermal Biology**, v. 93, p. 102-686, 2020b.

NUNES, G. S.; TRUZI, C. C.; NASCIMENTO, J., PAULA, F. F.; MATOS, S. T.; POLANCZYK, R. A.; BORTOLI, S. A. *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) – treated *Diamondback moth* (Lepidoptera: Plutellidae) larvae mediate the preference and functional response of *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae) nymphs. **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 6, p. 2614-2619, 2019b.

OLIVEIRA, L. V. Q.; OLIVEIRA, R.; NASCIMENTO-JUNIOR, J. L.; SILVA, I. T. F. A.; BARBOSA, V. O.; BATISTA, J. L. Capacidade de busca da tesourinha *Euborellia annulipes* sobre o pulgão *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). **PesquisAgro**, v. 2, n. 1, p. 3-10, 2019a.

OLIVEIRA, R.; ALVES, P. R. R.; DANTAS, T. A. V.; OLIVEIRA, G. M.; BORBA, M. A.; SOUZA, M. S.; BATISTA, J. L. Biological Aspects and Predation of *Pygidicrana v-nigrum* against the Mediterranean Fly *Ceratitis capitata*. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 31, n. 1, p. 1-8, 2019b.

ORPET, R. J.; CROWDER, D. W.; JONES, V. P. Biology and management of European earwig in orchards and vineyards. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 10, n. 1, p. 21, 2019c.

ORPET, R. J.; CROWDER, D. W.; JONES, V. P. Woolly apple aphid generalist predator feeding behavior assessed through video observation in an apple orchard. **Journal of Insect Behavior**, v. 32, n. 2, p. 153-163, 2019a.

ORPET, R. J.; GOLDBERGER, J. R.; CROWDER, D. W.; JONES, V. P. Field evidence and grower perceptions on the roles of an omnivore, European earwig, in apple orchards. **Biological Control**, v. 132, p. 189-198, 2019b.

POMARI-FERNANDES, A.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R. *Helicoverpa armigera*: current status and future perspectives in Brazil. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 21, n. 1, p. 1-7, 2015.

QUARRELL, S. R.; CORKREY, R.; ALLEN, G. R. Predictive thresholds for forecasting the compatibility of *Forficula auricularia* and *Aphelinus mali* as biological control agents against woolly apple aphid in apple orchards. **BioControl**, v. 62, n. 2, p. 243-256, 2017.

RIBEIRO, C. I.; COELHO, C. C. S.; ROCHA, M. S.; MARTINS, L. O.; DAMASCENO, N. C.; SOUZA, C. F. S.; MENDES, S. M. Capacidade predatória de *Doru luteipes* e *Euborellia annulipes* sobre *Helicoverpa armigera*. *Embrapa Milho e Sorgo*, 2017.

ROUSSELIN, A.; BEVACQUA, D.; SAUGE, M.; LESCOURRET, F.; MODY, K.; JORDAN, M. Harnessing the aphid life cycle to reduce insecticide reliance in apple and peach orchards. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 37, n. 5, p. 1-13, 2017.

ROY, S.; ROY, M.; JAISWAL, A.; BAITHA, A. Soil arthropods in maintaining soil health: thrust areas for sugarcane production systems. **Sugar Tech**, v. 20, n. 4, p. 376-391, 2018.

SANTOS, L. A. O.; NARANJO-GUEVARA, N.; FERNANDES, O. A. Diversity and abundance of edaphic arthropods associated with conventional and organic sugarcane crops in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 100, n. 1, p. 134-144, 2017.

SILVA, M. F.; FUNICHELLO, M.; SOUZA, D. M. Performance of insecticides in control of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 87, p. 1-6, 2020.

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

SOUZA, C. S. F.; SILVEIRA, L. C. P.; SOUZA, B. H. S.; NASCIMENTO, P. T.; DAMASCENO, N. C. R.; MENDES, S. M. Efficiency of biological control for fall armyworm resistant to the protein Cry1F. **Brazilian Journal of Biology**, n. AHEAD, v. 81, n. 1, p. 154-163, 2020.

VAN-LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, v. 63, n. 1, p. 39-59, 2018.

WANG, R.; QU, C.; WANG, Z.; YANG, G. Cross-resistance, biochemical mechanism and fitness costs of laboratory-selected resistance to pyridalyl in diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 163, p. 8-13, 2020.

YIN, C.; WANG, R.; LUO, C.; ZHAO, K.; WU, Q.; WANG, Z.; YANG, G. Monitoring, cross-resistance, inheritance, and synergism of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to pyridalyl in China. **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 1, p. 329-334, 2019.

IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA COMO ATENUANTE DOS EFEITOS DELETÉRIOS DA SALINIDADE

Edinete Nunes de Melo^{*}, Joyce Naiara da Silva¹, Marília Hortência Batista Silva Rodrigues¹,
Gleyse Lopes Fernandes de Souza¹, Ana Paula Pereira do Nascimento¹, Guilherme Vinícius
Gonçalves de Pádua¹, Maria Luiza de Souza Medeiros¹

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

RESUMO

Devido aos baixos índices pluviométricos e altas taxas de evaporação no semiárido do Nordeste brasileiro, a utilização da irrigação torna-se necessária para proporcionar condições para exploração agrícola. O uso da irrigação promove a exploração racional das culturas principalmente nessas regiões, no entanto, a quantidade e qualidade da água disponível para irrigação no semiárido, apresenta grande variabilidade e, em muitas localidades dispõem apenas de águas salinas para irrigação. A utilização de água salina na irrigação tem sido um desafio para produtores rurais e pesquisadores, sendo necessário desenvolver estratégias que proporcionem a tolerância das plantas e o uso da água salina de forma que não prejudique o rendimento das culturas. Com essa preocupação, uma das estratégias que vem sendo utilizada é a técnica de adubação, que favorece a aquisição de nutrientes pelas plantas em condições de salinidade. O nitrogênio além de ser um dos macronutrientes mais requeridos pelas culturas devido estar envolvido diretamente no crescimento, fisiologia e produção, também vem se destacando com um atenuante dos estresses causados pela salinidade. Neste sentido conclui-se que é de extrema importância o conhecimento quanto ao uso da água salina para fins de irrigação, e o manejo de adubação nitrogenada como atenuante dos efeitos deletérios causados pelo estresse salino.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de água, estresse salino, manejo

1. INTRODUÇÃO

A escassez de água nas regiões semiáridas do Nordeste brasileiro vem causando sérios problemas nas áreas de produção agrícola. Para obtenção de maior percentual de germinação, crescimento, desenvolvimento e qualidade de produção é fundamental a disponibilidade de água, principalmente em regiões de clima quente e seco, como o Nordeste que possui mais de 60% do seu território ocupado por áreas com clima semiárido (MEDEIROS et al., 2012).

Devido às estiagens persistentes e a falta de água de qualidade para irrigação, tem-se aumentado a pressão para irrigação das culturas com água salina, sendo boa parte proveniente de açudes de pequeno e médio porte e poços profundos, de CEa variando de 1,97 a 2,98 dS m⁻¹ (ALVARENGA et al., 2019). Conforme Taiz e Zeiger (2013), um dos fatores que mais tem causado preocupações no setor agrícola é a salinidade do solo e da água devido aos seus efeitos na produção e qualidade das culturas.

A utilização dessa água por um tempo prolongado acaba prejudicando o desenvolvimento das culturas devido aos efeitos tóxico, osmótico e desbalanço

nutricional ocasionados pelo acúmulo dos sais. Para que o uso de águas salinas sejam viáveis para a produção agrícola, uma das sugestões recomendadas é o emprego de práticas e de substâncias que minimizem os efeitos sobre o crescimento das plantas, (MELO et al., 2018).

Neste sentido, o suprimento nutricional adequado surge como uma alternativa mitigadora do estresse salino, e o nitrogênio vêm sendo um dos nutrientes mais utilizados por ser um elemento essencial e requerido em maior quantidade pelas plantas, participando diretamente em seu metabolismo, e quando aplicada na quantidade correta, a adubação nitrogenada torna-se uma excelente alternativa para atenuar o efeito da salinidade sobre as plantas (LIMA et al., 2014, MELO et al., 2018).

Devido a importância da irrigação e as respostas que o uso do nitrogênio associado a irrigação com água de baixa qualidade vem apresentando, torna-se necessário pesquisas que possam potencializar ainda mais o cultivo das culturas no Nordeste brasileiro de forma sustentável e com custo benefício. Pelo exposto, o objetivo da revisão é trazer informações e alternativas de uso da água de baixa qualidade, assim como, técnica de manejo de adubação que minimize os efeitos danosos causados pelo estresse salino.

2. DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA REGIÃO SEMIÁRIDA

A disponibilidade hídrica e seu uso na região semiárida do Nordeste brasileiro continua em pauta no que se refere ao seu desenvolvimento, e exige uma atenção e estudo especial quanto a sua irregularidade de precipitações pluviométricas, o que torna indispensável o desenvolvimento de pesquisas que possibilitem o uso eficiente da água, de maneira que possa atender as diferentes demandas de forma adequada e sustentável (FERREIRA et al., 2016).

Nakai et al. (2013) ressaltam a importância que a água apresenta para a agricultura, e que seu déficit pode gerar prejuízos econômicos na produção. Essa realidade evidencia a prática do uso da água salina.

As águas utilizadas na irrigação geralmente são de origem subterrânea ou superficial, as águas presentes nas superficiais do semiárido normalmente são de melhor qualidade, mas apresentam grande variabilidade devido a elevadas taxas de evaporação, ocorrendo o surgimento de concentração de sais, atingindo, em alguns casos, concentrações que impedem o seu uso para consumo humano e na agricultura (SOUZA et al., 2016).

2.1 Qualidade da água de irrigação

A qualidade da água de irrigação é fator muito importante que contribui na salinização dos solos de regiões áridas e semiáridas, podendo ocasionar a degradação física do solo tanto quanto afetar o desenvolvimento das culturas (AYERS; WESTCOT, 1991). É notório que a mesma vem sofrendo intervenções devido às ações naturais tanto quanto antrópicas, o que ocasiona a alteração da qualidade de água e conseqüentemente sua disponibilidade para uso nas atividades humanas (SOUZA et al., 2014).

Segundo Ayers e Westcot (1999), a qualidade da água de irrigação pode sofrer variações conforme o tipo e a quantidade de sais dissolvidos, e os principais parâmetros a serem avaliados na qualidade da água para irrigação contemplam os parâmetros físico-químicos e biológicos, que definem sua adequação ou não para o seu uso (ALMEIDA, 2010).

a. Estresse salino e seus efeitos sobre plantas e solo

Diante do déficit hídrico, o uso de água salina na agricultura tornou-se uma alternativa para os produtores. Porém, seu uso depende da adoção de métodos tecnológicos, químicos e orgânicos que possibilitem a redução dos efeitos degenerativos da salinidade sobre o solo e as plantas (MELO et al., 2018).

A salinidade do solo e da água de irrigação, em muitas regiões áridas e semiáridas, constituem sérios obstáculos ao sistema de produção, tanto pelas alterações dos atributos físicos e químicos do solo como pela ação dos íons específicos sobre a germinação, crescimento, produção e nutrição de plantas (CAVALCANTE et al., 2010), a concentração de sais solúveis ou salinidade, é um dos principais fatores limitante ao crescimento e desenvolvimento de algumas culturas (BEZERRA et al., 2010).

Segundo Lima et al. (2015), a redução no crescimento das plantas sob condições de estresse salino é decorrente do fechamento dos estômatos foliares e diminuição da transpiração das plantas em função da menor absorção de água e nutrientes. Nobre et al. (2014) ressaltam que, de modo que o nível salino e o tempo de exposição ao estresse é elevado, menor será a capacidade de retenção e absorção de água, afetando diretamente a realização das atividades metabólicas e conseqüentemente o crescimento das culturas.

Os efeitos da salinidade do solo sobre a nutrição mineral das plantas são oriundos principalmente da toxicidade de íons, causada pela absorção excessiva de Na e Cl, e do desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção ou distribuição dos nutrientes (AZEVEDO et al., 2017).

b. Tolerância das plantas a salinidade

As plantas podem ser classificadas como halófitas, que são as plantas que se desenvolvem naturalmente em ambientes com elevadas concentrações salinas e as glicófitas que não são capazes de se desenvolverem nestas condições. Sendo de fundamental importância o incremento da tolerância à salinidade nas plantas glicófitas, e a propagação de espécies tolerantes, visando o crescimento de culturas em áreas salinizadas ou em risco de salinização (WILLADINO; CAMARA, 2010).

Para Oliveira (2013), a sobrevivência das plantas a ambientes salinos depende da regulação da concentração iônica intracelular, de modo a manter o equilíbrio entre os processos fisiológicos que controlam o crescimento e o desenvolvimento vegetal. Portanto, os papéis metabólicos da compartimentalização dos íons no vacúolo, bem como o controle do seu transporte para os tecidos de modo uniforme, podem conferir tolerância aos sais (ASHRAF, 1994; OLIVEIRA, 2013).

É de suma importância buscar conhecimentos sobre tolerância das plantas a salinidade e seus mecanismos (Tabela 1), visto que, a maioria dos problemas da salinidade na produção agrícola pode ser amenizada quando há conhecimento do nível de tolerância e dos aspectos fisiológicos e bioquímicos de plantas cultivadas nestas condições. (PRISCO; GOMES FILHO, 2010).

Tabela 1. Níveis de tolerância das culturas ao cloreto na água de irrigação (Maas, 1990)

Teor de cloreto		Interpretação
(mg L ⁻¹) (ppm)		
< 2,0	< 70	Sem riscos para todas as plantas
2,1- 40	71-140	As plantas sensíveis apresentam injúrias ligeiras e moderadas
4,1-10,0	141- 350	As plantas moderadamente tolerantes apresentam injurias ligeiras a consideráveis
>10,0	>350	Problemas severos de toxidez

Fonte: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados, p. 2542, 2016.

Conforme Richards, (1954), os critérios para avaliar a tolerância das culturas à salinidade podem compreender a capacidade da cultura sobreviver em ambiente salino, rendimento, produção em ambiente salino e sua produção relativa.

c. Nitrogênio como mitigador do estresse salino

A prática da adubação é de extrema importância quando se almeja obter alta produtividade, pois as plantas apresentam deficiência e necessidade de nutrientes (DAMASCENO et al., 2013).

O nitrogênio é um elemento que tem despertado bastante interesse entre os técnicos e agricultores pelos inúmeros benefícios proporcionados as culturas. É um elemento indispensável às plantas e seu déficit limita o crescimento, desenvolvimento e a produtividade, pois é essencial em todas as fases do desenvolvimento vegetal (MELO et al., 2018).

De acordo com Ferreira (2014), o uso do nitrogênio possibilita um melhor crescimento e desenvolvimento, a planta fica menos susceptível ao ataque de pragas e doenças, podendo atenuar e oferecer resistência às culturas nos períodos de déficit hídrico, ou quando submetidos a outros estresses.

Além de promover o crescimento e o bom desenvolvimento das culturas, pode também reduzir os efeitos da salinidade nas espécies vegetais, e a explicação pode está relacionada às funções deste elemento nas plantas, uma vez que, desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, entre outros (FLORES et al., 2001, ALVES et al., 2012; DIAS et al., 2012;).

Pesquisas realizadas com uso de águas salinas em várias espécies evidenciam que o acúmulo desses solutos orgânicos pode elevar a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, aumenta a tolerância ao estresse salino e hídrico (SILVA et al., 2008). A salinidade da água de irrigação associado ao uso com adubação nitrogenada vem mostrando resultados positivos, e que é possível produzir comercialmente quando se tem práticas de manejo e irrigação adequada (SANTOS et al., 2010; DIAS et al., 2011; SANTOS JUNIOR et al., 2011).

3. CONCLUSÃO

É de extrema importância o conhecimento quanto ao uso da água salina para fins de irrigação e o manejo de adubação nitrogenada como atenuante dos efeitos deletérios causados pelo estresse salino.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação** – Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.67, 2010.
- ALVARENGA, C. F. S.; SILVA, E. M.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; SILVA, L. A. Morfofisiologia de aceroleira irrigada com águas salinas sob combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 194-205, 2019.
- ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; UYEDA, C. A.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G.; CARDOSO, J. A. F. Uso de águas salinas e adubação nitrogenada no cultivo da mamoneira BRS-energia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 6, n. 2, p. 151-163, 2012.
- ASHRAF, M. Breeding for salinity tolerance in plants. **CRC Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 13, p. 17-42, 1994.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Qualidade da água na agricultura. In: GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. L.; DAMASCENO, F. A. V. (Trad.). **Estudos FAO: Irrigação e Drenagem**, 29 Revisado, Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 218p. 1991.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Qualidade da água na agricultura. In: GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. L.; DAMASCENO, F. A. V. (Trad.). **Estudos FAO: Irrigação e Drenagem**, 29 Revisado, Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 153 p. 1999.
- AZEVEDO, P. R. L.; BEZERRA, D. E. L.; SOUTO, F. M.; BITU, F. G.; JUNIOR, E. B. P. Efeito dos sais e da qualidade da água no solo e na planta. **Revista Agroecologia no Semiárido**, v. 1, n. 1, p. 01-12, 2017.
- BEZERRA, A. K. P.; LACERDA, C. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; GHEYI, H. R. Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se água de salinidades diferentes. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1075-1082, 2010.
- DAMASCENO, L. A.; MIRANDA, J. F.; GUIMARÃES, M. A. Calagem e adubação: fornecendo alimentos para as plantas. In: GUIMARÃES, M. A. **Produção de melancia**. Viçosa: Ed. UFV, 2013. p. 69-74
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; NETO, O. N. S. QUEIROZ, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. (ed) **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade**. 2016. p. 2542.
- 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. **Ciências Agrárias**, v. 33, suplemento 1, p. 2837-2848, 2012.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. O.; FEITOSA FILHO, J. C.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 748-751, 2010.

FERREIRA, E. P.; BRITO, L. T. L.; NASCIMENTO, T.; NETO, F. C. R.; CAVALCANTE, N. B. Uso eficiente da água de chuva armazenada em cisterna para produção de hortaliças no Semiárido pernambucano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 01-07, 2016.

FERREIRA, K. S. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de aceroleira adubadas com nitrogênio e potássio**. 2014. 50 f. Dissertação (mestrado em ciências agrárias) Universidade Federal de São João Del Rei, 2014.

FLORES, P.; CARVAJAL, M.; CERDÁ, A.; MARTINEZ, V. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. **Journal of plant nutrition**, v. 24, n. 10, p. 1561-1573, 2001.

LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARE, L. A. A.; SILVA, A. O. Produção da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 1-10, 2015.

LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; HANS R. G.; SOARES, L. A. DOS A.; SILVA, A. O. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Engenharia Agrícola**, v.34, p. 854-866, 2014.

MAAS, E. V. Crop salt tolerance. In: Tanji, K. K. (ed.) **Agricultural salinity assessment and management**. New York: ASCE, 1990. Cap. 13, p.262-304.

MEDEIROS, S. S.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P.; TINÔCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H.; PINTO, T. F. Sinopse do Censo Demográfico para o semiárido brasileiro. **INSA**, p. 103, 2012

MELO, E. N.; NOBRE, R. G.; PINHEIRO, F. W. A.; SOUZA, L. P.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; ELIAS, J. J.; SILVA, W. L. Evaluation of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) rootstock under saline water irrigation and nitrogen fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 06, p. 1034-1040, 2018.

NAKAIET, E. H.; ROSA, H. A.; MOREIRA, C. R.; SANTOS, R. F. Qualidade da água utilizada em irrigação no rio São Francisco falso braço Sul- Estado do Paraná. **Cultivando o saber**, v. 6, n. 4, p. 214 - 224, 2013.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S de; GHEYI, H. R. Crescimento, consumo e eficiência do uso da água pela mamoneira sob estresse salino e nitrogênio. **Revista Caatinga**, v.27, p. 148 -158, 2014.

OLIVEIRA DE, F. A.; MEDEIROS DE, J. F; OLIVEIRA DE, M. K. T.; SOUZA, A. A. T.; FERREIRA, J. A.; SOUZA, M. S. Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, , v. 17, n. 5, p. 465-471, 2013.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHERY, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da Salinidade na Agricultura**: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTA Sal, 2010, p. 143-159.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali**. Washington, United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p. (Agriculture [(andbook, 60).

SANTOS, A. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, D. J. R; MONTENEGRO, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim-PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 14, n. 9, p. 961-969, 2010.

SANTOS JUNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; GUEDES FILHO, D. H.; DIAS, S.; SOARES, F. A. L. Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**. v. 42, n. 4, p. 842-849, 2011.

SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. R. G. A importância da qualidade da água e seus múltiplos usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 8, n. 1, p. 26-45, 2014.

SOUZA, L. de P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M. DA; LIMA, G. S. de; PINHEIRO, F. W. A.; ALMEIDA, L. L. de S. Formation of 'Crioula' guava rootstock under saline water irrigation and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 739-745, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 918,2013.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R.; Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-23, 2010

CULTIVO DE PLANTAS DE RÚCULA SOB NÍVEIS DE SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Mirandy dos Santos Dias^{1*}, Ligia Sampaio Reis², Reinaldo de Alencar Paes², Rilbson Henrique Silva dos Santos³, Camila Alexandre Cavalcante de Almeida², Francisco de Assis da Silva¹, José Kennedy do Nascimento Ribeiro³

¹Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/Campus Campina Grande - PB, e-mail: *mirandydias@gmail.com

²Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus de Engenharias e de Ciências Agrárias (CECA), Rio Largo, AL

³Universidade Federal do Agreste Pernambucano – UFAPE, Garanhuns-PE

RESUMO

O uso de água salina na produção de hortaliças é um dos principais problemas para os produtores agrícolas, visto que o estresse salino causa diminuição na produção e rendimento das culturas. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o crescimento de plantas de rúcula sob níveis de salinidade da água de irrigação. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental do Campus de Engenharias e de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas, em Rio Largo, AL. Os tratamentos foram obtidos de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹). o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os fatores resultaram em 5 tratamentos com cinco repetições e uma planta por parcela, totalizando 25 unidades experimentais. Aos 43 dias após a semeadura, as plantas de rúcula foram avaliadas quanto ao número de folhas, altura de plantas, área foliar, massa fresca da parte aérea e das raízes, e massa seca da parte aérea e das raízes. Foi constatado que níveis crescentes de condutividade elétrica da água de irrigação afeta o crescimento com significativa redução em todas as variáveis estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Eruca Sativa*, estresse salino, crescimento.

1. INTRODUÇÃO

O fornecimento hídrico de qualidade e quantidade satisfatória é essencial para que as plantas alcancem seu máximo desenvolvimento, pois a água é o principal constituinte dos tecidos vegetais. Entretanto, o uso de água salina na irrigação é um sério problema para a agricultura, pois limita a produção agrícola e reduz a produtividade das culturas a níveis antieconômicos, especialmente em regiões áridas e semiáridas (NASCIMENTO et al., 2015; DIAS et al., 2016).

O cultivo da rúcula (*Eruca Sativa* L.) é realizado por pequenos e médios produtores, que, na maioria das vezes, utilizam águas de fontes superficiais ou de poços rasos, que podem apresentar elevadas concentrações de sais (MEDEIROS et al., 2007).

Em condições de altos níveis de sais solúveis na solução do solo, o crescimento, a expansão da superfície foliar e o metabolismo do carbono são afetados negativamente devido ao efeito osmótico, toxicidade de íons e desequilíbrio nutricional (TAIZ et al., 2017; COSTA et al., 2019).

A inibição do crescimento é a resposta fisiológica mais sensível das plantas ao estresse da salinidade, e esse efeito é refletido principalmente pelo crescimento lento das plantas e pela redução da biomassa (YU et al., 2016).

Portanto, o uso de água com baixa qualidade na irrigação, depende de um manejo racional, através da adoção de estratégias de aplicação de água que evitem o acúmulo de sais no solo e/ou mantenha a concentração de sais na zona radicular abaixo da tolerada pela cultura explorada (DIAS et al., 2016). Para que desta forma, os efeitos indesejáveis sejam atenuados e a cultura desenvolva a produtividade esperada (MEDEIROS et al., 2007; SILVA et al., 2008).

Estudos sobre a tolerância de hortaliças folhosas ao estresse salino têm sido desenvolvidos (FERREIRA et al., 2017; SILVA et al., 2017). Para a cultura da rúcula, ainda, são poucos os estudos desenvolvidos com estresse salino, especialmente com ênfase para a influência da qualidade da água sobre o desenvolvimento desta cultura (OLIVEIRA et al., 2012; PAES et al., 2016; DIAS et al., 2019). Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação no crescimento de plantas de rúcula.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campus de Engenharias e de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA-UFAL), em condições de casa de vegetação, localizada nas coordenadas 9° 27' 55" S e 35° 49' 46" W, com altitude de 127 metros acima do nível do mar e temperaturas médias entre 29 °C e 21 °C.

Os tratamentos foram obtidos de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Os fatores resultaram em 5 tratamentos com cinco repetições e uma planta por parcela, totalizando 25 unidades experimentais.

Coletou-se o solo na camada de 0-20 cm de profundidade e em seguida foi realizada a análise química do solo pelo Laboratório da Central Analítica LTDA, cujo resultado foi: pH = 5,1; P = 38 mg dm⁻³; K⁺ = 103 mg dm⁻³; Na²⁺ = 36 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 10 cmol dm⁻³; Mg²⁺ = 0,9 cmol dm⁻³; Al³⁺ = 0,41 cmol dm⁻³; H + Al = 7,3 cmol dm⁻³; SB = 2,3 cmol dm⁻³; CTC = 9,62 cmol dm⁻³; V = 24,1%; m = 15%; e M.O = 3,21%.

Para corrigir a acidez do solo utilizou-se o calcário agrícola FILLER, com poder relativo de neutralização total (PRNT) de 90%, desta forma elevou-se a saturação por bases de 24,1 para 80%, conforme recomendado pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) para a cultura da rúcula.

O solo foi acondicionado em vasos plásticos com capacidade de 8 dm⁻³, sobre uma camada de brita (200 g) e uma tela de nylon, para facilitar a drenagem do excesso de água. Em seguida, foi elevada a umidade do solo ao nível correspondente a capacidade de campo, onde, foram pesados quatro vasos de cada tratamento contendo solo, saturaram-se com água e logo após, foram envolvidos individualmente com plástico, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem (GERVÁSIO et al., 2000). Cessada a drenagem (após dois dias) retiraram-se os plásticos, e logo após os vasos foram pesados em balança eletrônica modelo 3400, obtendo-se a média, correspondente ao nível próximo da capacidade de campo.

A semeadura foi realizada diretamente em vasos, onde foram utilizadas quatro sementes de rúcula cv. Apresiasi Folha Larga e aos 12 dias após a semeadura (DAS), foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por vaso, sendo a planta mais vigorosa.

Após a semeadura, as irrigações eram realizadas diariamente com água de abastecimento até o décimo segundo dia após a semeadura. A partir do décimo terceiro

dia, a irrigação passou a ser feita com água de diferentes concentrações salinas (0,5, 1,5, 2,5, 3,5 e 4,5 dS m⁻¹), que foram previamente transformadas em g L⁻¹, através da seguinte fórmula: TSD (g L⁻¹) = 0,64 x CEa, obtendo as concentrações descritas. O preparo das soluções salinas foi feito com cloreto de sódio (NaCl) e água destilada.

A aplicação dos tratamentos foi realizada com base na demanda hídrica da cultura, onde diariamente dois vasos de cada tratamento eram pesados e em seguida irrigados, uma vez por dia, com as soluções salinas. A cada quinze dias corrigiu-se o peso-controle (acréscimo de 100 mL de água) para compensar o desenvolvimento da planta.

A colheita foi realizada aos 43 dias após a semeadura (DAS), onde foram avaliados o número de folhas (NF), altura de plantas (AP - cm), área foliar (AF - cm²), massa fresca da parte aérea (MFPA - g) e da raiz (MFR - g), massa seca da parte aérea (MSPA - g) e da raiz (MSR - g).

A área foliar (AF), foi utilizado o integrador de área foliar modelo LI 3100 da Licor. Para a determinação da massa fresca, parte aérea e raízes das plantas, utilizou-se balança com sensibilidade de 0,1 grama. Em seguida as amostras foram separadas em sacos de papel, identificadas e levadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C constante, durante 24 horas, após esse período as amostras foram pesadas, desta forma determinou-se a massa seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e os resultados obtidos em função da salinidade foram submetidos à análise de regressão. O programa estatístico utilizado foi o ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância, verifica-se efeito significativo para os níveis de salinidade utilizados, sendo observada significância a nível de 1% para o número de folhas, altura de planta, área foliar, massa fresca e massa seca, demonstrando assim que a resposta da cultura à salinidade é variável de acordo com o nível aplicado. Os dados foram ajustados no modelo Linear (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para os caracteres avaliados, número de folhas (NF), altura de plantas (AP), área foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca das raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR) de plantas de rúcula cv. Apiciatta, aos 43 dias após a semeadura.

Causa de variação	GL	Quadrados médios					
		NF	AP	AF	MFPA	MFR	MSPA
Salinidade	4	28,40**	68,32**	337198,18**	280,14**	26,52**	2,59**
R. Linear	1	106,58**	1199,2**	4306,45**	1086,52**	102,24**	10,06**
R. Quadrática	1	5,16 ^{ns}	12,68 ^{ns}	13575,53 ^{ns}	13,48 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,024 ^{ns}
Resíduo	20	2,62	4,19	3103,28	17,64	3,65	0,19
Total	24	-	-	-	-	-	-
C.V %	-	19,27	13,05	25,55	22,46	44,32	23,86

GL- graus de liberdade; C.V- coeficiente de variação; ^{ns} não significativo e ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se decréscimo no número de folhas (NF) em resposta ao aumento da salinidade, obtendo-se 6,2 folhas por planta na condutividade elétrica de 4,5 dS m⁻¹, o que corresponde a uma redução de 47,5% quando comparado ao menor nível de salinidade da água de irrigação (0,5 dS m⁻¹) (11,8 folhas por planta) (Figura 1A).

A salinidade exerceu um efeito adverso no crescimento de plantas de rúcula, foi verificado redução na altura de plantas conforme aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Aos 43 dias após a semeadura, plantas irrigadas com água de salinidade de 0,5 dS m⁻¹ obteve a maior média de altura (19,9 cm), enquanto que as plantas irrigadas

com água salina nas concentrações 1,5, 2,5 e 3,5 dS m⁻¹ obtiveram as menores médias (18,06, 16,34 e 10,5 cm, respectivamente). A redução observada na altura de plantas foi de 31,2%, comparando a menor (0,5 dS m⁻¹) e a maior concentração (4,5 dS m⁻¹) (Figura 1B).

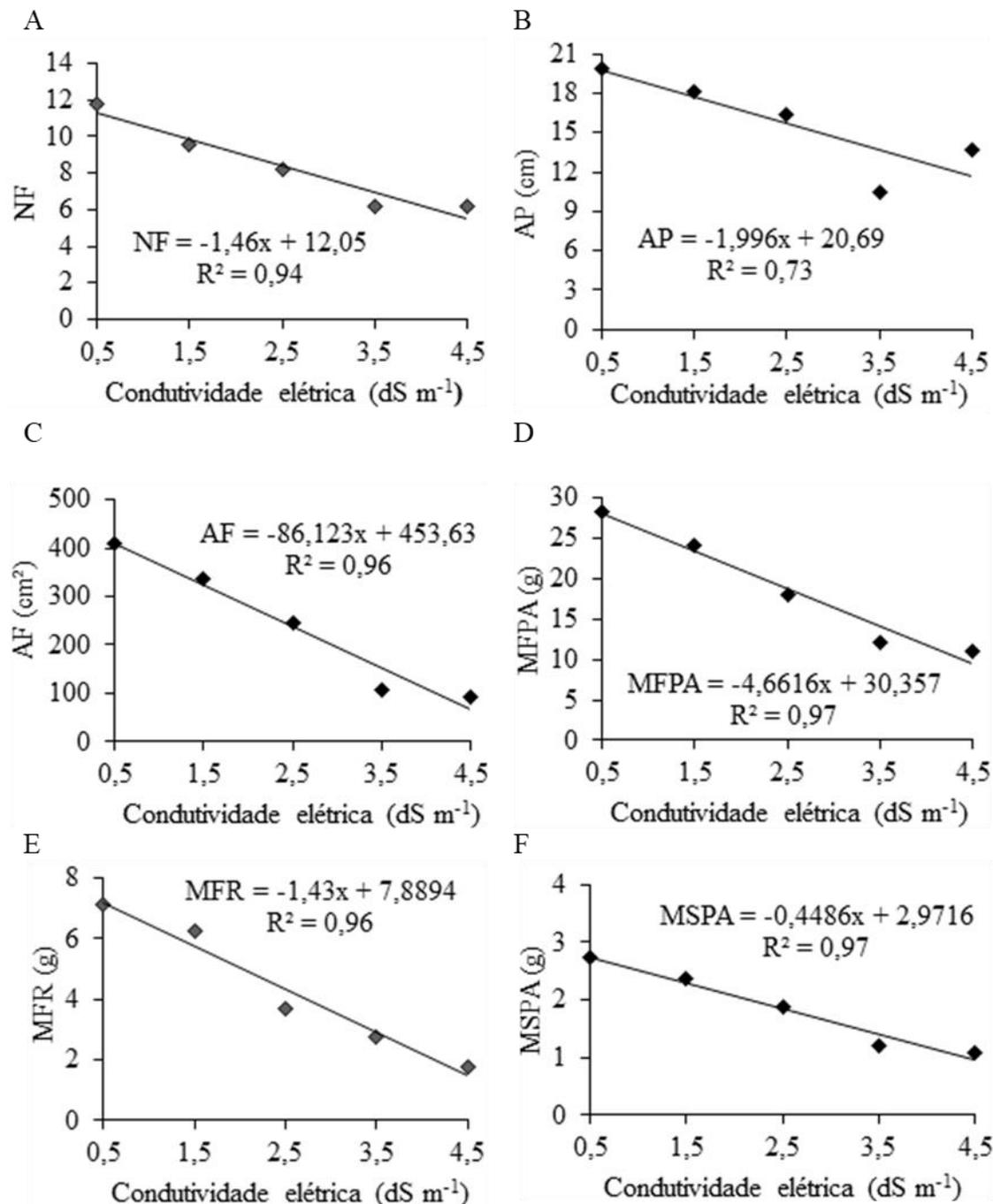


Figura 1. Número de folhas (A) altura de plantas (B), área foliar (C), massa fresca da parte aérea (D), massa fresca da raiz (E) e massa seca da parte aérea (F) de plantas de rúculas cultivar Apreciatta, em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 43 dias após a semeadura (DAS). CECA- UFAL, 2020.

Verifica-se redução da área foliar em resposta ao aumento da salinidade, obtendo-se na salinidade 4,5 dS m⁻¹ uma área de 93,22 cm², o que corresponde a redução de aproximadamente 77,2%, com os maiores valores ocorrendo nas plantas que foram irrigadas com água salina na concentração de 0,5 dS m⁻¹, estas obtiveram a maior média de área foliar (408,753 cm²) (Figura 1C).

A massa fresca da parte aérea foi afetada significativamente pela salinidade. O tratamento $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ de salinidade obteve a maior média de massa fresca (28,30 gramas), as demais concentrações (1,5, 2,5, 3,5 e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$) diminuíram a massa fresca para 24,05, 18,04, 12,19 e 10,93 gramas, respectivamente. Comparando a menor e a maior concentração observou-se uma redução de 61,3% na média de massa fresca (Figura 1D).

Com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação houve decréscimo linear na massa fresca das raízes, correspondendo a um decréscimo de 75,6%, quando comparado a maior e menor condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 1E).

Tendência similar ao número de folhas, altura de plantas, área foliar, massa fresca da parte aérea e das raízes, foi verificado para a massa seca da parte aérea, obtendo maiores médias nas menores concentrações (2,72 e 2,37 gramas para $0,5$ e $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente). O decréscimo verificado nas demais concentrações, foi 1,88, 1,19 e 1,07 gramas. Quando comparando a menor e a maior concentração, verifica-se redução de 60,6% na massa seca da parte aérea (Figura 1F).

Para Yousif et al. (2010) a redução do número de folhas em plantas submetidas ao estresse salino, é uma forma encontrada pelas plantas para manter a absorção de água, sendo consequência de alterações morfológicas e anatômicas, e isto reflete na perda de transpiração como alternativa para manter a absorção de água. Dias et al. (2019) em um estudo onde foi utilizado diferentes níveis de salinidade em rúcula plantadas em três substratos, também verificaram uma redução no número de folhas quando o nível de salinidade aumentava. Silva et al. (2008) trabalhando com o cultivo em solo, e com diferentes fontes de adubação orgânica, constataram que o aumento da salinidade provocou redução na emissão foliar da rúcula.

Segundo Taiz et al. (2017) o excesso de sais provoca alterações no metabolismo celular, afetando o alongamento, a elasticidade da parede celular e, conseqüentemente o alongamento, desta forma todo o crescimento da planta é prejudicado. Dias et al., (2019), constatou redução na altura das plantas de rúcula cv. *Apiciatta* a partir da concentração de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$.

A área foliar tem sua importância por ser uma variável de crescimento indicativa da produtividade, visto que o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha (TAIZ et al., 2017). A redução da área foliar é interessante às plantas, pois, com isso ocorre a redução do transporte de íons Na^+ e Cl^- no xilema e ao mesmo tempo a conservação da água nos tecidos (TAIZ et al., 2017). De acordo com Tester e Davenport (2003), o decréscimo da área foliar tem relação com mecanismos de adaptação das plantas ao estresse salino, estas têm capacidade de diminuir a superfície de transpiração.

Em relação a massa fresca das plantas é uma característica muito sensível às oscilações hídricas, tendo em vista que a maioria dos vegetais é formada por água, sendo essa um componente imprescindível para os processos vitais das plantas (TAIZ et al., 2017). Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2011) e Santos et al. (2012) onde o aumento da salinidade reduziu a massa fresca de plantas de rúcula.

Além da rúcula, a salinidade também reduziu a massa fresca em diversas culturas como alface, citros e manjeriço, implicando diretamente na produtividade (DA SILVA et al., 2017; SÁ et al., 2017; SANTOS et al., 2019).

Santos et al. (2015) observaram uma redução na massa fresca das raízes de alface americana a partir da concentração $1,14 \text{ dS m}^{-1}$, ficando evidente o efeito negativo da salinidade na cultura. Com relação à cultura da rúcula, Brandão (2018) verificou que houve um decréscimo na produção de massa fresca das raízes na medida em que a salinidade aumenta, segundo o autor, a redução ocorreu a partir de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$, chegando

a uma redução de até 84% para a concentração 4,0 dS m⁻¹, corroborando, portanto, com os dados do presente trabalho.

O tamanho do sistema radicular influencia diretamente na capacidade de absorção dos nutrientes, ou seja, quanto maior as raízes, maior será a possibilidade de as mesmas absorverem os nutrientes necessários para o seu adequado desenvolvimento (JARDINA et al., 2017).

Resultados como estes podem ser atribuídos à elevação da concentração de sais, que atua negativamente no processo fisiológico, reduzindo a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática e o alongamento celular, tendo como consequência a redução do crescimento e desenvolvimento das plantas (TAIZ et al., 2017).

4. CONCLUSÕES

Níveis crescentes de condutividade elétrica da água de irrigação afetam o crescimento da cultura da rúcula com significativa redução em todas as variáveis estudadas.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, R. C.; **Diferentes níveis de salinidade e sua influência sobre a produção de rúcula (*Eruca sativa*)**. 2018. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias. Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2018.

COSTA, M. E.; NASCIMENTO, E. K. Á.; OLIVEIRA MIRANDA, N.; PIMENTA, A. S.; SANTOS RODRIGUES, A. P. M.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F. Efeito do biochar sobre condutividade elétrica e pH de solos irrigados com água salina. **Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 189-204, 2019.

DA SILVA, T. I.; CHAVES, J. T. L.; BEZERRA, A. E.; SILVA, J. S.; SANTOS, H. R.; MARCO, C. A. Produção de fitomassa e teor de óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. submetido ao estresse salino, **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 6, n. 2, p. 71-80, 2017.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUZA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES, E. N. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, Cap.11, p.151-162, 2016.

DIAS, M. S.; REIS, L. S.; SANTOS, R. H. S.; ALMEIDA, C. A. C.; PAES, R. A.; ALBUQUERQUE, A. W.; SILVA, F. A. Crescimento de plantas de rúcula em substratos e níveis de salinidade da água de irrigação, **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 4, p. 22-30, 2019.

FERREIRA, A. H. P.; VIANA, P. C.; PAZ, M. G. F.; CERQUEIRA, D. A.; SOARES, T. M.; OLIVEIRA, M. G. B. Crescimento relativo e absoluto de couve-folha hidropônica produzida com águas salobras. In: IV INOVAGRI International Meeting, **Anais...**, 8 p., 2017.

JARDINA, L. L.; CORDEIRO, C. A. M.; CASTRO SILVA, M. C.; SANCHES, A. G.; ARAÚJO JÚNIOR, P. V. Desempenho produtivo e qualidade de cultivares de rúcula em sistema semi-hidropônico. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 4, n. 1, p. 78-82, 2017.

MEDEIROS, J. F.; SILVA, M.C.C.; SARMENTO, D.H.A.; BARROS, A.D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.248-255, 2007.

NASCIMENTO, I. B.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; LIMA, B. L. C.; SILVA, J. L. A. Desenvolvimento inicial da cultura do pimentão influenciado pela salinidade da água de irrigação em dois tipos de solos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 1, p. 37-43, 2015.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; SOUZA NETA, M. L.; SILVA, R. T.; SOUZA, A. A. T.; SILVA, O. M. P.; GUIMARÃES, I. P. Desempenho de cultivares de rúcula sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.3, p. 67-73, 2012.

PAES, R. A.; OLIVEIRA, B. R. S.; REIS, L. S.; GOMES, F. L.; MONTENEGRO, A. G. D. Produção de rúcula em diferentes níveis de água salina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 54. **Anais...** Recife: ABH, p. 432, 2016.

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; FIGUEIREDO, L. C.; MELO, A. S.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L. Biochemical components and dry matter of end mandarin hybrids under sal stress. **Revista Brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 21 n. 4, p. 243-253, 2017.

SANTOS, R. S. S.; DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; LIMA, C. J. G. S. Uso de águas salobras na produção de rúcula cultivada em substrato de fibra de coco. **Revista Caatinga**, v.25, n.1, p.113-118, 2012.

SANTOS, R. S. S.; COSTA, L. F.; SILVA, J. C.; SILVA, J. H. G.; ALMEIDA, R. S.; BARROS, A. C. Componentes de produção de alface em função de níveis de sais na água de irrigação, **Revista Ambientale**, v. 11, n. 1, 2019.

SANTOS, S. B. T.; MENEZES, S. M.; LIMA, D. F.; BARROS, D. T. S.; SANTOS, D. P.; SANTOS, M. A. Desenvolvimento da alface americana (*Lactuca sativa*) submetida a diversos níveis de salinidade. In: XXI CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, **Anais...**, p. 546-551, 2015.

SILVA, J. K. M.; OLIVEIRA, F. A.; MARACAJÁ, P. B.; FREITAS, R. S.; MESQUITA, L. X. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Revista Caatinga**, v.21, n.5, p.30-35, 2008.

SILVA, A. O.; SILVA, D. J. R.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, A. N.; ROLIM, M. M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido -PE e rejeito de dessalinizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, p.147-155, 2011.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res.**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SILVA, R. P.; RODRIGUES, J. L.; SILVA, J. C.; SANTOS, F. D. F.; SILVA, C. B.; SANTOS, M. A. L. Análise quantitativa da cebolinha verde irrigada com diferentes qualidades e quantidades de água de irrigação. In: IV INOVAGRI International Meeting, **Anais...**, 6 p., 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 858 p., 2017.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, n. 5, p. 503-527, 2003.

YOUSIF, B. S., NGUYEN, T. N., FUKUDA, Y., HAKATA H., OKAMOTO, Y., MASAOKA, Y., SANEOKA, H. Effect of Salinity on Growth, Mineral Composition, Photosynthesis and Water Relations of Two Vegetable Crops; New Zealand Spinach (*Tetragonia tetragonioides*) and Water spinach (*Ipomoea aquatica*). **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 12, n. 2, p. 211-216, 2010.

YU, C. G.; LI, Y.; XIE, Y. F.; YIN, Y. L. Effects of NaCl stress on growth and absorption, transportation and distribution of ions in *Zhongshanshan seedlings*. **Plant Physiology**, v. 52, n. 9, p. 1379-1388, 2016.

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE VARIEDADES DE FEIJÃO-FAVA (*Phaseolus lunatus* L) SOB DIFERENTES NÍVEIS SALINOS

Francisco Jean da Silva Paiva^{1*}, Francisco de Assis da Silva¹, Gleyka Nobrega Vasconcelos¹, Patrícia Costa Silva¹, Washington Benevenuto de Lima¹, Raul Araújo da Nóbrega¹, Robson Fábio Alves de Sousa¹, Ronaldo do Nascimento¹

¹Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB, *e-mail: je.an_93@hotmail.com

RESUMO

Problemas com salinidade estão sendo reportados cada vez com mais frequência no Nordeste do Brasil. Assim, estudos sobre a tolerância de culturas agrônômicas a salinidade são necessários. Diante disso, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica da semente de diferentes variedades de feijão - fava submetidas a diferentes níveis salinos. O trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em, Campina Grande, PB, com sementes de 3 cultivares de feijão fava (Orelha de Vó, Fava Banca e Cancão), em delineamento experimental inteiramente ao acaso. Para a simulação do estresse salino, utilizou -se como soluto o cloreto de sódio, nas concentrações de 0,3,1,3, 2,3 e 3,3 dS m⁻¹ submetidas a uma temperatura constante de 25 °C. Para avaliação dos efeitos dos tratamentos, realizou-se teste de germinação e vigor (primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, velocidade média de germinação, comprimento de raiz, comprimento da parte aérea, massa seca de raiz e massa seca da parte aérea). As variedades de feijão-fava não sofreram efeitos negativos em suas qualidades fisiológicas quando submetidas as concentrações salinas de até 3,3 dSm⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura, salinidade, qualidade de sementes.

1. INTRODUÇÃO

A fava (*Phaseolus lunatus* L.) é uma leguminosa pertencente à família das fabáceas e tem diversas nomenclaturas, variando de acordo com o local ou a origem, podendo ser conhecida popularmente como fava, fava belém, feijão-espadinho e feijão de lima ou fava-de-lima, sendo cultivada em quase todas as regiões do mundo, tanto para o consumo humano, quanto animal, e ainda utilizada como fonte de adubo verde e como cobertura morta para proteção dos solos (LOPES et al. 2010; PEGADO et al. 2008).

No Brasil seu cultivo está distribuído em todo o território nacional, sendo que a região Nordeste do país é que mais se destaca em termos de produção, por ser uma região semiárida tornando-se de fácil adaptação para a cultura (MORAES et al., 2017). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a produção em grãos de fava em 2017, foi de 10.092 toneladas do qual cerca de 92% dessa produção foi oriunda da região Nordeste, tendo destaque os estados de Ceara, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte (IBGE, 2017).

A produção de feijão fava é quase predominante da agricultura familiar, sendo assim considerada uma produção ainda muito baixa, pois os mesmo utilizam de técnicas

e equipamentos muito simples, limitando o aumento da produtividade (SANTOS, et al. 2002), porém quando comparada com o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), a fava tem elevada diversidade, adaptabilidade, rusticidade e maior tolerância ao calor, permitindo assim que a colheita seja realizada no período de estiagem (EMBRAPA, 2003).

Tendo em vista a importância do feijão-fava para a região nordeste do Brasil, em decorrências as condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura, torna-se proeminente que se realize estudos relativos ao cultivo com água salina desde a fase de germinação da semente até a produção, visto que na região semiárida a propensão de água com sal é bem frequente. A salinidade é um problema mundial que assola a produção de diversas culturas de interesse agrônômico. No Nordeste do Brasil, por ser local de clima semiárido a salinidade ocorre em virtude do elevado teor de sal na água de irrigação associados com altas temperaturas e evaporação, tornando-se um fator limitante para produção agrícola nessa região (SILVEIRA et al, 2012).

Com esse advento, ocorre dois tipos de estresse: o osmótico e o estresse por fitotoxicidade no qual vai acarrear o desequilíbrio nutricional da planta em decorrência da redução da absorção de elementos essenciais, causando alterações estruturais, bem como a inibição de várias enzimas do metabolismo (ARAGÃO, 2010).

Desta forma, estudo de tolerância da germinação de sementes a salinidade torna-se de fundamental importância para determinar a tolerância da semente ao sal, através das respostas fisiológicas da cultura a salinidade (DANTAS et al, 2005).

Assim, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de diferentes variedades de feijão fava (*Phaseolus lunatus* L) submetidos a diferentes níveis salinos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (CTRN/UFCG). As sementes foram obtidas na feira livre, localizada no centro da cidade de Campina Grande-PB.

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x4, com quatro repetições contendo 25 sementes cada repetição, sendo o primeiro fator correspondente a três variedades de Fava, (Orelha de Vó; Fava Branca e Cancão) e o segundo, a quatro níveis de salinidade (0,3; 1,3; 2,3 e 3,3 dS m⁻¹). O sal utilizado para preparo das águas salinas foi o NaCl (cloreto de sódio), sendo para isto, utilizada a metodologia proposta por Richards (1954).

O teste de germinação (G) foi realizado conforme Brasil (2009), empregando-se quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram desinfestadas superficialmente com solução de hipoclorito a 2% durante o período de cinco minutos, seguidas de lavagem em água corrente. Foi utilizado como substrato papel Germitest®, estes umedecidos 3 vezes o peso do substrato seco com água salina de acordo com os respectivos tratamentos. Os rolos foram acondicionados em câmara de germinação do tipo B.O.D. com temperatura de 25 ± 2 °C e sem fotoperíodo. As contagens da germinação foram realizadas do quinto ao nono dia após semeadura. Foram consideradas sementes germinadas aquelas que apresentavam comprimento de radícula maior que a metade do tamanho da semente. Os dados foram expressos em percentagem média de sementes germinadas.

Após a contagem, foram avaliadas as seguintes variáveis:

Primeira Contagem de Germinação (PCG): referente à porcentagem total de sementes germinadas, contabilizadas no primeiro dia de contagem, sendo este, realizado

no quinto dia após instalação do teste de germinação, tendo os resultados expressos em porcentagem (%).

Índice de Velocidade de Germinação (VMG): foi realizado juntamente com o teste de germinação, por meio de contagens diárias das sementes germinadas. O cálculo foi realizado de acordo com a equação proposta por Maguire (1962); $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$.

Onde: G1, G2,..Gn = número de plântulas normais computadas na primeira, segunda e na última contagem; N1, N2,.. Nn = número de dias da semente à primeira, segunda e última contagem.

Tempo médio de germinação (TMG): calculado de acordo com Labouriau e Agudo (1987), sendo; $TM = \sum ni \cdot ti / \sum ni$

Onde: ni = número de sementes germinadas no tempo ti (dados não acumulados); ti = tempo entre o início do experimento e a observação.

Velocidade média de germinação (VMG): de acordo com Labouriau (1983), onde, $TMG = 1/\text{Tempo Médio de Germinação}$.

Frequência relativa de germinação: Calculada de acordo com a fórmula proposta por Labouriau (1983), sendo: $fi = ni / \sum_{n=1}^k ni$

Onde: ni: número de sementes que germinaram no tempo ti (não o número acumulado, mas o número referido para a i-ésima observação), k: último tempo de germinação das sementes.

Comprimento da parte aérea e da raiz: realizado aos 14 dias após o semeio, com auxílio de régua graduada foram determinados os valores de comprimento de radícula. Os resultados expressos em cm planta⁻¹.

Fitomassa da parte aérea e da raiz: realizada em conjunto com o teste de germinação, quando no 14º dia após a sementeira, as plântulas normais foram retiradas dos rolos de papel germitest, e então separados parte aérea de sistema radicular, para que então fossem acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft e mantidas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante (AGUIAR et al., 2014). Após a secagem das plântulas, as mesmas foram pesadas em balança analítica de precisão de 0,01g, e o peso total de cada repetição foi dividido pelo número de plântulas normais contabilizadas, com isso, obtendo-se o peso médio, expressos em gramas por planta.

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância ($p < 0,05$). Quando significativos, foi realizado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis qualitativas e análise de regressão polinomial para as variáveis quantitativas, fazendo-se o uso do programa SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontra-se o resumo da análise de variância para as variáveis de germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) tempo médio de germinação (TMG) e velocidade média de germinação (VMG) de sementes Feijão-fava. Observa-se efeito significativo para o fator isolado variedades de feijão fava para maioria das variáveis estudadas com exceção de germinação (GER). Para o fator salinidade e para interação entre os fatores, não foi observado efeito significativo.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis de germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), e velocidade média de germinação (VMG) de sementes de Fava (*Phaseolus lunatus*)

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				
		GER (%)	PCG (%)	IVG (dias)	TMG	VMG
Variedade (V)	2	16,00 ^{ns}	542,3 ^{**}	0,20 ^{**}	0,164 ^{**}	0,0002 ^{**}
Níveis Salinos (S)	3	4,77 ^{ns}	11,88 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
Interação (V X S)	6	12,44 ^{ns}	33,88 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
Resíduo	36	9,88	25,66	0,02	0,011	0,0001
Total	47	--	--	--	--	--
CV (%)	--	3,22	5,45	3,16	2,14	1,97
Média	--	98,00	92,00	4,82	5,088	0,196

** significativo a 1% ($p < 0,01$); ns: Não significativo; FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação.

Observa-se na Figura 1 (A) os valores médios para a primeira contagem de germinação. As variedades Orelha de vó e fava branca apresentaram os melhores resultados, obtendo valores de 98 e 96%, respectivamente, de sementes germinadas no primeiro de dia contagem. A variedade Cancão diferiu estatisticamente das anteriormente citadas, sendo esta então a que obteve menor valor de sementes germinadas no primeiro dia de contagem (86%).

Advíncula et al. (2015) avaliando a qualidade fisiológica de diferentes variedades de feijão-fava, observaram que a variedade orelha de vó, foi a que dentre as avaliadas apresentou pior desempenho para o parâmetro de primeira contagem de germinação, a qual atingiu valores de apenas 65% na primeira contagem, comportamento contrário ao encontrado neste trabalho, como mencionado anteriormente, essa variedade obteve valor igual a 98% na primeira contagem de germinação. Entretanto, apesar deste parâmetro relaciona-se como um avaliador da qualidade fisiológica de sementes, é recomendável que outras avaliações também sejam realizadas para que assim seja determinado com maior confiabilidade a qualidade das sementes.

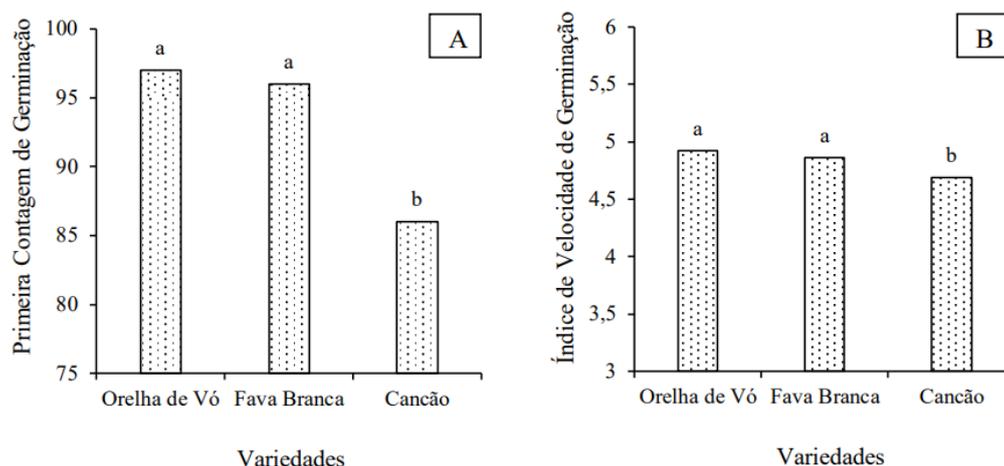


Figura 1. Primeira contagem de germinação (A) e índice de velocidade de germinação (B) de sementes de diferentes variedades de Fava (*Phaseolus lunatus*). UFCG, Campina Grande, PB, 2018.

O índice de velocidade de germinação (Figura 1B) apresentou comportamento semelhante ao de primeira contagem de germinação, sendo as variedades orelha de vó e fava branca, apresentaram melhores resultados (4,92 e 4,86, respectivamente) as quais não diferenciaram estatisticamente entre si, e a variedade Cancão foi a que obteve menor valor (4,69) para esta avaliação.

A variedade Cancão foi a que obteve maior valor médio para o tempo médio de germinação, (Figura 2A) ou seja, esta dentre as três variedades foi a que levou mais tempo para germinar. Não houve diferença significativa entre as variedades Orelha de vó e fava branca.

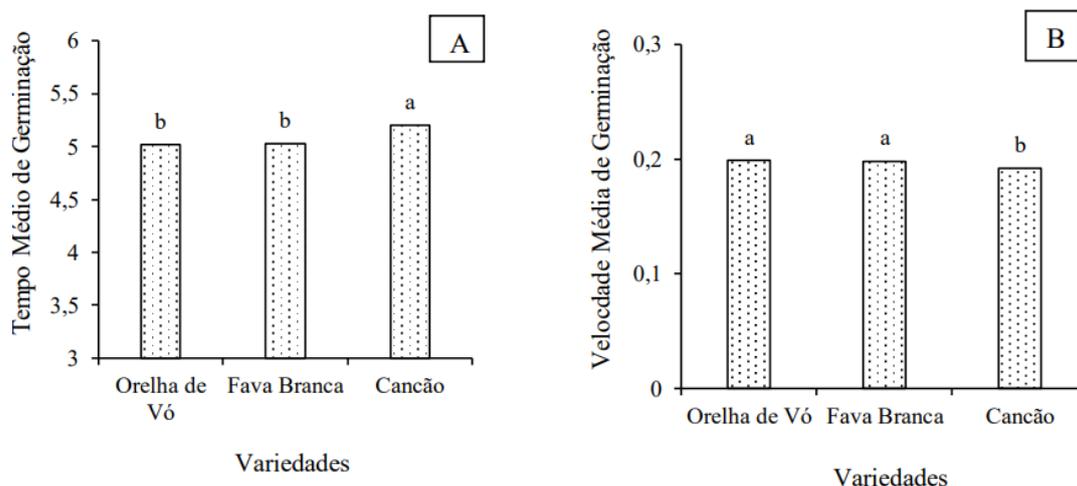


Figura 2. Tempo médio de germinação (A) e velocidade média de germinação (B) de sementes de diferentes variedades de Feijão-fava (*Phaseolus lunatus*). UFCG, Campina Grande, PB, 2018.

Apesar de apresentarem valores relativamente próximo, também houve diferença estatística entre as variedades estudadas para a variável de velocidade média de germinação (Figura 2B). Observou-se parâmetros semelhantes ao comportamento já descrito anteriormente, onde mais uma vez, as duas variedades, Orelha de Vó e Fava Branca, dispuseram de valores superiores aos encontrados para a variedade Cancão.

Na Tabela 2 encontra-se o resumo da análise de variância para as variáveis, comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), fitomassa da parte aérea (FPA) e fitomassa de raiz (FR) de plântulas de Feijão-fava, onde observa-se efeito significativo para variedade e níveis salinos para o comprimento da parte aérea, e significância para interação dentre os fatores estudados para as variáveis de comprimento de raiz, e fitomassa da parte aérea bem como do sistema radicular das plântulas.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis de frequência relativa de germinação (FRG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), fitomassa da parte aérea (FPA) e fitomassa de raiz (FR) de plântulas de Fava (*Phaseolus lunatus*). UFCG, Campina Grande, PB, 2018.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		CPA (cm)	CR (cm)	FPA (g)	FR (g)
Variedade (V)	2	73,99**	44,44*	0,84**	0,57**
Níveis Salinos (S)	3	5,46**	8,06 ^{ns}	0,40**	0,171**
Interação (V X S)	6	1,63 ^{ns}	9,14*	0,33**	0,186**
Resíduo	36	1,46	7,89	0,002	0,004
Total	47	--	--	--	--
CV (%)	--	21,68	11,63	12,94	8,80
Média	--	5,57	14,64	0,35	0,24

** significativo a 1% ($p < 0,01$); ns: Não significativo; FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação

Para o comprimento da parte aérea (Figura 3) ocorreu fenômeno inverso ao que aconteceu aos parâmetros anteriormente descritos. A variedade Cancão se sobressaiu em relação as outras duas variedades, a qual obteve valor médio de 8,03 cm. Não houve diferença significativa para as variedades Orelha de vó e Cancão, que obtiveram valores de 4,03 e 4,66 cm respectivamente.

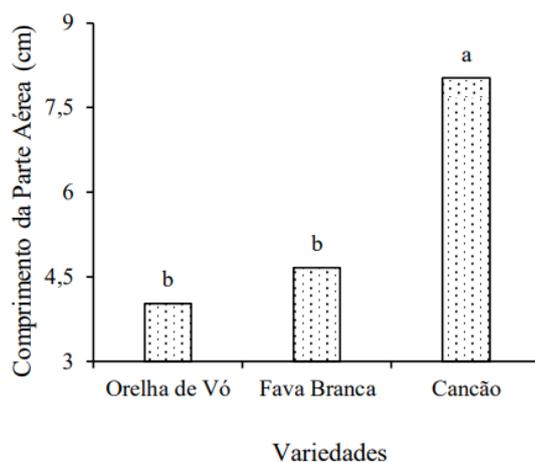


Figura 3. Comprimento da parte aérea de plântulas de diferentes variedades de Feijão-fava (*Phaseolus lunatus*). UFCG, Campina Grande, PB, 2018.

Em relação ao efeito da salinidade no comprimento da parte aérea, as plântulas apresentaram valores que melhor se ajustaram ao modelo de regressão quadrática (Figura 4). As sementes quando submetidas ao menor nível salino, $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ apresentaram maiores valores médios para comprimento da parte aérea (6,38 cm), havendo uma substancial redução até o nível de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, onde atingiu o valor mínimo (4,97 cm) retomando em seguida seu crescimento, até o nível mais elevado de salinidade. Esse comportamento pode ser atribuído ao fato de que os níveis salinos aos quais as sementes desta espécie foram submetidas não são suficientes para que estas sofram substanciais efeitos negativos sobre os parâmetros avaliados.

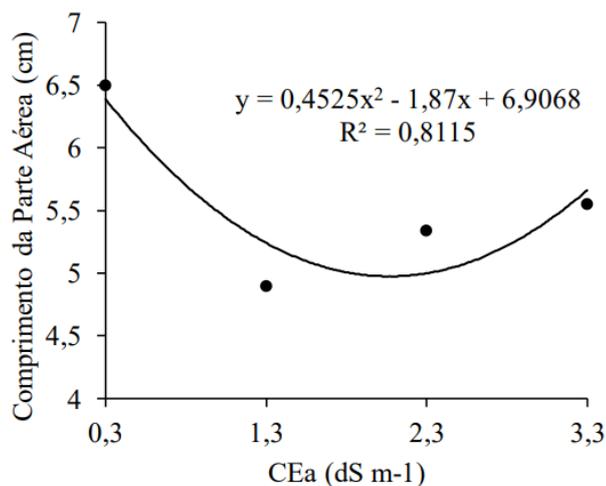


Figura 4. Comprimento da parte aérea de plântulas de Feijão-fava (*Phaseolus lunatus*) submetidas à diferentes níveis salinos. UFCG, Campina Grande, PB, 2018.

Na Figura (5A), é possível observar um acréscimo no comprimento de raiz para a variedade de fava Orelha de Vó e Cancão, mediante o aumento dos níveis de condutividade elétrica da água, onde o modelo matemático que melhor se ajustou aos dados desta variável foi a regressão linear revelando uma diferença percentual de 25 e 11,4% para Orelha de Vó e Cancão quando comparado o maior comprimento de raiz na concentração de $2,3 \text{ dS m}^{-1}$ em relação a menor comprimento com $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ respectivamente.

Já para a cultivar Branca quando da interação com os níveis de salinidade foi observado um comportamento linear decrescente a partir da condutividade de $1,3 \text{ dS m}^{-1}$.

A salinidade influenciou negativamente o crescimento da raiz para a variedade Fava Branca, Já a Orelha de Vó e a Cancão responderam positivamente ao aumento da salinidade até 2,3 dS m⁻¹. Desta forma infere-se que as cultivares Orelha de Vó e Cancão foram mais tolerantes aos níveis de salinidade em estudo.

Quanto a fitomassa seca de raiz, a cultivar Orelha de Vó foi influenciada negativamente pela salinidade, obtendo um decréscimo linear de 85% à medida que foi aumentado o nível de sal. Já a cultivar Fava Branca e Cancão não foram influenciadas pela salinidade no acúmulo de massa seca da raiz, se comportando de formar linear (Figura 5B). O mesmo resultado foi observado para a fitomassa seca da parte aérea (Figura 5C).

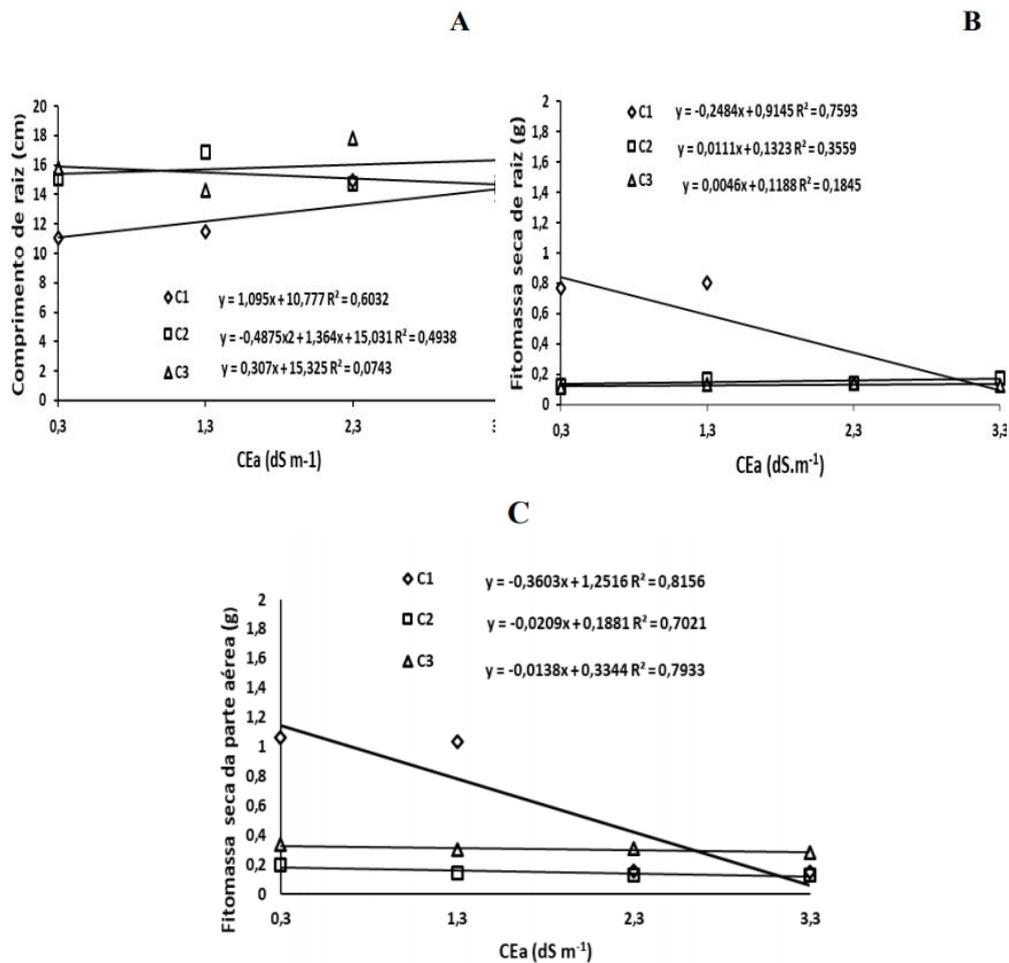


Figura 5: comprimento de raiz (A), fitomassa seca de raiz (B) e fitomassa seca da parte aérea de *Phaseolus lunatus* L. sob diferentes níveis de salinidade.

Em trabalho realizado por Nascimento et al., (2017) com diferentes variedades de feijão fava sob diferentes temperaturas e níveis de salinidade, relatam que o comprimento de raiz da variedade Orelha de Vó permaneceu constante em todos os níveis de sais, quando expostas a temperaturas de 25 °C. Ainda de acordo com os autores, a massa seca da raiz do feijão fava, não foi afetada pelos níveis de salinidade.

Segundo Moraes et al, (2011), os excessos de sais perturbam o comportamento fisiológico e bioquímico das plantas resultando em um menor crescimento e desenvolvimento das mesmas. De acordo com Taiz e Zeiger et al, (2013), a salinidade causa efeitos deletérios as plantas atuando sobre a expansão celular ocasionando assim uma pressão osmótica que consequentemente interfere na disponibilidade de água para planta.

4. CONCLUSÃO

As variedades de Feijão-fava não sofreram efeitos negativos em suas qualidades fisiológicas quando submetidas as concentrações salinas, sendo então estas consideradas variedades tolerantes ao estresse salino quando submetidas a concentrações de até 3,3 dS m⁻¹.

REFERÊNCIAS

ADVÍNCULA, T. L.; NADAI, F. B.; NOBRE, D. A. C.; FERREIRA, E. N. M. B.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; COSTA, C. A. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Phaseolus lunatus* L. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.3, p.341-346, 2015.

AGUIAR, R. S.; YAMAMOTO, L. Y.; PRETI, E. A.; SOUZA, G. R. B.; SBRUSSI, C. A. G.; OLIVEIRA, E. A. P.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R.; NEVES, C. S. V. J. Extração de mucilagem e substratos no desenvolvimento de plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 605-612, 2014.

ARAGÃO, R. M.; SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, E. N.; LOBO, A. K. M.; DUTRA, A. T. B. Absorção, fluxo no xilema e assimilação do nitrato em feijão-caupi submetido à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.14, p.100-106, 2010.

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

DANTAS, B. F.; RIBEIRO, L. S.; ARAGÃO, C. A. Physiological response of cowpea seeds to salinity stress. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 144-148, 2005.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. **Composição química de sete variedades de feijão-fava**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003. 4p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, vol.38, n.2, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal PAM**. 2017. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br>. Acessado em 19 de dezembro de 2018.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. 174 p.

LABOURIAU, L. G.; AGUDOM. On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L. II. Light-temperature interactions: preliminary results. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.59, n.1 p. 37-56, 1987.

LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; ARAÚJO, A. S. F. **A cultura do feijão-fava no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: EDUFPI, 2010. 272p

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

MORAES, C. S. et al. **Catálogo de fava (*Phaseolus lunatus* L.) conservada na Embrapa**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2-Documentos (INFOTECA-E), 2017.

MORAIS, F. A. de et al. Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 327-336, 2011.

NASCIMENTO, M. G. R.; ALVES, E. U; SILVA, M. L. M. R.; CAROLINE, M. Feijão de lima (*Phaseolus lunatus* L.) Sementes expostas a diferentes concentrações de sal e temperaturas. **Revista Caatinga**. v.30, n.3, p.738-747, 2017.

PEGADO, C. M. A.; BARBOSA, L. J. N.; MENDES, J. E. M. F.; SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S. Decomposição superficial e subsuperficial de folhas de fava (*Phaseolus lunatus* L.) na região do brejo da Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p. 218-223, 2008

RICHARDS, L. A. (ed). **Diagnossis and improvement of saline and alkali soils**. Whashinhthon D.C./U.S. Salinity Laboratory. 1954. 160 p.

SANTOS, D.; CORLETT, F. M. F.; MENDES, J. E. M. F.; WANDERLEY JUNIOR, J. S. A. Produtividade e morfologia de vagens e sementes de variedades de fava no Estado da Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.10, p.1407-1412, 2002

SILVEIRA, J.A.G. et. al. Salt, resistance in two cashew species is associated with accumulation of organic and inorganic solutes. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.34, n.5, p.1629-1637, 2012

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5ª Ed. Porto Alegre, 2013. 918p.

DINÂMICA DA PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA NO CARIRI OCIDENTAL PARAIBANO

Felipe Marinho Coutinho de Souza^{1*}, João Paulo de Oliveira Santos², Daniel Duarte Pereira²,
Letícia Barbosa de Lacerda², Heloísa Martins de Araújo², João Victor da Silva Martins²,
Mariana de Vasconcelos Dias³

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife-PE, *e-mail: felipemarinhopbc@gmail.com;

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

³Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG

RESUMO

Dentre as atividades pecuárias realizadas no Semiárido brasileiro, a criação de ruminantes se mostra de grande importância, mesmo sob condições edafoclimáticas desfavoráveis. Diante disto se torna necessário estratégias de manejo e cultivo de espécies adaptadas a tais condições de produção. Dentre as culturas agrícolas, a palma é uma boa proposta, uma vez que apresenta adaptação ao ambiente Semiárido e possui uma grande produção de fito-massa, que reduz a variação estacional quanto à produção de forragens. Desta forma, objetivou-se avaliar a dinâmica de palma forrageira nos municípios do Cariri Ocidental da Paraíba, associando-se os resultados obtidos com os padrões locais de criação animal e precipitação pluviométrica. Os dados de produção agropecuária foram obtidos a partir do Censo Agropecuário 2017, fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e os valores de precipitação pluviométrica através da Agência Executiva de Gestão das Águas – PB. Para análise da influência das variáveis sob a produção da cultura da palma forrageira no Cariri Ocidental, foi realizada uma matriz de correlação e uma análise descritiva de componentes principais (ACP). Todos os municípios em estudo apresentaram área plantada com palma forrageira. Houve correlação positiva de produção de palma forrageira com todas as variáveis. Para o número de estabelecimentos agropecuários que cultivam palma forrageira e relação bovino: caprino-ovino, evidenciou uma alta correlação. Assim, observa-se que a palma forrageira é uma cultura notória e com expressiva produção, podendo ser denominada como o pilar da produção agropecuária e de desenvolvimento socioeconômico do Cariri Ocidental.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento socioeconômico, produção agropecuária, semiárido.

1. INTRODUÇÃO

O Semiárido estende-se sobre todos os estados da região Nordeste do Brasil, ocupa cerca de 86% dessa região, como também uma parte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, que corresponde a cerca de 974.752 km². É caracterizado por apresentar uma precipitação média anual de 700mm, temperatura do ar geralmente acima dos 20°C, temperatura máxima acima dos 30°C em grande parte do ano, podendo atingir os 38°C na estação mais quente, sendo conhecido por apresentar clima tropical seco, uma vez que possui uma estação úmida ou chuvosa anual de 4 a 6 meses, seguida por uma estação seca que vai de 6 a 8 meses (NÓBREGA et al., 2011).

O Semiárido brasileiro possui uma rica diversidade de áreas naturais compostas por topografias, solos, precipitações e pluriatividades distintas. O que refuta a ideia de que possui uma paisagem monótona, homogênea de baixa riqueza biológica (MARIN et al., 2011).

Para as condições encontradas no semiárido não existe uma alternativa “milagrosa”, seu potencial e formas de uso podem ser diferentes em função das particularidades específicas de cada uma delas. Temperaturas ambientais elevadas são verificadas durante grande parte do ano na região Nordeste (NÓBREGA et al., 2011). A ocorrência de precipitações pluviométricas nessa região se concentram em um período curto do ano, e por vezes ocorrem de forma extremamente irregular (SOUZA et al., 2016)

Dentre as atividades pecuárias realizadas no Nordeste, a criação de ruminantes, como ovinos, caprinos e bovinos, se mostra de grande importância, mesmo sob condições edafoclimáticas extremamente desfavoráveis (GALVÃO JÚNIOR et al., 2015). Juntamente com a pecuária, mas de forma menos expressiva, temos o cultivo das lavouras, que dentro do sistema de produção nessa região é classificada como um subcomponente deste, uma vez que as culturas apresentam, além de uma maior vulnerabilidade, estão muito mais limitadas às condições ambientais (NÓBREGA et al., 2011).

Frente a isso torna-se necessário traçar estratégias de manejo e cultivo de espécies também adaptadas à essas condições para complementar a produção. Dentre essas culturas agrícolas, a palma é uma boa aposta, uma vez que ela apresenta características anatômico-morfofisiológicas que lhe conferem além de uma boa adaptação ao ambiente semiárido, uma alta eficiência no uso de água e grande produção de fito-massa de valor energético considerável, que concomitantemente reduz a variação estacional quanto a produção de forragens (QUEIROZ et al., 2016).

Nesse sentido, objetivou-se avaliar a dinâmica de palma forrageira nos municípios do Cariri Ocidental da Paraíba, associando-se os resultados obtidos com os padrões locais de criação animal e precipitação pluviométrica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O Cariri Paraibano Ocidental está inserido na mesorregião da Borborema do Estado da Paraíba, o qual compreende à uma área de 6.983,65 km² e com a altitude variando para níveis de 400 a 600m. Segundo o IBGE (2020), a microrregião é composta por 17 municípios (Amparo, Assunção, Camalaú, Congo, Coxixola, Livramento, Monteiro, Ouro Velho, Parari, Prata, São João do Tigre, São José dos Cordeiros, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé, Taperoá e Zabelê) (Figura 1), possuindo vegetação típica de Caatinga, com clima classificado segundo Koopen, tipo climático Bsh - semiárido quente, onde apresenta índices pluviométricos na faixa de 500 a 600mm/ano.

A partir de dados obtidos do Censo Agropecuário 2017, foi possível a análise das informações concernentes à produção de palma forrageira e utilizando o Sistema de Recuperação Automática (SIDRA) os dados relacionados à produção agropecuária. A partir do site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs) foi possível obter dados referentes à precipitação pluviométrica dos anos estudados no presente trabalho.

Para a análise da influência das variáveis sobre as de produção da cultura da Palma Forrageira no Cariri Ocidental, foi realizada uma matriz de correlação e uma análise descritiva de componentes principais (ACP). A análise estatística foi realizada pelo software estatístico R (R Core Team, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os municípios do Cariri Ocidental da Paraíba apresentaram grande variabilidade em relação ao número total de estabelecimentos agropecuários (NEA), com valores oscilando entre 161 (Assunção) e 3203 (Monteiro) (Tabela 1), o que se deve principalmente as características territoriais locais. No tocante ao cultivo da palma forrageira, todos os municípios em estudo apresentam área plantada com essa cactácea, no entanto, há elevada diversidade local na importância que essa cultura assume, com destaque para o município de Ouro Velho, em que 41,12% das propriedades rurais do município plantam palma. Em contraponto, em municípios como Parari e Congo, esse percentual é inferior a 1%.

O município de Monteiro destaca-se por apresentar os maiores rebanhos, tanto de bovinos, quanto caprinos e ovinos. Embora apresente baixos valores de Percentual do Número Total de Estabelecimentos Agropecuários que Cultivam Palma Forrageira (PPCP) e Área Total Colhida com Palma Forrageira (ACPA) quando comparado ao município de Taperoá que apresenta valores maiores, porém a produtividade baixa e os rebanhos menores mesmo não apresentando a presença de pragas como a cochonilha do carmim como afirma Almeida et al. (2011).

Tabela 1. Variáveis Meteorológicas, Agropecuárias e de Produção de Palma Forrageira dos Municípios do Cariri Ocidental da Paraíba (2017).

Município	NE A	NEA P	QP (t)	ACPA (ha)	PROD (t.ha ⁻¹)	BO	CA	OV	RBC O
Amparo	248	31	326	24	13.58	1969	4868	2098	0.28
Assunção	161	15	94	9	10.44	1398	2707	1682	0.32
Camalaú	698	8	245	13	18.85	3187	1685 1	7554	0.13
Congo	415	2	0	0	0.00	1590	7986	6005	0.11
Coxixola	259	4	114	6	19.00	647	8081	5109	0.05
Livramento	848	14	31	4	7.75	3040	6628	4218	0.28
Monteiro	3203	39	613	17	36.06	1783 1	2950 9	2108 0	0.35
Ouro Velho	321	132	4855	110	44.14	2789	2047	1976	0.69
Parari	359	2	0	0	0.00	1586	8595	2947	0.14
Prata	334	69	1766	76	23.24	2680	5135	4443	0.28
São J. do Tigre	587	8	51	5	10.20	2741	2146 0	6428	0.1
São J. dos Cordeiros	541	6	37	7	5.29	3009	8915	5120	0.21
São S. do Umbuzeiro	347	31	1022	62	16.48	3064	1853 9	7037	0.12
Serra Branca	951	21	153	7	21.86	4410	2169 6	1332 9	0.13
Sumé	905	58	332	22	15.09	6506	1905 3	2075 4	0.16
Taperoá	1033	31	138	19	7.26	8019	1178 9	1087 4	0.35
Zabelê	266	16	57	6	9.50	1652	9585	6123	0.11

NEA: Número Total de Estabelecimentos Agropecuários; **NEAP:** Número de Estabelecimentos Agropecuários que Cultivam Palma Forrageira; **QP:** Quantidade Total de Palma Forrageira Produzida; **ACPA:** Área Total Colhida com Palma Forrageira; **PROD:** Produtividade da Palma Forrageira; **BO:** Número de Bovinos; **CA:** Número de Caprinos; **OV:** Número de Ovinos; **RBCO:** Relação Bovino-Caprino-Ovino.

Fonte: Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2017).

A análise de componentes principais (ACP) (Figura 1), explicou 82,59% da variância original dos dados em seus dois primeiros eixos. Para o eixo 1, que reúne 52,44% da explicação, as variáveis com maior associação foram: Número de Estabelecimentos Agropecuários que Cultivam Palma Forrageira ($r = -0,44$), Quantidade Produzida ($r = -0,43$) e Área Total Colhida com Palma Forrageira ($r = -0,41$). Para esse eixo, verifica-se a formação de um agrupamento unitário do município de Ouro Velho, o que se deve ao fato desse município ter apresentado os maiores valores relativos à produção de palma.

Araújo et al. (2016) com trabalhos realizados na região semiárida pernambucana afirma que para uma cultura de sequeiro e diante das condições climáticas às quais está submetida, uma produção anual que alcance valores tão expressivos de matéria seca/ha/ano, provavelmente nenhuma outra produziria.

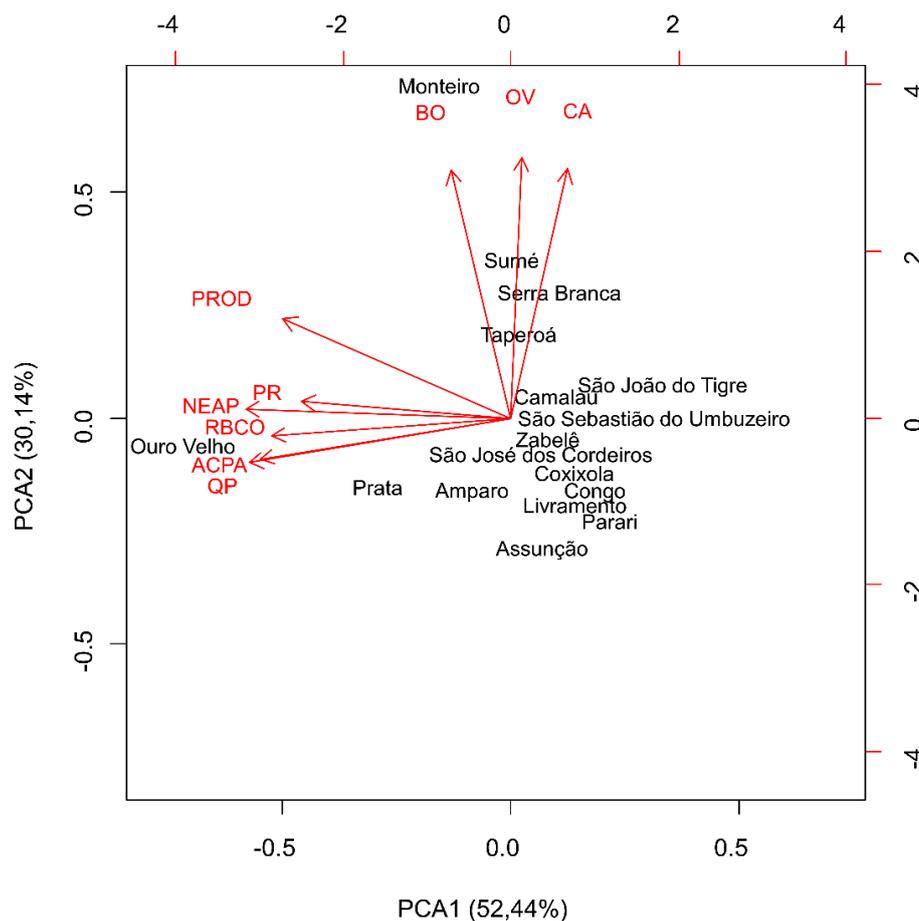


Figura 1. Análise de Componentes Principais (ACP). **NEAP:** Número de Estabelecimentos Agropecuários que Cultivam Palma Forrageira; **QP:** Quantidade Total de Palma Forrageira Produzida; **ACPA:** Área Total Colhida com Palma Forrageira; **PROD:** Produtividade da Palma Forrageira; **BO:** Número de Bovinos; **CA:** Número de Caprinos; **OV:** Número de Ovinos; **PR:** Precipitação Pluviométrica Anual em 2017; **RBCO:** Relação Bovino: Caprino-Ovino.

O eixo 2 da ACP foi responsável por explicar 30,14% da variância original, as variáveis com maior associação foram as relacionadas com a produção animal: Número de Ovinos ($r = 0,57$); Número de Caprinos ($r = 0,54$) e Número de Bovinos ($r = 0,54$). O município de Monteiro se agrupou no eixo 2 impulsionado por possuir os maiores rebanhos dentre os municípios dos Cariri Ocidental. De acordo com o IBGE (2019) o

município vem aumentando a quantidade de animais do seu rebanho nos últimos 4 anos, destacando-se dos demais. Araújo et al. (2019) também constata valores próximos a estes, aonde o município se destaca por apresentar maiores valores de (UA) Unidade Animal /município dando-nos assim a possibilidade de inferir que tais valores são correlatos diretamente aos valores de produção da Palma forrageira, podendo assim, afirmar que, os rebanhos são um reflexo da produção.

A matriz de correlação evidenciou forte correlação entre as variáveis de produção de palma forrageira, principalmente entre Número de Estabelecimentos Agropecuários que Cultivam Palma Forrageira e Quantidade Produzida ($r = 0,92$), e Quantidade Produzida e Área Total Colhida com Palma Forrageira ($r = 0,9$) (Figura 2).

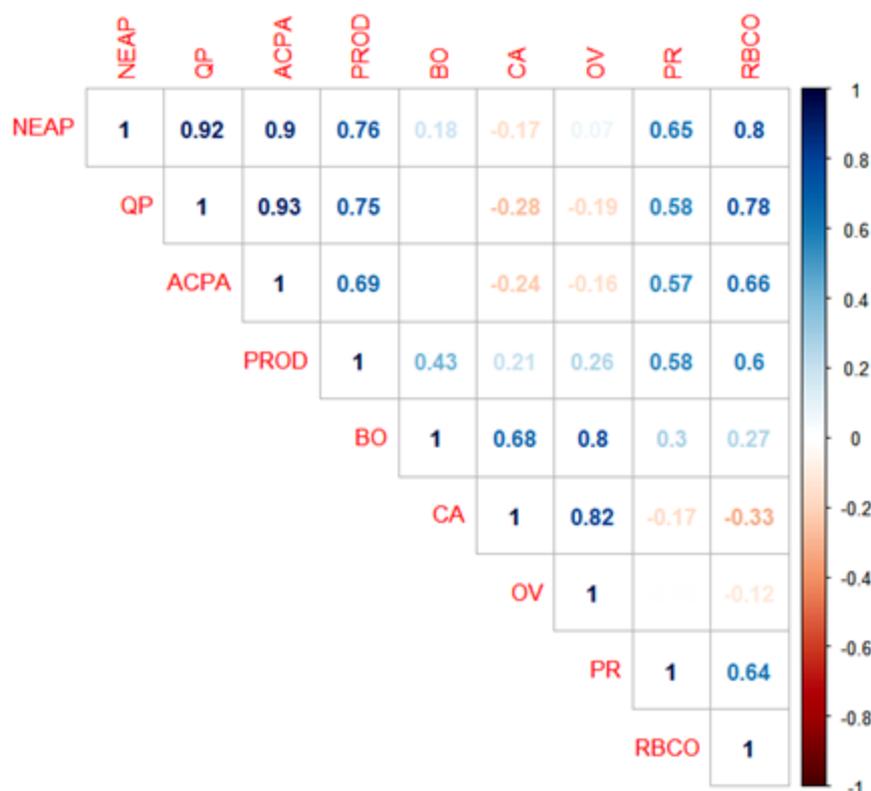


Figura 2. Matriz de Correlação das Variáveis Analisadas. **NEAP:** Número de Estabelecimentos Agropecuários que Cultivam Palma Forrageira; **QP:** Quantidade Total de Palma Forrageira Produzida; **ACPA:** Área Total Colhida com Palma Forrageira; **PROD:** Produtividade da Palma Forrageira; **BO:** Número de Bovinos; **CA:** Número de Caprinos; **OV:** Número de Ovinos; **PR:** Precipitação Pluviométrica Anual em 2017; **RBCO:** Relação Bovino: Caprino-Ovino.

Deve-se também considerar a correlação positiva obtida para Número de Estabelecimentos Agropecuários que Cultivam Palma Forrageira e Relação Bovino: Caprino-Ovino ($r = 0,8$), resultado que evidencia que em municípios em que esses três rebanhos animais são criados em quantidade relativamente paritária, existe uma maior propensão ao cultivo de palma nas propriedades, o que pode ser explicado pelo fato de que por haver uma maior demanda por alimentos, existe uma necessidade da formação de um banco de forragem, principalmente em períodos de estiagem. Santos et al. (2010) destaca seus valores comparando o ganho de peso dos bovinos, caprinos e ovinos sob uma dieta a base palma, no qual o ganho de peso na carcaça pelos caprinos e ovinos chega a ser quase o dobro do a relação de ganho de peso quando comparado aos bovinos.

Embora dotada de uma correlação negativa fraca, é perceptível que para os municípios do Cariri Ocidental da Paraíba, o cultivo de palma forrageira não impacta na caprinocultura. O que está atrelado a rusticidade desse tipo de animal e o manejo empregado localmente, baseado principalmente no pastejo na Caatinga. Silva et al. (2017) afirma que a região do cariri ocidental vem sendo explorada para a produção agropecuária desde 1699, mesmo que de forma fragilizada pelas estiagens e secas recorrentes, a produção se mostrava-se extensiva, onde podemos atribuir a esse momento a titulação da gênese do latifúndio na região.

Um dos fatores que impulsionou a produtividade da palma forrageira nos municípios em estudo foi a precipitação pluviométrica ($r = 0,58$). Por apresentar baixas precipitações, a região precisava de uma cultura que consiga resistir às intempéries, e é aí que entra a palma, que se mostra altamente adaptada às condições da região. Devido às mudanças climáticas globais, a palma forrageira ganha maior importância nos sistemas de produção pecuários das regiões secas.

A crescente expansão dos palmais no Brasil se deve a fatores como a capacidade adaptativa e a elevada produção de forragem de qualidade e a baixo custo, quando comparada com outras forrageiras cultivadas em ambientes semiáridos. O ambiente, caracterizado pelo solo e clima, tem grande influência sobre a adaptação, crescimento, desenvolvimento e, conseqüentemente, sobre a produção de fito-massa das plantas forrageiras.

O Cariri Ocidental apresenta uma potencialidade para a produção agropecuária, seja na produção de bovinos, caprinos e ovinos, uma vez que os produtores da região reconhecem sua própria realidade e usam o que têm em favor da criação.

4. CONCLUSÕES

A Palma Forrageira é uma cultura de notória e de expressiva produção, podendo ser denominada como o pilar da produção agropecuária e de desenvolvimento socioeconômico do Cariri Ocidental da Paraíba. Dessa forma, ações que viabilizem a ampliação dos palmais locais devem ser incentivadas, bem como a introdução de genótipos mais produtivos e resistentes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. A.; SILVA, R. A.; ARAÚJO, W. L.; OLIVEIRA, A. V. B.; LEITE, D. T. Problemas fitossanitários causados pela cochonilha do carmim a palma forrageira no cariri ocidental paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 98-108, 2011.

ARAÚJO, J. S.; SANTOS, A. P. S. DOS; LIMA, W. B. de; VIEIRA, M. F.; FREITAS, J. B. T. de; LIMA, M. C. de S. **Relatório da Oficina Estratégica de Segurança Forrageira no Semiárido**. INSA: Campina Grande, 2016. 34 p.

ARAÚJO, S. O Cultivo da Palma Forrageira e Capacidade de Suporte no Cariri Ocidental da Paraíba. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1-5, 2019.

GALVÃO JÚNIOR, J. G. B.; RANGEL, A. H. N.; GUILHERMINO, M. M.; NOVAES, L. P.; MEDEIROS, H. R. Perfil dos Sistemas de Produção de Leite Bovino no Seridó Potiguar. **HOLOS**, v. 2, p. 130-141, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e Estatística. **Delimitação do Semiárido Mantém Formação Atual e Inclui 54 Novos Municípios**. Disponível em: <<https://portal.insa.gov.br/boletim-informativo/Ano V/ Nº 7/ julho 2017>>. Acesso em 25 de outubro de 2020.

NÓBREGA, G. H.; SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; MANGUEIRA, J. M. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 67-73, 2011.

QUEIROZ, M. G.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; SIQUEIRA, S. M.; SOUZA, C. A. A.; CARVALHO, H. F. S. Relações hídrico-econômicas da palma forrageira cultivada em ambiente Semiárido. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 141-141, 2016.

SANTOS, M. V. F. D.; LIRA, M. D. A.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; GUIM, A.; MELLO, A. C. L. D.; CUNHA, M. V. D. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 204-215, 2010.

SILVA, L. P. C.; ARAÚJO, A. E.; PEREIRA, D. D.; ARAÚJO, A. M. R. B. Convivência com o Semiárido: a ameaça da escassez da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) frente aos processos produtivos de camponeses do Cariri Paraibano. **Revista Semiárido de Visu**, v. 5, n. 2, p. 104-113, 2017.

SOUZA, N. G. M.; SILVA, J. A.; MAIA, J. M.; SILVA, J. B.; NUNES, JÚNIOR, E. D. S.; MENESES, C. H. S. G. Tecnologias sociais voltadas para o desenvolvimento do Semiárido brasileiro. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v.12, n.3, p. 1-12, 2016.

CRESCIMENTO DE VARIEDADES DE PALMA FORRAGEIRA IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA

Olívia Marianny de Oliveira Santos¹, José Madson da Silva¹, José Rayan Eraldo Souza Araújo², Anderson Moraes Santos¹, David Derik Nogueira da Silva¹, Évillyn Alves Santos¹, Rosana Tavares Conceição¹; Idalina dos Santos Silva³

¹Instituto Federal de Educação e Tecnologia de Alagoas – IFAL, Piranhas- Al, e-mail: omos1@aluno.ifal.edu.br

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

³Universidade Federal de Alagoas-UFAL Arapiraca-AL

RESUMO

O Semiárido brasileiro é caracterizado por apresentar diversas fontes de água salina que limitam seu uso na produção agrícola. A irrigação é uma prática que garante a produção agrícola e o desenvolvimento econômico mesmo em condições de escassez de chuvas. A palma forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) é um importante recurso forrageiro para os animais nos meses de estiagem prolongada. Nesse sentido, objetivou-se nesse estudo avaliar o efeito de lâminas de irrigação salina sobre as variáveis biométricas da palma forrageira. O experimento foi realizado no município de Piranhas, Alagoas, entre os meses de agosto de 2019 e junho de 2020. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas. A parcela foi composta por cinco lâminas de água salina: L1 = 0 mm/mês, L2 = 7,5 mm/mês, L3 15 mm/mês, L4 22,5 mm/mês e L5 30 mm/mês, e a sub parcela pelas variedades de palma forrageira (miúda e a orelha de elefante mexicana). A variedade orelha de elefante mexicana apresentou a altura máxima estimada de 0,69m para a lâmina estimada de 24mm/mês, apresentando maiores valores em altura e largura de plantas e estande final, já a variedade miúda apresentou o maior número de raquetes. As lâminas de irrigação suplementar com água salina influenciaram no crescimento das variedades de palma forrageira, obtendo-se na variedade orelha de elefante os melhores resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Lâminas de irrigação, *Nopalea*, *Opuntia*.

1. INTRODUÇÃO

O Semiárido Brasileiro (SAB) é composto por 1.262 municípios, presentes nos estados do Piauí, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Rio Grande do Norte, Sergipe, Bahia, Maranhão e Minas Gerais (SUDENE et al., 2017). Essas regiões são caracterizadas pelos baixos índices pluviométricos. Causando interferências negativas no desenvolvimento econômico regional (LIRA et al., 2015). Tornando assim a produção agrícola do SAB limitada pela variabilidade temporal do regime hídrico (CARVALHO et al., 2017).

Altas taxas de evapotranspiração e baixos índice pluviométrico anuais são comuns no Nordeste (LIRA et al., 2015). Necessitando que as práticas agrícolas e pecuárias sejam adequadas a essas condições climáticas (XAVIER et al., 2020). Dentre os recursos necessários para um bom desenvolvimento das plantas, a água é o mais importante, mas por vezes, é um fator limitante. O SAB é caracterizado por apresentar diversas fontes de água salina que limitam seu uso na produção agrícola (FELIX et al., 2018). Devido a longos períodos de estiagem é necessário a realização de práticas de irrigação para que as plantas não cheguem ao ponto de murcha permanente.

A irrigação é uma prática que garante a produção agrícola e o desenvolvimento econômico mesmo em condições de escassez de chuvas (SANTOS et al., 2020). Sendo a escassez de água um limitador potencial do crescimento das culturas (LIRA et al., 2015). A utilização de água salina é por vezes a única fonte disponível para realização dessa prática na agricultura. Causando a incorporação de sais ao solo (FELIX et al., 2018). A palma forrageira cultivada em condições salinas apresenta a inibição do crescimento da parte aérea e sistema radicular.

A Palma Forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) é um importante recurso forrageiro para os animais nos meses de estiagem prolongada (XAVIER et al., 2020). É uma cultura eficiente na utilização de água devido suas características morfofisiológicas (JARDIM et al., 2020). Normalmente é produzida em regime de sequeiro devido apresentar um metabolismo CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas). O que proporciona a ela o fechamento estomático durante o dia, reduzindo a perda de água por transpiração (SOUZA et al., 2018). A utilização de irrigação no cultivo da palma forrageira acarreta em incrementos no rendimento da cultura, promovendo melhorias no crescimento e aumento do número de cladódios na planta (QUEIROZ et al., 2015; SCALISI et al., 2016).

A pecuária é uma atividade importante para geração de renda. No SAB a principal fonte de volumoso para o rebanho é a palma forrageira (FELIX et al., 2018). Normalmente esses rebanhos são compostos por bovinos, caprinos e ovinos (CASTRO et al., 2020), que se alimentam muitas vezes, exclusivamente da palma forrageira, por ser o único alimento disponível. Por esse motivo, essa cultura é o volumoso mais importante para os animais ruminantes (CRUZ FILHO et al., 2019).

É importante conhecer o desempenho da palma forrageira em relação ao manejo hídrico. Mediante a palma forrageira ser uma cultura muito utilizada na alimentação animal objetivou-se, com o presente trabalho avaliar o efeito de lâminas de irrigação salina sobre as variáveis biométricas das raquetes da palma forrageira, variedades Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw.) e Míuda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) cultivada em ambiente Semiárido do Sertão de Alagoas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Sítio Poço Doce no município de Piranhas-AL, localizada na região do Sertão Alagoano, entre os meses de agosto de 2019 e junho de 2020. O clima da região, segundo a classificação de Koppen, e Bssh', muito quente, semiárido, tipo estepe, com estação chuvosa centrada nos meses de abril, maio e junho (SOUSA et al., 2010).

O delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas. A parcela foi composta por cinco lâminas de água salina: L1 = 0 mm/mês, L2 = 7,5 mm/mês, L3 15 mm/mês, L4 22,5 mm/mês e L5 30 mm/mês, e a sub parcela pelas variedades de palma forrageira (miúda e a orelha de elefante mexicana). As aplicações das lâminas foram parceladas em três vezes durante o mês, configurando um intervalo de aplicação entre irrigações de dez dias.

Para a implantação do experimento, as raquetes foram colhidas e colocadas por dez dias em local sombreado e seco, para que ocorresse a cura e cicatrização do corte. Em seguida o solo foi gradeado e aberto sulcos entre linhas com espaçamento de 1 m e espaçamento entre plantas 0,2m, totalizando uma densidade de plantio de 50 mil raquetes/ha. A adubação orgânica e mineral foi realizada com base na análise de solo, cujos valores foram: pH = 6,6; Ca = 3,8 (Cmolc.dm³); Mg = 1,4 (Cmolc.dm³); Al = 0,0 (Cmolc.dm³); P = 7 (mg.dm³); K = 110 (mg.dm³) e MO = 1,02 (%).

Foi retirada uma amostra de água do poço artesiano e feita a análise de água para irrigação, a qual apresentou os seguintes resultados: pH = 6,8; Condutividade elétrica = 5,1 (dS.m⁻¹); Ca = 17,5 (mmol/L); Mg = 16,55 (mmol/L); Na = 14,90 (mmol/L); carbonato = 0,0 (mmol/L); bicarbonato = 4,75 (mmol/L); RAS = 4,01; classificação = C4S1. O sistema de irrigação adotado é o localizado utilizando fitas gotejadoras. Após instalar o sistema foi feita uma análise para determinar a intensidade de irrigação, com a finalidade de determinar o tempo de aplicação de cada lâmina de água salina.

Para avaliar o efeito dos tratamentos aplicados sobre as variedades de palma forrageira foram avaliados: Estande final de plantas (plantas/m²); número de raquetes por planta; altura e largura das plantas (m).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (p<0,05), sendo significativa a diferença, o fator qualitativo teve suas médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05) e o fator quantitativo foi submetido a análise de regressão (p<0,05). Para isso foi utilizado o programa estatístico Sisvar versão 8.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão dispostas as lâminas suplementares de irrigação com água salina aplicadas no experimento, assim como a precipitação pluviométrica durante o período experimental, que foi de 11 meses. Destes, em quatro meses (setembro, outubro, dezembro e fevereiro) procedeu-se a irrigação com água salina, para os demais meses, a precipitação pluviométrica foi suficiente para atender a demanda da cultura. Ao final do cultivo, somadas a irrigação suplementar com a precipitação pluviométrica, as lâminas totais aplicadas para os tratamentos de 0; 7,5; 15; 22,5 e 30 mm/mês foram de 679,18; 709,18; 739,18; 769,18; 799,18, respectivamente. O manejo correto da palma forrageira associado a um aporte de água por meio da irrigação no período de seca, permite uma maior expressão das suas características agrônômicas (PEREIRA et al., 2015).

Tabela 1. Lâminas de irrigação suplementar com água salina e precipitação pluviométrica no período de agosto de 2019 à junho de 2020, na área experimental no município de Piranhas – AL.

Lâmina (mm)	Irrigação (mm)	Precipitação (mm)	Lâmina total (mm)
L1= 0	0	679,18	679,18
L2=7,5	30	679,18	709,18
L3=15	60	679,18	739,18
L4=22,5	90	679,18	769,18
L5=30	120	679,18	799,18

Observa-se no resumo de análise de variância (Tabela 2) efeito isolado significativo das fontes de variação (lâmina e variedade) nas variáveis em estudo, no entanto, não se verificou interação entre estes (p>0.05). Para a lâmina de irrigação, observa-se efeito significativo (p<0.05) desta para a altura da planta e o número de raquetes. Quanto as variedades, observa-se efeito significativo a 1% de probabilidade para a altura da planta e número de raquetes, e a 5% para a largura da planta e o estande final.

Tabela 2: Resumo da Análise de Variância (ANOVA) para a altura da planta (m), largura da planta (m), número de raquetes e estande final (plantas/m²) de variedades de palma irrigadas com água salina no município de Piranhas-AL.

Fonte de variação	G. L	QM			
		Altura da planta	Largura da planta	Número de raquetes	Estande final
Bloco	3	0,0075 ^{ns}	0,0768 ^{ns}	33,74 ^{ns}	0,8250 ^{ns}
Lâmina (LAM)	4	0,0105*	0,1113 ^{ns}	12,76*	1,5250 ^{ns}
Erro 1	12	0,0020	0,1387	4,59	2,5760
Variedade (VAR)	1	0,1232**	0,0632*	275,73**	2,0250*
LAM*VAR	4	0,0034 ^{ns}	0,0126 ^{ns}	1,48 ^{ns}	0,2437 ^{ns}
Erro 2	15	0,0015	0,1254	7,54	0,2166
c.v. 1 (%)		7,03	14,9	17,27	10,1
c.v. 2(%)		6,40	12,68	22,14	9,96
Média		(m)	(m)	Raquetes/planta	Planta/m ²
		0,63	0,72	12,4	4,67

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente pelo teste F. QM (quadrado médio)

A altura da variedade miúda manteve-se constante com relação a lâmina de irrigação com média de 0,58m (Figura 1A). Este resultado pode estar associado ao comportamento da variedade, onde mesmo em condições de sequeiro ou maior disponibilidade de água a salinidade não interfere na altura final da planta. Deve-se considerar que fatores ambientais também podem ter influência nas características da palma miúda (PEREIRA, 2020).

Já a variedade orelha de elefante mexicana apresentou uma altura representada por uma função quadrática em função da lâmina de irrigação, obtendo-se a altura máxima estimada de 0,69m para a lâmina estimada de 24mm/mês (Figura 1A). A salinidade da água de irrigação exerce influência no crescimento palma forrageira, pois pode contribuir para elevar a transpiração em comparação aos cultivos de sequeiro (CAMPOS, 2018; PEREIRA, 2020). Em estudos já realizados com espécies de palma forrageira do gênero *Opuntia*, observou-se melhores características morfológicas dessas espécies mesmo com o uso de água salina, o que pode estar associado ao incremento das taxas fotossintéticas, acarretando assim em melhores condições de desenvolvimento dessa cultura (FONSECA et al., 2019). No entanto, para a palma orelha de elefante estudos também reportam efeito negativo da irrigação com água salina, em que a aplicação desta resultou na obtenção de plantas de menor altura (FELIX et al., 2018).

Embora na presente pesquisa não se faça a utilização de diferentes níveis salinos, e a irrigação ter ocorrido durante apenas quatro meses, o aumento da altura da planta pode ser explicado pela disponibilidade de água nos períodos críticos de estiagem e consequentemente maior absorção de água pela planta, já os sais incorporados ao solo podem ter sido carregados para camadas profundas após as chuvas, levando a sua diluição. A palma orelha de elefante apresenta um grau de tolerância aos sais e isso se deve ao desenvolvimento de diversos mecanismos, desde modificações morfológicas, a modificações fisiológicas e bioquímicas (ANOWER et al., 2017).

A largura da planta e o estande final não foram influenciados pelas lâminas de irrigação aplicadas (Figura 1B e 1C). No tocante ao número de raquetes (Figura 1D), a variedade miúda apresentou um decréscimo de 0,103 raquetes para cada mm aumentado

na irrigação com água salina. Já a palma orelha de elefante mexicana apresentou uma diminuição de 10,76 raquetes para 8,6 raquetes, quando irrigada com 0mm e 30mm, respectivamente. Resultados semelhantes são reportados na literatura para a palma forrageira *Opuntia ficus-indica*, em que se observou decréscimo significativo do número de raquetes, após 60 e 70 dias com o aumento do cloreto de sódio (NaCl) na água utilizada para irrigação (FRANCO-SALAZAR; VÉLIZ, 2008). O maior número de cladódios nas plantas sem irrigação pode ser explicado pelo menor vigor dos mesmos, plantas com irrigação ininterrupta mensalmente apresenta cladódios maiores e melhor conformação do arranjo da planta. O que significa que, tanto a variedade miúda como a orelha de elefante mexicana foram afetadas em relação ao número de raquetes com o aumento da salinidade.

As variáveis altura e largura de plantas são importantes para determinar arranjos de cultivos adequados para a cultura, contatando-se que o espaçamento usado neste experimento principalmente para a variedade orelha de elefante mexicana deve ser no mínimo 1,5 m entre ruas, para cultivos com cortes acima de 1 ano de idade. Uma vez que o espaçamento de 1 m entre ruas não permite a entrada de pessoas para realizar os tratos culturais a partir de 12 meses de implantado o palmal.

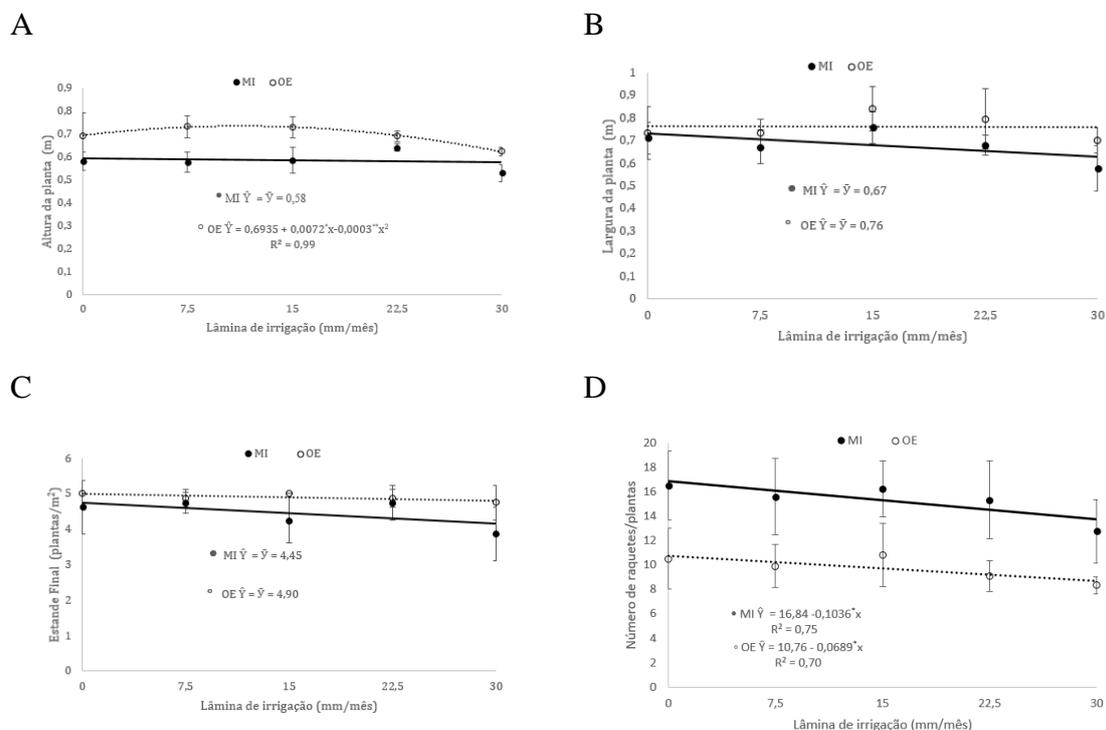


Figura 1. Altura de planta (Figura 1^A), largura de planta (Figura 1^B), Número de raquetes por plantas (Figura 1^C) e número de raquetes por planta (Figura 1^D) das variedades de palma forrageira Miúda (•MI) e Orelha de Elefante Mexicana (◦OE) irrigadas com diferentes lâminas de água salina no município de Piranhas – AL.

Na Tabela 3 é apresentado o comparativo para as variedades de palma forrageira em relação à altura e largura de plantas, estande final e número de raquetes por planta. Averigua-se que a variedade orelha de elefante mexicana apresentou maiores valores em altura e largura de plantas e estande final. Embora a miúda apresente um maior número de raquetes, percebe-se que a altura das plantas orelha de elefante é superior a miúda, devido o tamanho e área das raquetes serem superiores (SILVA et al., 2015).

Tabela 3. Comparação da altura de planta (ALTP), largura de planta (LARP), estande final de plantas (EFP) e número de raquetes por planta (NRP) das variedades de palma forrageira Miúda e Orelha de Elefante Mexicana irrigadas com diferentes lâminas de água salina no município de Piranhas – AL.

Variedades	ALTP	LARP	EFP	NRP
	(m)	(m)	(plantas/m ²)	Número
Miúda	0,58 b	0,67 b	4,45 b	15,03 a
Orelha de Elefante Mexicana	0,69 a	0,76 a	4,90 a	9,78 b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O valor médio da altura da palma orelha de elefante foi de 0,69m, resultado semelhante aos obtidos por Borges et al. (2015), que obtiveram média de 0,65m da altura da planta para essa mesma variedade. As características morfométricas (largura das raquetes e tamanho das raquetes), interferem na largura final da planta, já que a palma orelha de elefante apresenta características de desenvolvimento lateral. Resultados similares aos aqui obtidos foram encontrados por Pereira (2019), que para a largura da plantas de palma orelha de elefante, obteve média de largura de 0,86m, no entanto, esse resultado foi obtido aos 14 meses. Deve-se considerar que essa variedade se diferencia da variedade miúda por ser mais afetada pela salinidade da água, interferindo diretamente no seu desenvolvimento (FELIX et al., 2018). A diferença entre o estande final das duas variedades de palma forrageira pode ser relacionada a morfologia dos gêneros (*Nopalea* e *Opuntia*) que essas variedades pertencem (PEREIRA, 2019; PEREIRA, 2020).

Já para o número de raquetes por planta, a variedade miúda apresentou maior valor. Resultados próximos foram encontrados em experimentos utilizando palma forrageira baiana, miúda e orelha de elefante, em que se observou o aumento da emissão do número de raquetes da variedade miúda, diferenciando-se das outras duas variedades, sendo a miúda a única variedade que produziu raquetes de quarta ordem (SILVA et al., 2015; PEREIRA, 2019; PEREIRA, 2020). Acrescenta-se ainda que dentro do gênero *Nopalea* a palma miúda se destaca em relação ao número de raquetes, como já reportado pro Leite (2009), que verificou maior número de raquetes da variedade miúda em comparação a variedade baiana em condições de campo no semiárido paraibano.

4. CONCLUSÕES

As lâminas de irrigação suplementar com água salina influenciaram no crescimento das variedades de palma forrageira. A variedade orelha de elefante mexicana apresentou melhores resultados de crescimento.

REFERÊNCIAS

ANOWER, M. R.; PEEL, M. D.; MOTT, I. W.; WU, Y. Physiological processes associated with salinity tolerance in an alfalfa half-sib family. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 203, n. 6, p. 506-518, 2017.

BORGES, V. E.; MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; DANTAS NETO, J.; SOBRINO, T. G. Análise de crescimento de três cultivares de palma forrageira. **Educação Agrícola Superior**, v.30, p.7-14, 2015.

CAMPOS, A. R. F. **Manejo de irrigação na palma forrageira: definição de critérios com base no potencial matricial da água no solo**. 2018. 102p. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA, Cruz das Almas, 2018.

CARVALHO, A. A.; SILVA, T. G.; SOUZA, L. S.; MOURA, M. S.; ARAUJO, G. G.; TOLÊDO, M. P. Soil moisture in forage cactus plantations with improvement practices for their resilience. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 7, p. 481-487, 2017.

CASTRO, I. N.; SANTOS, S. R.; KONDO, M. K., MAIA, V. M.; SANTOS, C. C. R. Desempenho agrônômico e eficiência de uso da água em cultivares de palma forrageira irrigada. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 529-540, 2020.

CRUZ FILHO, I. J.; SILVA BARROS, B. R.; SOUZA AGUIAR, L. M.; NAVARRO, C. D. C.; RUAS, J. S.; LORENA, V. M. B.; MAIOR, A. M. S. Lignins isolated from Prickly pear cladodes of the species *Opuntia ficus-indica* (Linnaeus) Miller and *Opuntia cochenillifera* (Linnaeus) Miller induces mice splenocytes activation, proliferation and cytokines production. **International journal of biological macromolecules**, v. 123, p. 1331-1339, 2019.

FELIX, E. S.; LIMA, W. B.; SILVA, C. T.; ARAÚJO, J. S.; PEREIRA, D. D.; LIRA, E. C. Cultivo de palma forrageira (*Opuntia stricta*) irrigada com água salinizada. **Brazilian Applied Science Review**, v. 2, n. 6, p. 1869-1875, 2018.

FONSECA, V. A.; SANTOS, M. R.; SILVA, J. A. D.; DONATO, S. L. R.; RODRIGUES, C. S.; BRITO, C. F. B. Morpho-physiology, yield, and water-use efficiency of *Opuntia ficus-indica* irrigated with saline water. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 41, p. 1-11, 2019.

FRANCO-SALAZAR, V. A.; VÉLIZ, J. A. Efectos de la salinidad sobre el crecimiento, acidez titulable y concentración de clorofila en *Opuntia ficus-indica* (L.) mill. **Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente**, v. 20, n. 1, p. 12-17, 2008.

JARDIM, A. M. R. F.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B.; ALVES, H. K. M. N.; ARAÚJO, J. F. N.; SILVA, G. I. N.; SILVA, J. O. N. Dinâmica da água no solo com cultivo de palma forrageira sob quatro sistemas de plantio. **Agrometeoros**, v. 27, n. 2, p. 1-9, 2020.

LEITE, M. L. M. V. **Avaliação de clones de palma forrageira submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do semiárido paraibano**. 2009. 186p. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Zootecnia) – UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, Areia, 2009.

LIRA, R. M.; SANTOS, A. N.; SILVA, J. S.; BARNABÉ, J. M. C.; BARROS, M. S.; SOARES, H. R. A utilização de águas de qualidade inferior na agricultura irrigada. **Revista Geama - Environmental Sciences**, v. 1, n. 3, p. 341-362, 2015.

PEREIRA, M. C. A. **Crescimento e produção de cultivares de palma forrageira sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação**. 2019. 94p. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) – UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, Campina Grande, 2019.

PEREIRA, M.O. **Desempenho agrônômico da palma forrageira sob lâminas de irrigação e níveis de salinidade da água**. 2020. 91p. Tese de Doutorado (Pós-Graduação

em Engenharia Agrícola) – UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, Campina Grande, 2020.

PEREIRA, P. C.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; MORAIS, J. E. F.; SANTOS, D. C. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 184-195, 2015.

QUEIROZ, M. G.; SILVA, T. G.; ZOLNIER, S.; SILVA, S.; LIMA, L. R.; ALVES, J. O. Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 931-938, 2015.

SANTOS, M. A. L.; SILVA, T. S.; SILVA, J. C.; SANTANA, J. C., LIMA, D. F., SANTOS, D. P.; CRUZ, R. M. L. Diagnóstico do uso da água para produção agrícola no âmbito do Alto do Canal do Sertão de Alagoas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 52131-52146, 2020.

SCALISI, A.; MORANDI, B.; INGLESE, P.; BIANCO, R. L. Cladode growth dynamics in *Opuntia ficus-indica* under drought. **Environmental and Experimental Botany**, v. 122, p. 158-167, 2016.

SILVA, T. G. F.; PRIMO, J. T. A.; MORAIS, J. E. F.; SILVA DINIZ, W. J.; SOUZA, C. A. A.; SILVA, M. C. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 10-18, 2015.

SOUSA, I. F. D.; SILVA, V. D. P.; SABINO, F. G.; A NETTO, A. D. O.; SILVA, B. K.; AZEVEDO, P. V. D. Evapotranspiração de referência nos perímetros irrigados do Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 633-644, 2010.

SOUZA, D. C. F.; SILVA LIMA, I.; SANTOS, J. A. S.; ALMEIDA, A. Q.; SILVA GONZAGA, M. I.; LIMA, J. F. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia* sp) para o estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 1, p. 2338-2347, 2018.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **RESOLUÇÃO Nº 115/2017**. Aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107, e 27 de julho de 2017. Disponível em: <http://sudene.gov.br/images/arquivos/conselhodeliberativo/resolucoes/resolucao115-23112017-delimitacaodosemiario.pdf>. Acesso em 03 de março de 2021.

XAVIER, M. A.; BATISTA, M. C.; SANTOS, J. P. O.; SILVA, J. L. C.; CARTAXO, P. H. A.; REGES, R. S.; PEREIRA, D. D. Caracterização biométrica de cladódios de *Opuntia stricta* submetida a lâminas de irrigação e adubação orgânica no Semiárido paraibano. **Agrarian**, v. 13, n. 47, p. 74-81, 2020.

CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE MAMOEIRO EM FUNÇÃO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DE POLÍMERO HIDROABSORVENTE

Daniele Batista Araújo^{1*}, Walter Esfrain Pereira¹, Izaias Romario Soares do Nascimento¹, João Victor da Silva Martins¹, João Paulo de Oliveira Santos¹, Paulo Henrique de Almeida Cartaxo¹, Luiz Daniel Rodrigues da Silva¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, *e-mail: danielearaujo12@gmail.com

RESUMO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma frutífera muito cultivada no Brasil e para garantir altas produtividades deve-se renovar os pomares de 2 a 4 anos, assim, a produção de mudas de qualidade é extremamente importante. Objetivou-se avaliar o crescimento inicial de mudas de mamoeiro em função de doses de polímero hidroretentor e de lâminas de irrigação. O experimento foi realizado em casa de vegetação, conduzido em Composto Central de Box com quatro blocos, nas lâminas de irrigação correspondentes a 30%; 40%; 65%; 90% e 100% da capacidade de campo, e volumes de polímero hidroabsorvente (0; 1,45; 5; 8,55 e 10 g dm⁻³). Os dados foram submetidos a análise de variância e de regressão. Verificou-se que as doses de hidrogel demonstraram efeito linear para a altura média das plantas. Observou-se efeito quadrático para doses de hidrogel para altura média das plantas. Para o número de folhas verificou-se efeito quadrático para doses de hidrogel. Para a massa seca da parte aérea, observou-se efeito linear para lâmina de irrigação. A aplicação de polímero hidroabsorvente contribuiu para melhoria da altura e número de folhas de mudas de mamoeiro, demonstrando eficiência do seu uso. As maiores lâminas de irrigação proporcionaram melhor desempenho na produção de mudas.

PALAVRAS-CHAVE: *Carica papaya*, exigência hídrica, hidrogel.

1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma cultura bastante produzida no Brasil, assim como na Indonésia e República Dominicana. O país apresenta potencialidade na produção de mamão, devido ao clima tropical, o que favorece o desenvolvimento das plantas (MARTINELLI et al., 2017). A fruticultura é muito importante para o país e para a região semiárida do Nordeste, onde são adotadas novas tecnologias como a irrigação, na cultura do mamoeiro essa tecnologia tem apresentado bons resultados (FEITOSA et al., 2018).

Nos dias atuais, a sociedade tem enfrentado alguns problemas hídricos, como a escassez de água, devido a problemática relacionada à contaminação de rios e mananciais que inviabiliza o seu uso e consumo, assim como, a quantidade demandada. Nessa perspectiva, os setores de produção agrícola buscam fazer o uso racional da água, evitando seu desperdício (DETONI; DONDONI, 2008; MENDONÇA et al., 2015).

Desse modo, há uma necessidade de desenvolver novas alternativas para proporcionar uma melhor eficiência no uso de recursos hídricos, realizando o manejo adequado da irrigação e a absorção de água pelas plantas. Assim, o polímero hidroabsorvente é uma ótima opção e, tem demonstrado ser bastante eficiente na absorção

de água da chuva e/ou da própria irrigação, liberando lentamente a água para o solo, resultando em uma diminuição da frequência de irrigação (MENDONÇA et al., 2015).

Ultimamente são desenvolvidas várias pesquisas com uso de polímeros hidroabsorventes, com intuito de solucionar problemas relacionados à regularidade de disponibilidade de água no solo (ZONTA et al., 2009; FERNANDES et al., 2015). Seu uso reduz as perdas hídricas, por percolação e/ou evaporação, resultando em melhoria na utilização de água na irrigação. Além disso, garante diminuição das perdas de nutrientes por lixiviação e contribui para o acondicionamento do solo, melhorando as propriedades físico - hídricas (CRUZ et al., 2008).

Em recipientes pequenos destinados à produção de mudas, o manejo da irrigação possui algumas particularidades quando comparadas ao cultivo em campo, já que se faz necessário maior frequência na disponibilização hídrica ao substrato, pois estes recipientes são de baixo volume (LOPES, 2005).

No manejo da cultura do mamoeiro a constante renovação dos pomares são essenciais, pois seu período produtivo é considerado curto, com período de permanência da planta no campo variando de 2 a 4 anos (GALVÃO et al., 2007; ALBANO et al., 2014), nesse sentido, nota-se a importância de se obter mudas que apresentem boa qualidade genética e fitossanitária (COSTA JUNIOR et al., 2017).

Nessa perspectiva, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento inicial de mudas de mamoeiro cultivadas em casa de vegetação, em função de aplicações de lâminas de irrigação e doses de polímero hidroabsorvente e indicar a lâmina de irrigação e a dose de polímero mais eficiente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba CCA/UFPB, localizada no município de Areia-PB, o mesmo está inserido na Microrregião do Brejo Paraibano, e nas coordenadas geográficas: latitude 6°57'S e longitude 35°41'W, com 575 metros de altitude.

Características do substrato

O solo utilizado como substrato para realização do experimento é classificado como franco arenoso, apresentando os seguintes atributos químicos: pH de 5,2; 5,70 mg dm⁻³ de P; 9,25 dm⁻³ de K; 0,77 cmolc dm⁻³ de Ca; 1,81 cmolc dm⁻³ de Mg; 0,21 cmolc dm⁻³ de Na; 9,95 cmolc dm⁻³ de H⁺ + Al⁺³; 1,20 cmolc dm⁻³ de Al⁺³; soma de bases de 2,81 cmolc dm⁻³; 12,76 cmolc dm⁻³ de CTC e 36,14 g.kg⁻¹ de matéria orgânica.

Produção de mudas

Para a produção das mudas foram utilizadas sementes selecionadas Feltrin Sementes®. A semeadura foi realizada em sacos de polietileno perfurados, com capacidade de 1 dm³ 3 sementes por saco, e posteriormente, logo após a emergência das plântulas fez-se o desbaste, deixando apenas uma planta por recipiente.

Condução do experimento

O experimento foi conduzido na matriz Central de Box com quatro blocos, nas seguintes lâminas de irrigação (30%; 40%; 65%; 90% e 100% e da capacidade de campo), e cinco volumes de polímero hidroabsorvente agregado ao solo nas doses de 0g (testemunha); 1,45g; 5g; 8,55g e 10g dm^{-3} (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos aplicados no experimento.

Tratamentos	Tratamentos	
	Hidrogel	Lâmina
T1	1,45 g dm^{-3}	40% CC
T2	1,45 g dm^{-3}	90% CC
T3	8,55 g dm^{-3}	40% CC
T4	8,55 g dm^{-3}	90% CC
T5	0,0 g dm^{-3}	65% CC
T6	10,0 g dm^{-3}	65% CC
T7	5,0 g dm^{-3}	30% CC
T8	5,0 g dm^{-3}	100% CC
T9	5,0 g dm^{-3}	65% CC

CC: Capacidade de campo

Procedimentos

A aplicação de polímero hidroabsorvente foi realizada de acordo com cada tratamento, em que cada um recebeu uma quantidade específica, já determinada, de forma que o mesmo foi adicionado diretamente ao solo.

A irrigação foi feita de maneira controlada, de acordo com cada tratamento, calculada pela equação, contudo nos primeiros 10 dias após a semeadura, ajustou-se a 80% a capacidade de campo e logo após a emergência das plântulas aplicou-se os tratamentos.

$$I = (\text{CAD} - \text{ARMa}) \times f \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

I – irrigação necessária, l vaso⁻¹;

CAD – capacidade de água disponível no vaso, l vaso⁻¹;

ARMa – armazenamento atual, l vaso⁻¹;

f: fator de cada tratamento

Avaliação de crescimento

Aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência foram avaliadas as seguintes variáveis: Altura de planta (cm): avaliou-se com auxílio de uma régua milimétrica, considerando do colo da planta até a inserção da última folha; Diâmetro do caule (mm): avaliou-se com auxílio de um paquímetro digital, o diâmetro do colo da planta; Número de folhas: avaliou-se a partir da contagem manual das folhas; Massa seca da parte aérea total (g): avaliou-se aos 60 dias após o transplântio, fez-se a coleta do material vegetal e este foi acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação de ar forçado a 65° C, onde permaneceram até atingirem massa constante e posteriormente as massas foram obtidas em balança analítica;

Os dados foram tabulados e submetidos a análise de variância, e quando significativos foram submetidos a análise de regressão polinomial utilizando o Software R 3.60.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que as doses do polímero absorvente demonstraram efeito linear para o parâmetro altura média das plantas (cm) a 1 e 5% de probabilidade, nos períodos de 15, 30 e 45 dias, em que se nota que à medida que se aumenta a dose, aumenta-se a altura da planta (Figura 1). Para esse parâmetro no mesmo período não houve efeito significativo para lâminas de irrigação, sendo, portanto, verificado apenas o efeito das doses de hidrogel aplicadas nos tratamentos.

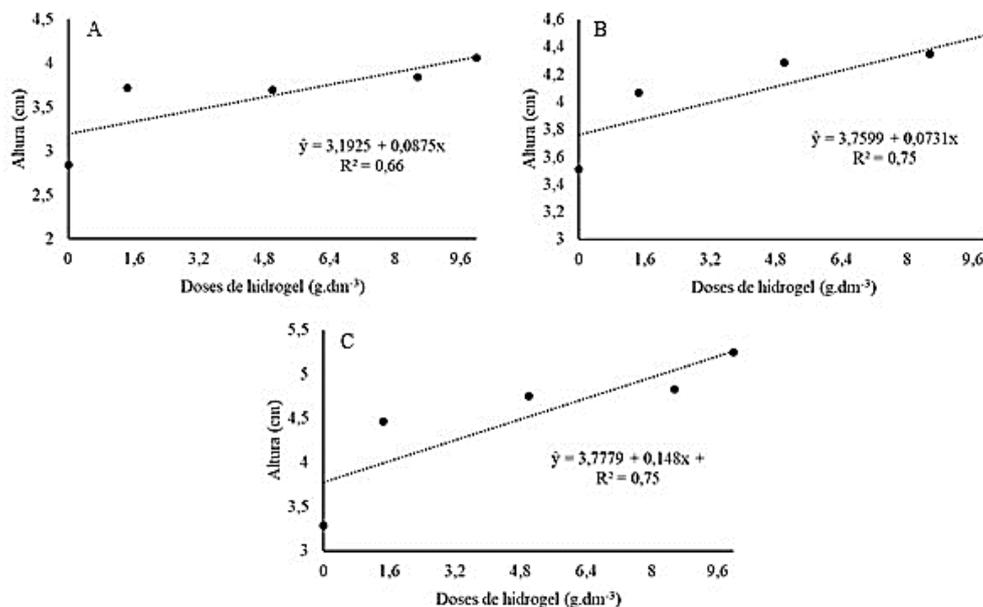


Figura 2. Altura média de mudas de mamoeiro em função de doses de polímero hidroabsorvente (g.dm³), avaliadas aos 15 (A), 30 (B) e 45 (C) dias após a emergência. Areia-PB, 2019.

Observou-se efeito quadrático para doses de hidrogel sobre o parâmetro altura (cm) média das plantas de mamão aos 60 dias após emergência, havendo assim, incremento desse parâmetro com o aumento da dose aplicada nos tratamentos.

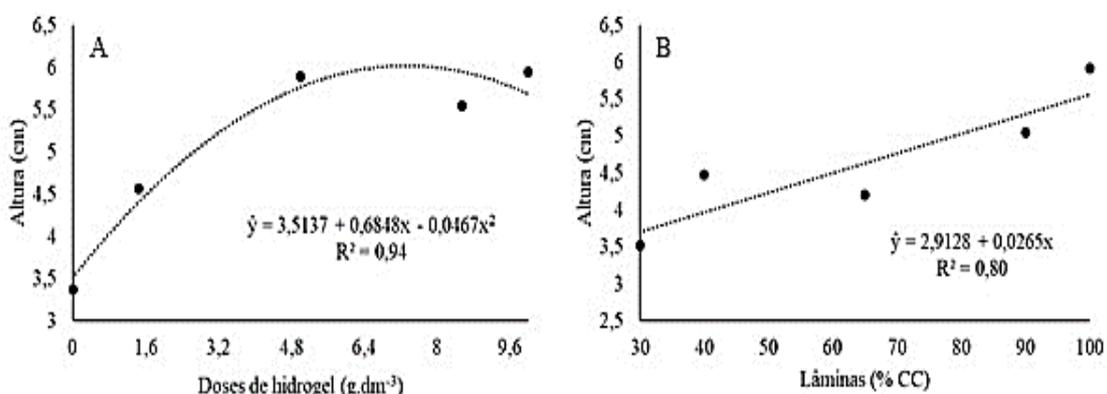


Figura 3. Altura média de mudas de mamoeiro em função de doses de polímero hidroabsorvente (g.dm³) (A) e de lâminas de irrigação (B), avaliadas aos 60 dias após a emergência. Areia-PB, 2019.

Verificou-se aumento linear para lâminas de irrigação (% CC) e altura (cm) média das plantas de mamão aos 60 dias após a emergência, em que as maiores lâminas administradas contribuíram no incremento em altura das mesmas (Figura 2). Assim faz-se necessário o emprego da lâmina de 100% da capacidade de campo para garantir o maior desenvolvimento da planta nesse período.

Ao se avaliar o número de folhas de mudas de mamão, verificou-se efeito quadrático a 1 e 5 % de significância, aos 15 e 30 dias avaliados para doses de hidrogel administradas, sendo a dose de 5 g.dm^{-3} a que se obteve maior número de folhas (Figura 3). Enquanto que para os períodos de 45 e 60 dias após a emergência, houve efeito linear, assim pode-se observar que se aumenta a dose de hidrogel, há acréscimo no número de folhas. Para lâminas de irrigação não foi encontrado efeito isolado.

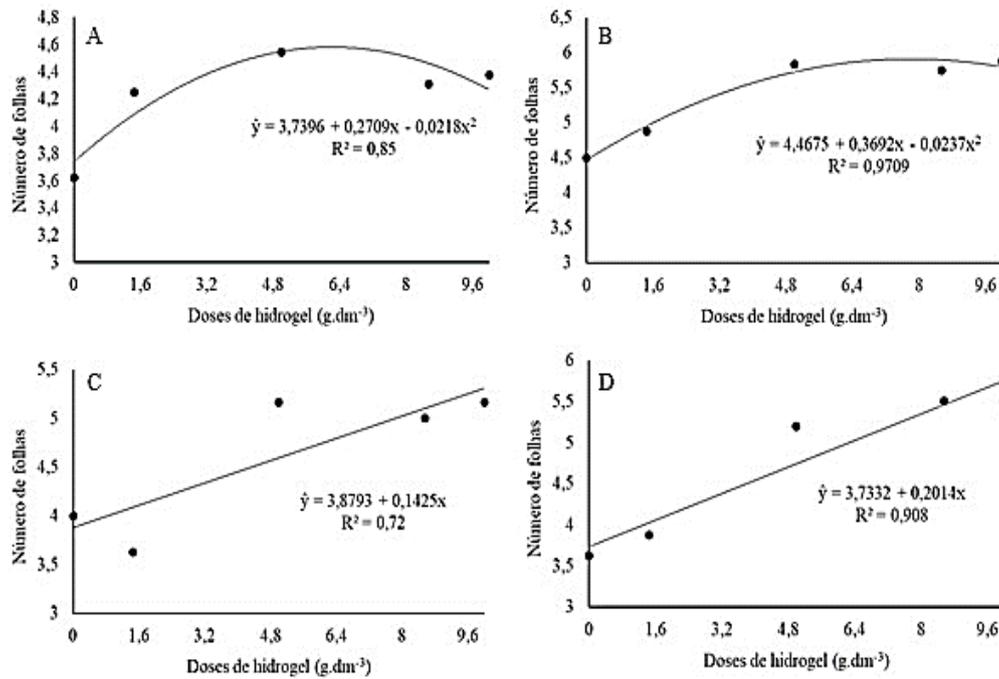


Figura 4. Número médio de folhas de mudas de mamoeiro em função de doses de polímero hidroabsorvente (g.dm^{-3}), avaliadas aos 15 (A), 30 (B), 45 (C) e 60 (D) dias após a emergência. Areia-PB, 2019.

Verificou-se efeito significativo tanto para doses de hidrogel, como para lâmina de irrigação para o número de folhas avaliado aos 30 dias após a emergência (Figura 4). Observou-se que para o maior número de folhas por planta foi necessário adicionar maiores lâminas de irrigação, a saber, a de 100% da capacidade de campo, em interação com a dose do polímero de $5,00 \text{ g dm}^{-3}$.

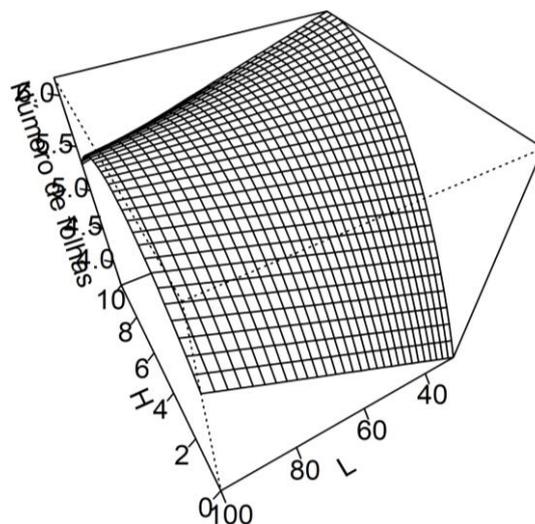


Figura 5. Número médio de folhas de mudas de mamoeiro aos 30 dias após emergência em função das doses de hidrogel (H) e lâmina de irrigação (L). Areia-PB, 2019.

O uso de polímeros hidroretentores no solo tem garantido resultados satisfatórios no desenvolvimento das plantas, pois favorecem o crescimento destas, melhoram a eficiência do uso da água, além de permitir a redução da frequência de irrigação das plantas. Assim, é de extrema importância estudos como este, pois servem de subsídios no processo de tomada de decisões na produção agrícola, para reduzir os custos de produção, principalmente as relacionadas a produção de mudas (TAYLOR; HALFACRE, 1986).

Para a massa seca da parte aérea, observou-se feito linear para as lâminas de irrigação utilizadas nos tratamentos (Figura 5), em que as maiores lâminas garantiram valores mais elevados de massa seca, sendo necessário assim fornecer lâminas de 90-100% da capacidade de campo. Para as doses de hidrogel aplicadas, não houve resultado significativo para tal parâmetro avaliado, ou seja, o hidrogel não influenciou na produção de massa seca das plantas em estudo.

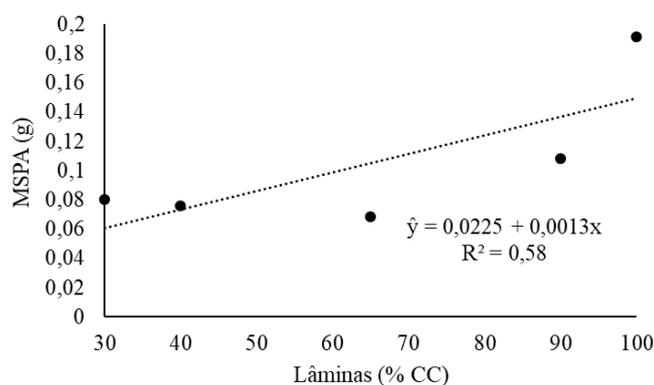


Figura 6. Matéria seca da parte aérea de mudas de mamoeiro em função de diferentes reposições hídricas a partir da capacidade de campo (%), Areia-PB, 2019.

Assim como estas, outras pesquisas também tem mostrado os benefícios do uso do hidrogel na produção agrícola, como os resultados obtidos por de Azevedo et al. (2002), ao estudar a eficiência do uso do polímero hidroretentor na agricultura, tais autores relataram que o hidrogel é um insumo promissor na agricultura, seja ela irrigada ou de sequeiro, já que o mesmo possui a capacidade de armazenar e liberar água para as plantas. Nascimento Neto (2020) verificou incremento na quantidade de folhas em mamoeiro, a partir da utilização do polímero, o autor ressalta que o hidrogel melhora o condicionamento do substrato, devido a propriedade do mesmo, e assim contribui para a formação de folhas.

4. CONCLUSÕES

A aplicação de polímero hidroabsorvente contribuiu para melhoria da altura e número de folhas de mudas de mamoeiro, demonstrando eficiência do seu uso.

As maiores lâminas de irrigação proporcionaram melhor desempenho na produção de mudas.

REFERÊNCIAS

ALBANO, F.G.; MARQUES, A.S.; CAVALCANTE, I.H.L. Substrato alternativo para produção de mudas de mamoeiro formosa (cv. Caliman). *Científica*, v. 42, n. 4, p. 388–395, 2014.

COSTA JUNIOR, E. S.; MATIAS, S. S. R.; SOUSA, S. J. C.; SOARES, G. B. S.; MORAIS, D. B.; NASCIMENTO, A. H. Produção de mudas de *Carica papaya*, tipo formosa, com resíduos de pau de buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.). **Revista de Ciências Agrárias** v.40 n.4, 2017.

CRUZ, M. C. M.; HAFLE, O. M.; RAMOS, P. C. Desenvolvimento do porta-enxerto de tangerineira 'cleópatra'. **Revista Brasileira de Fruticultura.**, v. 30, n. 2, p. 471-475, 2008.

DETONI, T. L.; DONDONI, P. C. A Escassez da água: um olhar global sobre a sustentabilidade e a consciência acadêmica. **Rev. Ciênc. Admin.**, v. 14, n. 2, p. 191-204, 2008.

FEITOSA, E. O.; ARAÚJO, A. F. B.; LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; BEZERRA, F. M. L. Análise de custos e rentabilidade na produção de mamão irrigado no Semiárido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada.** v. 12, n.1, p. 2293 - 2304, 2018.

FERNANDES, D. A.; ARAUJO, M. M. V.; CAMILI, E. C. Crescimento de plântulas de maracujazeiro-amarelo sob diferentes lâminas de irrigação e uso de hidrogel. **Revista de Agricultura.** v.90, n.3, p. 229 - 236, 2015.

GALVÃO, R. O.; ARAÚJO NETO, S. E.; SANTOS, F. C. B.; SILVA, S. S. Desempenho de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo sob diferentes substratos orgânicos. **Revista Caatinga**, v. 20, p. 144-151, 2007.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Efeitos de lâminas de irrigação na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* w. (HILL ex. MAIDEN) em substrato de fibra de coco. **Irriga**, v. 10, n. 2, p. 123-134, 2005.

MARTINELLI, M.; SILVA, J. F.; FONSECA, M. P.; CASTRICINI, A.; OLIVEIRA, P. M.; MARANHÃO, C. M. A.; ROCHA, L. A. C.; COELHO, E. F. Mamão 'Tainung 1' produzido sob secamento parcial do sistema radicular: qualidade do fruto desidratado. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 3, p. 32-37, 2017.

MENDONÇA, T. G; QUERIDO, D. C. M; SOUZA C. F. Eficiência do polímero hidroabsorvente na manutenção da umidade do solo no cultivo de alface. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n.4, p.239 - 245, 2015.

NASCIMENTO NETO, E. C; BEZERRA, F. T. C.; BEZERRA, M. A. F.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. F DE. Alometria e morfofisiologia de mudas de mamoeiro em substrato com polímero sob irrigação com água salina. **Comunicata Scientiae**, v. 11, p. e3339, 2020.

TAYLOR, K. C.; HALFACRE, R. G. The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. **Hort Sci.**, v.21, p.1159-1161, 1986.

ZONTA, H. J.; BRAUN, H.; REIS, E. F.; PAULUCIO, D.; ZONTA, J. B. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*Coffea canephora* Pierre). **Idesia** (Chile), v.27 n. 3, p. 29-34, 2009.

INFLUÊNCIA DE PREPARADOS HOMEOPÁTICOS NA PROPAGAÇÃO POR FRACIONAMENTO DA PALMA BAIANA

Nopalea sp

Ronald Muniz de Queiroz^{1*}, Francisca Hortência Couras Dias¹, João Paulo de Oliveira Santos¹, Alisson Costa Duarte do Rego¹, Júlia de Araújo Lima Leitão¹, Khyson Gomes Abreu¹, Daniel Duarte Pereira¹

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus II, Areia-PB, * e-mail: ronaldmuniz85@gmail.com

RESUMO

A produção de mudas pela fragmentação de cladódios é uma alternativa para que o produtor rural possa implantar novas áreas, utilizando mudas de alta qualidade. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de preparados homeopáticos a base de *Arnica montana*, *Chamomilla* e *Carbo vegetabilis* na propagação fracionada da *Nopalea cochenillifera* variedade baiana. Foram selecionadas e coletadas raquetes/cladódios de *Nopalea cochenillifera*. Em seguida, realizou-se a demarcação das partes Apical, Mediana e Basal em cada raquete, onde foi retirado um fragmento de cada parte. Os tratamentos foram identificados como: Fragmento Testemunha Apical; Fragmento Testemunha Mediana; Fragmento Testemunha Basal (todas sem a aplicação de preparados homeopáticos); Fragmento Apical + *Arnica montana* CH 12; Fragmento Apical + *Carbo vegetabilis* CH 12; Fragmento Apical + *Chamomilla* CH 12; Fragmento Mediano + *Arnica montana* CH 12; Fragmento Mediano + *Carbo vegetabilis* CH 12; Fragmento Mediano + *Chamomilla* CH 12; Fragmento Basal + *Arnica montana* CH 12; Fragmento Mediano + *Carbo vegetabilis* CH 12; Fragmento Basal + *Chamomilla* CH 12. Na análise da variável de sobrevivência de mudas, os fragmentos tratados com *Arnica montana* teve sua taxa de sobrevivência 100%. Para o número de brotações não obteve efeito significativo de nenhuma das fontes de variação. observa-se diferença estatística no comprimento das brotações entre os tipos de cortes utilizados. O uso de preparados homeopáticos, em especial a *Arnica montana*, interfere na sobrevivência de mudas. Fragmentos originados de diferentes posições nas raquetes e em especial aqueles oriundos da parte basal originam mudas mais vigorosas.

PALAVRAS-CHAVE: Agrohorteopatia, agricultura vitalista, Cactaceae.

1. INTRODUÇÃO

A palma forrageira (*Opuntia sp.* e *Nopalea sp.*) constitui um importante recurso forrageiro do Nordeste Brasileiro, principalmente nos períodos de estiagens, devido à capacidade adaptativa e ao seu elevado potencial de produção de massa de forragem (RAMOS et al., 2017).

Entre os mecanismos adaptativos da palma forrageira para a produção em ambientes com pouca disponibilidade de água, destaca-se seu metabolismo, que é do tipo CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), no qual a planta fecha seus os estômatos durante o dia para reduzir as perdas de água por transpiração e com isso garantir a hidratação dos tecidos e o melhor aproveitamento de água (SOUZA et al., 2018).

A produção de mudas pela fragmentação de cladódios é uma alternativa para que o produtor rural possa implantar novas áreas, utilizando mudas de alta qualidade, produzidas a partir de fragmentos de raquetes aumentando assim o número de mudas viáveis para o plantio (NASCIMENTO et al., 2020). Trata-se de uma metodologia simples e de baixo custo, desenvolvida para ser aplicada dentro da propriedade e utilizando-se um mínimo de mão de obra (CAVALCANTE et al., 2017).

As mudas por sua vez apresentam desenvolvimento lento ou problemas fitossanitários que podem ser eliminados, ou minimizados, com o uso de preparados homeopáticos, sendo esta a principal idealização desta pesquisa. A homeopatia é um tipo de terapia alternativa com base no equilíbrio total do ser vivo. Atua por estímulos energéticos desencadeados por preparados homeopáticos com o objetivo de reequilibrar a energia vital dos seres vivos (PINHEIRO, 2019).

Nas plantas, os preparados homeopáticos ativam reações de enzimas relacionadas aos mecanismos de defesa e tolerância a condições adversas, auxiliando indiretamente na qualidade dos alimentos (TREBBI et al., 2016). O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de preparados homeopáticos a base de *Arnica montana*, *Chamomilla* e *Carbo vegetabilis* na propagação fracionada de *Nopalea cochenillifera* variedade baiana.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização da área experimental

O experimento foi conduzido no Módulo de Agroecologia-MAGRO, do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA), do Centro de Ciências Agrárias (CCA), na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, localizado no município de Areia, Paraíba.

2.2. Obtenção dos materiais de propagação

Foram selecionadas e coletadas raquetes/cladódios de *Nopalea cochenillifera* variedade baiana, de matrizes sadias e predominantemente da parte apical na Estação Experimental Professor Ignácio Hernán Salcedo (INSA/MCTIC).

O corte foi realizado com o auxílio de facas afiadas e esterilizadas na junção das raquetes com planta matriz obtendo-se um total de 48 unidades. Estas foram divididas em 04 lotes de 12 unidades bem vigorosas e com dimensões semelhantes e que passaram por um período de cura/cicatrização de cinco dias em local sombreado.

Em seguida, realizou-se a demarcação das partes Apical, Mediana e Basal em cada raquete, onde foi retirado um fragmento de cada parte, com cerca de 4,0 cm x 4,0 cm contendo no mínimo uma gema/aréola. Estes fragmentos passaram por novo processo de cura/cicatrização de 05 dias, após esse processo foram plantados em recipientes de isopor com capacidade para 500 ml, contendo areia de rio lavada. Em cada recipiente foi colocado um fragmento plantado 1/3 na posição vertical.

a. Aplicação dos tratamentos

Os produtos homeopáticos foram adquiridos através de uma farmácia de manipulação homeopática na cidade de Campina Grande-PB, sendo eles a *Arnica montana* CH30, *Chamomilla* CH12 e *Carbo vegetabilis* CH12.

Os tratamentos foram identificados como: Fragmento Testemunha Apical; Fragmento Testemunha Mediana; Fragmento Testemunha Basal (todas sem a aplicação de preparados homeopáticos); Fragmento Apical + *Arnica montana* CH 12; Fragmento Apical + *Carbo vegetabilis* CH 12; Fragmento Apical + *Chamomilla* CH 12; Fragmento Mediano + *Arnica montana* CH 12; Fragmento Mediano + *Carbo vegetabilis* CH 12; Fragmento Mediano + *Chamomilla* CH 12; Fragmento Basal + *Arnica montana* CH 12; Fragmento Mediano + *Carbo vegetabilis* CH 12; Fragmento Basal + *Chamomilla* CH 12.

2.4. Montagem do experimento

O experimento foi montado em uma bancada protegida por plástico de estufa e tela sombrite na parte do teto, para evitar a incidência de raios solares nos fragmentos. A rega de 100 ml de água por cada recipiente, sendo realizada a intervalos de um dia. Dividiu-se em quatro seções para obter uma melhor condução e evitar a contaminação entre os tratamentos.

O plantio dos fragmentos foi feito no dia 22 de fevereiro de 2019, realizando-se a pulverização dos tratamentos a cada oito dias durante toda a condução do experimento. A pulverização ocorreu por meio de borrifadores de capacidade de 500 ml. Para cada preparado foi identificado um borrifador que recebia por aplicação 0,35 ml/350 ml de água destilada. Cada seção recebia uma barreira de proteção de papelão para evitar a deriva e a contaminação de tratamentos.

2.5. Coleta dos dados

Em 05 de julho de 2019, aos 160 dias após plantio (DAP) realizou-se a primeira avaliação, onde foi feito a contagem das brotações com auxílio do paquímetro. Foram realizadas ainda medições de comprimento, largura e espessura de cada broto. No dia 03 de setembro de 2019, aos 220 DAP foi feita a segunda avaliação repetindo a contagem de brotações e medições de comprimento, largura e espessura de cada broto com auxílio do paquímetro.

Além dessas avaliações foram sorteadas de cada tratamento e de cada repetição quatro plantas para obtenção de massa seca de raízes. A limpeza das raízes foi realizada retirando o excesso de areia com água corrente com o uso de uma peneira de tela fina. Em seguida as raízes foram colocadas em sacos de papel, identificadas e levadas para estufa em temperatura aproximada de 65° C durante três dias, após esse período foi realizada a pesagem da matéria seca das raízes.

2.6. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), no esquema Fatorial 3x4 com 04 Blocos de três repetições para cada tratamento. Os fatores foram: Preparados Homeopáticos *Arnica montana* CH30, *Chamomilla* CH12 e *Carbo vegetabilis* CH12 e os tipos de fragmentos Apical, Mediano e Basal. Todos esses dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade utilizando o Microsoft Office Excel 2013.

As variáveis analisadas foram: sobrevivência em porcentagem; brotação em porcentagem; comprimento de brotações em centímetros; largura de brotações em centímetros, espessura de brotações em centímetros e peso de massa seca de raízes em gramas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fragmentos tratados com *Arnica montana* tiveram alta taxa de sobrevivência, chegando em alguns casos a 100% (Tabela 1), independentemente do tipo de corte utilizado (apical, mediano e basal). A média dos tratamentos levando em consideração o corte e os preparados foi de 97,9% de sobrevivência em 160 dias de plantados, tendo efeito diretamente ligado aos preparados homeopáticos utilizados.

A *Arnica montana* é considerada um preparado homeopático específico para cortes e traumatismo físicos. Segundo Bonfim et al., (2008) A *Arnica* é indicado em casos de impacto de adaptação, incluindo impactos físicos e mecânicos, estresse físico, sensibilidade a fatores externos, lesões, cicatrização de tecidos danificados interna ou externamente.

Pode-se considerar um favorecimento ao enraizamento dos fragmentos tratados com o preparado de *Arnica*. Alves et al. (2015), verificaram a eficiência do preparado homeopático de *A. montana* 6 CH no enraizamento de estacas de espinheira-santa (*Maytenus aquifolium*). Resultado semelhante ao de Cassol et al. (2017) em seu trabalho sobre enraizamento de falsa-érica (*Cuphea hyssopifolia*), observou-se as maiores médias naquelas tratadas com *A. montana*, demonstrando que a aplicação de tal produto homeopático influenciou também favoravelmente ao enraizamento.

O *Carbo vegetabilis*, embora não tenha diferido estatisticamente dos demais tratamentos, numericamente apresentou menores percentuais de sobrevivência, ainda permanecendo em um nível satisfatório, variando com dependência do tipo de corte utilizado. Resultados esses semelhantes aos observados por Costa et al. (2018), que relataram que a solução homeopática de *Carbo vegetalis*, estatisticamente, apresentou uma influência positiva no crescimento radicular, no desenvolvimento da massa verde e no peso total da alface.

No entanto, também existem relatos negativos da utilização do *Carbo vegetabilis*. Pinto et al. (2014) verificaram que sementes de mangaba tratadas com *Carbo vegetabilis* 12CH não germinaram, indicando que esse tratamento foi letal para as sementes dessa espécie.

O preparado de *Chamomilla* também apresentou resultados satisfatórios em relação a sobrevivências da palma forrageira, variando com dependência do tipo de corte utilizado. Não existem muitos relatos do uso desse preparado homeopático no tratamento de plantas.

Tabela 1. Sobrevivência de Palma Baiana *Nopalea cochenillifera* submetida a diferentes tipos de corte e preparos homeopáticos.

Preparo	Corte	Sobrevivência (%)
Testemunha	Apical	100 a
Testemunha	Mediano	91.7 b
Testemunha	Basal	100 a
<i>Arnica montana</i>	Apical	100 a
<i>Arnica montana</i>	Mediano	100 a
<i>Arnica montana</i>	Basal	100 a
<i>Chamomilla</i>	Apical	100 a
<i>Chamomilla</i>	Mediano	100 a
<i>Chamomilla</i>	Basal	91.7 a
<i>Carbo vegetabilis</i>	Apical	100 a
<i>Carbo vegetabilis</i>	Mediano	91.7 a
<i>Carbo vegetabilis</i>	Basal	100 a

O corte basal apresentou o maior valor numericamente, não diferindo estatisticamente dos demais cortes, exceto do corte mediano da testemunha. Cavalcante et al. (2017), avaliando o efeito de dois tamanhos de fragmentação de cladódios (1/2 e 1/6 do cladódio) no desenvolvimento de novas brotações para propagação de palma forrageira var. miúda (*Nopalea cochenillifera*, Salm Dyck), observaram que após 45 dias de plantio, todos os fragmentos do tratamento T1/2 permaneceram viáveis enquanto 73,3% dos demais tratamentos mantiveram-se viáveis no período.

Para o número de brotações não se observou efeito significativo de nenhuma das fontes de variação ($p>0.05$) (Tabela 2). Todavia, em médias absolutas, o corte basal do cladódio propiciou as maiores médias em relação ao número de brotações. A presença do maior número de aréolas ativas em cladódios inteiros pode resultar na formação de um maior número de brotações quando comparado ao uso de fragmentos de cladódios (SINGH; SINGH, 2003).

Lima et al. (2013) também obtiveram um maior percentual de brotação de fragmentos obtidos do terço basal de cladódios de *Nopalea cochenillifera*, var. baiana. Os autores levaram em consideração o fato de que a região basal apresenta maior quantidade de fitomassa no cladódio, portanto uma maior quantidade de reservas. Segundo Pinheiro et al. (2014), o número total de cladódios de palma forrageira apresenta correlação alta e positiva com o índice de área do cladódio e produção de fitomassa.

Tabela 2. Número de brotações de Palma Baiana *Nopalea cochenillifera* submetida a diferentes tipos de corte.

Corte	Número de Brotações
Apical	0.0625 a
Mediano	0.1875 a
Basal	0.3125 a

Cavalcante et al. (2017) apresentaram resultados quanto ao número de brotações aos 45 dias de plantio, no qual todos os fragmentos viáveis dos tratamentos apresentaram 01 brotação/fragmento, não havendo diferença entre os tipos de corte. O método de plantio vertical das mudas cultivadas através de fragmentos de cladódios de palma

forrageira apresenta brotação mais efetiva e rápida, principalmente para *Nopalea cochenillifera* variedade Doce (NASCIMENTO et al., 2020).

Conforme na Tabela 3, observa-se uma diferença estatística no comprimento das brotações entre os tipos de cortes utilizados, destacando-se o corte basal, que foi o de maior comprimento. Cavalcante et al. (2017) apresentaram um resultado diferente em seu trabalho com uso de brotações com 1/2 e 1/6 na propagação palma forrageira, aonde não encontraram diferença estatística no comprimento das brotações entre os tratamentos (corte superior, médio e inferior).

Tabela 3. Comprimento de brotações de Palma Baiana *Nopalea cochenillifera* submetida a diferentes tipos de corte.

Corte	Comprimento de Brotações (cm)
Apical	0.053 b
Mediano	1.134 ab
Basal	2.799 a

Tem sido observado maior percentual de brotações e maior desenvolvimento radicular em fragmentos obtidos de regiões basais de cladódios (LIMA et al., 2013; STAMBOULI-ESSASSI et al., 2015). Pereira et al. (2018), na avaliação do comprimento de brotos de palma forrageira clone Doce Gigante em função da propagação por segmentos do cladódio, observaram que cladódios provenientes do 1/2 cladódio com corte vertical (T3) foram superiores aos demais em relação ao comprimento de brotos.

Cavalcante et al. (2014), trabalhando com palma forrageira do gênero *Opuntia* sp. e *Nopalea* sp. encontraram valores superiores (31,20 e 15,96 cm) para largura e comprimento de cladódio após 720 dias de plantio respectivamente.

4. CONCLUSÕES

O uso de preparados homeopáticos, em especial a *Arnica montana*, interfere na sobrevivência de mudas de palma baiana quando associados a diferentes tipos de cortes para a obtenção de fragmentos.

Fragmentos originados de diferentes posições nas raquetes, e em especial aqueles oriundos da parte basal, originam mudas mais vigorosas em termos de número de brotações e comprimento de brotações. Recomenda-se pesquisas com novas concentrações de preparados homeopáticos na produção de mudas tanto de raquetes integras como fracionadas de palma forrageira.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L.F.; BONFIM, F.P.G.; OLIVEIRA, S.G. Preparados homeopáticos no enraizamento de estacas caulinares de espinheira-santa. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2015.
- BONFIM, F. P.G.; MARTINS, E. R.; DORES, R. G. R.; BARBOSA, C. K. R.; CASALI, V. W. D.; HONÓRIO, I. C.G. ArtigoUso de *Arnica montana* homeopática para a emissãode raízes de *Rosmarinus officinalis* L. e *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. **Int J High Dilution Res**, v. 7, n.23, 2008.

CASSOL, D. A.; DOTTO, M.; PIROLA, K.; JÚNIOR, A. W. Tamanho de estacas e uso de Ácido indol-butírico ou preparado homeopático de *Arnica montana* na propagação de falsa-érica. **Revista brasileira de horticultura ornamental**, v. 23, n.2, 2017.

CAVALCANTE, J.M.M.; QUEIROZ, A.L.B.; OLIVEIRA, C.C.; SARAIVA, J.F.C.S. Desenvolvimento inicial de brotações com uso de 1/2 e 1/6 do cladódio na propagação da palma forrageira *Nopalea cochenillifera* var. miúda. **PUBVET**, v.11, n.1, 2017.

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. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.4, 2014.

COSTA, F.; LOURENÇO, N. T.; MORAES, T. A. N.; SILVA, V. R. N.; CARVALHO, A. C. G.; GHELLER, A. C. G. V. Desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) com tratamento homeopático. **FACIDER Revista Científica**, n. 11, 2018.

LIMA, W. B.; PEREIRA, D. D.; NASCIMENTO, A. R. L.; ALBUQUERQUE, A. G.; VIEIRA, M. F. Propagação por fracionamento do cladódio de palmas forrageiras variedade baiana (*Nopalea cochenillifera* SALM-DYCK). In: I Simpósio Brasileiro De Recursos Naturais Do Semiárido, 2013, Iguatu, CE. **Anais...**, 2013.

NASCIMENTO, R.R.; EDVAN, R.L.; AMORIM, D.S.; ARAÚJO, J.S.; SILVA, A.L.; SOUSA, S.V.; NASCIMENTO, K.S.; BARROS, L.S.; TOMAZ, J.L.S. Métodos de cultivo de mudas de três variedades de palma forrageira. **Braz. J. of Develop**, v. 6, n. 5, 2020.

PEREIRA, J. S.; LEITE, M. L. M. V.; CAVALCANTE, A. B.; LUCENA, L. R. R. Crescimento inicial de *Nopalea cochenillifera* em função do fracionamento do cladódio. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 39, n. 2, p. 120-128, 2018.

PINHEIRO, K. M.; SILVA, T.G.F.; CARVALHO, H.F.S.; SANTOS, J. E. O.; MORAIS, J. E.F.; ZOLNIER, S.; SANTOS, D.C. Correlações do índice de área do cladódio com características morfológicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n. 12, 2014.

PINHEIRO, R. A.; DUARTE, V. C. B.; BEVILAQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. Efeito de preparados homeopáticos no vigor de sementes e desenvolvimento de plântulas de feijão. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, n.2, 2019.

PINTO, R. J.; MAPELI, N. C.; CREMON, C.; SILVA, E. F. Germinação e crescimento inicial de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em função de preparados homeopáticos Carbo vegetabilis e dias após o despolpamento para semeadura. **Revista Agrarian**, v.7, n.24, 2014.

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 Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 8, 2017.

SINGH, R. S.; SINGH, V. Growth and development influenced by size, age, and planting methods of cladodes in cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.). **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 5, 2003.

SOUZA, D. C. F.; LIMA, I. S.; SANTOS, J. A. S.; ALMEIDA, A. Q.; GONZAGA, M. I. S.; LIMA, J. F. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia* sp) para o estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, n.1, p.2338-2347, 2018.

STAMBOULI-ESSASSI, S.; HARRABI, R.; BOUZID, S.; HARZALLAH-SKHIRI, F. Evaluation of the efficiency of *Opuntia ficus-indica* cladode cuttings for vegetative multiplication. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici**, v.43, p.521-527, 2015.

TREBBI, G.; NIPOTI, P.; BREGOLA, V.; BRIZZI, M.; DINELLI, G.; BETTI, L. Ultra-high diluted arsenic reduces spore germination of *Alternaria brassicicola* and dark leaf spot in cauliflower. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, 2016.

EFEITO DE INOCULANTES E ADUBAÇÃO EM CULTIVAR DE SOJA PRODUZIDA NO BREJO PARAIBANO

Érico dos Anjos Dantas*¹, Francisca Hortência Couras Dias¹, Eloyza Gomes de França Silva¹,
Guilherme Chaves de Holanda¹, Maria Alaíne da Cunha Lima¹, Raphael Silva Jovino²,
Leossávio César de Souza¹

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

² Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campina Grande-PB

RESUMO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é umas das principais culturas produzidas e consumidas no mundo. A safra de 2019/2020 foi de 120,9 milhões de toneladas, apresentando acréscimo de 5,1% quando comparada à safra anterior. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes de produção da variedade de soja TMG 1182 em função da fonte de inoculação e de diferentes adubações. O experimento foi conduzido na área experimental de Chã do Jardim, na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, localizado no município de Areia, Paraíba. Foram utilizadas 700 g de sementes, divididas em duas partes iguais para o inoculante turfoso e o inoculante líquido a base de *Bradyrhizobium japonicum*. Realizou-se a adubação de acordo com os tratamentos estabelecidos, os quais foram utilizados o fósforo (P) e o potássio (K). Para o número de vagem por planta, não se observou efeito significativo das fontes de variação ao nível de 5% probabilidade pelo teste de Tukey, resultado igual ao verificado para a variável massa de mil sementes. Embora estatisticamente igual ao inoculante turfoso, em médias absolutas a utilização de inoculante líquido propiciou melhor desempenho em relação a produtividade. Para as dosagens de P e K, em valores absolutos, a dose 1 (20 kg de P₂O₅.ha⁻¹ e 20 kg de K₂O.ha⁻¹) garante melhor desempenho na maioria dos componentes de produção, assim como na produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, fixação biológica de nitrogênio, adubação mineral.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é umas das principais culturas produzidas e consumidas no mundo, ficando atrás apenas do milho, trigo e arroz. É uma das culturas de maior importância econômica, atingindo altos índices de produtividade, graças às tecnologias adotadas na sua produção (BELLE et al., 2021).

A safra de 2019/2020 foi de 120,9 milhões de toneladas, apresentando acréscimo de 5,1% quando comparada à safra anterior. A partir da estatística, baseada em dados de campo, previsões climáticas e imagens de satélite, a Conab presume um aumento de 8% para a safra de 2020/2021, expectativa que serão colhidas 278,7 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2020).

A soja possui um alto teor de proteína nos seus grãos, aproximadamente 40%, isso explica a razão do nitrogênio (N) ser um componente essencial na sua composição e para o desenvolvimento da cultura (CRISPINO et al., 2001). Uma forma de garantir a fixação de nitrogênio é através da inoculação de sementes, a utilização de inoculantes com bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Bradyrhizobium*, é considerada como

alternativa imprescindível para a nutrição nitrogenada da cultura da soja no Brasil (HUNGRIA et al., 2017).

A qualidade da semente é fator preponderante para o sucesso da cultura, se refletindo posteriormente na produtividade. A utilização de sementes de qualidade garantem um adequado desenvolvimento inicial das plantas e uma lavoura com alto potencial produtivo, sendo um dos fatores determinantes no sucesso da produção (MOTERLE et al., 2009; PRANDO, et al., 2012). Vários nutrientes estão envolvidos na formação das sementes, dentre os macronutrientes podemos destacar o Fósforo (P), o Nitrogênio (N), Potássio (K) e Cálcio (Ca) (WERNER et al., 2020).

O potássio (K) e o fósforo (P) são os nutrientes mais utilizados e fundamentais para o desenvolvimento das plântulas, por causa das demandas das necessidades das culturas e a baixa mobilidade no solo, destacando-se o fósforo (MALAVOLTA, 2006). A falta de disponibilidade de fósforo no solo, afeta os mais importantes elementos de rendimento das culturas, ocasionando uma menor produção, redução do porte da planta e na altura de inserção das primeiras vagens e abortamento de flores, conseqüentemente resultando em uma baixa produtividade da cultura e na qualidade fisiológica das sementes (GUERRA et al., 2006; CARVALHO et al., 2015).

O potássio tem função essencial na parte fisiológica das plantas. Pois está associado a regulação osmótica das células vegetais, além disso ainda desempenha atividades bioquímicas referente a ativação de enzimas envolvidas na respiração e na produção de energia dos vegetais (TAIZ et al., 2017). Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes de produção da variedade de soja TMG 1182 em função da fonte de inoculação e de diferentes adubações.

2. MATERIAL E MÉTODOS

a. Localização do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental de Chã do Jardim, pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA), do Centro de Ciências Agrárias (CCA), na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, localizado no município de Areia, Paraíba. Sob as coordenadas 06° 57' 48" de latitude Sul e 35° 41' 30" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e altitude de 618m. O município integra a Microrregião Geográfica Brejo Paraibano, apresentando temperatura média anual de 24,0°C, umidade relativa média em torno de 80% e precipitação média anual de 1400 mm (COSTA et al., 2011).

b. Condução do experimento

A implantação do experimento ocorreu no período de setembro de 2017 até janeiro de 2018. As sementes de soja da cultivar TMG 1182 foram oriundas do Estado do Maranhão.

Foram utilizadas 700 g de sementes, divididas em duas partes iguais para o inoculante turfoso e o inoculante líquido. Os sulcos foram abertos com o auxílio de enxada, espaçados em 0,60 m e em seguida o adubo foi distribuído uniformemente ao longo de cada um deles. A semeadura foi realizada no dia 31 de agosto de 2017, em uma área de 10 x 12 metros, sendo colocadas 20 sementes por metro a uma profundidade aproximada de 3 cm, totalizando 333.333 plantas por hectare.

A adubação química foi feita manualmente, de acordo com os resultados da análise do solo realizada no Laboratório de Solos do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER) da UFPB/CCA. O controle das plantas daninhas existentes na área experimental foi realizado de forma manual à enxada semanalmente.

Realizou-se a adubação de acordo com os tratamentos estabelecidos, os quais foram utilizados o fósforo (P) e o potássio (K), utilizado três doses superfosfato simples na proporção de 17,7, 17,7 e 35,4 g de P₂O₅/linha, e três doses cloreto de potássio, na proporção de 6; 15; e 18 g de K₂O/linha. O K₂O foi dividido em duas aplicações, a primeira em fundação e a segunda em cobertura, 30 dias após a semeadura.

c. Aplicação dos tratamentos

Para os tratamentos que utilizaram o inoculante turfoso, as sementes foram inoculadas utilizando o Nordofix® turfa, a base de *Bradyrhizobium japonicum*, na proporção de 160 g de inoculante para 50 kg de semente para primeiro plantio. Fazendo a conversão aplicou-se 0,003 kg para 0,350 kg de sementes. Para realizar a inoculação, as sementes foram umedecidas com uma solução açucarada a 10% (100 g de açúcar/litro de água), na proporção de 300 ml/50 kg sementes, sendo assim, para a quantidade de sementes desse experimento foi utilizado 4,5 ml, depois adicionou-se o inoculante, fez-se a homogeneização e em seguida adicionou-se as sementes mexendo-as até que o inoculante aderisse nas mesmas.

Para os tratamentos com inoculante líquido, usou-se o inoculante Nordofix gel® a base de *Bradyrhizobium japonicum* na proporção de 100 ml para 50kg de semente. Foi feita a conversão e aplicou-se a dose de 1,4 ml de inoculante para 0,350 kg de sementes. Foram separadas as sementes e colocadas em um recipiente, em seguida agitou-se bem a embalagem do inoculante, retirou-se a dose necessária, foi adicionado o inoculante as sementes e homogeneizou-se.

Aos 60 dias após a semeadura, foi realizada a marcação aleatoriamente de quatro plantas na linha central de cada parcela, utilizando uma fita de cetim, atentando-se para deixar a fita folgada. Aos 47 dias após a semeadura iniciou-se a floração, a frutificação teve início aos 62 dias após a semeadura. Após todas as plantas atingirem sua maturidade fisiológica realizou-se a medição da altura da planta e altura da inserção da primeira vagem.

As plantas foram colhidas manualmente aos 122 dias, oito dias após o estágio de desenvolvimento R8, ou seja, quando 95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura (SEDIYAMA, et al. 2009). A colheita foi realizada no dia 02 de janeiro de 2018, inicialmente foram colhidas e identificadas as plantas marcadas de cada parcela, e em seguida, no dia 10 de janeiro colheu-se a linha central de cada parcela, ou a linha útil. Após a colheita das plantas, as sementes foram debulhadas das vagens manualmente, limpas com auxílio de peneiras, secas em condições naturais e acondicionadas em sacos de papel Kraft.

d. Características avaliadas

Para realizar as avaliações das variáveis, utilizou-se uma amostra aleatória de quatro plantas por parcela, avaliando-se os seguintes componentes de produção. Altura de planta: foram tomadas, com o auxílio de uma régua graduada, as medidas correspondentes à distância entre o nível do solo e a extremidade da haste principal. Altura de inserção da primeira vagem: com o auxílio de uma régua graduada, as medidas correspondentes à distância entre o nível do solo e a primeira vagem.

Número de vagens por planta: Contou-se o número de vagens em cada planta marcada, levando consideração apenas àqueles viáveis (as que apresentavam sementes dentro das vagens). Massa de mil sementes: as sementes foram levadas para o Laboratório de Sementes do CCA/UFPB, onde foram contadas em número de 1000 e pesada em uma balança de precisão. Produtividade: as sementes colhidas da linha útil foram levadas para o Laboratório de Sementes do CCA/UFPB, onde foram pesadas com e sem vagem em uma balança de precisão, sendo este peso transformado para Kg.ha⁻¹.

e. Delineamento experimental

O experimento foi constituído por um fatorial 2 x 3 conduzido em blocos casualizados com quatro repetições, totalizando 24 parcelas. As unidades experimentais foram formadas de três linhas de 3m, espaçadas em 0,60 metros. A área útil foi formada pela linha central. Os tratamentos foram constituídos de dois tipos de inoculantes (líquido e turfoso) e três dosagens de fósforo (20; 20; e 40 kg de P₂O₅.ha⁻¹) e potássio (20; 50 e 60kg de K₂O.ha⁻¹).

Os dados foram analisados por meio do teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o componente número de vagem por planta (Figura 1), não se observou diferença significativa ao nível de 5% probabilidade pelo teste de Tukey para as fontes de variação. No entanto, o inoculante líquido foi superior em médias absolutas, com 59,69 vagens por planta. Em relação às dosagens, a que apresentou maior valor foi a dose 2 (20 kg de P₂O₅.ha⁻¹ e 50 kg de K₂O.ha⁻¹) que propiciou valor médio de 54,59 vagens.

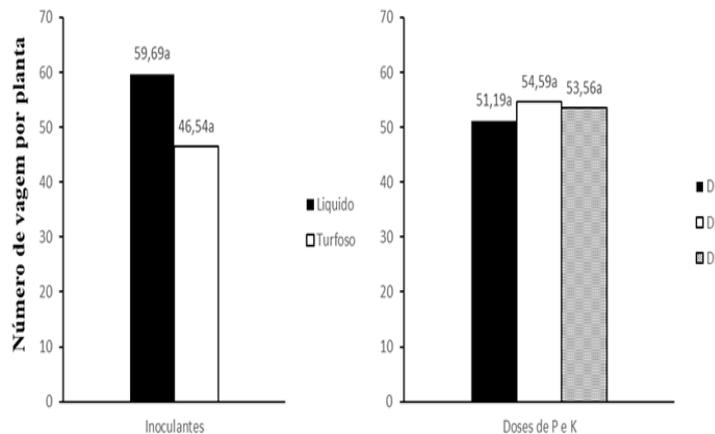


Figura 1: Número de vagem por planta em função dos inoculantes e diferentes doses de P e K. Areia, PB, 2017. Dose 1: 20 kg de P₂O₅.ha⁻¹ e 20 kg de K₂O.ha⁻¹; Dose 2: 20 kg de P₂O₅.ha⁻¹ e 50 kg de K₂O.ha⁻¹; Dose 3: 40 kg de P₂O₅.ha⁻¹ e 60 kg de K₂O.ha⁻¹.

Reges et al. (2018) obtiveram resultados próximos aos aqui observados, no qual utilizando tipos de inoculantes e doses de herbicidas na soja FTS Paragominas, relataram que o tratamento com inoculante líquido + 3 litro ha⁻¹ de glifosato apresentou média de 69,93 vagens, diferindo estatisticamente do tratamento com inoculante turfoso + 3 litro ha⁻¹ de glifosato que apresentou média de aproximadamente 30 vagens.

Santos et al. (2015), em estudo com adubação fosfatada, relataram que o número de vagens por planta apresentou o maior nível de resposta na dose 246,5 kg.ha⁻¹ de P₂O₅,

atingindo 128,79 vagens por planta, o que correspondeu a um aumento de 10,4% em relação às plantas que não receberam adubação fosfatada.

No tocante a variável massa de mil sementes, observa-se que não ocorreu diferença significativa para o uso de inoculantes. Comportamento que também se repetiu para a dosagem de fertilizante. Todavia, em médias absolutas, a dose 3 (40 kg de P_2O_5 .ha⁻¹ e 60 kg de K_2O .ha⁻¹) e o uso de inoculante líquido levaram a obtenção de melhores rendimento para essa variável (Figura 2).

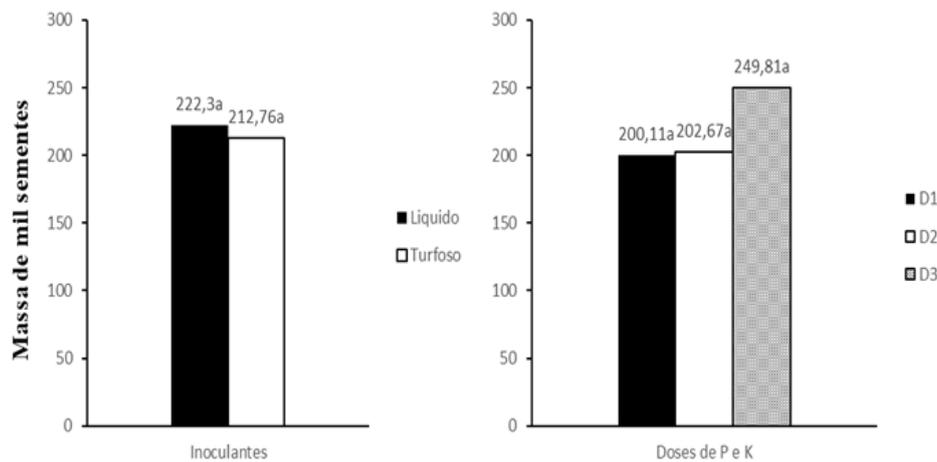


Figura 2: Massa de mil sementes em função dos inoculantes e diferentes doses de P e K. Areia, PB, 2017. Dose 1: 20 kg de P_2O_5 .ha⁻¹ e 20 kg de K_2O .ha⁻¹; Dose 2: 20 kg de P_2O_5 .ha⁻¹ e 50 kg de K_2O .ha⁻¹; Dose 3: 40 kg de P_2O_5 .ha⁻¹ e 60 kg de K_2O .ha⁻¹.

Moterle et al. (2009), ao utilizarem a aplicação de superfosfato simples na entrelinha a 7 cm da superfície na cultura da soja, observaram que a produtividade da soja foi significativamente superior quando comparada com a mesma formulação na linha tanto a 3 cm como a 7 cm da superfície do solo, coincidindo com os dados da massa de mil sementes. Meert et al. (2020) obtiveram resultados satisfatórios para a variável massa de mil grãos em soja inoculada com *Bradyrhizobium*, diferentemente do que foi observado com a testemunha, esses resultados contribuíram para o aumento da produtividade final.

A aplicação dos tipos de inoculantes e as dosagens de fertilizantes não influenciaram significativamente ($p > 0.05$) na produtividade da soja TMG 1182. No entanto, em valores absolutos, o inoculante líquido foi superior ao inoculante turfo, com um acréscimo de 254.6 kg.ha⁻¹ na produtividade final (Figura 3).

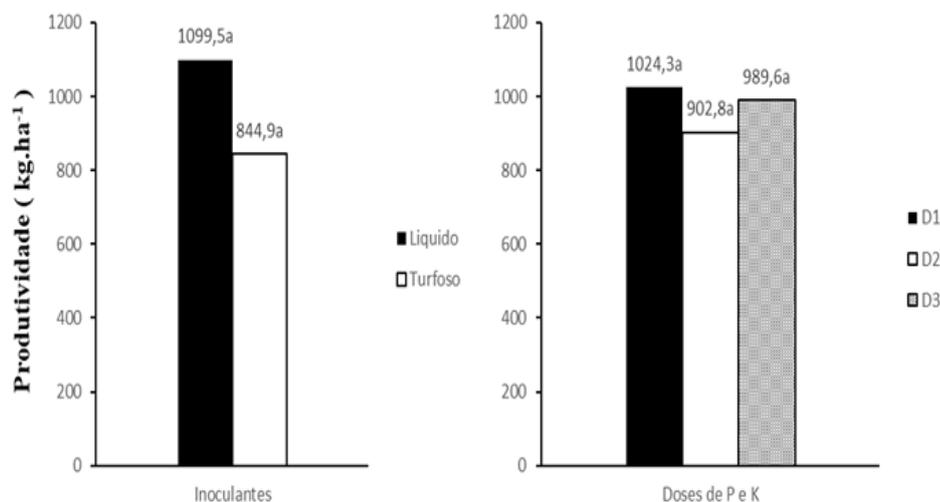


Figura 3: Produtividade em função dos inoculantes e diferentes doses de P e K. Areia, PB, 2017. Dose 1: 20 kg de P_2O_5 .ha⁻¹ e 20 kg de K_2O .ha⁻¹; Dose 2: 20 kg de P_2O_5 .ha⁻¹ e 50 kg de K_2O .ha⁻¹; Dose 3: 40 kg de P_2O_5 .ha⁻¹ e 60 kg de K_2O .ha⁻¹.

Em relação as dosagens, a dose 1 (20 kg de P_2O_5 .ha⁻¹ e 20 kg de K_2O .ha⁻¹) gerou os melhores resultados em médias absolutas.

Resultados superiores com a utilização de inoculantes líquidos na cultura da soja também são reportados por Reges et al. (2018), no qual observou-se que a associação entre inoculante líquido e a dosagem de 3L de herbicida levaram a obtenção de médias superiores de produtividade em comparação com o uso de inoculante turfoso.

Gonçalves Júnior et al. (2010) observaram que a adubação com P_2O_5 e K_2O influenciou no número de vagem por planta e na produtividade da soja. Para a produtividade, houve efeito significativo das doses de P_2O_5 e K_2O demonstrando o aumento da produtividade em relação ao aumento das doses que variaram entre 2975,34 a 3838,82 kg.ha⁻¹. Neste trabalho os resultados foram menores variando de 844,9 a 1099,5 kg.ha⁻¹.

4. CONCLUSÕES

As condições climáticas desfavoráveis possivelmente influenciaram negativamente em alguns componentes de produção da planta. O inoculante líquido favorece melhor desempenho com relação à produtividade, quando comparado com o inoculante turfoso.

Para as dosagens de P e K, em valores absolutos, a dose 1 (20 kg de P_2O_5 .ha⁻¹ e 20 kg de K_2O .ha⁻¹) garante melhor desempenho na maioria dos componentes de produção, assim como na produtividade. O desenvolvimento de variedades de soja para as condições edafoclimáticas da região Nordeste pode garantir que essa cultura expresse um melhor desenvolvimento produtivo em estudos futuros.

REFERÊNCIAS

BELLE, L. A.; LAJÚS, C. R.; LUZ, G. L.; SILVA, C. G.; DALCANTON, F.; BARICHELLO, R.; OLIVEIRA, S. S.; SAUER, A.V. Propriedades agronômicas da soja submetida à aplicação de doses de cama de aves e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.2, p. 18181-18199, 2021.

CARVALHO, L. D.; MACHADO, C.; CRUZ, S.; RODRIGUES, J. Qualidade fisiológica de sementes de soja submetida a diferentes formas de aplicação de fósforo. **Global Science and Technology**, v.8, n.1, p.185 – 192, 2015.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de Safra Brasileira de Grãos – Quarto levantamento**. CONAB, Brasília, 2020.

COSTA, T. S. A.; COSTA FILHO, J. F.; BARACHO, D. C.; SANTOS, T. S.; MARINHO, E. C. S. Análise da temperatura do ar em Areia -PB, em anos de ocorrência de “El Niño”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 17., 2011, Guarapari. **Anais...Guarapari**. CBA, 2011.

CRISPINO, C. C.; FRANCHINI, J. C.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLE, R. N. R.; LOUREIRO, M. F.; SANTOS, E. N.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Adubação nitrogenada na cultura da soja. **Comunicado Técnico**, 6p, 2001.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; NACKE, H.; MARENGONI, N. G.; CARVALHO, E. A.; COELHO, G. F. Produtividade e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 660-666, 2010.

GUERRA, C. A.; MARCHETTI, M. E.; ROBAINA, A. D.; SOUZA, C. F.; GONÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.1, p.91-97, 2006.

HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S.; SILVA JÚNIOR, E. B.; ZILLI, J. É. Inoculum rate effects on the soybean symbiosis in new or old fields under tropical conditions. **Agronomy Journal**, v. 109, n. 3, p. 1-7, 2017.

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

MEERT, L.; MULLER, M. M. L.; GENÚ, A. M.; ESPÍNDOLA, J. S.; ARAGÃO, G. N.; FIGUEIREDO, A. S. T. Diferentes inoculantes, formas de inoculação e seus efeitos sobre as características agronômicas da cultura da soja. **Research, Society and Development**, v. 9, n.10, 2020.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; LANA, M. C. Influência da adubação com fósforo e potássio na emergência das plântulas e produtividade da cultura da soja. **Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 2, p. 256-265, 2009.

PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; BASSOI, M. C.; OLIVEIRA, F. A. Formas de uréia e doses de nitrogênio em cobertura no desempenho agrônômico de genótipos de trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 621-632, 2012.

REGES, R. S.; LINO, A. N.; SANTOS, J. P. O.; BATISTA, M. C.; SILVA, J. L.; SOUZA, L. C. Efeito de doses de herbicida e tipos de inoculantes sob a soja FTS Paragominas no Brejo Paraibano. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n.2, p. 73-80, 2018.

SANTOS, A. C. M.; SILVA, J. S.; LEITE, R. C.; SOUZA, M. A. S.; FREITAS, G. A.; SILVA, R. S. Adubação fosfatada com fertilizante Basiduo® na cultura da soja no oeste da Bahia. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 2, n.3, p.82-90, 2015.

SAS Institute Inc. 2002-2003. **Statistical analysis system**. Release 9.1. (Software). Cary. USA.

SEDIYAMA, T. (Org.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. 1. ed. Londrina, PR: Mecenas, 2009, v. 1. 314 p.

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

WERNER, C. J.; PETER, M.; BALEM, E. M.; BELLÉ, C.; CEOLIN, E. L.; ZANATTA, T. P.; AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T. Adubação fosfatada em soja: produtividade e qualidade fisiológica das sementes. **Brazilian Journal of Development.**, v. 6, n.6, p.36157-36177, 2020.

PROPAGAÇÃO DO ABACATEIRO: UMA REVISÃO

Andressa Kamila Souza Alves¹, Gabriel Gustavo Ferraro de Andrade Pessoa², Érico dos Anjos Dantas², Josevan de Andrade Silva², Lídia do Nascimento Cavalcante¹, José Rayan Eraldo Souza Araújo², Joel Marx Gomes de Lima²

¹Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa-MG, e-mail: andressak.agro@gmail.com

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

RESUMO

O abacateiro (*Persea americana* Mill.) é uma frutífera, perene, lenhosa, nativa da Mesoamérica. No Brasil, sua introdução oficial se deu em 1809, apresentando baixa adaptabilidade a novos ambientes, o que resultou em uma disseminação lenta. Nesse sentido, reunir informações sobre a descrição da planta do abacateiro, suas principais formas de propagação e as técnicas utilizadas no melhoramento genético, visam assim, adoção de melhores estratégias para aumento da produtividade da cultura do abacate. Assim, objetivou-se realizar um levantamento bibliográfico sobre as principais formas de propagação do abacateiro, e suas perspectivas atuais no melhoramento genético. Os resultados analisados indicam que mesmo o Brasil apresentando apenas a décima sexta maior área plantada, é o sexto maior produtor de abacate, apresenta uma produtividade de quase o dobro da mundial. Na forma assexuada o abacateiro é propagado pelos métodos de enxertia, mergulhia e estaquia. Já o método de propagação sexuada é bastante utilizado para quebra-vento, e para a formação de porta enxerto. Com base no polimorfismo, consegue-se realizar inferências sobre as relações entre o genótipo e o fenótipo dos indivíduos, o que em última análise permite aumentar a eficiência dos programas de melhoramento. A propagação de maneira sexuada e assexuada se mostra eficiente, de forma sexuada as plantas apresentam mais variabilidade genética, já assexuada é utilizada como um método de controle a gomose.

PALAVRAS-CHAVE: Assexuada, Abacate, Sexuada

1. INTRODUÇÃO

O abacateiro (*Persea americana* Mill.) uma frutífera, perene, lenhosa, nativa da Mesoamérica mais precisamente na parte central onde hoje se encontra o México e a Colômbia, com popularidade crescente em todo o mundo, pertence à família *Lauraceae*, gênero *Persea*, o qual compreende três variedades botânicas, em uma única espécie: *Persea americana* var. *americana*; *Persea americana* var. *guatemalensis* e *Persea americana* var. *drymifolia* BARWICK (2004). Correspondendo, às raças hortícolas conhecidas como antilhana, guatemalense e mexicana (WILLIAMS, 1976).

Na língua inglesa é “avocado”, e obteve seu primeiro relato na Jamaica no ano de 1657 e 1969. O abacateiro apresentava baixa adaptabilidade a novos ambientes e perdia facilmente a germinação das sementes, pelas viagens muito longas e o mal armazenamento, com isso resultou em uma disseminação de cultivo no mundo, gradativa e lenta. Chegou na Espanha por volta do ano de 1602, a partir de lá se expandiu para toda Ásia tropical e subtropical, então foi se espalhando para os outros continentes chegando na África em 1750 por Gana e na América do Norte pelo Havaí e Florida em 1825 e 1833 respectivamente, hoje a se encontra em todos os continentes (MARANCA, 1983; KOLLER, 1992; DONADIO, 1995).

No Brasil, sua introdução oficial se deu em 1809 por Luiz de Abreu Vieira, que trouxe algumas mudas e sementes da Guiana Francesa para D. João VI. foram plantadas onde hoje se encontra o jardim botânico do Rio de Janeiro. Apenas no ano de 1920, que começaram as introduções de variedades comerciais de abacate usadas no Estados Unidos, mudas trazidas por PH Rolfs (TEXEIRA, 1991; DONADIO et. al; 2010).

Mediante a importância econômica que o abacate apresenta na agricultura brasileira, esse trabalho objetivou realizar um levantamento bibliográfico para reunir informações de pesquisas científicas sobre a descrição da planta do abacateiro, suas principais formas de propagação e as técnicas utilizadas no melhoramento genético, visando assim, adoção de melhores estratégias para aumento da produtividade da cultura do abacate.

2. DESENVOLVIMENTO

a. Expressão Econômica do Abacate

O sucesso do abacateiro, faz o mesmo ser cultivado em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, suas qualidades organolépticas, seu valor nutritivo e a riqueza em vitaminas justificam a expansão de seu cultivo. Fonte conhecida de antioxidantes, proteínas e fibras, o abacateiro, ganha o gosto do consumidor e tem sua importância econômica atrelada principalmente a sua composição nutricional, por auxiliar ajudando a prevenir doenças cardíacas e até câncer, além de outros inúmeros benefícios. (KNIGHT, 2002)

Com relação a produção, o Brasil ocupa a colocação de sexto maior produtor de abacate do mundo, e apenas o décimo sexto em área plantada, e isso significa uma produtividade de quase o dobro da média mundial. O motivo disso é a produção de abacate brasileira ser concentrada em variedades tropicais, ocasiona em frutos grandes que ganham mercado. Em relação a exportação o Brasil fica apenas em décimo sétimo, representando 0,26% do total mundialmente (TODA FRUTA, 2018; FAO, 2018; AGRIANUAL, 2020).

A produção brasileira um salto significativo de 36,12%, entre os anos de 2014 para 2018 e atingiu 235.788 toneladas em uma área de 14.331 ha. A produção brasileira está distribuída, nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul, 18 estados brasileiros e o Distrito Federal produzem a fruta, e se tratando da fruticultura brasileira, já sabe que a maioria da produção fica no mercado nacional. Os principais estados produtores são: São Paulo, Minas Gerais e Paraná, com respectivamente, 55,98%, 26,74% e 8,2% totalizando 90,92% da produção nacional de abacate.

As variedades mais comercializadas no Brasil hoje são originadas dos híbridos entre as raças Antilhana e Guatemalense: ‘Geada’; ‘Fortuna’; ‘Quintal’; ‘Breda’ e ‘Hass’. (IBGE, 2018; TODA FRUTA, 2018; AGRIANUAL, 2020). Com o passar dos anos, o incentivo por mudanças de hábitos mais saudáveis aferiu ao abacate maior visibilidade e seu histórico de consumo passou ser o “queridinho” da vida fitness. O consumo do abacate, por se tratar de uma fruta com muito benefícios para a saúde, o consumo mundial de abacate passou de 3,5 milhões de toneladas, em 2007, para 5,9 milhões de toneladas, em 2017, e o seu consumo médio aumento no Brasil de 600 gramas/habitante/ano, em 2016, para 900 gramas em 2018. Consumo ainda considerado pequeno e que ainda está muito atrás quando comparados com outros países. (BNET, 2011; ABPA, 2018, FAO, 2018).

b. Descrição da Planta

O abacateiro, é uma planta perene e frutífera de grande porte, com índice de desenvolvimento elevado, sua classificação mais aceita nos dias atuais é a citada por Williams oriunda de Malo (1978), a qual classifica como, pertencente à família das *Lauraceae* e ao gênero *Persea*. Dependendo do hábito de crescimento de cada variedade, as plantas de abacateiro não enxertadas podem atingir até 25 metros de altura. Quando ocorre a enxertia as plantas podem variar sua altura de 6 a 15 metros e sua largura de 6 a 13 metros. Dependendo também das condições edafoclimáticas da região e dos manejos culturais adotados. (MALO, 1978; KOLLER, 2002).

c. Biologia Floral

A flor do abacateiro é classificada como hermafrodita, por apresentar os órgãos masculinos e femininos, porém os órgãos sexuais apresentam épocas de maturidades diferentes (dicogamia protogínica). Devido a este fenômeno, a polinização de uma flor necessitaria do pólen de outra flor para que acontecesse a fecundação, contudo ainda existe outro fenômeno nas plantas de abacate que deixa ainda mais difícil a fecundação na mesma variedade. Reunindo então as variedades de abacate em dois grupos distintos, chamados de A e B (KOLLER 1992; 2002).

d. Dicogamia Protogínica

Devido à ocorrência de dicogamia protogínica, a propagação do abacateiro via processos vegetativos, é uma saída recorrente e tradicionalmente executada por enxertia. No Brasil utiliza-se como porta-enxerto plantas oriundas de sementes, o que, de acordo com Ben-YA'COV (1995) e GREGORIOU; ECONOMIDES (1992), provoca variabilidade genética das plantas e fenotípica no pomar. Levando em consideração o contexto de que os porta-enxertos induzem variabilidade e que eles, não se assemelham à planta mãe, considera-se que estes devem ser obtidos por processos vegetativos, a fim de manterem a homogeneidade do pomar e garantir a manutenção de suas características desejáveis.

e. Propagação

Na cultura do abacate suas formas de propagação podem ser das duas formas: sexuada ou assexuada. Levando em consideração e tendo conhecimento de que as mudas que serão formadas a partir de sementes - de forma sexuada – levarão mais tempo até a frutificação, somente após 6 anos, em contrapartida apresentam alta variabilidade genética, por ser oriunda de uma planta de polinização aberta, o que renderá plantas com origens e características distintas e não apenas da mãe. Esse método de propagação é bastante utilizado para quebra-vento, e para a formação de porta enxerto com sementes de abacates comum ou nominadas crioulas, pois são sementes grandes com bastante reserva e vigorosas (TEIXEIRA, 1991; SIMÃO, 1971).

f. Propagação Vegetativa – Clonal

Na forma assexuada o abacateiro é propagado pelos métodos de enxertia, mergulhia e estaquia, onde atualmente o método mais utilizado é a enxertia de garfagem, feito de maneira que são enxertados garfos de ponteiros semi-lenhosos ou semi-herbáceos sob porta enxertos que podem ser de sementes ou de propagação vegetativa. A importância

maior na propagação assexuada de porta-enxertos é que, quando são provindos de propagação vegetativa, as variedades tem resultados já firmados de qualidade como a resistência/tolerância a gomose, além de tolerância ao frio, a solos salinos, altas produtividades e nanismo (KOLLER, 2002).

O intuito inicial de propagar vegetativamente os abacates, foi para que fosse possível preservar as características de interessantes e procuradas para o melhoramento da cultura, como: precocidade, produtividade superior e obtenção de frutos de qualidade em menor tempo (PLATTE FROLICH, 1965; WHITSELL et al., 1989).

g. Técnicas de Propagação

Estacas estioladas - (crescimento na ausência de luz) para estimular a formação de raízes, técnica desenvolvida em 1937 e provou ser uma técnica útil para a propagação de espécies difíceis de enraizar como o abacateiro (GARDNER, 1937; KNIGHT; WITT, 1937; HARTMANN; KESTER, 1961). Frolich (1951) relatou pela primeira vez o sucesso do estiolamento no enraizamento de estacas de raças da Guatemala fisiologicamente maduras.

Outras pesquisas com metodologia de etiolação levaram ao desenvolvimento de uma técnica de enxerto duplo adequada para a produção comercial de árvores 'clonadas' (Frolich e Platt.). Os porta-enxertos clonais também podem ser produzidos por uma variação da técnica de estiolamento, geralmente com árvores maiores crescendo ao ar livre (WHITSELL et al., 1989).

Clonagem de porta-enxertos: A equipe do Brokaw Nursery em Ventura County, Califórnia, modificou e melhorou a clonagem.

Brotação e enxertia de viveiro: A propagação comercial inicial de abacates na Califórnia era feita principalmente por trabalhadores de viveiros de frutas cítricas que brotavam árvores cultivadas no campo e, quando eram de tamanho suficiente para o transplante, enrolavam e enrolavam as raízes em estopa. No início dos anos 1950, a produção de árvores cultivadas em contêiner enxertadas de ponta (fenda pequena) (WHITSELL et al., 1989) foi um grande passo à frente na propagação do abacate e a produção de árvores no campo foi interrompida.

Brotamento: Método mais antigo de propagação assexuada usado em viveiros comerciais de abacate. Ainda é usado quando a borbulha é escassa ou cara, limitada quando a casca escorrega facilmente do porta-enxerto. A taxa de sucesso não é tão alta quanto com o enxerto de fenda pequena.

Emenda ou enxerto de chicote: Técnica que envolve borracha típico frequentemente usado para a propagação de mudas de abacate usados para propagar mudas de abacate. Essa técnica é relativamente lenta, mas fornece uma combinação segura de porta-enxerto e copa e, portanto, é útil para usar no primeiro desenvolvimento de habilidades de enxerto

Enxerto de casca: Um método em que mudas são inseridas atrás da casca na camada de câmbio do toco, é o método mais fácil de trabalhar no topo. A casca do toco deve deslizar prontamente da madeira antes do início da operação de enxerto, pois isso é um sinal de que o câmbio está crescendo ativamente

Na segunda metade do século 20, trabalhadores de viveiros e cientistas em todo o mundo criaram novas técnicas de propagação para a indústria relativamente jovem de abacate. O desenvolvimento de tecnologia para clonar porta-enxertos foi crucial em uma indústria que estava sendo devastada pela podridão das raízes de *Phytophthora*. A pesquisa para desenvolver métodos mais eficientes de produção e transporte de porta-enxertos clonais está em andamento, com resultados significativos relatados no período de 1995 a 2001 (HOFSHI, 1996; ERNST, 1999; ROE; MODIBA, 2000).

Willingham et al., (2001) e seus colaboradores avistam que esses avanços estão levando a uma ênfase maior na necessidade de clonagem de porta-enxertos em uma base de produção em massa para atender à demanda prevista por árvores superiores.

h. Marcadores Moleculares

Dentre as ferramentas que podem ser utilizadas no melhoramento genético estão os marcadores moleculares – snp-, método rápido e eficaz para estudos genômicos das culturas, uma vez que detectam o polimorfismo diretamente ao nível do DNA sem influência ambiental (SOUZA, 2001). O abacate é diploide, e um número de cromossomos haploides de 12 (DARLINGTON; WYLIE, 1945). Para uma resposta de maior eficiência do melhoramento de árvores, são necessários milhares de marcadores genéticos distribuídos por todo o genoma. Polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs) são adequados para esse propósito. Por serem facilmente projetados a partir de conjuntos de genomas disponíveis, O DNA suficiente de uma única folha de uma planta pode ser obtido para permitir a genotipagem com centenas de marcadores SNP. (BARABASCHI et al., 2016; MAMMADOV et al., 2012).

Com base nesse polimorfismo, consegue-se realizar inferências sobre as relações entre o genótipo e o fenótipo dos indivíduos, o que em última análise permite aumentar a eficiência dos programas de melhoramento.

Entre as diferentes classes de marcadores moleculares, os microssatélites, também denominadas SSR, são os preferidos para aplicações e estudos genéticos no melhoramento de plantas, principalmente devido a sua natureza multialélica, herança codominante e transferibilidade entre espécies (DECROOCQ et al., 2003;).

A última onda de inovações tecnológicas representa uma verdadeira revolução, o ato de identificar e genotipar marcadores SNP de maneira massal. Chips de DNA de alta densidade foram criados para genotipar de dezenas de milhares em um único ensaio.

Os marcadores de polimorfismo de nucleotídeo único (SNP) se consolidou como a melhor escolha envolvendo marcadores em estudos de genética, por suas abrangentes formas de uso. Tem objetivo de mapeamento de ligação, a análise de loci de características quantitativas, estudos de associação, seleção assistida por marcador ou seleção genômica. Dentre as vantagens dos SNPs, incluem o grande número de marcadores que podem ser gerados e com um custo reduzido. (VIGOROUX et al., 2002)

Os marcadores adiantam o serviço e para culturas lenhosas se torna uma vantagem uma vez que sua aplicação reduziria significativamente o tempo e o custo dos programas de melhoramento. Redirecionando os marcadores para a cultura do abacate, embora numerosos programas de melhoramento genético estejam se beneficiando de novas abordagens de genotipagem molecular, esses avanços são mais lentos na maioria das espécies lenhosas perenes e, especialmente, em culturas de frutas tropicais e subtropicais, uma vez que, na maioria dos casos, nenhuma informação genômica significativa anterior está disponível. (LAVI et al., 1994).

Os marcadores que vem sendo utilizados nos programas de melhoramento de SNP (PCA, Neighbor-Joining, ADMIXTURE, STRUCTURE e DAPC) As plataformas para genotipagem SNP utilizadas tem sido - Fluidigm EP1™, hip Illumina SNP, SNP Infinium II 6000 chip.

Os estudos iniciais de marcadores para abacateiro, foram desenvolvidos, incluindo SNPs de resequenciamento direcionado e marcadores microssatélites (GE et al. 2019). O primeiro conjunto de marcadores genéticos de abacate com base na variação do polimorfismo de nucleotídeo único (SNP) em genes expressos foi com o sequenciamento de RNA usado para construir uma transcrição de referência de 'Hass', que é tido como

cultivar de abacate mais amplamente cultivado em todo o mundo, e para identificar SNPs pelo alinhamento de sequências de RNA dos pais da população de mapeamento para o transcriptoma de 'Hass'. Este estudo fornece uma ferramenta genômica para a comunidade do abacate que pode ser usada para avaliar a diversidade genética do germoplasma do abacate em todo o mundo e para otimizar os programas de melhoramento e seleção do abacate, complementando os métodos tradicionais de melhoramento com abordagens moleculares, aumentando assim a eficiência do melhoramento genético do abacate.

Diferentes tipos de marcadores genéticos têm sido utilizados no abacate para impressão digital de genótipos, análises de paternidade, diversidade e estudos filogenéticos, construção de mapas de ligação e triagem de características de interesse. Os trabalhos iniciais incluíam minissatélites, número variável de repetições em série (VNTRs), DNA polimórfico amplificado aleatoriamente (RAPDs) e polimorfismo de comprimento de fragmento de restrição (RFLPs). Mais recentemente, as Repetições de Sequência Única (SSRs), que são codominantes e altamente polimórficas, facilitando o estudo das relações intraespecíficas e da diversidade, foram desenvolvidas especificamente em abacate e usadas para impressões digitais e análises de diversidade.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A propagação do abacateiro de maneira sexuada acarreta em plantas com variabilidade genética, mas que só iniciam sua frutificação após completarem 6 anos. Sendo a propagação de maneira assexuada, as variedades tem resultados de resistência a gomose, sendo essa, a principal doença da cultura do abacateiro. O melhoramento genético utiliza dos marcadores moleculares para estudos genômicos, identificando o polimorfismo ao nível de DNA.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2020: **Anuário da Agricultura Brasileira**. 25.ed. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 416 p. 2020.

BARABASCHI D.; TONDELLI A.; DESIDERIO F.; VOLANTE A.; VACCINO P.; VALE G.; CATTIVELLI L. Criação de última geração. **Plant Sci**, v. 242, p. 3-13, 2016.

BARWICK, M. **Tropical & Subtropical trees: An Encyclopedia**. Timber Press, Portland, Oregon, USA, 2004, 484 p.

BEN-YA'ACOV, A.; MICHELSON, E. Avocado rootstocks. **Horticultural reviews westport then New York**, v. 17, p. 381-429, 1995.

BNET. Research and Markets: Avocado Consumption in the European Union has Increased Significantly over the Last Ten Years. Disponível em: http://findarticles.com/p/articles/mi_m0EIN/is_2005_August_4/ai_n14862320. Acesso em: 15 dez. 2020.

DARLINGTON, C. D.; WYLIE, A. P. **Chromosome atlas of flowering plants**, 519 p., 1956.

DECROOCQ, V.; FAVÉ, M.; HAGEN, L.; BORDENAVE, L.; DECROOCQ, S. Development and transferability of apricot and grape EST microsatellite markers across taxa. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 106, n. 5, p. 912-922, 2003.

DONADIO, L. C. **Abacate para exportação: aspectos técnicos da produção**. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria de Desenvolvimento Rural, SDR, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais--FRUPEX, MAPA, 53 p.,1995.

DONADIO, L. C.; FERRARI, L. AVILÉS, T. C. Abacate. In: DONADIO, L. C. (Ed). História da Fruticultura Paulista. Jaboticabal: SBF – **Sociedade Brasileira de Fruticultura**, p. 33-63, 2010.

FAO. **FAOSTAT, 2018**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 12 dez. 2020

FIEDLER, J., BUFLER, G. & BANGERTH, F. Relações genéticas do abacate (Persea americana Mill.) Usando marcadores RAPD. **Euphytica**, v. 101, p. 249-255, 1998).

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION. **Statistics database**. Disponível em: <http://www.fao.org/statistics/en/>>. Acesso em: 14 dez. 2020.

FURNIER, G. R.; CUMMINGS, M, P.; CLEGG, M, T. Evolução dos abacates conforme revelado pela variação do sítio de restrição do DNA. **J Hered**, v. 81, p. 183-188, 1990.

GE, Y.; ZHANG, T.; WU, B.; TAN, L.; MA, F.; ZOU, M.; CHEN, H.; PEI, J.; LIU, Y.; CHEN, Z.; XU, Z. Avaliação do genoma de germoplasma de abacate determinada a partir do sequenciamento de fragmentos amplificados de comprimento específico e transcriptomas: estrutura populacional, diversidade genética, identificação e aplicação de marcadores específicos de raça. **Genes**, v. 10, n. 3, p. 215, 2019.

GOEDERT, C.O. Histórico e avanços em recursos genéticos no Brasil. In: NASS, L.L. (Ed.). Recursos genéticos vegetais. **Brasília: Embrapa**, 2007. p. 23-60.

GREGORIOU, C.; ECONOMIDES, C. V. Performance of Ettinger, Fuerte and Hass cultivars of avocados on two rootstock in Cyprus. **California Avocado Society Year-book**, v. 75, p. 87-92, 1992.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**, Rio de Janeiro: IBGE, 2018, Disponível em: ibge.gov.br>. Acesso em: 15 dez, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Disponível em: www.ibraf.org.br>. Acesso em: 14 dez. 2020.

KNIGHT, R. J. J. R. History, distribution and uses. In: WHILEY A. W.; SCHAFFER, B.; WOLSTENHOLEME, B. N. (Eds.). **The Avocado: botany, production and uses**. CABI, 2002. p. 1-14.

KOLLER, O. C. Abacate: **Produção de Mudanças, instalação e manejo de pomares, colheita e póscolheita**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. 145p.

KOLLER, O. C. **Abacaticultura**. Porto Alegre, UFRGS, 1992. 138p.

LEITE, J. B. V. **Coleções de fruteiras e sua importância para o melhoramento genético**. Disponível em: www.todafruta.com.br>. Acesso em: 15 dez. 2020.

MALO, S. E. **A cultura do abacateiro**. In: Simpósio sobre abacaticultura. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, 1-15 p. 1978.

MAMMADOV, J.; AGGARWAL, R.; BUYRARAPU, R.; KUMPATLA, S. SNP markers e seu impacto no melhoramento de plantas. **Int J Plant Genomics**, p. 1-11, 2012.

MARANCA, G. **Fruticultura comercial: manga e abacate**. 5.ed. São Paulo: Nobel, 2018, p. 138.

SIMÃO, S. **Manual de Fruticultura**. Editora Agronômica. São Paulo: Ceres, 1971, 530 p.

SOUZA, A. P. Biologia molecular aplicada ao melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELLO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação, 2001. p. 939-965.

TEIXEIRA, C. G.; BLEINROTH, E. W.; CASTRO, J. V.; MARTIN, Z. J.; TANGO, J. S.; TURATTI, J. M.; LEITE, R. S. S. F.; BRITO, G. Cultura. In: ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos (Campinas). **Abacate: Cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, (Frutas Tropicais), 1991. 250 p.

THE AVOCADO: botany, production, and uses / edited by A.W. Whiley, B.Schaffer, and B.N. **Wolstenholme**.

TODA FRUTA. **O abacate no mundo, no Brasil e na CEAGESP de São Paulo**. Disponível em: <<https://www.todafruta.com.br/wp-content/uploads/2018/08/ABACATE-4.pdf>>. Acesso em: 15 de dez. 2020.

VIGOUROUX, Y.; JAQUETH, J. S.; MATSUOKA, Y.; SMITH, O. S.; BEAVIS, W.D.; SMITH, J. S. C.; DOEBLEY, J. Rate and pattern of mutation at microsatellite loci in maize. **Molecular Biology and Evolution**, v. 19, n. 8, p. 1251-1260, 2002.

WILLIAMS, L. O. The botany of the avocado and its relatives. Proceedings of the First International Tropical Fruit Short Course: **The Avocado**, p. 9-15, 1976.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS EFEITOS EM PLANTAS DE CLIMA TEMPERADO

Andressa Kamila Souza Alves¹, Gabriel Gustavo Ferraro de Andrade Pessoa², Érico dos Anjos Dantas², Josevan de Andrade Silva², Lídia do Nascimento Cavalcante¹, José Rayan Eraldo Souza Araújo², Joel Marx Gomes de Lima²

¹Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa-MG, e-mail: andressak.agro@gmail.com

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

RESUMO

As modificações climáticas causadas pela atividade humana estão aumentando significativamente nas últimas décadas. Mudanças climáticas previstas há poucos anos, já vem sendo verificadas, com isso, é observado um significativo aumento na temperatura global e o derretimento de geleiras, fazendo com que o nível do mar aumente. Nesse sentido, reunir informações sobre os impactos que as mudanças climáticas causam na agricultura, e as principais perspectivas e soluções para essas oscilações climáticas são ações que contribuem para adoção de melhores estratégias de manejo das culturas de clima temperado. Assim, objetivou-se realizar um levantamento bibliográfico sobre os principais impactos que as mudanças climáticas causam na agricultura, e sua relevância na balança comercial. Os resultados analisados indicam que um dos setores mais afetados pela alteração das condições climáticas é a agrícola, pois, depende diretamente da precipitação e temperatura, no qual as condições ambientais são o pilar para produção agrícola. Sendo a fruticultura destaque no Brasil, as plantas temperadas representam 7,5% da produção total de frutas. Com isso, é necessário a utilização de estratégias para adaptação a essas oscilações como o ajuste das datas do plantio e colheita, aumento no uso da irrigação e o melhoramento genético. As mudanças climáticas influenciam nos aspectos como a fisiologia das plantas e incidência de pragas e doenças.

PALAVRAS-CHAVE: Adversidade Climática, Impactos na Agricultura, Temperatura

1. INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial, que teve início em meados de 1760, também iniciaram as modificações climáticas causadas pela atividade humana, que estão aumentando significativamente nas últimas décadas. Registros do passado informam que já ocorreram mudanças globais muito pesadas e está passível de acontecer novamente, por causa das atividades desenfreadas, levando a um adiantamento de cenários previstos para um futuro mais distante (ALLEY, 2005).

Eventos associados a mudanças climáticas previstos há poucos anos, já vem sendo verificado com o passar dos anos. Com isso, eventos como um significativo aumento na temperatura global, tanto do ar quanto dos oceanos e o derretimento de geleiras fazendo com que o nível do mar aumente já vem sendo notado com maior intensidade (IPCC, 2007). De fato, as mudanças climáticas são responsáveis diretamente pelo aumento da temperatura média da superfície terrestre, de modo a desencadear uma série de desordens, como por exemplo, as alterações no ciclo hidrológico.

Com um planeta mais quente, ocorrerão mudanças na quantidade, intensidade, frequência e tipo de precipitação, além do aumento da quantidade de vapor d'água na

atmosfera, influenciando assim na umidade do ar. Soma-se a esse cenário, impactos na circulação atmosférica, que podem causar mudanças na velocidade do vento (ZHANG et al., 2017).

Esses eventos climáticos conseguem impactar também e de forma significativa o suprimento de alimentos populacional, gerando ainda mais um desafio, em relação à crescente demanda por alimentos causada consequentemente pelo crescimento da população humana.

Mediante a importância de compreender o quanto as mudanças climáticas afetam a agricultura, esse trabalho objetivou realizar um levantamento bibliográfico para reunir informações de pesquisas científicas sobre os principais impactos que as mudanças climáticas causam na agricultura, e as principais perspectivas e soluções para essas oscilações climáticas, visando assim, subsidiar adoção de melhores estratégias de manejo das culturas de clima temperado.

2. DESENVOLVIMENTO

a. Mudanças Climáticas - Impactos na agricultura

A prática da agricultura é uma atividade que é afetada e está diretamente ligada as questões do clima, pois em consequência disso, toda e qualquer alteração no mesmo podem refletir em sérios problemas, no âmbito socioeconômico de uma cidade, região ou país (LIMA, 2001). A agricultura é bastante ameaçada pelas adversidades climáticas, levando em consideração que o clima influencia em todas as etapas de uma lavoura.

Desde o plantio, passando pelo desenvolvimento da cultura até a fase final do ciclo, a colheita. Além desses pontos citados, outros aspectos como a fisiologia das plantas, a fertilidade do solo, incidência de pragas e doenças, salinização do solo e erosão são também afetados diretamente pelas mudanças climáticas (WIEN, 2007).

Temperaturas altas ou baixas, período de chuvas, tempo de luminosidade diária são fatores que afetam a distribuição geográfica de culturas em todo o mundo. Alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos relacionando a elevação do nível de CO₂ com o crescimento e desenvolvimento da planta, mesmo que haja diferença entre grupo de espécies. Alguns pontos observados incluem maior eficiência no uso de nutrientes como água e nitrogênio pelas plantas (THOMPSON; DRAKE, 1994), bem como o aumento da taxa fotossintética, onde a taxa de transpiração por unidade foliar decresce, enquanto em algumas plantas a taxa de transpiração total aumenta, devido a uma maior área foliar (JWA; WALLING, 2001; LI et al., 2003).

Um dos setores mais afetados pela alteração das condições climáticas é o setor agrícola, uma vez que depende diretamente de precipitação e temperatura, onde mesmo com os avanços tecnológicos em todos os segmentos da agricultura, as condições ambientais são o pilar principal para a produção agrícola (DESCHÊNES; GREENSTONE, 2007; FISHER et al 2009). Alguns fenômenos relacionados ao clima e de difícil previsibilidade em médio e longo prazo, como secas, geadas e excesso de chuva aumentam consideravelmente os riscos que a atividade agrícola possui (GOUVÊA, 2008).

Por outro lado, culturas mais resistentes a temperaturas mais elevadas poderão ser beneficiadas. Algumas culturas que atualmente sofrem danos com o frio e com geadas, o aumento térmico poderá trazer condições favoráveis (PINTO et al., 2003).

Trazendo para a área de solos, em função das mudanças climáticas pode acarretar em alteração do equilíbrio físico, químico e biológico do solo. A reciclagem de nutrientes sofre bastante influência do clima, que pode acelerar de acordo com a temperatura.

Fixação de nitrogênio, acidificação do solo e perdas de nitrogênio por escoamento superficial são alguns dos processos que sofrem alterações devido ao clima (SIQUEIRA et al, 2001).

As partes químicas, físicas e biológicas do solo, podem ter seu equilíbrio alterado por mudanças climáticas. Um exemplo é a decomposição de matéria orgânica que aumenta de acordo com o aumento da temperatura.

A relação entre o ambiente e as pragas e doenças de plantas estão bastante associadas, devido ao ambiente ter influência direta no crescimento e desenvolvimento da planta, e na sua suscetibilidade aos ataques de patógenos, multiplicação e sobrevivência.

A determinação dos entraves que afetam a agricultura, incluindo os feitos das mudanças climáticas sobre os insetos praga e fitopatógenos, apresentou rápido progresso na última década, revelando um alto nível de complexidade científica. Observa-se que as mudanças na distribuição de plantas, taxas de crescimento e bioquímica mediadas por essas mudanças de clima provavelmente terão um impacto maior na dispersão e disseminação de insetos e patógenos em comparação com os impactos diretos das mudanças climáticas. Assim, é necessário o desenvolvimento constante de pesquisas para entender melhor essas interações (TREBICKI et al., 2017).

Diante das alterações climáticas, traz a necessidade de pesquisas mais aprofundadas para alterar o manejo de pragas e doenças, buscando novos métodos de controle químicos e biológicos para diminuir o efeito sobre as culturas (CHAKRABORTY, 2001).

Alguns organismos que possuem interação com o patógeno e com a planta podem ser afetados pelas mudanças no clima, onde doenças que necessita de insetos ou de outros vetores podem sofrer uma redistribuição geográfica, que será resultado de uma interação entre o ambiente, a planta, o patógeno e o vetor (SUTHERST et al, 1998).

b. Plantas de Clima Temperado

Quando falando de clima temperado, estamos falando do único clima que tem as 4 estações (primavera, verão, outono e inverno) bem definidas e possui temperaturas mais amenas. A plantas que se destacam no país como de climas temperado em sua maioria são as frutíferas. O Brasil se encontra como o terceiro maior produtor de frutas, produzindo aproximadamente 40 milhões de toneladas/ano.

Neste contexto, segundo o IBGE 2009, a produção de frutas de clima temperado representa apenas 7,5% do total produzido, porém, são responsáveis por 37% do total de exportação de frutas do país, mostrando a importância da fruticultura de clima temperado para manter a balança comercial positiva. Mesmo que com uma área inferior em relação às espécies de clima tropical e subtropical, as frutas de clima temperado têm uma importância socioeconômica destacada em diversas regiões do Brasil.

E como as fruteiras de clima temperado foram afetadas com as adversidades climáticas ocasionadas no decorrer dos últimos anos? De maneira bem simplória a necessidade das fruteiras de clima temperado são a exigência em temperaturas médias para um bom crescimento e desenvolvimento, que com o aumento das temperaturas se torna um empecilho significativo.

c. Perspectivas e Soluções - Mudanças climáticas

As principais estratégias, ajustes em datas de plantio e colheita, aumento no uso da irrigação, priorizar conservação do solo e áreas de reservas e o mais importante, o melhoramento genético, por meio de desenvolvimento de cultivares mais resistentes a seca e a temperaturas elevadas.

Pesquisa em biotecnologia tendem a entrar cada vez mais em pauta no agronegócio de Norte a Sul do País. A busca de genes que aumentam a tolerância das plantas deve resultar em variedades mais resistentes às mudanças climáticas.

Olhando para os tópicos abordados anteriormente, é possível visualizar que não se trata de um trabalho individual e sim em conjunto de vários profissionais, como geógrafos, especialistas em solo, em pragas e doenças, em meteorologia, especialistas em culturas para que juntos, consigam desenvolver pesquisas em busca da mitigação desses efeitos sobre a agricultura.

Algumas ações devem ser adotadas visando a redução da emissão dos GEE (Gases de Efeito Estufa) e sequestro de carbono da atmosfera nos ecossistemas terrestres (SMITH et al., 2008). Medidas como manejo adequado do solo visando o mínimo revolvimento, sistema de rotação de culturas fazem com que tenha um maior acúmulo de nutrientes no solo, com isso um aumento no estoque de C emitindo menos carbono para a atmosfera (LAL et al., 2007; CARVALHO et al., 2010); redução da emissão de metano pelos ruminantes através da alteração na dieta alimentar do animal, onde a presença de aditivos alimentares ou componentes presentes no alimento favorecem a mudança na fermentação ruminal conseguindo reduzir a emissão de metano (VOLTOLINI et al., 2009; PEDREIRA; PRIMAVESI, 2011).

O manejo de florestas que visa garantir uma área coberta por vegetação, fazendo com que grande parte da diversidade vegetal local seja mantida bem como a aplicação de florestas manejadas, onde são plantadas para exploração comercial, porém trazem o equilíbrio do ciclo hidrológico e da retenção de C da atmosfera (PEREIRA et al., 2001; SÁ et al., 2011); desenvolvimento de variedades resistentes a seca e a altas temperaturas através do melhoramento genético, pensando em cenários futuros do clima, será de extrema importância (ANGELOTTI et al., 2010), chamando a atenção para a escolha do melhor local para instalação de ensaios, buscando regiões com climas mais quentes (BUTTERWORTH et al., 2010), voltando a atenção ao semiárido brasileiro, território que abriga espécies vegetais que se adaptaram ao estresse hídrico, as altas temperaturas do local e a solos salinos, formando um potencial banco genético por apresentar uma temperatura média na faixa de 25 °C.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças climáticas influenciam nos aspectos como a fisiologia das plantas e incidência de pragas e doenças. A fruticultura de clima temperada apresenta importância econômica no Brasil, mesmo apresentando menor produção em comparação a subtropical e tropical. A manutenção da cobertura vegetal em áreas de produção agrícola é uma estratégia de manejo para preservação do solo e minimiza os efeitos acarretados pelas oscilações climáticas.

REFERÊNCIAS

ALLEY, R. B. Mudança climática brusca. **Scientific American Brasil**, n. 12, p. 8-15, 2005.

ANGELOTTI, F.; PETRERE, V. G.; TEIXEIRA, A. H. C.; SÁ, I. B.; BESERRA, M. S. Cenários de Mudanças Climáticas para o Semiárido brasileiro. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. (Org.). **Semiárido brasileiro: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação**. Petrolina: **Embrapa Semiárido**, v. 1, p. 160-197, 2010.

BUTTERWORTH, M. H.; SEMENOV, M. A.; BARNES, A.; MORAN, D.; WEST, J. S.; FITT, B. D. L. North–South divide: contrasting impacts of climate change on crop yields in Scotland and England. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 7, n. 42, p. 123-130, 2010.

CARTER, C.; CUI, X.; GHANEM, D.; MÉREL, P. Identifying the economic impacts of climate change on agriculture. **Annual Review of Resource Economics**, v. 10, p. 361-380, 2018.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R.; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 277-290, 2010.

CHAKRABORTY, S. Effects of climate change. In: WALLER, J. M. L.; WALLER, S. J. (Ed.). **Plant pathologist's pocketbook**. Wallingford: CAB International, 2001. p. 203-207.

DÊSCHENES, O; GREENSTONE, M. The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. **The American Economic Review**, v. 97, n. 1, p. 354-385, 2007.

GOUVÊA, J. R. F. **Mudanças climáticas e a expectativa de seus impactos na cultura da cana-de-açúcar na região de Piracicaba, SP**. 2008. 98 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

JWA, N. S.; WALLING, L. L. Influence of elevated CO₂ concentration on disease development in tomato. **New Phytologist**, v. 149, n. 3, p. 509-518, 2001.

LAL, R.; FOLLETT, R. F.; STEWART, B. A.; KIMBLE, J. M. Soil Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change and Advance Food Security. **Soil Science**, v. 172, n. 12, p.943-956, 2007.

LI, F.; KANG, S.; ZHANG, J.; COHEN, S. Effects of atmospheric CO₂ enrichment, water status and applied nitrogen on water- and nitrogen-use efficiencies of wheat. **Plant and Soil**, v. 254, n. 2, p. 279-289, 2003.

LIMA, M. A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. (Ed.), Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, v. 1000, p. 1-9, 2001

PEDREIRA, M. S.; PRIMAVESI, O. **Quantificação das emissões e nutrição para redução da produção de metano por bovinos**. In: LIMA, R. C. C.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P. (Org.). Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro. 146 ed. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011, v. 1, p. 131-144.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; COSTA, J. R. M.; DIAS, J. M. Regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste Paraibano. **Acta Botânica Brasilica**, v.15, n. 3, p. 413-426, 2001.

PIDGEON; FISCHHOFF. The role of social and decision sciences in communicating uncertain climate risks. **Nature Climate Change**, v. 1, n. 1, p. 35-41, 2011.

PINTO, H. S.; ASSAD, E. D., ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. Variabilidade climática. In: HAMADA, E. (Org.). **Água, agricultura e meio ambiente no estado de São Paulo: Avanços e desafios**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2003. Cap. I.

SÁ, I. B.; DRUMOND, M. A.; CUNHA, T. J. F.; TAURA, T. A. Manejo florestal na Chapada do Araripe: uma técnica de combate à desertificação. In: **Simpósio de mudanças climáticas e desertificação no semiárido brasileiro**, Juazeiro, 2011.

SIQUEIRA, O. J. W.; STEINMETZ, S.; SALLES, L. A. B. Efeitos potenciais das mudanças climáticas na agricultura brasileira e estratégias adaptativas para algumas culturas. In: LIMA, M. A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 33-64.

SMITH, P.; FANG, C.; DAWSON, J. J.; MONCRIEFF, J. B. Impact of global warming on soil organic carbon. **Advances in agronomy**, v. 97, p. 1-43, 2008.

SUTHERST, R. W.; INGRAM, J. S. I.; SCHERM, H. Global change and vector-borne diseases. **Parasitology Today**, v. 14, n. 8, p. 297-299, 1998.

TREBICKI, P.; DÁDER, B.; VASSILIADIS, S.; FERERES, A. Insect-plant-pathogen interactions as shaped by future climate: effects on biology, distribution, and implications for agriculture. **Insect Science**, v. 24, n. 6, p. 975-989, 2017.

VOLTOLINI, T. V.; MOREIRA, J. N.; SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; ARAÚJO, G. G. L.; NOGUEIRA, D. M.; SANTOS, B. R. C. Alimentos energéticos em rações para caprinos em crescimento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 2, p. 302-310, 2009.

WIEN, H. C. Crops and environmental change: an introduction to effects of global warming, increasing atmospheric CO₂ and O₃ concentrations, and soil salinization on crop physiology and yield. **HortScience**, v. 42, n. 7, p. 1749-1749, 2007.

ZHANG, P.; ZHANG, J.; CHEN, M. Economic impacts of climate change on agriculture: The importance of additional climatic variables other than temperature and precipitation. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 83, p. 8-31, 2017.

VARIABILIDADE TEMPORAL DA PRODUÇÃO DE MILHO EM AROEIRAS, SEMIÁRIDO DA PARAÍBA

José Rayan Eraldo Souza Araújo^{1*}, João Henrique Barbosa da Silva¹, Denize da Silva Moreira², Lucas Firmino da Silva Medeiros¹, José Kennedy do Nascimento Ribeiro³, Luana Kesley Nascimento Casais³, Rilbson Henrique Silva dos Santos³, Eryadison Flávio Bonifácio de Araújo¹

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

²Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Lagoa Seca-PB

³Universidade Federal do Agreste Pernambucano – UFAPE, Garanhuns-PE

RESUMO

O cultivo do milho é observado em diferentes regiões do mundo, apresentando expressiva importância econômica. A produção agrícola aumentou significativamente, sendo o milho uma das principais *commodities*. No Nordeste brasileiro os eventos de seca são um obstáculo para aumento da produtividade. Nesse sentido, objetivou-se nesse estudo analisar as variações produtivas da cultura do milho no município de Aroeiras, Semiárido da Paraíba, no período de 2000-2019. Os dados de produção foram obtidos do banco de dados da Produção Agrícola Municipal do IBGE, utilizando-se o Sistema de Recuperação Automática (SIDRA), e submetidos e análise de componentes principais (ACP). Os resultados evidenciaram variabilidade anual da produção de milho, refletida em oscilação das variáveis analisadas. A produtividade máxima obtida para essa cultura foi de 700 kg.ha⁻¹ no ano de 2008. As condições de alta variabilidade climática no Semiárido, torna a cultura do milho com baixo rendimento de grãos. A ocorrência de secas prolongadas e baixo grau de tecnificação são os principais entraves para aumento da produção e produtividade da cultura em Aroeiras.

PALAVRAS-CHAVE: Seca, semiárido brasileiro, *Zea mays*

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é originária da América Latina, mais precisamente do México. O cultivo do cereal é observado em diversas regiões do mundo (ARTUZO et al., 2019). Apresenta grande importância econômica no cenário agrícola, marcado pelas diversas formas de utilização, como a alimentação humana e animal, consumo *in natura*, e a produção de uma diversidade de produtos industrializados, sendo essa uma das principais culturas produzidas no Brasil.

O milho representa uma parcela significativa do mercado mundial de grãos, sendo o cereal mais produzido no mundo (SOUZA et al., 2017). A cultura do milho apresenta expressiva importância econômica no Brasil devido a sua grande área cultivada e seu valor nutricional. A agricultura brasileira é praticada em áreas com diferentes condições produtivas. O Brasil é detentor de diferentes paisagens e clima, oferecendo condições de cultivo a inúmeras culturas agrícolas (ARTUZO et al., 2019).

Havendo uma demanda por maiores produtividades de grãos (SIQUEIRA et al., 2018). A produção agrícola aumentou significativamente, sendo o milho uma das

principais *commodities*. Em 20 anos, a produção de milho cresceu 193,55%, assim como a área de exploração que obteve um acréscimo de 45,79% no Brasil (ARTUZO et al., 2019).

No Nordeste brasileiro a seca é um dos obstáculos para as populações desta região (BATISTA et al., 2018). O clima da região é um fator que afeta o crescimento da cultura do milho (FRANCISCO et al., 2017). O Brasil apresenta extensas áreas de produção de milho, ambas submetidas em diferentes condições ambientais, gerando diferentes produtividades (ARTUZO et al., 2019; BATISTA et al., 2018). Sendo a seca um dos limitantes do aumento da produção agrícola, tornando um desafio para segurança alimentar mundial (BERNINE et al., 2020).

O Semiárido do Brasil (SAB), é caracterizado por uma exploração agrícola em regime de sequeiro (CARTAXO et al., 2019; SILVA et al., 2020). Sendo o milho um dos cereais mais importantes economicamente dessa região, entretanto, sofre com a instabilidade no seu cultivo (LOPES et al., 2019a). A ocorrência de eventos de sazonalidade pluviométrica no Semiárido acarreta em limitações para produção agrícola. Uma das limitações agrícolas no SAB é a pouca disponibilidade de água, que é influenciada pelas incertezas climáticas (BATISTA et al., 2018). Acarretando em perdas parciais ou totais no setor agrícola, que é praticamente de subsistência (RODRIGUES et al., 2019; XAVIER et al., 2020).

A produção de milho, cultura que movimenta a economia do SAB sofre instabilidade de cultivo, causada, principalmente, pela condicionante climática e hídrica (LOPES et al. 2019a). Nesse sentido, esse estudo objetivou analisar as variações produtivas da cultura do milho no município de Aroeiras, Semiárido da Paraíba, no período de 2000-2019, buscando-se assim, diagnosticar localmente a dinâmica dessa cultura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no município de Aroeiras, interior da Paraíba, que tem na produção de milho um dos principais pilares das suas atividades agrícolas (FERREIRA NETO et al., 2012). Aroeiras ocupa uma área de 376,118 km² e está localizada no agreste do estado da Paraíba, pertencendo aos domínios do Semiárido Brasileiro. Possui uma população estimada de 19.116 habitantes (IBGE, 2020). Os solos presentes no município são classificados como Neossolos, Luvisolos e Latossolos.

Para a obtenção das informações referentes a produção de milho no município de Aroeiras, utilizou-se como fonte o banco de dados da Pesquisa Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para tanto, utilizou-se o Sistema de Recuperação Automática (SIDRA, 2021). Quatro variáveis relacionadas à produção de milho foram utilizadas: (a) área plantada em hectares (ha); (b) área colhida em hectares (ha); (c) produtividade em quilogramas por hectare (kg/ha) e (d) quantidade produzida em toneladas(t).

Os dados foram submetidos a Análise de Componentes Principais (ACP), utilizando-se o pacote “factoextra” para a sua produção. Essa análise foi realizada com o uso do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam elevada variabilidade produtiva nos parâmetros de produção de milho no município de Aroeiras, Paraíba (Tabela 1). A cultivo do milho no município de Aroeiras é quase que em sua totalidade realizado em regime de sequeiro, o que acarreta em grande vulnerabilidade da cultura às intempéries climáticas anuais. As oscilações na produção agrícola em regime de sequeiro são comuns, principalmente em municípios inseridos no SAB (SANTOS et al., 2021). Destaca-se ainda, que a produção agrícola de Aroeiras é pautada em pequenos agricultores que utilizam pouca ou nenhuma tecnificação, comprometendo a obtenção de altas produtividades.

A produção agrícola no Semiárido enfrenta dificuldades para alcançar altos índices de produtividade. O que pode ser explicado pela irregularidade das chuvas, que podem acarretar em secas prolongadas e chuvas excessivas (LOPES et al., 2019a). O SAB apresenta limitações quanto à sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos (CARTAXO et al., 2019).

Tabela 1. Variáveis de produção de milho no município de Aroeiras, Paraíba, durante o período de 2000 a 2019¹.

Ano	Área Plantada (ha)	Área Colhida (ha)	Produtividade (kg.ha ⁻¹)	Produção (t)
2000	600	500	300	150
2001	1000	600	400	240
2002	600	600	50	30
2003	900	900	400	360
2004	800	800	300	240
2005	800	800	300	240
2006	800	800	300	240
2007	480	480	400	192
2008	800	800	700	560
2009	800	800	400	320
2010	400	400	100	40
2011	1400	1000	336	336
2012	1000	300	100	30
2013	800	800	350	280
2014	850	850	180	153
2015	500	400	200	80
2016	800	200	100	20
2017	900	520	400	208
2018	780	400	400	160
2019	500	100	130	13

Fonte: IBGE

A área plantada com a cultura do milho variou de 1400 hectares no ano de 2011 a 400 hectares em 2010 (Tabela 1). Essa variação pode ocorrer devido o SAB ser atingido por eventos de seca (LOPES et., 2019b). Normalmente a semeadura do milho em Aroeiras é realizada entre os meses de janeiro a abril, a depender do regime de chuvas local. Pequenos agricultores nordestinos ainda fazem o acompanhamento do clima de

maneira arcaica, de modo que bons índices de chuva no período de plantio já estimulam o aumento da área plantada, mesmo que não se tenha certeza que bons índices pluviométricos perdurem (BATISTA et al., 2018; SANTOS et al., 2021). Uma vez que a agricultura um dos pilares do sistema produtivo neste município, é necessário subsídios climáticos para a determinação das datas ideais de implantação da lavoura (BATISTA et al., 2018; CARTAXO et al., 2019).

Fatores como o ataque de pragas e seca podem levar a uma discrepância entre a área plantada e colhida de uma cultura (SANTOS et al., 2021). Em Aroeiras, essa discrepância foi observada em alguns anos, com destaque para 2019, 2012 e 2016, com apenas 20%, 25% e 30%, respectivamente, das áreas efetivamente colhidas. A redução da área colhida pode estar relacionada a variabilidade climática, já que a produtividade do milho no SAB tem sido alterada nos últimos anos (LOPES et al., 2019a). Batista et al., (2018), também relataram redução na área colhida em relação a área plantada de *Phaseolus vulgaris* L no Semiárido Paraibano.

A produtividade máxima obtida para essa cultura foi de 700 kg.ha⁻¹ no ano de 2008. A maior produção durante o período amostral se deu também em 2008, com 560 toneladas. Sendo a produção brasileira de milho nesse ano 59 milhões de toneladas. O aumento da produtividade nesse ano pode estar relacionado ao ano de 2008 ter apresentado forte influência do Lã Niña, acarretando em mais chuvas em algumas mesorregiões da Paraíba (ALMEIDA; MEDEIROS, 2017). Os eventos climáticos La-Niña e El-Niño interferem na distribuição das chuvas no Nordeste (MOURA et al., 2019). Entretanto, no Brasil a produtividade média de milho no ano de 2008 foi de 3.970 kg.ha⁻¹, mostrando que a produtividade de milho por hectare em Aroeiras é 82,36% menor quando comparado a produtividade média brasileira. De acordo com Lopes et al., (2019a), durante o período de 1990 a 2014 apenas 10% das áreas pertencentes ao SAB obtiveram produtividades da cultura do milho maiores que 1000 kg.ha⁻¹, quando manejadas em regime de sequeiro. Resultados esses que podem explicar o motivo da baixa produtividade de milho entre os anos de 2000 a 2019 no município.

As menores produções de milho no município foram obtidas nos anos de 2019 e 2016, com apenas 13 e 20 toneladas, respectivamente. A baixa produção de 2016 pode estar relacionado ao fato do forte El Niño de 2015-2016, que acarretou uma intensa seca no Nordeste do Brasil (MARENGO et al., 2016; KOGAN; GUO 2017). A estiagem entre os anos de 2011 a 2016 foi uma das maiores registrados nos últimos anos no Nordeste, afetando a cultura do milho (VASCONCELOS et al., 2019), pois as atividades agrícolas dependem da oferta e demanda de água. As condições de alta variabilidade climática no Semiárido, torna a cultura do milho com baixo rendimento de grãos (LOPES et al., 2019a). Em 2019, ano em que se observou a menor produtividade do período em estudo, verificou-se forte influência do El Niño sobre as chuvas do Nordeste, levando a redução no volume de chuvas (BARBOZA et al., 2020).

A análise de componentes principais (ACP) explicou 89.3% da variância original dos dados nos dois primeiros eixos (CP1 e CP2). No eixo 1, responsável por agrupar 69% da explicação dos dados, observa-se uma participação significativa ($p < 0,001$) da área colhida ($r = 0,84$) e produção ($r = 0,96$). Resultados que atestam, que para o município e a cultura em estudo, maiores quantidades produzidas estão diretamente relacionadas com

maiores áreas colhidas. Comportamento comum e já observado em outras áreas do Semiárido (SANTOS et al., 2021), e que explicita a baixa tecnificação desse segmento produtivo localmente. A falta de assistência técnica e a não utilização de insumos agrícolas corretamente acarreta em uma necessidade de maiores áreas de produção para obtenção de maiores colheitas. A utilização de sementes não crioulas associados a não utilização de fertilizantes causam uma redução na quantidade produzida. A utilização de sementes crioulas é recomendada para os agricultores familiares da Paraíba, visto que estas apresentam elevada estabilidade e resistência a estresses bióticos e abióticos, além de necessitarem de menores escalas de insumos (SILVA et al., 2017).

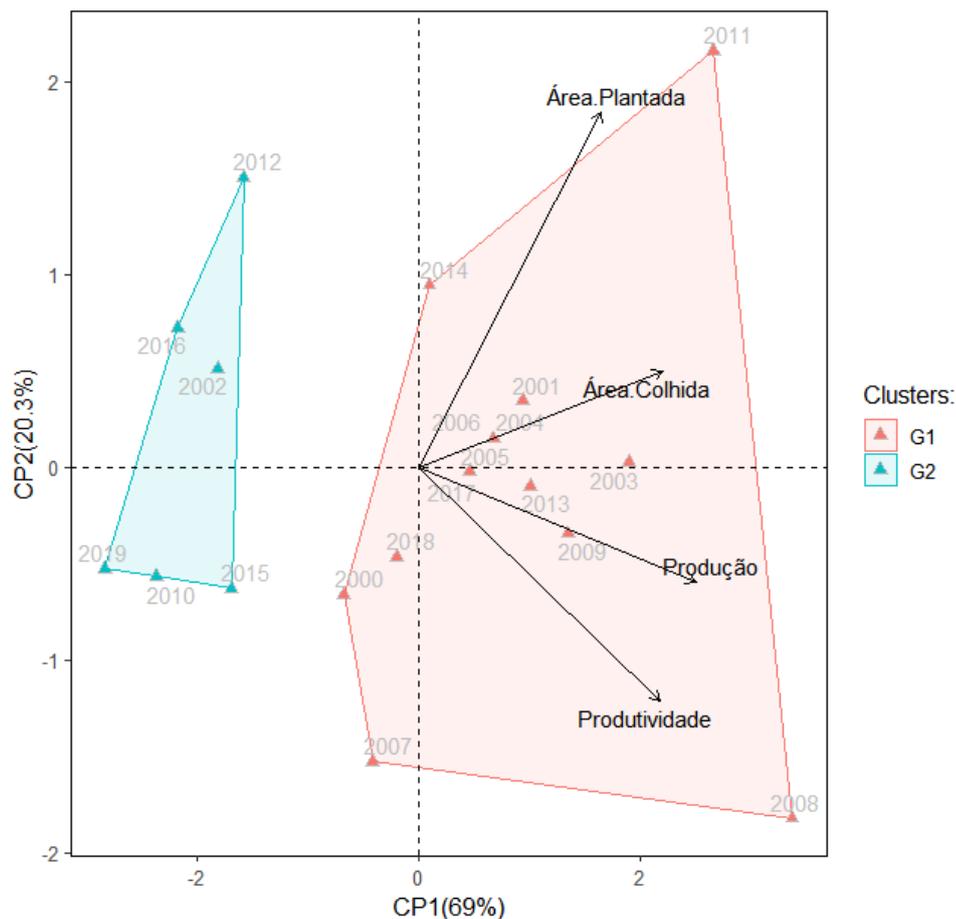


Figura 1. Análise de Componentes Principais (ACP).

No eixo 2 da ACP, observa-se uma participação significativa ($p < 0,001$) e antagônica da área plantada ($r = 0,70$) sob a produtividade ($r = -0,46$). Resultados que demonstram mais uma vez que a produtividade local da cultura do milho é uma variável com pouco peso sobre a produção final dessa cultura, visto que os dados indicam que maiores áreas plantadas refletem em menores produtividades. Isso se dá devido à baixa tecnificação dos produtores, que majoritariamente são de agricultura familiar, além de errôneas estratégias de manejos atrelados a cultura. Utilizando-se uma agricultura mais técnica, a mesma produção poderá ser alcançada em áreas menores (SANTOS et al., 2021). Outra razão para menores produtividades em áreas maiores é a estiagem nos

períodos críticos do estágio de desenvolvimento do milho, uma vez que a fase de pendramento e enchimento de grãos é drasticamente afetada em curtos períodos de estiagem (FRANCISCO et al., 2017).

Através da análise de componentes principais foi possível ainda a formação de dois cluster (G1 e G2). No G1 figuram os anos com as melhores características produtivas, já no G2 se encontram os anos que apresentaram baixo desempenho. Os resultados demonstram que os aspectos produtivos podem mudar de um ano para outro, evidenciando a elevada dinâmica local para essa cultura. Uma das razões para isso é a grande vulnerabilidade da agricultura de sequeiro. A agricultura do SAB apresenta grandes oscilações, principalmente na produção em regime de sequeiro (SANTOS et al., 2021). Na Paraíba, os rendimentos da cultura do milho são muito baixos devido essa cultura apresentar pouca tolerância à falta de água (FRANCISCO et al., 2017). A cultura do milho apresenta grande importância para a agricultura de sequeiro do Nordeste (CARTAXO et al., 2019). Entretanto, é uma atividade de alto risco, devido a irregularidade pluviométrica (FRANCISCO et al., 2017). Nesse contexto, os agentes governamentais devem investir em estratégias no setor agrícola, aumentando a tecnificação para melhor convivência com os eventos de estiagem no SAB (CARTAXO et al., 2019).

4. CONCLUSÕES

O cultivo de milho em Aroeiras apresenta variações anuais em seus aspectos produtivos, principalmente a produção e produtividade. A ocorrência de secas prolongadas e baixo grau de tecnificação são os principais entraves para aumento da produção e produtividade da cultura no município.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. A.; MEDEIROS, E. A. Variabilidade no regime pluvial em duas mesorregiões da Paraíba e sua relação com o fenômeno El Niño Oscilação Sul. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 3, p. 177-185, 2017.

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; MACHADO, J. A. D.; OLIVEIRA, L.; SOUZA, Â. R. L. O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 515-540, 2019.

BARBOZA, E. N.; MORAIS, J. M. P.; CIRINO, M. A. G.; SILVA, E. M.; OLIVEIRA, B. B. Análise das chuvas na Região Metropolitana do Cariri e a influência do fenômeno climático El Niño-Oscilação do Sul. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 758974971-758974971, 2020.

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 semiarid. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, n. 1, p. 001-007, 2018.

BERNINI, C. S.; SANTOS, F. A. S.; SILVA, D. S.; FIGUEIREDO, Z. N. (Seleção fenotípica de híbridos de milho para ambientes de baixa altitude e déficit hídrico. **Nativa**, v. 8, n. 2, p. 172-177, 2020.

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.

FERREIRA NETO, M.; SILVA, P. C.; PEREIRA, R. Impactos socioambientais causados pela construção de barragem: estudo de caso Acauã–PB. **Scire**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2012.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; GUIMARÃES, C. L.; ARAUJO, S. R. D.; OLIVEIRA, F. P. Aptidão climática do milho (*Zea mays* L.) para o estado da Paraíba. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 34, n. 1, p. 290-305, 2017.

KOGAN, F.; GUO, W. Strong 2015–2016 El Niño and implication to global ecosystems from space data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 38, n. 1, p. 161-178, 2017.

LOPES, J. R. F.; DANTAS, M. P.; FERREIRA, F. E. P. Identificação da influência da pluviometria no rendimento do milho no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 5, p. 3610, 2019b.

LOPES, J. R. F.; DANTAS, M. P.; FERREIRA, F. E. P. Variabilidade da precipitação pluvial e produtividade do milho no semiárido brasileiro através da análise multivariada. **Nativa**, v. 7, n. 1, p. 77-83, 2019a.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. MUNIZ. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, n. 3, p. 1189-1200, 2017.

MOURA, M. M.; SANTOS, A. R.; PEZZOPANE, J. E. M.; ALEXANDRE, R. S.; SILVA, S. F.; PIMENTEL, S. M.; CARVALHO, J. R. Relation of El Niño and La Niña phenomena to precipitation, evapotranspiration and temperature in the Amazon basin. **Science of The Total Environment**, v. 651, p. 1639-1651, 2019.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R Foundation For Statistical Computing. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Viena, Áustria. 2006. ISBN: 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2021.

RODRIGUES, E. M.; MOURA, D. C.; CORREIA, I. M. G.; DINIZ, F. C.; PEREIRA, T. M. S. Variabilidade climática no Semiárido Brasileiro e as políticas públicas de convivência com a estiagem. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 5, n. 1, p. 22-33, 2019.

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**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2021.

SILVA, M. J. R.; MARINI, F. S.; PAULA, A. C.; COELHO, A. A.; SANTOS, A.S. Agricultores familiares e cientistas: diálogo de saberes sobre as variedades crioulas de milho no estado da Paraíba. **Ciência e Cultura**, v. 69, n. 2, p. 34-37, 2017.

SILVA, M. R.; CARTAXO, P. H. A.; ARAÚJO, H. M.; LACERDA, L. B.; GONZAGA, K. S.; SILVA SANTOS, A.; SANTOS, J. P. O. Análise e mapeamento da vegetação remanescente de um município do agreste de Alagoas (Brasil). **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 1, n. 1, p. 9-14, 2020.

SIQUEIRA, U. B. D. Eficiência de diferentes doses de adubação NPK em milho. 2018. 24 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universitário de AnápolisUniEvangélica, Anápolis, 2018.

SOUZA, F.M.; LIMA, E. C. S.; SÁ, F. V. S.; SOUTO, L. S.; PAIVA, E. P. EFEITO DA ÁGUA DISPONÍVEL E DE DOSES DE ESTERCO DE GALINHA NO CRESCIMENTO INICIAL DO MILHO. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, 2017.

VASCONCELOS, T. S.; MORAES, J. G. L.; ALVES, J. M. B.; JACINTO JÚNIOR, S. G.; OLIVEIRA, L. L. B.; SILVA, E. M.; SOUSA, G. G. Variabilidade Pluviométrica no Ceará e suas Relações com o Cultivo de Milho, Feijão-Caupi e Mandioca (1987-2016). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 3, p. 431-438, 2019.

XAVIER, M. A.; BATISTA, M. C.; OLIVEIRA, J. P. O.; SILVA, J. L. C.; CARTAXO, P. H. A.; REGES, R. S.; PEREIRA, D. D. Caracterização biométrica de cladódios de *Opuntia stricta* submetida a lâminas de irrigação e adubação orgânica no Semiárido paraibano. **Agrarian**, v. 13, n. 47, p. 74-81, 2020.

O USO DE PORTA-ENXERTOS: UMA ABORDAGEM EM FRUTÍFERAS

João Victor da Silva Martins^{1*}, Cafke de Sousa Pereira¹,
Bárbara Genilze Figueiredo Lima Santos¹, Thaís Batista de Queiroga¹

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

RESUMO

As técnicas empregadas na fruticultura são ferramentas determinantes para o sucesso na produção de pomares comerciais. Diante disso, o uso da enxertia em espécies frutíferas se tornou uma das práticas mais promissoras para o desenvolvimento agrícola, possibilitando aumentar a eficiência no campo e quebrar fronteiras para atingir novos ambientes de cultivo. Nesta técnica, a seleção de porta-enxertos que se mostrem eficientes, consiste em uma das primeiras e mais importantes etapas a ser realizada. Características desejáveis como adaptação do genótipo às condições predominantes no local de cultivo, tais como tolerância a estresses de cunho abióticos e bióticos, além das propriedades relacionadas à absorção de nutrientes, uso eficiente da água, produtividade e qualidade de frutos são requeridas e buscadas no panorama da fruticultura atual. Contudo, desde que, apresentem respostas significativas de compatibilidade com a copa, os porta-enxertos podem influenciar benéficamente sobre a produção dos pomares. Desta forma, a presente revisão se propõe a fornecer uma visão geral sobre os estudos realizados com o uso de porta-enxertos, em fruteiras tropicais.

PALAVRAS-CHAVE: Enxertia, fruticultura, propagação vegetativa.

1. INTRODUÇÃO

A expansão da área de cultivo e a renovação dos pomares demandam o cultivo de milhões de mudas de espécies frutíferas anualmente em todo o mundo. Para serem levadas a campo, essas mudas devem atender a critérios mínimos de saneamento e qualidade, levando em consideração características morfológicas das plantas, como altura, número de folhas e diâmetro do caule (NATALE et al., 2018).

No entanto, a busca por materiais vegetais na fruticultura, que atendam às demandas de um sistema de produção eficiente é um desafio na agricultura, pois não existe ainda, um único material que abranja, em sua totalidade, todas as características desejáveis de forma simultânea (MORALES, 2020). Entretanto, muitas técnicas foram desenvolvidas ao longo de anos, e estão sendo empregadas a fim de otimizar a produção agrícola e driblar os obstáculos presentes nos campos de produção de grãos, hortaliças, e em pomares de fruteiras.

Uma dessas técnicas amplamente usadas na agricultura, e primordialmente em frutíferas é a enxertia. Em termos gerais, a enxertia pode ser definida como uma técnica de propagação assexuada de plantas em que dois indivíduos diferentes, mas geneticamente similares, são unidos a partir de uma parte conhecida como rebento, e outra como porta-enxerto, e que ao se fundirem geram uma nova planta com características de interesse de ambos os genótipos (XU et al., 2016). Ressalta-se que, os porta-enxertos usados para uma determinada cultura, são parentes próximos a ela e/ou seleções selvagens, principalmente a nível de gênero (NAWAZ et al., 2016).

Na fruticultura, esta técnica foi inicialmente difundida com a finalidade de propagação de espécies cujas características são apresentarem caules lenhosos e de difícil enraizamento em estacas, como maçãs, peras, ameixas entre outras fruteiras (MUDGE et al., 2009; OPAZO et al., 2020). Todavia, desde o início do século XX que a perspectiva de utilização desta técnica foi ampliada, focando seu uso potencial para o aumento da produtividade, resistência a estresses bióticos, como o ataque de pragas e doenças, adaptabilidade às condições edafoclimáticas diversas e/ou desfavoráveis, culminando em sistemas de produção de espécies agrícolas mais produtivos e resilientes (ALBACETE et al., 2015).

Em particular, estudos mais expressivos são recorrentes e fundamentados principalmente em fruteiras de clima temperado; e embora os eventos chave envolvidos no processo de enxertia sejam conhecidos, a contribuição relativa e os benefícios trazidos com o uso de combinações específicas de genótipos sobre os aspectos anatômicos, fisiológicos e bioquímicos precisam ser compreendidos, também, em fruteiras de clima tropical e subtropical (ALBACETE et al., 2015; PINA et al., 2017). Assim, objetivou-se com esta revisão fornecer uma visão geral atual dos principais benefícios no uso de porta-enxertos em frutíferas de clima tropical.

2. DESENVOLVIMENTO

a. Uso de porta-enxertos eficientes

A propagação de plantas por enxertia, principalmente as frutíferas, se configura com intuito de agrupar dois genótipos independentes e combinar as características desejadas da copa sobre o porta-enxerto, trazendo inúmeros benefícios. Dentre esses, auxiliar as plantas na aclimação ao estresse biótico, como resistência a patógenos, e condições de estresse abiótico, incluindo solos salinos e inundados, seca e deficiência mineral (LOVE et al., 2017). Além disso, outra finalidade da enxertia é aumentar a precocidade no início da produção e dessa forma evitar o estado juvenil da muda. Havendo também a utilização de porta-enxertos de espécies anãs, que conferem menor tamanho à planta enxertada, objetivando reduzir espaçamentos em pomares comerciais (DONADIO et al., 2019).

Em fruteiras, a seleção dos porta-enxertos é igualmente importante tanto quanto a seleção de clones de copa. O porta-enxerto deve possuir características de fácil propagação por sementes ou estacas, fácil de enxertar, ter sistema radicular que suporte a copa, induzir a uma boa produção e precocidade, bem como ter alta resistência a intempéries (DONADIO et al., 2019).

A partir da seleção de um porta-enxerto adequado, o rebento pode manipular a morfologia da copa trazendo benefícios contra estresses de cunho biótico incluindo doenças virais, bacterianas, fúngicas e nematoides (RAMÍREZ-GIL et al., 2017), bem como estresses abióticos, como temperaturas extremas, seca, salinidade, alcalinidade e deficiência nutricional (MUDGE et al., 2009; LEE et al., 2010; MEHDI-TOUNSI et al., 2017; ZHOU et al., 2018; JIMENES et al., 2018; BARON et al., 2019). Além disso, porta-enxertos possuem capacidade de melhorar a aquisição de elementos essenciais e reduzem a absorção e transporte de sais e metais pesados por meio de exclusão ou retenção de íons (NAWAZ et al., 2016).

Concomitantemente a isso, um dos mecanismos onde a ação dos porta-enxertos é preponderante, é na modificação da disponibilidade de nutrientes para a copa, que possui relação direta com o sistema radicular da planta, conforme afirmado por NAWAZ et al. (2016). Esses mesmos autores, corroborado por vários outros, discutem que a partir de raízes mais robustas e vigorosas, processos morfofisiológicos e gênicos são otimizados,

a saber: a secreção de exsudatos radiculares é aumentada, há uma melhor absorção de água e nutrientes, aumento da eficiência fotossintética e relações hídricas, o sistema de defesa antioxidante é otimizado, a sinalização hormonal é intensificada, ocorre aumento da expressão de mRNAs, pequenos RNAs e proteínas relacionados ao transporte e absorção também são aumentados, na qual garantem um processo de aclimação e suprimento de nutrientes mais eficazes (WEI et al., 2006; HUANG et al., 2011; NAWAZ et al., 2016; WARSCHEFSKY et al., 2016; KUMAR et al., 2017).

De acordo com Warschefsky et al. (2016), corroborado por Rouphael et al. (2018), esses mecanismos possuem efeitos sinérgicos, alterando o comportamento da raiz, caule, copa e a interação dos mesmos com o ambiente, contribuindo assim, para expressões e adaptações fenotípicas na qual garantem a eficácia do enxerto em conferir tolerância a plantas contra estresses.

Em climas tropicais, as temperaturas altas e a sazonalidade hídrica são fatores que se combinam. Segundo Leal et al. (2020), dentre os demais fatores limitantes para a produção, desde a germinação das sementes e, conseqüentemente, no sucesso das mudas no campo, a disponibilidade de água é um dos mais comuns, principalmente nas regiões semiáridas. Assim, um dos pontos mais importantes e benéficos, ocasionados pelo uso da enxertia, é a seleção de porta-enxertos com a finalidade de melhorar a eficiência do uso da água em pomares comerciais, na qual tem sido proposta como estratégia essencial para o enfrentamento das mudanças climáticas, tendo em vista o atual cenário a nível global (BERDEJA et al., 2015).

Desta forma, uma meta importante do estudo de respostas aos estresses em plantas é desenvolver culturas com aumento da tolerância às condições de estresse biótico e abiótico. Tais culturas diminuiriam a perda no rendimento associada ao estresse ambiental e evitariam prejuízos anuais de bilhões de dólares a produção agrícola (TAIZ e ZEIGER, 2017).

b. Influência de porta-enxertos no desenvolvimento de fruteiras

Na citricultura, exemplo de cultura cultivada em massa nos trópicos, os porta-enxertos influenciam características que vão desde a absorção de água e nutrientes, tamanho, produção, precocidade, maturação, peso e permanência de frutas na planta, até a produtividade e qualidade final do fruto (POMPEU JÚNIOR et al., 2013). Brito et al. (2012) avaliando aspectos fisiológicos de combinações de copa e porta-enxerto de citros em condições de déficit hídrico, concluíram que a combinação do pomeleiro ‘Star Ruby’ sobre limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ expressaram melhores taxas fotossintéticas, e melhoraram a eficiência no uso da água.

Outro aspecto importante de se destacar, é que o processo de enxertia confere características morfológicas requeridas pelos produtores de fruteiras, com intuito de facilitar o manejo e tratos culturais. Alguns porta-enxertos favorecem a diminuição do vigor em algumas espécies arbóreas, que são identificados pela menor taxa de brotação, crescimento dos rebentos, diminuição no porte (BARON et al., 2019), melhorando a colheita e contribuindo para diminuição de infecções causadas por insetos-pragas, que são vetores de patógenos danosos a cultura, como o psilídeo *Diaphorina citri* (Hemiptera: *Psyllidae*), principal vetor da *Candidatus liberibacter* spp., agente causador de huanglongbing (HLB), uma das mais importantes doenças que acometem os pomares de citros no Brasil, responsáveis por perdas severas na produção (STUCHI et al., 2012).

Na cultura do maracujazeiro, Chaves et al., (2004) relataram que o uso de mudas enxertadas em espécies resistentes a doenças, tem sido explorado como método de controle para a fusariose do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims.), fungo esse, que

geralmente habita e sobrevive no solo, sendo responsável por causar danos severos à essa fruteira. Várias espécies de passifloras silvestres como *P. alata*, *P. caerulea* L., *P. gibertii* NE Br., *P. nítida* Kunth, *P. laurifolia* L., *P. setacea* DC, *P. maliformis* L. e *P. suberosa* L. vêm apresentando resistência à murcha do fusário (MENEZES et al., 1994).

A fusariose é uma doença que acomete o sistema vascular da planta, logo, o controle químico não é eficiente, sendo assim, o uso de mudas enxertadas sobre portas-enxertos de espécies silvestres com potencial para resistência se configura uma alternativa promissora para o controle dessa doença (SILVA et al., 2017). Esses mesmos autores, realizaram um estudo com mudas de maracujazeiro amarelo enxertadas com *P. foetida* em áreas com histórico de ocorrência de *Fusarium oxysporum f. sp. passiflorae*, e concluíram que não houve registro de incidência de fusariose no maracujazeiro enxertado durante o período de avaliação, mostrando-se como um porta-enxerto promissor para solos com histórico dessa doença.

O outro ponto de abordagem aos benefícios trazidos com uso da enxertia, é aumentar a precocidade no início da produção dos pomares para minimizar ou evitar o estado juvenil da muda, fato esse, muito almejado pelos produtores de fruteiras (BARON et al., 2019), uma vez que a propagação sexuada tem o inconveniente da demora de as plantas começarem a produzir, além de não manterem as características da variedade que se quer cultivar, por isso é recomendada somente para a formação do porta-enxerto (FONSECA et al., 2019).

Plantas de espécies de *Spondias*, como *S. mombin* (Cajazeira), são cultivadas com o endocarpo, que é duro, lignificado e às vezes estéril, com difícil coleta de sementes, cuja germinação é baixa, lenta e errática (VILLACHICA, 1996; SOUZA et al., 1999), desta forma, há a necessidade de propagação dessas espécies por outras técnicas. Souza (2019), com intuito de determinar os efeitos de diferentes espécies de porta-enxerto de *Spondias* na formação de mudas de cajazeira, evidenciou que a formação de mudas de cajá-amarelo por enxertia em porta-enxertos de *S. mombin*, *S. tuberosa* (umbuzeiro) e *S. venulosa* (cajá-grande) é viável, obtendo um pegamento de enxertos bem-sucedidos, com 92,0% nos enxertos realizados em porta-enxerto *S. venulosa*, 90,0% em *S. tuberosa* e 88,0% em *S. mombin*.

Por outro lado, Souza et al. (2010) avaliando diferentes métodos de enxertia por garfagem sobre o crescimento inicial de mudas de cajazeira, concluíram que o método utilizado influenciou no pegamento dos enxertos, constatando melhor percentual para a garfagem a inglês simples e em fenda lateral, com 89,57 e 87,50% de pegamento respectivamente.

O uso e benefícios das técnicas de enxertia estão vinculadas na tentativa de encontrar genótipos da família Myrtaceae resistentes ao parasitismo de (*Meloidogyne enterolobii*). Patógeno que se configura como o principal fator nocivo que afeta a produção de goiaba (*Psidium guajava*) no Brasil (TIGANO et al., 2010). Em paralelo a isso, há uma associação sinérgica com *Fusarium solani* culminando em uma doença complexa (o declínio-da-goiabeira) cujos sintomas são apodrecimento progressivo do sistema radicular, levando a deficiências nutricionais, clorose, queima de pontas e queda de folhas, queda acentuada na produtividade e morte de plantas (CAVALCANTI et al., 2020).

Na tentativa de amenizar essa limitação nos campos de produção de goiabeiras, estudos tomando como base a caracterização de *Psidium cattleianum* (Araçazeiro) que possui resistência a *M. enterolobii* (CARNEIRO et al., 2007), junto à similaridade genética entre *Psidium guajava* (Goiaba), sugerem novas alternativas a partir do desenvolvimento de uma nova técnica utilizando espécie de araçá como porta-enxerto de goiaba (MARTINS et al., 2013; MACAN; CARDOSO, 2019).

Macan e Cardoso (2019) em seu estudo na tentativa de estabelecer uma nova técnica para enxerto *in vitro* de goiaba e araçá, concluíram que uso de um formulado de macronutrientes (MS1/2) e a enxertia em cunha, resultaram na taxa geral de sucesso de 30% para o enxerto entre *P. cattleianum* e *Psidium guajava*. Este resultado é altamente expressivo, haja vista que este é primeiro relato de enxerto *in vitro* bem-sucedido entre essas duas espécies. Logo, tais pesquisas expressam e reafirmam ainda mais a importância do estudo sobre porta-enxertos eficientes na fruticultura tropical.

3. CONCLUSÕES

Com base na literatura existente, estudos sobre as perspectivas e o potencial de novos porta-enxertos que sejam eficientes, necessitam ser aplicados, sobretudo, para o benefício de culturas tropicais que possuem importância econômica, mas que ainda detêm problemas de cunho fisiológico, bioquímicos e agrônômicos. Nessa perspectiva, é conveniente investigar como o porta-enxerto influencia as diferentes respostas do enxerto sobre a qualidade produtiva, bem como as características adquiridas pela cultivar-copa a respeito da tolerância a doenças, e as informações cruzadas que as controlam. Para isso, sugere-se estudos a nível molecular, que possam servir como base para compreensão dos mecanismos envolvidos em plantas enxertadas, bem como aferir a influência dos porta-enxertos neste processo, buscando alcançar resultados cada vez mais expressivos e eficientes nos pomares.

REFERÊNCIAS

ALBACETE, A.; MARTÍNEZ-ANDÚJAR, C.; MARTÍNEZ-PÉREZ, A.; THOMPSON, A. J.; DODD, I. C. PÉREZ-ALFOCEA, F. Unravelling rootstock×scion interactions to improve food security, **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 8, p. 2211-2226, 2015.

BARON, D.; AMARO, A. C. E.; PINA, A.; FERREIRA, G. An overview of grafting re-establishment in woody fruit species. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 84-91, 2019.

BERDEJA, M.; NICOLAS, P.; KAPPEL, C.; DAI, Z. W.; HILBERT, G.; PECCOUX, A.; LAFONTAINE, M.; OLLAT, N.; GOMES, E.; DELROT, S. Water limitation and rootstock genotype interact to alter grape berry metabolism through transcriptome reprogramming. **Horticulture Research**, v. 2, 2015.

BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S. de.; SÁ, F. V. S. da.; MELO, A. S. de. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.857-865, 2012.

CARNEIRO, R. M.; CIROTTO, P. A.; QUINTANILHA, A. P.; SILVA, D. B.; CARNEIRO, R. G. Resistance to *Meloidogyne mayaguensis* in *Psidium* spp. accessions and their grafting compatibility with *P. guajava* cv. Paluma. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 281-284, 2007.

CAVALCANTI JUNIOR, E. D. A.; MORAES FILHO, R. M. D.; ROSSITER, J. G. D. A.; MONTARROYOS, A. V. V.; MUSSER, R. D. S.; MARTINS, L. S. S. Reação de genótipos do gênero *Psidium* spp. a *Meloidogyne enterolobii*. **Summa Phytopathologica**, v. 46, n. 4, p. 333-339, 2020.

CHAVES, R. D. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; MANICA, I.; PEIXOTO, J. R.; PEREIRA, A. V.; FIALHO, J. D. F. Enxertia de maracujazeiro-azedo em estacas herbáceas enraizadas de espécies de passifloras nativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.120-123, 2004.

DONADIO, L. C.; LEDERMAN, I. E.; ROBERTO, S. R.; STUCCHI, E. S. Dwarfing-canopy and rootstock cultivars for fruit trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 3, 2019.

FONSECA, N.; CARDOSO, M. M., RITZINGER, R.; LONDE, L. C. N.; GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M. Propagação do umbuzeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 40, n. 307, p. 39-51, 2019.

HUANG, Y.; BIE, Z. L.; LIU, Z. X.; ZHEN, A.; JIAO, X. R. Improving cucumber photosynthetic capacity under NaCl stress by grafting onto two salt-tolerant pumpkin rootstocks. **Biologia Plantarum**, v. 55, n. 2, p. 285-290, 2011.

JIMENES, I. M.; MAYER, N. A.; SANTOS DIAS, C. T.; SCARPARE FILHO, J. A.; SILVA, S. R. Influence of clonal rootstocks on leaf nutrient content, vigor and productivity of young 'Sunraycer' nectarine trees. **Scientia Horticulturae**, v. 235 n. 1, p. 279-285, 2018.

KUMAR, P.; ROUPHAEL, Y.; CARDARELLI, M.; COLLA, G. Vegetable grafting as a tool to improve drought resistance and water use efficiency. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. 1, p. 1130, 2017.

LEAL, C. C. P.; TORRES, S. B.; DANTAS, N. B. L. de.; AQUINO, G. S. M.; ALVES, T. R. C. Estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de 'mofumbo' (*Combretum leprosum* Mart.) em diferentes temperaturas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 51, n. 1, e20186357, 2020.

LEE, J. M.; KUBOTA, C.; TSAO, S. J.; BIE, Z.; ECHEVARRIA, P. H.; MORRA, L.; ODA, M. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. **Scientia Horticulturae**, v. 127, n. 2, p. 93-105, 2010.

LOVE, K.; PAULL, R. E.; CHO, A.; KAWABATA, A. Tropical Fruit Tree Propagation Guide. **College of Tropical Agriculture and Human Resources**. F_N-49, 2017.

MACAN, G. P. F.; CARDOSO, J. C. In vitro grafting of *Psidium guajava* in *Psidium cattleianum* for the Management of the *Meloidogyne enterolobii*. **International Journal of Fruit Science**, v.20, n.1, p.106-116, 2020.

MARTINS, L. S. S.; MUSSER, R. D. S.; SOUZA, A. D. G.; RESENDE, L. V.; MALUF, W. R. Parasitism of *Meloidogyne enterolobii* in myrtaceae species. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 477-484, 2013.

MEHDI-TOUNSI, H.; CHELLI-CHAABOUNI, A.; MAHJOUR-BOUJNAH, D.; BOUKHRIS, M. Long-term field response of pistachio to irrigation water salinity. **Agricultural Water Management**, v. 185, n. 1, p. 1-12, 2017.

MENEZES, J. M. T.; OLIVEIRA, J. D.; RUGGIERO, C.; BANZATTO, D. A. Avaliação da taxa de pegamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à “morte prematura de plantas”. **Científica**, v.22, n.1, p.95-104, 1994.

MORALES, J.; BERMEJO, A.; NAVARRO, P.; FORNER-GINER, M. Á.; SALVADOR, A. Rootstock effect on fruit quality, anthocyanins, sugars, hydroxycinnamic acids and flavanones content during the harvest of blood oranges ‘Moro’ and ‘Tarocco Rosso’ grown in Spain. **Food Chemistry**, p.128305, 2020.

MUDGE, K.; JANICK, J.; SCOFIELD, S.; GOLDSCHMIDT, E. E. A history of grafting. **Horticultural Reviews**. v. 35, n. 1, p. 437–493, 2009.

NATALE, W.; LIMA NETO, A. J. de.; ROZANE, D. E.; PAI, L. E.; CORRÊA, M. C. M. de. Evolução da nutrição mineral na formação de porta-enxertos e mudas de fruteiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 40, n. 6, e-133, 2018.

NAWAZ, M. A.; IMTIAZ, M.; KONG, Q.; CHENG, F.; AHMED, W., HUANG, Y.; 869 BIE, Z. Grafting: a technique to modify ion accumulation in horticultural 870 crops. **Frontiers in plant science**, v. 7, p. 1457, 2016.

OPAZO, I.; TORO, G.; SALVATIERRA, A.; PASTENES, C.; PIMENTEL, P. Rootstocks modulate the physiology and growth responses to water deficit and long-term recovery in grafted stone fruit trees. **Agricultural Water Management**, v. 228, p. 105897, 2020.

PINA, A.; COOKSON, S. J.; CALATAYUD, Á.; TRINCHERA, A.; ERREA, P. Physiological and molecular mechanisms underlying graft compatibility. **Vegetable grafting: principles and practices**, p. 132-154, 2017.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S.; RESENDE, M. D. V. de. Avaliação genética de seleções e híbridos de limões Cravo, Volkameriano e Rugoso como porta-enxertos para laranjeiras valência na presença da morte súbita dos citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 199-209, 2013.

RAMÍREZ-GIL, J. G.; RAMELLI, E. G.; OSORIO, J. G. M. Economic impact of the avocado (cv. Hass) wilt disease complex in Antioquia, Colombia, crops under different technological management levels. **Crop protection**, v. 101, n. 1, p. 103-115, 2017.

ROUPHAEL, Y.; KYRIACOU, M. C.; COLLA, G. A toolbox for securing yield stability under multiple stress conditions. **Frontiers in Plant Science**, v.8, n. 1, p. 2255, 2018.

SILVA, R. M. D.; AMBRÓSIO, M. M. D. Q.; AGUIAR, A. V. M. D.; FALEIRO, F. G.; CARDOSO, A. M. S.; MENDONÇA, V. Reação de cultivares de maracujazeiro em áreas com fusariose. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 2, p. 98-102, 2017.

SOUZA, E. P.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, S. D. M.; ESTRELA, M. A.; SOUZA, A. P.; SILVA, G. C. "Grafting of yellow mombin tree/Enxertia da cajazeira." **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p. 316, 2010.

SOUZA, F. X. Spondias rootstock in the formation of seedlings of the yellow mombin. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 4, p. 635-639, 2019.

SOUZA, F. X.; INNECCO, R.; ARAÚJO, C. A. T. **Métodos de enxertia recomendados para a produção de mudas de cajazeira e de outras fruteiras do gênero *Spondias***. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 8p. (EMBRAPA-CNPAT. Comunicado Técnico, 37).

STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A.; SEMPIONATO, O. R.; REIFF, E. T.; SILVA, S. R. da.; PAROLIN, L. G. **Trifoliata 'Flying Dragon': Porta-enxerto para plantios adensados e irrigados de laranjeiras doces de alta produtividade e sustentabilidade**. Bahia: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2012, 7p. (Comunicado Técnico 152).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2017. 888p.

TIGANO, M.; SIQUEIRA, K.; CASTAGNONE-SERENO, P.; MULET, K.; QUEIROZ, P.; SANTOS, M.; CARNEIRO, R. M. D. G. Genetic diversity of the root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* and development of a SCAR marker for this guava-damaging species. **Plant pathology**, v. 59, n. 6, p. 1054-1061, 2010.

VILLACHICA, H. **Ubos (*Spondias mombin* L.)**. In: VILLACHICA, H. Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia. Lima: Tratado de Cooperacion Amazônica: FAO, p. 270-274, 1996.

WARSCHEFSKY, E. J.; KLEIN, L. L.; FRANK, M. H.; CHITWOOD, D. H.; LONDO, J. P.; VON WETTBERG, E. J.; MILLER, A. J. Rootstocks: diversity, domestication, and impacts on shoot phenotypes. **Trends in Plant Science**, v.21, n.5, 418-437, 2016.

WEI, S. Y.; WU, Z.; HUANG, J. Effects of rootstocks on growth and photosynthetic properties of grafted plants of netted melon. **Acta Agriculturae Shanghai**, v.22, n.4, p.114, 2006.

XU, Q.; GUO, S. R.; LI, L.; AN, Y. H.; SHU, S.; SUN, J. Proteomics analysis of compatibility and incompatibility in grafted cucumber seedlings. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 105, n. 1, p. 21-28, 2016.

ZHOU, K.; JERSZURKI, D.; SADKA, A.; SHLIZERMAN, L.; RACHMILEVITCH, S.; EPHRATH, J. Effects of photoselective netting on root growth and development of young grafted orange trees under semi-arid climate. **Scientia Horticulturae**, v. 238, n. 1. p. 272-280, 2018.

ATUAÇÃO DE FERTILIZANTES ADICIONADOS DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS SOBRE O FLORESCIMENTO EM VARIEDADES DE CANA-DE-AÇUCAR

Luciana Vanessa Anselmo Sampaio^{1*}, Jéssica da Silva Rosa², Claudivan Costa de Lima², Tâmara Claudía de Araújo Gomes³

¹Universidade Federal de Alagoas – UFAL/Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo-AL,

*e-mail: lucianasampaio.agronomia@gmail.com

²Instituto Federal de Alagoas – IFAL, Satuba-AL

³Embrapa – Tabuleiros Costeiros, Rio Largo-AL

RESUMO

Objetivou-se avaliar a atuação de fertilizantes adicionados de substâncias húmicas sobre a incidência de florescimento de duas variedades de cana-de-açúcar. Para tanto, a combinação de diferentes fontes de fertilizantes (adubos minerais, organominerais, silicatos de Ca e Mg e substâncias húmicas extraídas de leonardita) foram aplicados ao solo de modo a atender às necessidades nutricionais da cultura da cana-de-açúcar. Aos 310 dias após o plantio foi realizado contagem do número de inflorescência em cada parcela experimental. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e os efeitos qualitativos foram desdobrados em contrastes ortogonais utilizando-se o programa SISVAR da Universidade Federal de Lavras. A variedade de cana RB 867515 obteve maior incidência de florescimento enquanto que a variedade RB 92579 praticamente não emitiu pendão; a aplicação de gafisa e de silicato de Ca e Mg adicionados de substâncias húmicas contribuiu para redução de incidência de florescimento na cana-de-açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação mineral, gafisa, fosfato monoamônico.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil não é só o maior produtor cana-de-açúcar, mas também o maior produtor de açúcar e etanol, sendo responsável por mais de 50% do açúcar que é comercializado em todo o mundo, que segundo estimativas deverá ter um aumento em sua produção em 5,0% para este ano. Embora pouco mais de 50% da produção se concentre no estado de São Paulo, a cultura é cultivada em todas as regiões brasileiras. Segundo a Embrapa (2006), o Brasil tem dois calendários de colheita, um para a Região Nordeste (setembro a abril) e outro para o restante do país (maio a janeiro) (FELIX, 2016).

O estudo das Substâncias Húmicas foi iniciado com sua extração de turfas em 1786, por Achard, na Alemanha; em 1797, Vauquelin tentou o mesmo em resíduos de plantas. O termo “húmus”, proveniente do latim e equivalente a “solo”, foi introduzido por Saussure em 1804 para descrever o material orgânico de coloração escura originado do solo (SANTOS, 2013).

O florescimento da cana-de-açúcar é um processo fisiológico complexo formado por vários estádios de desenvolvimento, e cada estágio tem a sua própria necessidade ambiental e fisiológica (ARALDI, 2010), como temperatura e umidade, e pela fertilidade do solo. Do ponto de vista econômico, o florescimento da cana tem sido considerado

prejudicial e indesejável, uma vez que a sua ocorrência promove o deslocamento da sacarose para a formação da haste floral, flores e brotação lateral. São atribuídas ao florescimento, perdas substanciais em tonelada de cana e teor de sacarose durante a colheita.

A “isoporização” do colmo tem início com a ocorrência do florescimento, ocasionando a desidratação do tecido e uma conseqüente perda de peso final, assim sendo, torna-se de suma importância a quantificação do grau de “isoporização” e as possíveis modificações na qualidade da matéria-prima para o dimensionamento da área a ser plantada de cada variedade e determinação dos períodos mais propícios para a respectiva industrialização (BARBIERI; SILVA, 2011).

O manejo da adubação mineral tem sido adotado também como forma de reduzir o florescimento da cana. A aplicação de doses elevadas de nitrogênio tem contribuído para redução do florescimento da cana (NUSS e BERDING, 1999). O mesmo não ocorre quando se eleva os quantitativos de outros fertilizantes como no caso do fósforo, em que a aplicação de doses excessivas podem promover toxidez à cultura (Bell et al., 1990) ou no caso do potássio, em que a elevação da sua dose pode promover tanto aumento ou quanto diminuição da incidência do florescimento, a depender da variedade cultivada (HUMBERT, 1974).

A matéria orgânica é considerada fundamental para a manutenção das características físicas, químicas e biológicas do solo. Do ponto de vista físico, a matéria orgânica melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e a coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes. Quimicamente, a matéria orgânica é a principal fonte de macro e micronutrientes essenciais às plantas, além de atuar indiretamente na disponibilidade dos mesmos, devido à elevação do pH; aumenta a capacidade de retenção dos nutrientes, evitando perdas. Biologicamente, a matéria orgânica aumenta a atividade dos microorganismos do solo, por ser fonte de energia e de nutrientes (CAMPOS, 2013).

As substâncias húmicas (SH) representam o principal reservatório de carbono orgânico total do solo (COT) e sua partição entre diferentes frações de solubilidade em meio alcalino ou ácido pode guardar relação com o tipo de solo e manejo adotado. (SANTOS, 2013). Assim, objetivou-se avaliar a influência da utilização de fertilizantes adicionados de substâncias húmicas sobre a incidência de florescimento em duas variedades de cultura da cana-de-açúcar, a RB 867515 e a RB 92579, utilizando distintas fontes e combinações de fertilizantes minerais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campus de Engenharias e de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA-UFAL), localizada nas coordenadas 9° 27' 55'' S e 35° 49' 46'' W, com altitude de 127 metros acima do nível do mar e temperaturas médias entre 29 °C e 21 °C.

O solo utilizado no estudo é classificado como Latossolo Amarelo coeso, o qual tem as seguintes características químicas: pH em água: 5,2; Na: 21 cmolc dm⁻³; P: 5 cmolc dm⁻³; K: 21 cmolc dm⁻³; Ca: 1,1 cmolc dm⁻³; Mg: 0,7 cmolc dm⁻³; Al: 0,48 cmolc dm⁻³; H + Al: 4,5 cmolc dm⁻³; SB: 1,95 cmolc dm⁻³; CTC efetiva: 2,43 cmolc dm⁻³; CTC a pH 7,0: 6,45 cmolc dm⁻³; V%: 30,2; m%: 19,8; MO: 1,51%; Fe: 94,85 cmolc dm⁻³; Cu: 0,55 cmolc dm⁻³; Zn: 1,30 cmolc dm⁻³; Mn: 2,69 cmolc dm⁻³.

Os tratamentos consistiram da combinação de diferentes fontes de fertilizantes (adubos minerais, organo-minerais, silicatos de Ca e Mg e substâncias húmicas extraídas de leonardita) aplicados ao solo de modo a atender às necessidades nutricionais da cultura

da cana-de-açúcar (Tabela 1). Foram analisadas duas variedades de cana submetidas a 14 combinações de fertilizantes distintas, constituindo 28 tratamentos, os quais foram dispostos em blocos casualizados com 3 repetições, totalizando 84 parcelas.

Tabela 1. Tratamentos constituídos da aplicação de diferentes fertilizantes em solo sob cultivo de duas variedades de cana de açúcar.

Tratamento	Adubação*
T1	Testemunha
T2	MAP + KCl
T3	[MAP (100%) + SH (1%)] + KCl
T4	[MAP (100%) + SH (3%)] + KCl
T5	[MAP (50%) + SH (1%)] + KCl
T6	[MAP (50%) + SH (3%)] + KCl
T7	Gáfsa + Sulfato de Amônio + KCl
T8	[Gáfsa (100%) + SH (1%)] + Sulfato de Amônio + KCl
T9	[Gáfsa (100%) + SH (3%)] + Sulfato de Amônio + KCl
T10	[Gáfsa (50%) + SH (1%)] + Sulfato de Amônio + KCl
T11	[Gáfsa (50%) + SH (3%)] + Sulfato de Amônio + KCl
T12	Silicato de Ca e Mg** + Gáfsa + Sulfato de Amônio + KCl
T13	[Silicato de Ca e Mg + SH (1%)] + Gáfsa + Sulfato de Amônio + KCl
T14	[Silicato de Ca e Mg + SH (3%)] + Gáfsa + Sulfato de Amônio + KCl
<hr/>	
T15	Testemunha – variedade RB92579
T16	MAP + KCl
T17	[MAP (100%) + SH (1%)] + KCl
T18	[MAP (100%) + SH (3%)] + KCl
T19	[MAP (50%) + SH (1%)] + KCl
T20	[MAP (50%) + SH (3%)] + KCl
T21	Gáfsa + Sulfato de Amônio + KCl
T22	[Gáfsa (100%) + SH (1%)] + Sulfato de Amônio + KCl
T23	[Gáfsa (100%) + SH (3%)] + Sulfato de Amônio + KCl
T24	[Gáfsa (50%) + SH (1%)] + Sulfato de Amônio + KCl
T25	[Gáfsa (50%) + SH (3%)] + Sulfato de Amônio + KCl
T26	Silicato de Ca e Mg** + Gáfsa + Sulfato de Amônio + KCl
T27	[Silicato de Ca e Mg + SH (1%)] + Gáfsa + Sulfato de Amônio + KCl
T28	[Silicato de Ca e Mg + SH (3%)] + Gáfsa + Sulfato de Amônio + KCl

Cada parcela experimental foi constituída de cinco sulcos de 8,0 metros de comprimento, espaçados 1,0 metro em si.

Para correção da acidez do solo foi utilizado o calcário agrícola dolomítico, visando elevar a saturação por bases para 60%. Aos 60 dias após a correção do solo foram plantadas as variedades de cana RB867515 e a RB92579, adotando-se densidade média de 15 gemas por metro linear de sulco.

Ao decorrer do experimento, a cultura foi mantida livre de plantas daninhas, eliminando-se manualmente as que por ventura apareciam. Bem como, foram realizados tratamentos fitossanitários preconizados para cultura do algodoeiro, monitorando o surgimento de pragas e doenças, adotando medidas de controle quando necessário.

Aos 310 dias após o plantio (DAP), foi realizado contagem do número de inflorescência em cada parcela experimental.

Os dados foram submetidos à análise de variância e os efeitos qualitativos foram desdobrados em contrastes ortogonais, utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância, verificou-se que os tratamentos aplicados na cultura da cana-de-açúcar influenciaram a incidência de florescimento (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância do número de inflorescência de duas variedades de cana-de-açúcar adubada com fertilizantes minerais adicionados de substâncias húmicas.

FV	GL	QM
Bloco	2	95,08
Tratamento	27	75,48**
Resíduo	54	36,01
CV (%)		168,58
Média geral		3,56

GL- graus de liberdade; C.V- coeficiente de variação; ns não significativo e ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Para verificar a influência dos tratamentos sobre as variáveis avaliadas foram estabelecidos contrastes ortogonais (Tabela 3). A variedade RB 867515 obteve maior incidência de florescimento do que a variedade RB92579, esta última praticamente não emitiu pendões. Essa maior incidência de florescência na variedade RB 867515, possivelmente está relacionada às características genéticas de cada espécie, pois segundo Rodrigues (1974), há variedades mais sujeitas a emitir inflorescência do que outras.

Verificou-se ainda que a aplicação de fertilizantes adicionados de substâncias húmicas como o gafisa e o silicato de Ca e Mg contribuíram para redução da incidência de florescimento da cana de açúcar, enquanto que a adição de tais substâncias ao MAP não resultou em alterações, não havendo também diferença entre a adição de 1 ou 3 L ha⁻¹ de substâncias húmicas.

Tabela 3. Estimativa de contrastes ortogonais estabelecidos para comparar o número de inflorescência de duas variedades de cana-de-açúcar adubada com fertilizantes minerais adicionados de substâncias húmicas.

Contraste	Número de inflorescência	
+1T1+1T2+1T3+1T4+1T5+1T6+1T7+1T8+1T9+1T10+1T11+1T12+1T13 +1T14-1T15-1T16-1T17-1T18-1T19-1T20-1T21-1T22-1T23-1T24-1T25- 1T26-1T27-1T28	6,93 **	
+4T7-1T8-1T9-1T10-1T11+4T21-1T22-1T23-1T24-1T25	6,12**	
Variedade RB867515	+4T7-1T8-1T9-1T10-1T11	11,58**
	+2T12-1T13-1T14	10,3**

Isso evidencia o efeito que estas substâncias exercem sobre características bioquímicas da planta, resultando em menor incidência de emissão de pendões florais, uma vez que estas possuem ação hormonal sobre as plantas. Esta ação implica em promoção de alterações de características bioquímicas das plantas, dentre as quais algumas são bastante conhecidas, como por exemplo, o seu efeito sobre o crescimento

radicular (FAÇANHA et al., 2002), sobre a elevação do grau brix da cana e sobre o teor de açúcar total recuperável (OLIVEIRA et al., 2011). Entretanto, apenas alguns mecanismos de atuação bioquímica das substâncias húmicas foram elucidados como o mecanismo promotor do crescimento radicular (FAÇANHA et al., 2002).

Trabalhos realizados mostram grande eficiência na produtividade desta cultura, visto que as substâncias húmicas promove um maior desenvolvimento vegetativo, proporcionado por um sistema radicular mais vigoroso e amplo, com maior exploração do volume do solo (BEAUCLAIR et al., 2010). Estes autores ainda constataram que parcelas submetidas aos condicionadores de solo obtiveram aumento da produtividade, da produção de açúcar total recuperável (ATR) por unidade de área, maior número de perfilhos, maior diâmetro e maior massa dos colmos em relação às áreas sem estas substâncias.

O efeito que estas substâncias desempenham sobre o florescimento da cana-de-açúcar ainda não foi verificado por outros pesquisadores, carecendo, portanto de investigações futuras para melhor compreender este fenômeno.

4. CONCLUSÃO

A variedade de cana RB867515 obteve maior incidência de florescimento enquanto que a variedade RB 92579 praticamente não emitiu pendão.

A aplicação gárfisa e de silicato de Ca e Mg adicionados de substâncias húmicas contribuiu para redução de incidência de florescimento na cana-de-açúcar.

Há necessidade de estudos posteriores para investigar os mecanismos bioquímicos desencadeados pela ação das substâncias húmicas sobre a cana-de-açúcar, a partir dos quais poderá ser estabelecido manejo adequado da adubação que favoreça a redução de emissões de pendões florais nessa cultura.

REFERENCIAS

ARALDI, R.; SILVA, F. M. L.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Florescimento em cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v. 40, n. 3, p. 694-702, 2010

BARBIERI, V.; SILVA, F. C. Efeito do florescimento na brotação e perfilhamento da cana-de-açúcar (*saccharum* spp.). **Bioenergia em Revista: Diálogos**, v. 1, n. 1, p. 118-128, 2011.

BEAUCLAIR, E.G.F.; GULLO, M.J.M.; TOMAZ, H.V.Q.; SCARPARI, M.S.; OTAVIANO, J.A. Uso de condicionador de solo a base de ácido húmico na cultura da cana-de-açúcar. **STAB**, v. 28, p. 42-45, 2010.

CAMPOS, A. R. F. **Adubação orgânica e mineral sobre características produtivas do tomateiro cultivar Santa Cruz em ambiente protegido**. 2013. 44 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) –Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

CARON, V.C.; GRAÇAS, J.P.; CASTRO, P.R.C. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2015.

FAÇANHA, A. R. et al. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.

FELIX, H. R. M. **Características agronômicas de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) no quarto ciclo**. 2016. 29 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) –Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Symposium**, v.6, p. 36-41, 2011.

HUMBERT, R.P. **El cultivo de la caña de azúcar**. Tradução de Alfonso Gonzalez Gallardo. México: Compañía Editorial Continental, 719p. 1974.

NUSS, K.J.; BERDING, N. Planned recombination in sugarcane breeding: artificial initiation of flowering in sugarcane in subtropical and tropical conditions. **Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol**, v.2, p.504-508, 1999.

OLIVEIRA, M. W. et al. Produção da RB867515 influenciada pela aplicação de substâncias húmicas, aminoácidos e extrato de algas marinhas. **STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 30, p. 30-33, 2011.

SANTOS, L. L.; LACERDA, J. J. J.; ZINN, Y. L. Partição de substâncias húmicas em solos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 4, p. 955-968, 2013.

ATIVIDADE MICROBIANA DE UM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO SOB UM BOSQUE DE SABIÁ (*Mimosa caesalpinifolia* Benth)

João Manoel da Silva^{1*}, Seliane Oliveira Vieira², Yamina Coentro Montaldo², Paula Cibelly Vilela da Silva², Jakes Halan de Queiroz Costa², Tania Marta Carvalho dos Santos²

¹Rede Nordeste de Biotecnologia, Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas – RENORBIO/UFAL, Maceió, AL, *e-mail: joao.manoel@iqb.ufal.br

²Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – UFAL/CECA, Rio Largo-AL,

RESUMO

Objetivou-se por esse estudo avaliar a atividade microbiana do solo de um Argissolo Vermelho-Amarelo sob um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) implantado em 1999 ocupando uma área de aproximadamente 5.000m² e o total de 1670 plantas. A respiração microbiana do solo foi determinada por meio da captura do CO₂ evoluído seguido de titulometria em HCl. A determinação do carbono da biomassa foi realizada por meio do método de fumigação-extração e oxidação do carbono orgânico pelo dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇). A partir dos resultados da respiração basal das amostras de solo e do C da biomassa microbiana, foi calculado o quociente metabólico (qCO_2). As análises mostram que há diferenças entre as coletas. A análise de variância para os dados de liberação do C detectou entre as coletas média de aproximadamente 420 a 520 mgCO₂kg⁻¹. Em relação ao CBM foi detectado que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as coletas, mesmo que estas apresentem valores crescentes ao longo do tempo. Assim como o CBM, o C orgânico total não apresentou diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$). O quociente microbiano e o quociente metabólico apresentaram diferenças estatísticas significativas. Concluiu-se que, nesse trabalho, a atividade metabólica dos micro-organismos indica que o solo está próximo ao estado de equilíbrio.

PALAVRAS-CHAVE: Quociente metabólico, evolução de CO₂, respiração microbiana.

1. INTRODUÇÃO

A adição de materiais orgânicos é fundamental à qualidade do solo, caracterizando-se pela liberação gradativa de nutrientes, que reduz processos como lixiviação, fixação e volatilização. A produção e decomposição da serrapilheira é um processo dinâmico e contínuo com a consequente transferência destes para o ambiente, é essencial para a caracterização dos padrões de ciclagem, pois representa a principal via de retorno de nutrientes e matéria orgânica à superfície do solo.

A decomposição da matéria orgânica, proveniente principalmente das folhas, permite o retorno ao solo dos nutrientes absorvidos pela planta e que não sofreram lixiviação, mantendo a funcionalidade do ecossistema. O processo de decomposição da matéria orgânica possibilita que parte do carbono incorporado na biomassa vegetal retorne à atmosfera como CO₂ e outra parte, juntamente com os elementos minerais, seja incorporada ao solo. Estes mesmos minerais, posteriormente, após o processo de mineralização, poderão ser reabsorvidos pelas raízes do vegetal, e também protege o solo dos agentes erosivos e propicia condições para o restabelecimento de suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

O processo de decomposição dentro dos ecossistemas varia de acordo com as condições microambientais, com as condições microclimáticas e as características da

comunidade decompositora. Os micro-organismos estão diretamente envolvidos nos ciclos dos nutrientes no solo sendo os principais responsáveis pela decomposição dos resíduos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia dentro do solo, exercendo influência tanto na transformação da matéria orgânica, quanto na estocagem do carbono e nutrientes minerais.

A biomassa microbiana é ponto central do fluxo de carbono no solo, a quantidade de biomassa encontrada no solo está relacionada à quantidade de carbono que este recebe sendo, portanto, um ótimo indicador para prover informações rápidas sobre mudanças na propriedade orgânicas de solo, detectar mudanças causadas por cultivos ou devastação de florestas, ou determinar a regeneração de solos após a remoção da camada superficial.

O quociente metabólico refere-se à relação entre o carbono da biomassa microbiana e o carbono orgânico total do solo e é um índice bastante utilizado para fornecer indicações sobre a dinâmica da matéria orgânica, expressando a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono orgânico do solo. As mudanças no quociente metabólico refletem o padrão de entrada da matéria orgânica no solo, a eficiência da conversão do C microbiano, as perdas do C do solo e a estabilização do C orgânico pela fração mineral do solo. Assim seu valor pode indicar se está ocorrendo acúmulo ou perda de carbono no solo.

A respiração basal é o caminho de saída do carbono do ecossistema terrestre e tem um grande potencial como indicador do seu metabolismo. O entendimento do fluxo de CO₂ do solo é a chave para entender a troca do fluxo solo planta-atmosfera. O conhecimento da respiração total do solo em função de variáveis como temperatura e umidade de solo, pode esclarecer e quantificar melhor este gás e assim poderá também melhorar modelos de interações. Diante do exposto, objetivou-se por meio desse estudo determinar a atividade microbiana do solo em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) por meio dos métodos clássicos de avaliação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, localizada no município de Rio Largo - AL, cujo solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo textura média (EMBRAPA, 2018). O clima da região é As na Classificação de Koeppen, com pluviosidade média anual de 2.363mm, umidade relativa de 93,02%, temperatura média mínima de 18,9°C e máxima de 27,1°C, com estação seca no verão.

Foram realizadas quatro coletas de solo ao longo de 12 meses, sendo amostras compostas na profundidade de 0-20 cm por caminhamento em zigue-zague, acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao laboratório onde se procedeu o peneiramento (abertura = 4mm) e a retirada manual de raízes e restos vegetais. Oito dias antes das análises as amostras foram retiradas e incubadas à temperatura de 27,2 °C no escuro, visando reduzir os efeitos da amostragem, transporte, peneiramento e armazenamento sobre os micro-organismos e seus processos.

2.1 Análises biológicas

Determinou-se a respiração microbiana do solo por meio da captura do CO₂ evoluído. Amostras de 20g de solo (base seca) foram em colocadas em frascos de 2,0L juntamente com outro frasco contendo 10ml de NaOH 0,05M para captura do C-CO₂ desprendido do solo. Essas amostras foram incubadas durante 10 dias. O controle constou de frascos contendo apenas o NaOH. Após a incubação o CO₂ capturado precipitado

como carbonato de bário, através da adição de 5 ml de cloreto de bário 0,5M e o excesso de NaOH foi titulado com solução de HCL 0,5N na presença de fenolftaleína 0,1%. A taxa de evolução de CO₂ (quantidade de CO₂) existente em cada amostra, foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{CO}_2 \text{ (mg.kg}^{-1}\text{de solo seco)} = [(V_b - V_a) \times 1.1 \times 1000] / \text{PSS}$$

V_b = volume do HCl (mL) gasto na titulação do NaOH do controle; V_a = volume do HCl (ml) gasto na titulação do NaOH da amostra; 1,1 = fator de conversão (1 ml de NaOH 0,05M=1mg de CO₂); PSS = Peso seco do solo.

A determinação do carbono da biomassa foi realizada por meio do método de fumigação-extração e oxidação do carbono orgânico pelo dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇). Para isso fumigou-se 20g das amostras com 25 ml de clorofórmio livre de etanol sob vácuo de aproximadamente, 600 mm de Hg por 2,0 minutos após o início da ebulição em “dessecador úmido”, permanecendo 24 horas em contato com o vapor deste fumigante, em local escuro e a uma faixa de temperatura 272 °C.

O carbono orgânico foi extraído por 50 ml de uma solução de sulfato de potássio 0,5M (K₂SO₄) sob agitação de 30 minutos, após o qual filtrou-se o extrato em filtro de papel Whatman 42. Uma alíquota de 8 mL do filtrado, juntamente com 2 ml de K₂Cr₂O₇ 66,7mM, 10 ml de ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄, 98%) e 5 ml de ácido fosfórico (H₃PO₄, 88%) foram aquecidos em chapa térmica por refluxo por 3 minutos após o surgimento da primeira bolha, quando ocorre a reação de oxidação do carbono presente nas amostras de solo. Após o resfriamento da mistura quantificou-se o K₂Cr₂O₇ residual através de titulação com sulfato ferroso amoniacal 33,3 mM (Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ 6H₂O) e difenilamina 1% em meio ácido como indicador. Foi aplicada a fórmula:

$$\text{Carbono da biomassa microbiana: (}\square\text{gg-1C de solo)} = C_{mic} = (CF - CNF) \cdot k_c$$

CF = carbono da amostra fumigada; CNF = carbono da amostra não fumigada; K_c = 2,78 (fator de correção).

O C orgânico do solo foi determinado pelo método descrito no manual de métodos de análise de solo da Embrapa (1997). Este tem por princípio, a oxidação da matéria orgânica via úmida com o dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇, 0,4N) em meio sulfúrico, empregando-se como fonte de energia o calor desprendido do ácido sulfúrico e/ou aquecimento. O excesso de dicromato após a oxidação foi titulado com solução padrão de sulfato ferroso amoniacal [(Fe(NH₄)₂(SO₄)₂.6H₂O, 0,1N] (sal de Mohr).

Foram peneirados 20g de solo, em peneira de 80 “mesh” e retiraram-se 0,5g desse solo que foram colocadas em erlenmeyer de 250mL. Adicionou-se 10mL de solução de dicromato de potássio 0,4N. Incluiu-se um branco com 10mL da solução de dicromato de potássio (sem o solo). Levaram-se os erlenmeyers ao condensador e em placa elétrica até a fervura branda, durante 5 minutos. Deixou-se esfriar e juntou-se 80ml de água destilada, 2ml de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador difenilamina. Titulou-se com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1N. O C orgânico foi calculado pela fórmula:

$$C \text{ (g.kg}^{-1}\text{)} = [40 - (\text{volume gasto} \times f)] \times 0,6$$

$$f = 40 / \text{volume de sulfato ferroso gasto no branco}$$

A partir dos resultados da respiração basal das amostras de solo e do C da biomassa microbiana, foi calculado o quociente metabólico (qCO₂) que representa a quantidade de C-CO₂ evoluída por unidade de C microbiano (μg C-CO₂/hora –1/μg C-biomassa.g⁻¹ solo seco) (ANDERSON, 1994).

$$\text{CO}_2 \text{ (mg.kg}^{-1}\text{de solo seco)} = [(V_b - V_a) \times 1.1 \times 1000] / \text{PSS}$$

V_b = volume do HCl (ml) gasto na titulação do NaOH do controle; V_a = volume do HCl (ml) gasto na titulação do NaOH da amostra; 1,1 = fator de conversão (1 ml de NaOH 0,05M=1mg de CO₂); PSS = Peso seco do solo.

2.3 Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância (ANAVA) por meio do software Sisvar (FERREIRA, 2014). As médias foram agrupadas e comparadas por meio do teste de Tukey com probabilidade de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de variância para a atividade microbiana do solo, foi possível detectar diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Assim, as análises mostram que há diferenças entre as coletas a partir da coleta 3, sendo essa igual a coleta 4, assim como as coletas 1 e 2 não iguais entre si e diferentes das demais (Figura 1).

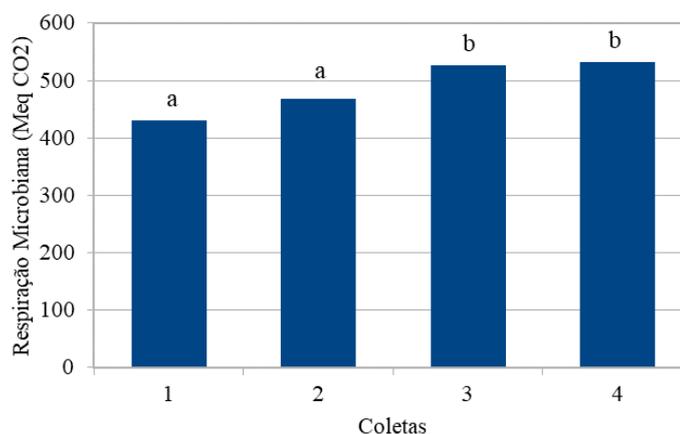


Figura 1. Respiração microbiana do solo em bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). Barras seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autores (2021).

A análise de variância para os dados de liberação do carbono detectou entre as coletas, média acumulada de CO₂ evoluído foi de aproximadamente 420 a 520 mgCO₂.kg⁻¹ (Figura 1). A respiração microbiana tem sido utilizada para avaliar a atividade geral da biomassa microbiana, podendo ser altamente influenciada por diversos fatores no solo, como teor de umidade, temperatura, estrutura e disponibilidade de nutrientes. O teor de C orgânico e pH do solo além da cobertura vegetal influencia na respiração microbiana.

Áreas sob vegetação nativa ou reflorestadas que apresentam baixa ou nenhuma ação antropogênica, apresentam equilíbrio e estabilidade na respiração microbiana do solo, o que torna importante a manutenção e recuperação desses ambientes em função da importância ecológica. Segundo Cunha et al. (2012), o fornecimento contínuo de matéria orgânica proporcionado pela diversidade de espécies existentes em área nativa, assim como a deposição de diferentes compostos oriundos desta vegetação, favorece a sobrevivência e crescimento das diversas classes de micro-organismos do solo comparado a outros sistemas agrícolas como semeadura direta e preparo convencional.

Assim, embora a área de estudo seja um fragmento de reflorestamento com *M. caesalpinifolia*, há presente outras espécies vegetais herbáceas, bem como ausência de revolvimento do solo, o que promove manutenção da umidade e da matéria orgânica, fomentando, conseqüentemente, a manutenção dos nutrientes do solo, os quais juntamente com os exudatos das raízes das plantas promovem a manutenção da microbiota do solo em estabilidade.

Além de favorecer a preservação das hifas fúngicas e o acúmulo da serrapilheira na superfície do solo, a ausência de revolvimento do solo também resulta em maior presença

de raízes, as quais aumentam a entrada de substratos carbonados no sistema, via exudatos radiculares (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). A diversidade florística das áreas nativas e a presença de vegetação durante todo o ano influenciam a quantidade e a qualidade de serrapilheira, o somatório desses fatores contribui para a ocorrência de níveis maiores de biomassa nessas áreas.

Uma elevada taxa respiratória (respiração microbiana do solo) indica alta atividade biológica, podendo ser uma característica desejável, uma vez que pode significar transformação rápida de resíduos orgânicos em nutrientes disponíveis para as plantas (BATISTA et al., 2009), o que promove maior dinâmica biológica no solo. Entretanto, nem sempre altas taxas respiratórias significam altas taxas de mineralização ou imobilização do solo. Isso se dá, pois, o processo é dependente também da dinâmica de absorção de nutrientes da composição vegetal do ambiente, como também parte destes nutrientes disponibilizados por meio da atividade microbiana podem ser lixiviados, ou ainda utilizados por micro-organismos do solo em seus processos metabólicos.

Em relação ao C da biomassa microbiana (CBM) foi detectado por meio da ANAVA que não houve diferença significativa ($p, 0,05$) entre as coletas, mesmo que estas apresentem valores crescentes ao longo do tempo (Figura 2).

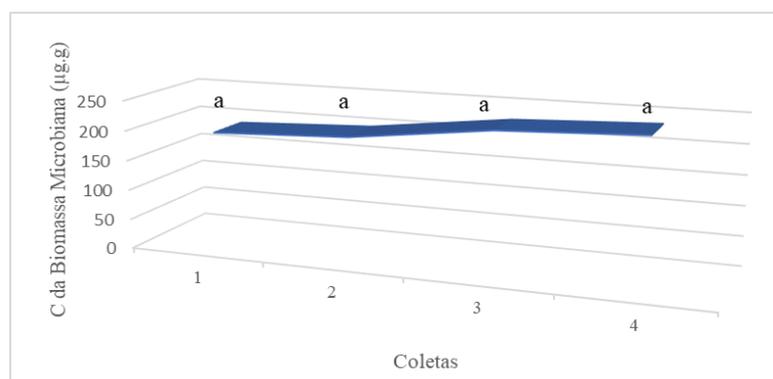


Figura 2. C da biomassa microbiana do solo em bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). Barras seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autores (2021).

Dentre os atributos biológicos do solo, a biomassa microbiana tem sido usada para avaliar as condições do mesmo, pois representa a fração responsável pela mineralização da matéria orgânica, assim como pela ciclagem de nutrientes. Pode ser enquadrada como o compartimento central do ciclo do carbono, representando um considerável reservatório de nutrientes, podendo exercer a função de reserva ou de fonte, dependendo da quantidade de energia que entra ou sai do sistema.

O qCO_2 resultante da taxa da respiração específica dos solos representa a quantidade de CO_2 liberada por unidade da biomassa microbiana em determinado tempo, assim, baixos valores de qCO_2 indicam agroecossistemas mais estáveis, proporcionando condições mais favoráveis ao desenvolvimento dos micro-organismos relacionadas ao não revolvimento do solo e à cobertura morta, como menor rompimento da hifa dos fungos, proteção do habitat microbiano, aumento do conteúdo de umidade do solo e condições menos extremas de temperatura (PEREIRA et al., 2007).

A maior liberação de qCO_2 geralmente está associada à maior atividade biológica do solo que, por sua vez, está relacionada diretamente com a quantidade de carbono lábil (residual) existente no solo. Desse modo, valores elevados da liberação de C tanto podem indicar situações de desequilíbrio no sistema solo quanto de alto nível de produtividade

do sistema, o que carece de compreensão de todos os fatores envolvidos na dinâmica microbiana do solo.

Quando se observam valores mais elevados de qCO_2 compreende-se que maiores perdas de C estão ocorrendo no sistema solo na forma de qCO_2 por unidade de C microbiano (MELLONI et al., 2008). De acordo com os estudos realizados por Martins et al. (2010), aumentos nos valores de qCO_2 estão relacionados à resposta à mineralização da biomassa microbiana.

Os atributos relacionados a biomassa microbiana servem como indicadores da qualidade do solo (SILVA et al., 2020). Entretanto, o uso desses parâmetros isoladamente não é o mais apropriado para determinar o estado metabólico das comunidades microbianas do solo (BOWLES et al., 2014), necessitando levar em consideração outros atributos microbiológicos da qualidade do solo, como quociente microbiano e metabólico.

De modo geral solos sob mata apresentaram baixos valores de respiração microbiana basal e altos valores de carbono na biomassa microbiana, o que evidencia que as comunidades microbianas destes ecossistemas perdem menos carbono na forma de CO_2 através da respiração, e uma fração significativa de carbono está sendo incorporado na constituição da biomassa microbiana, sugerindo que as comunidades avaliadas se encontram num estágio de sucessão mais avançado, no qual a retenção e conservação de nutrientes são maiores onde comunidade microbiana utiliza as substâncias orgânicas mais para o seu crescimento do que para sua manutenção.

Assim como o CBM, o C orgânico total não apresentou diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) por meio da ANAVA (Figura 3), o que pode inferir em um sistema solo que apresenta estabilidade quanto os processos metabólicos relacionados à sua população microbiana.

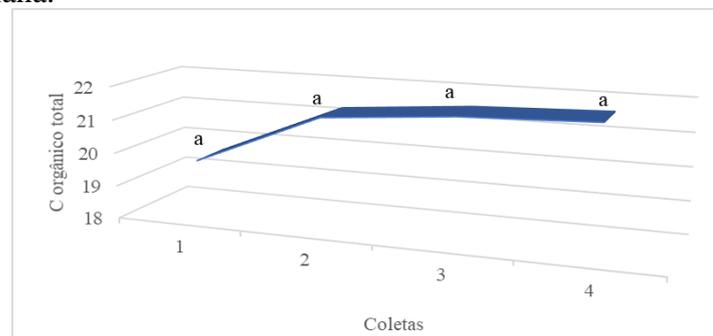


Figura 3. C orgânico do solo em bosque de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autores (2021).

O C orgânico total do solo constitui a fonte de nutriente e energia para a realização de processos microbianos, como a respiração do solo, enquanto o pH pode afetar direta ou indiretamente a população microbiana e seus processos. A vegetação nativa naturalmente possui ausência de ação antrópica, o que por sua vez promove um ambiente favorável à manutenção da matéria orgânica do solo, a qual está diretamente relacionada com a entrada de resíduos e pouca saída destes do ambiente (GUARESCHI; PEREIRA; PERIN, 2012).

Segundo Jakelaitis et al. (2008), estudando a qualidade da camada superficial de solo sob vegetação nativa, pastagem e áreas cultivadas constataram que os teores de COT diminuíram em função do uso do solo, de modo que, observaram os maiores teores de COT também em área de vegetação nativa. De acordo com esses autores ambientes que apresentam menor ou nenhuma ação de revolvimento do solo tendem a apresentar maior estabilidade nos condicionantes biológicos do solo, o que faz com que sua população microbiana e seus respectivos processos metabólicos sejam estáveis e equilibrados.

Costa Junior et al. (2011) também detectaram maiores teores de COT na profundidade de 0-20 cm também foi observado por em áreas de cerrado em comparação a áreas sob lavoura e pastagem. Segundo os referidos autores os resultados encontrados são decorrentes de uma menor parcela de material na camada superficial do solo.

De acordo com os dados da ANAVA, o quociente microbiano e o quociente metabólico apresentaram diferenças estatísticas significativas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) (Figuras 4 e 5, respectivamente).

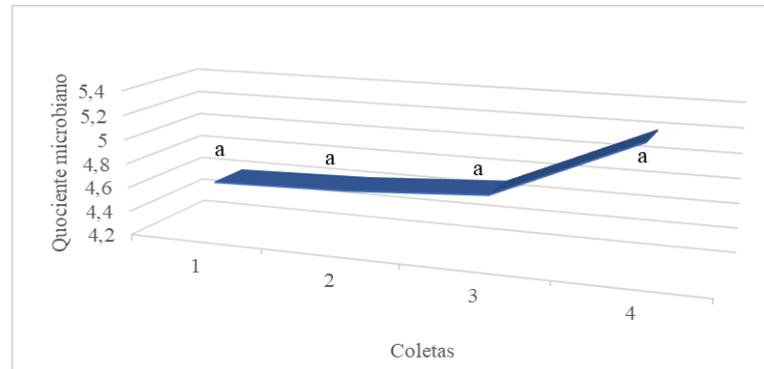


Figura 5. Quociente metabólico do solo em bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Brenth). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autores (2021).

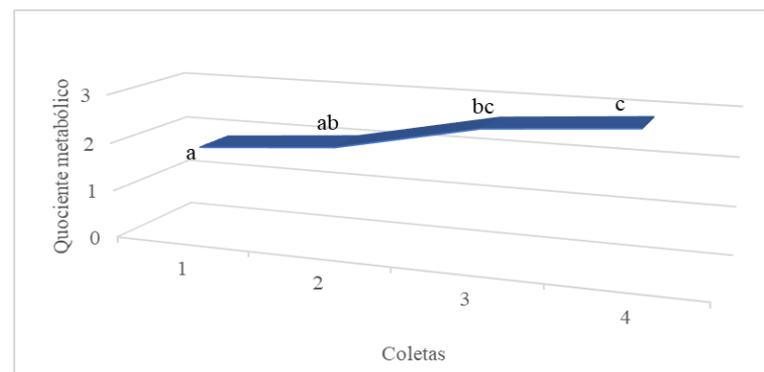


Figura 5. Quociente metabólico do solo em bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Brenth). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autores (2021).

O quociente metabólico corresponde à razão entre o C-CO₂ da atividade microbiana e C da sua biomassa. Esse parâmetro eco fisiológico tem se mostrado como um indicador mais sensível que os valores de respiração e biomassa isolados. As mudanças no quociente metabólico refletem o padrão de entrada da matéria orgânica no solo, a eficiência da conversão do C microbiano, as perdas do C do solo e a estabilização do C orgânico pela fração mineral do solo.

A medida que uma determinada biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos carbono é perdido como CO₂ pela respiração e uma maior proporção de carbono é incorporada no tecido microbiano. Desse modo um solo com quociente metabólico mais baixo está mais próximo do estado de equilíbrio, uma biomassa microbiana eficiente tem menor taxa de respiração em relação a uma biomassa microbiana ineficiente.

Quando a biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos CO₂ é perdido para a atmosfera e maior taxa de carbono é incorporada à biomassa microbiana, o que resulta em menores valores de qCO_2 (CUNHA et al., 2012). A substituição da vegetação acelera a decomposição dos resíduos vegetais e, assim, o valor do quociente metabólico aumenta

(SILVA et al., 2007), sendo assim possível explicar eventos de aumento do quociente metabólico após o preparo do solo no sistema de plantio convencional, contrariamente ao ocorrido no presente estudo, onde o solo possui estabilidade em sua matéria orgânica resultante da deposição e não revolvimento da serrapilheira.

Segundo Silva et al. (2010), o quociente microbiano do solo é um indicador da quantidade de carbono do solo que está imobilizado na biomassa microbiana. Ou seja, quando há aumento dos valores desse atributo, é correto afirmar que há incorporação de carbono nas células dos micro-organismos habitantes do solo. Desse modo, pode-se inferir que o quociente microbiano do solo em estudo apresenta estabilidade.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os dados observados, analisados e discutidos, é possível afirmar que o solo da área em estudo, um Argissolo Vermelho-Amarelo sob cobertura de um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) apresenta níveis de estabilidade no que se trata da atividade microbiana do solo, com base nos atributos aqui avaliados.

Nesse sentido, registra-se aqui que a atividade metabólica dos micro-organismos habitantes do referido solo indicam que o mesmo se encontra próximo ao estado de equilíbrio. Isso está relacionado à ausência de interações antropogênicas que geralmente afetam as estruturas física, química e biológica dos solos.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, T. H. **Physiological analysis of microbial communities in soil: applications and limitations**. In: RITZ, K.D.; GILLER, K.E., (eds.) *Beyond the biomass*. London, British Society of Soil Science, 1994. pp.67-76.

BATISTA, Q. R.; FREITAS, M. S. M.; MARTINS, M. A.; SILVA, C. S. Bioqualidade de área degradada pela extração de argila, revegetada com *Eucalyptus* spp. e sabiá. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 146-154, 2009.

BOWLES, T.; ACOSTA-MARTINEZ, V.; CALDERON, F.; JACKSON, L. E. Soil enzyme activities, microbial communities, and carbon and nitrogen availability in organic agroecosystems across an intensively-managed agricultural landscape. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 68, p. 252-262, 2014.

COSTA JUNIOR, C.; PICCOLO, M. C.; SIQUEIRA NETO, M. CAMARGO, P. B.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono total e $\Delta^{13}C$ em agregados do solo sob vegetação nativa e pastagem no bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1241-1252, 2011.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 56-63, 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. EMBRAPA Solos: Brasília, 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**– 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997.

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

GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Deposição de resíduos vegetais, matéria orgânica leve, estoques de carbono e nitrogênio e fósforo remanescente sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 909-920, 2012.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A. DA; SANTOS, J. B. DOS; VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, p. 118-127, 2008.

MARTINS, C. M.; GALINDO, I. C. L.; SOUZA, E. R.; POROCA, H. A. Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1883-1890, 2010.

MELLONI, R.; PEREIRA, E. G.; TRANNIN, I. C. B.; SANTOS, D. R.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Características biológicas de solos sob mata ciliar e campo cerrado no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, p. 7-13, 2001.

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

PEREIRA, A. A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; KASCHUK, G.; CHUEIRE, L. M. DE O.; CAMPO, R. J.; TORRES, E. Variações qualitativas e quantitativas na microbiota do solo e na fixação biológica do nitrogênio sob diferentes manejos com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1397-1412, 2007.

RHOTON, F. E. Influence of time on soil response to no-tillage practices. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, p. 700-709, 2000.

SILVA, J. M.; ALMEIDA, A. C. P. S.; CRISTO, C. C. N.; MONTALDO, Y. C. M.; LIMA, K. C. V.; NASCIMENTO, M. S.; COSTA, J. A. Q.; SANTOS, T. M. C. Microbiological Attributes of a Cohesive Yellow Latosol Under Different Land Use Systems. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, n. 4, p. 696-711, 2020.

SILVA, M. B.; KIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M.; LANNA, A. C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.12, p. 1755-1761, 2007.

SILVA, R. R. D.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. D. S.; CURI, N.; ALIVISI, A. M. T. Biomassa e atividade microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica campos das vertentes – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1585-1592, 2010.

FUNGOS RIZOSFÉRICOS E MECANISMOS DE PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO EM PLANTAS

João Manoel da Silva^{1*}, Tania Marta Carvalho dos Santos², Gaus Silvestre de Andrade Lima¹

¹Rede Nordeste de Biotecnologia, Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas – RENORBIO/UFAL, Maceió, AL, *e-mail: joao.manoel@iqb.ufal.br

²Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – UFAL/CECA, Rio Largo-AL

RESUMO

A rizosfera é a região que tem influência direta das raízes. Este é o local onde ocorre a maioria das interações entre micro-organismos e plantas, cultivadas ou não. Estudos envolvendo a ecologia de comunidades microbianas da rizosfera tornaram-se mais frequentes após os primeiros relatos de interações biológicas de micro-organismos com plantas que influenciam física e quimicamente modificam o solo circundante. De acordo com essas hipóteses, a microbiota da rizosfera propicia o desenvolvimento das plantas por meio de diversos mecanismos, diretos e indiretos. Assim, o objetivo desta revisão foi explicar os aspectos que proporcionam caracterizar esses microrganismos como benéficos às plantas tendo em vista sua aplicabilidade aos agroecossistemas. Portanto, afirma-se que os fungos rizosféricos têm a solubilização do fósforo (P), assimilando este nutriente pelas plantas, promovendo o crescimento por meio da produção ou estimulação da produção de reguladores de crescimento como o ácido 3-indol acético, e o controle de agentes fitopatogênicos como outros fungos filamentosos, e também fitonematóides. Portanto, é possível observar a importância da constante observância da ação desses micro-organismos em termos de seu papel ecológico devido ao agroecossistema.

PALAVRAS-CHAVE: Fungos filamentosos, fosfato, hormônios vegetais.

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.

O semiárido é um clima característico de regiões que recebem um índice pluviométrico baixo e irregular em função também da evapotranspiração potencial. Nesse clima encontra-se como bioma a 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 Eukaria, 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. 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.

Dentre os mecanismos de promoção de crescimento em plantas, a solubilização de fosfato é uma das estratégias mais desejáveis, uma vez que esse nutriente faz parte dos maiores limitantes na produção vegetal, especialmente pelo fato de estar presente nos processos metabólicos das plantas, atuando de formas diretas e indiretas no seu desenvolvimento. Ademais, o fato de o P ser um elemento limitante na agricultura tem gerado uma grande discussão quanto a utilização de micro-organismos solubilizadores deste elemento.

Fitormônios ou hormônios vegetais são compreendidas como substâncias químicas que em baixas concentrações promovem o crescimento das plantas, influenciando no seu crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular de tecidos. São moléculas sinalizadoras que regulam muitos processos de desenvolvimento das plantas são compostos orgânicos, os quais são produzidos naturalmente em alguma parte da planta e em algum momento da sua fenologia transportados para outra, o que finda em respostas fisiológicas específicas, e também há os que agem no próprio local onde são produzidos. Por causa da capacidade de estimular ou inibir o crescimento de plantas, estes também são chamados de reguladores de crescimento de plantas. Cinco principais grupos de fitormônios são reconhecidos: auxinas, giberelinas, etileno, citocininas e ácido abscísico. Esses fitohormônios ou fitorreguladores são fundamentais também nos processos de colonização do sistema radicular para com os processos simbióticos.

A supressão de doenças de plantas pelo uso micro-organismos benéficos da rizosfera pode ocorrer por vários mecanismos de ação, como: antagonismo relacionado à produção de antibióticos antifúngicos, competição por espaço e nutrientes com fitopatógenos e outros micro-organismos prejudiciais à rizosfera e indução de resistência nas plantas. Considerando o biocontrole, são vários os mecanismos de ação utilizados por esses fungos, dentre os quais, destacam-se a produção de metabólitos e enzimas com propriedades antifúngicas, o hiperparasitismo e a competição por nutrientes do meio. Esses caracteres conferem a esses organismos lugar de destaque nas pesquisas relacionadas ao biocontrole de doenças de plantas causadas por fungos.

Muitos dos fungos filamentosos encontrados em simbiose com as plantas no rizoplano são capazes de crescer em condições adversas, como altos níveis de salinidade ou metais pesados, como também na ausência total ou parcial de água. Nesse aspecto, levanta-se a hipótese de que a simbiose entre fungos filamentosos e plantas fomentam a capacidade de resistência das plantas, podendo ser por meio da disponibilização de nutrientes para as plantas na duração desses estresses ambientais, enquanto as plantas

disponibilizam também para os micro-organismos exudatos liberados pelo sistema radicular, havendo uma relação de troca mútua entre ambos os grupos.

2. FUNGOS RIZOSFÉRICOS E FUNCIONALIDADES PARA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO VEGETAL

Os micro-organismos do solo são responsáveis pela degradação de diferentes elementos da matéria orgânica do solo, transformados em uma variedade de biomoléculas e metabólitos secundários, liberados via ação de várias enzimas (TORTELLA et al., 2008). Esse compostos e biomoléculas são apreciados no tocante da assimilação pelas plantas, os quais, ao passarem pelo processo de ciclagem, atuam como biofertilizantes ou podem contribuir de modo indireto na atuação na estabilidade da biota, metabolismo, sanidade e diversidade do solo.

Naturalmente, as plantas são colonizadas por inúmeros micro-organismos, estabelecendo várias formas de associações simbióticas. Essas associações compreendem a diversos mecanismos que proporcionam nomear esses micro-organismos como Promotores de Crescimento Vegetal. Assim, dentre as características mais comumente conhecidas na agricultura pode-se citar a solubilização de fosfato (SILVA et al., 2015; SILVA et al., 2019), produção de hormônios ou reguladores de crescimento vegetal (OLIVEIRA et al., 2012) e controle de fitopatógenos (SILVA et al., 2017), podendo este agir por meio de vários mecanismos (diretos e indiretos).

Recentemente, a associação entre espécies de arroz silvestre com bactérias diazotróficas (ZHANG et al., 2008) e fungos endofíticos "dark septate" (DSEF) (YUAN et al., 2010) foi relatada. Alguns autores têm sugerido que os DSEF possuem a habilidade de estabelecer associações mutualistas com as plantas hospedeiras, pois atuam como promotores do crescimento vegetal e, principalmente, facilitam a absorção de fósforo e nitrogênio (CHEN et al., 2010).

Também tem sido observado que esses fungos podem coexistir com fungos micorrízicos e produzir metabólitos capazes de aumentar a germinação, o crescimento e a ramificação de hifas desses fungos, beneficiando a planta hospedeira de forma indireta (SCERVINO et al., 2009). Essa coexistência é um fator importante, pois, não havendo competição entre os micro-organismos benéficos no solo, maiores são as chances de promover um melhor equilíbrio na microbiota do solo, favorecendo o desenvolvimento vegetal. Diferentemente de fungos micorrízicos arbusculares, os DSEF não são biotróficos obrigatórios, o que facilita seu cultivo em meio de cultura e o desenvolvimento de inoculantes que visem à promoção do crescimento vegetal, sendo esta uma característica favorável para um fungo promotor de crescimento vegetal.

A inoculação de micro-organismos, aliados ou não a outros micro-organismos benéficos do solo, pode incrementar o desenvolvimento vegetal (NARLOCH et al., 2002), o qual pode ser induzido de forma direta, pela produção de hormônios de crescimento, ou indireta, pela modificação da microbiota da rizosfera. Este último é considerado um dos principais mecanismos de ação, devido à supressão de microrganismos deletérios.

2.1 Solubilização de Fosfato

Apesar de abundante nos solos, tanto na forma orgânica quanto inorgânica, o fósforo (P) é o segundo nutriente limitante ao crescimento de plantas. A baixa disponibilidade desse nutriente, especialmente em condições de solos ácidos das regiões tropicais e subtropicais, é tido como um dos fatores limitantes para a produção agrícola.

Esses caracteres estimulam as altas aplicações de adubos fosfatados, porém as plantas não possuem a capacidade de assimilar essas concentrações aplicadas, sendo uma grande parte desse P perdido por lixiviação.

Esse elemento é um dos principais macronutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas devido à sua atuação em processos metabólicos (ROCHA et al., 2007). De modo geral, os solos brasileiros apresentam naturalmente baixo teor de fósforo total e muito baixo teor de fósforo disponível para as plantas. Do fósforo adicionado ao solo através de fertilizantes químicos, até 25% é aproveitado pelas plantas. Essas adubações são realizadas principalmente com fosfatos solúveis em água, atingindo dosagens de fósforo muito superiores às necessidades das culturas, pois a maior parte do adicionado torna-se indisponível às plantas. Essa indisponibilidade por perdas caracterizam um prejuízo financeiro aos produtores, como também um risco de contaminação dos lençóis freáticos, fazendo assim necessário a utilização de estratégias que possam mitigar esse cenário.

Micro-organismos solubilizadores de fosfato são aqueles que possuem a habilidade de secretar ácidos orgânicos, e/ou fosfatases que facilitam a conversão de formas insolúveis de fósforo (P) para formas disponíveis para as plantas (MOREIRA; ARAÚJO, 2013). No ciclo do P no solo, os micro-organismos são fatores importantes, onde o P orgânico pode ser liberado por meio da mineralização e o P inorgânico por meio da hidrólise de monoésteres por fosfomonoesterase alcalina e ácida. As plantas liberam apenas a fosfomonoesterase ácida, enquanto os micro-organismos podem produzir a ácida e alcalina. Com isso, os micro-organismos demonstram maior envolvimento no ciclo do P contribuindo para maior nutrição das plantas (CUI et al., 2015).

Esses micro-organismos desempenham importante papel no suprimento de P às plantas e sua ação solubilizadora tem sido associada, principalmente, à produção de ácidos orgânicos (ALVES; SILVA FILHO, 2009; BARROSO; NAHAS, 2008). No solo, os micro-organismos solubilizadores de P contribuem para aumentar a concentração desse elemento na solução do solo, fazendo com que este possa ser absorvido diretamente pelas raízes ou pelas hifas de fungos em simbiose (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

O fósforo (P) é adsorvido aos colóides do solo ou transformado em compostos de ferro e alumínio pouco solúveis para as plantas. Por isto é que as formulações de fertilizantes são representadas por altos teores de P. Com isto, maiores quantidades de P são adicionadas ao solo para que a planta aproveite 25%, o que se traduz numa baixa eficiência dos fertilizantes fosfatados. Neste sentido, os micro-organismos do solo têm um papel transcendente na mineralização e solubilização do fósforo.

O P orgânico é transformado em P solúvel pela ação das fosfatases, enzimas que catalizam a hidrólise de ésteres de fosfatos, liberando fosfato solúvel. As fosfatases são secretadas pelas raízes das plantas e pelos micro-organismos do solo. Esta enzima, quando no meio vegetal, pode ser constitutiva ou induzida por fatores externos como deficiência de fósforo inorgânico ou dificuldade de absorver fósforo em condições de falta de água.

A inoculação de micro-organismos solubilizadores de fosfatos no solo tem sido sugerida como alternativa para substituir ou diminuir o uso de fertilizantes fosfatados solúveis, mediante melhor aproveitamento dos fosfatos naturais (VESSEY, 2003), existentes ou adicionados ao solo e dos formados pela aplicação de fontes solúveis, para incrementar a concentração de fósforo solúvel na rizosfera e promover a nutrição das plantas com fósforo (GYANESHWAR et al., 2002).

2.2 Produção de reguladores de crescimento vegetal

Fitormônios ou hormônios vegetais são compreendidas como substâncias químicas que em baixas concentrações promovem o crescimento das plantas, influenciando no seu crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular de tecidos (SPAEPEN et al., 2009). São moléculas sinalizadoras que regulam muitos processos de desenvolvimento das plantas (FITZE et al., 2005) são compostos orgânicos, os quais são produzidos naturalmente em alguma parte da planta e em algum momento da sua fenologia transportados para outra, o que finda em respostas fisiológicas específicas, e também há os que agem no próprio local onde são produzidos. Por causa da capacidade de estimular ou inibir o crescimento de plantas, estes também são chamados de reguladores de crescimento de plantas. Cinco principais grupos de fitormônios são reconhecidos: auxinas, giberelinas, etileno, citocininas e ácido abscísico (SAHARAN; NEHRA, 2011). Esses fitohormônios ou fitorreguladores são fundamentais também nos processos de colonização do sistema radicular para com os processos simbióticos.

As auxinas são compostos que estimulam o crescimento, sendo o ácido-3-indolacético (AIA) a principal auxina encontrada nas plantas, o qual é produzido no meristema apical do caule, folhas jovens, flores, frutos em desenvolvimento e sementes, sendo também encontrados em raízes. Esses fitohormônios são responsáveis pelo alongamento das plantas e diferenciação celular, sendo os mais prospectados em função dos micro-organismos promotores de crescimento vegetal.

Fungos promotores do crescimento vegetal beneficiam as plantas por meio de mecanismos diretos (produção de fitormônios, redução dos níveis de etileno no solo, solubilização de fosfato) e indiretos, os quais incluem mecanismos de biocontrole, produção de antibióticos, indução de resistência sistêmica, dentre outros, mostrando, diversificados mecanismos os quais podem ser aplicados na agricultura (OLIVEIRA et al., 2012; AGUADO-SANTACRUZ et al., 2012; MOREIRA; ARAÚJO, 2013).

Alguns desses micro-organismos são capazes de estimular o crescimento das plantas por meio da redução dos níveis de etileno nas mesmas, por meio da ação da enzima *1-aminociclopropano-1-carboxilato (ACC) desaminase*, diminuindo a produção de etileno nas raízes das plantas hospedeiras, o que resulta no alongamento desse órgão vegetal. A promoção do crescimento radicular é um dos efeitos benéficos dos micro-organismos promotores do crescimento vegetal, pois o estabelecimento rápido das raízes laterais e adventícias é uma característica vantajosa para as plantas, aumentando a habilidade de se fixar ao solo e obter água e nutrientes do ambiente (MOREIRA; ARAÚJO, 2013; SILVA et al., 2015). Ademais, os fungos possuem a capacidade de atuar como “extensões” das raízes das plantas, o que fomenta as habilidades anteriormente citadas.

Kaldorf e Ludwig-Müller (2000) observaram que plantas colonizadas por Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) apresentaram incremento na biossíntese e na concentração de ácido indol-3-butírico (IBA) livre nas suas raízes, ao mesmo tempo em que essas apresentam significativo aumento na sua ramificação lateral. Segundo os mesmos autores, o incremento dos percentuais de AIB está relacionado com o aumento da interação planta-FMAs.

O aminoácido *L*-triptofano, funciona como precursor fisiológico na biossíntese de auxinas em plantas e em micro-organismos (KHALID et al., 2004). Na biossíntese de AIA Trp-independente, o glicerol-3-indol fosfato ou indol é provavelmente o precursor, porém pouco é conhecido sobre a via bioquímica para AIA (ZHANG et al., 2008). Na biossíntese de AIA Trp-dependente, várias vias têm sido propostas: (i) via do Indol-3-

Acetamida (IAM); (ii) via do Ácido Indol-3-30-Pirúvico (IPA); (iii) via da Triptamina (TAM) e (4) via do Indol 3-Acetaldoxima (IAOX) (ZHAO, 2010).

2.3 Mecanismos biológicos de combate a fungos fitopatogênicos

A supressão de doenças por micro-organismos benéficos da rizosfera pode ocorrer por vários mecanismos de ação, como: antagonismo relacionado à produção de antifúngicos, competição por espaço e nutrientes com fitopatógenos e outros micro-organismos prejudiciais à rizosfera e indução de resistência nas plantas (MOREIRA; ARAÚJO, 2013).

Considerando o biocontrole, são vários os mecanismos de ação utilizados por esses fungos, dentre os quais, destacam-se a produção de metabólitos e enzimas com propriedades antifúngicas, o hiperparasitismo e a competição por nutrientes (VERMA et al. 2007). Esses caracteres conferem a esses organismos lugar de destaque nas pesquisas relacionadas ao biocontrole de doenças de plantas causadas por fungos.

O controle biológico é caracterizado como uma forma de emprego de micro-organismos com o intuito de limitar a ação de patógenos no ambiente e/ou aumentar a resistência do hospedeiro quanto ao ataque desses agentes nocivos (MORANDI; BETTIOL, 2009). Desse modo, é imperativo afirmar a necessidade de prospecção de micro-organismos não somente com base em suas funções biológicas, mas também observar as relações junto ao hospedeiro e ambiente.

Nessa perspectiva de modelo de agricultura extensiva mundialmente difundida e buscando a atender a necessidade de produção de *commodities* e alimentos para a população, o controle biológico acabou por ser uma área de estudos envolvendo diferentes áreas como a ecologia, biossistemática, comportamento, fisiologia e genética, com o objetivo de subsidiar conhecimentos e atuar não somente no microclima no qual a população está inserida, mas também no equilíbrio de toda a comunidade biológica do solo.

Para que se aplique o biocontrole ou controle biológico em doenças de plantas, busca-se por micro-organismos de vida livre, ou colonizadores de superfícies vegetais e hiperparasitas, fungos que parasitam outros fungos (SILVA et al., 2017) ou, ainda, colonizadores de tecidos internos das plantas, os quais são denominados endófitos.

Tais agentes de biocontrole podem atuar por diversos mecanismos de ação diretos como competição, parasitismo e antibiose direta, ou mecanismos indiretos como promoção de crescimento vegetal e indução de resistência, sendo mecanismos que sempre atuam em paralelo. Existem na literatura especializada, relatos de uma diversidade de micro-organismos, principalmente fungos e bactérias, utilizados no controle de fungos fitopatogênicos (MORANDI; BETTIOL, 2009; SILVA et al., 2019).

A introdução da técnica de controle biológico no manejo de doenças em plantas cultivadas vem sendo estudada e aplicada há anos, com o intuito de reduzir o uso descontrolado de produtos químicos, reduzindo seus efeitos deletérios e danosos ao ambiente, homem e animais, bem como a redução de custos na produção das culturas de interesse e beneficiando a saúde do homem e dos animais (GRIGOLETI JÚNIOR; SANTOS; AUER, 2000). Assim, é possível afirmar que a aplicação de técnicas de controle biológico, especialmente junto ao manejo integrado de pragas (MIP) é uma alternativa como tecnologia limpa para a produção agrícola e produção de alimentos.

Em contramão ao controle químico, o controle biológico apresenta efeitos a longo prazo e não imediato, como se observa quando se aplicam fungicidas. Entretanto, este último, mesmo em condições corretas de aplicação, tende a prejudicar o agroecossistema,

especialmente quando se aplicado junto ao solo ou no caule de espécies arbóreas, podendo ser levado ao solo e cursos d'água por lixiviação ou deriva.

Por muitas ocasiões, a falta de assistência e orientação técnica especializada em como utilizar produtos químicos nas lavouras, como também as formas corretas de se aplicar os produtos oriundos de agentes biológicos também dificulta a aplicabilidade e exequibilidade dessas técnicas de controle de doenças de plantas. Porém, esse método apresenta inúmeras vantagens, principalmente no quesito meio ambiente, não causando impactos danosos. Além disso, é um controle de baixo custo e ainda reduz a possibilidade de perda de organismos benéficos que estejam presentes no ambiente (BETTIOL; MORANDI, 2009).

Vale a pena salientar que o alto custo de aquisição dos produtos químicos (agrotóxicos), a perda de eficiência do princípio ativo devido à resistência dos organismos, comumente causada por variabilidade genética do agente etiológico e todos os problemas ambientais já conhecidos ocasionados pelo uso excessivo e irracional fomentam a necessidade de busca por novos meios de produção agrícola. O uso do controle biológico representa uma das principais alternativas para produção de matéria-prima e alimentos com qualidade e consciência (MORANDI et al., 2009).

De acordo com Medrado (2019) somente a partir do crescimento da percepção sobre as interações ecológicas que envolvem todos os organismos e o entendimento de que há um equilíbrio dinâmico nos ecossistemas naturais, foi possível ampliar o espectro de ação do controle biológico para estudos que envolvessem a utilização de micro-organismos também para o controle de doenças. Nesse sentido, é importante observar que nos ambientes degradados ou em processo de degradação, seja natural ou antrópica, há presença de vida microbiana, a qual pode ser utilizada como subsídio biológico para pesquisas e aplicações na agricultura.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de micro-organismos como os fungos tem proporcionado resultados satisfatórios na agricultura, sendo um meio de produção sustentável e que proporciona equilíbrio ecológico, dada a importância da redução de agroquímicos nos agroecossistemas visando a sanidade ambiental e humana. Entretanto, maiores estudos e divulgação a esses achados devem estar em ênfase com o intuito de se eliminar achismos e preconceitos encontrados mesmo no meio acadêmico no que se trata da prospecção de micro-organismos benéficos para aplicabilidade à agricultura.

REFERÊNCIAS

AGUADO-SANTACRUZ, G. A.; MORENO-GÓMEZ, B.; JIMÉNEZ-FRANCISCO, B.; GARCÍA-MOYA, E.; PRECIANDO-ORTIZ, R. E. Impacto de los sideróforos microbianos y fitosideróforos en la asimilación de hierro por las plantas: una síntesis. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 35, n. 1, p. 9-21, 2012.

ALVES, L.; SILVA FILHO, G. N. Produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) em presença de diferentes fontes fosfatadas e microorganismos solubilizadores de fosfatos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, p. 557-562, 2009.

BARROSO, C. B.; NAHAS, E. Solubilização do fosfato de ferro em meio de cultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 4, p. 529-535, 2008.

CHEN, X. M.; DONG, H. L.; HU, K. X.; SUN, Z. R.; CHEN, J. A.; GUO, S. X. Diversity and antimicrobial and plant-growth-promoting activities of endophytic fungi in

Dendrobium loddigesii Rolfe. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 29, p. 328-337, 2010.

CUI, H.; ZHOU, Y.; GU, Z.; ZHU, H.; FU, S.; YAO, Q. The combined effects of cover crops and symbiotic microbes on phosphatase gene and organic phosphorus hydrolysis in subtropical orchard soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 82, p. 119-126, 2015.

FITZE, D.; WIEPNING, A.; KALDORF, M.; LUDWIG-MÜLLER, J. Auxins in the development of an arbuscular mycorrhizal symbiosis in maize. **Journal of Plant Physiology**, v. 162, n. 11, p. 1210-1219, 2005.

GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; DOS SANTOS, A. F.; AUER, C. G. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, p. 155-165, 2000.

GYANESHWAR, P.; NARESH KUMAR, G.; PAREKH, L. J.; POOLE, P. S. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. **Plant and Soil**, v. 245, n. 1, p. 83-93, 2002.

KALDORF, M.; LUDWIG-MÜLLER, J. AM fungi might affect the root morphology of maize by increasing indole-3-butyric acid biosynthesis. **Plant Physiology**, v. 109, n. 1, p. 58-67, 2000.

KHALID, A.; ARSHAD, M.; ZAHIR, Z. Screening plant growth-promoting rhizobacteria for improving growth and yield of wheat. **Journal of Applied Microbiology**, v. 96, n. 3, p. 473-480, 2004.

MEDRADO, P. H. S. **Fungos de solo no controle biológico de Fitopatógenos**. 2019, 112f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2019.

MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. **Controle biológico de doenças de plantas no Brasil: marcos históricos do controle biológico de doenças de plantas no Brasil**. In: Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Ed(s). Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, São Paulo, 2009. pp. 08-14.

MORANDI, M. A. B.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BETTIOL, W.; TEIXEIRA, H. Controle biológico de fungos fitopatogênicos. **Informe Agropecuário**, v. 30, n. 251, p. 73-82, 2009.

MOREIRA, A. L. L.; ARAÚJO, F. F. Bioprospecção de isolados de *Bacillus* spp. Como potenciais promotores de crescimento de *Eucalyptus urograndis*. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 933-943, 2013.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729p.

NARLOCH, C.; OLIVEIRA, V. L.; ANJOS, J. T.; SILVA FILHO, G. Respostas da cultura do rabanete à inoculação de fungos solubilizadores de fosfatos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 841-845, 2002.

NORMANLY, J. Approaching cellular and molecular resolution of auxin biosynthesis and metabolism. **Cold Spring Harbor Perspectives in Biology**, v. 2, n. 1, 2010.

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.

ROCHA, F. R.; PAPINI-TERZI, F. S.; NISHIYAMA JUNIOR, M. Y.; VÊNCIO, R. Z. N.; VICENTINI, R.; DUARTE, R. D. C.; ROSA JUNIOR, V. E.; VINAGRE, F.; BARSALOBRES, C.; MEDEIROS, A. H.; RODRIGUES, F. A.; ULIAN, E. C.; ZINGARETTI, S. M.; GALBIATTI, J. A.; ALMEIDA, R. S.; FIGUEIRA, A. V. O.; HEMERLY, A. S.; SILVA FILHO, M. C.; MENOSSI, M.; SOUZA, G. M. Signal transduction related responses to phytohormones and environmental challenges in sugarcane. **BMC Genomics**, v. 8, n. 1, 2007.

SAHARAN, B.; NEHRA, V. Plant growth promoting rhizobacteria: a critical review. **Life Sciences and Medical Research**, v. 21, p. 1-30, 2011.

SCERVINO, J. M.; GOTTLIEB, A.; SILVANI, V. A.; PERGOLA, M.; FERNANDEZ, L.; GODEAS, A. M. Exudates of dark septate endophyte (DSE) modulate the development of the arbuscular mycorrhizal fungus (AMF) *Gigaspora rosea*. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 41, p. 1753-1756, 2009.

SILVA, J. M.; NASCIMENTO, S. P. G.; MASSAHUD, R. T. R.; SANTOS, T. M. C.; LIMA, G. S. A. **Atributos químicos e biológicos do solo**: Um estudo no Semiárido Alagoano. In: GOMES, I. A.; MEDEIROS, M. B.; BATISTA, M. C.; GONZAGA, K. S.; FELIX, R. J. S.; SILVA JUNIOR, J. M.; SANTOS, J. P. O. *Ensaio interdisciplinares em ciências agrárias no Nordeste do Brasil*, Ananindeua: Itacaiúnas, 2019. pp. 42-80.

SILVA, J. M.; SANTOS, T. M. C.; ALBUQUERQUE, L. S.; MONTAALDO, Y. C.; OLIVEIRA, J. U. L.; SILVA, S. G. M.; NASCIMENTO, M. S.; TEIXEIRA, R. R. O. Potential of the endophytic bacteria (*Herbaspirillum* spp. and *Bacillus* spp.) to promote sugarcane growth. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 8, p. 754-760, 2015.

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

SILVA, J. M.; CRISTO, C. C. N.; MONTALTO, Y. C.; SILVA, C. S.; SENA, E. O. A.; VIGODERIS, R. B.; BARROSO, G.; BRITO NETO, J. S.; OLIVEIRA, J. U. L.; SANTOS, T. M. C. Atividade e população microbiana de um podzólico vermelho amarelo sob sistemas de cultivo orgânico e convencional de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 340-346, 2019.

SPAEPEN, S.; VANDERLEYDEN, J.; REMANS, R. Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant signaling. **FEMS microbiology Reviews**, v. 31, n. 4, p. 425-448, 2007.

TORTELLA, G. R.; RUBILAR, O.; GIANFREDA, L.; VALENZUELA, E.; DIEZ, M. C. Enzymatic characterization of Chilean native wood-rotting fungi for potential use in the bioremediation of polluted environments with chlorophenols. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 24, p. 2805-2818, 2008.

VERMA, M.; BRAR, S. K.; TYAGI, R. D.; SURAMPALLI, R. Y.; VALÉRO, J. R. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: Panoply of biological control. **Biochemical Engineering Journal**, v. 37, n. 1, p. 1-20, 2007.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, v. 255, n. 2, p. 571-586, 2003.

YUAN, Z. L.; LIN, F. C.; ZHANG, C. L.; KUBICEK, C. P. A new species of *Harpophora* (Magnaporthaceae) recovered from healthy wild rice (*Oryza granulata*) roots, representing a novel member of a beneficial dark septate endophyte. **FEMS Microbiology Letters**, v. 307, p. 94-101, 2010.

ZHANG, R., WANG, B.; OUYANG, J.; LI, J.; WANG, Y. *Arabidopsis* Indole Synthase, a Homolog of Tryptophan Synthase Alpha, is an Enzyme Involved in the Trp-independent Indole-containing Metabolite Biosynthesis. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 50, n. 9, p. 1070-1077, 2008.

ZHAO, J.-L.; ZHOU, L.-G.; WU, J.-Y. Promotion of *Salvia miltiorrhiza* hairy root growth and tanshinone production by polysaccharide-protein fractions of plant growth-promoting rhizobacterium *Bacillus cereus*. **Process Biochemistry**, v. 45, n. 9, p. 1517-1522, 2010.

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E GRUPOS ECOLÓGICOS DAS ESPÉCIES ARBÓREAS EM FLORESTAS DE DIFERENTES IDADES EM TANQUE D'ARCA, AL

Andreza Rafaella Carneiro da Silva dos Santos^{1*}, Débora dos Santos Farias¹, Mariana da Silva Leal¹, Stheffany Carolina da Silva Lóz², Mikael Oliveira da Silva, Maria José de Holanda Leite¹, Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto¹

¹Universidade Federal de Alagoas – UFAL/Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo-AL,
*e-mail: andrea.pinto@ceca.ufal.br

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Campus Macaíba-RN

RESUMO

O estudo da composição florística é um meio para compreender melhor o ecossistema e seu comportamento em fragmentos florestais. Assim, objetivou-se avaliar a classificação sucessional e caracterizar a composição florística de espécies arbóreas de áreas de regeneração com diferentes idades em uma RPPN em área de Floresta Atlântica no município de Tanque d'Arca, AL, com uma área de 17,61 ha. Foi feito um levantamento das espécies arbóreas encontradas na área de regeneração recente e na área de regeneração antiga com 60 parcelas permanentes de 10 x 10m e distância de 10 m entre elas. Sendo 30 parcelas para cada tipo de regeneração. Foram amostrados 1061 indivíduos arbóreos com circunferência altura do peito igual ou maior que 15 cm à altura de 1,30 m do solo. O material botânico foi coletado e identificado em campo e, posteriormente, teve sua identificação confirmada com o auxílio de bibliografia especializada. Foram identificadas 72 espécies, distribuídas em 25 famílias, em um total de 1061 indivíduos. A maioria das espécies nas duas áreas foi pioneira e secundária inicial, indicando que a área estava em estágio inicial de sucessão.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação, Floresta Atlântica, recursos naturais.

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é considerada um Hotspot mundial, sendo uma das áreas mais ricas em biodiversidade, tendo um grau de endemismo elevado para alguns grupos vegetais (DONADIO et al., 2009). O bioma abriga mais de 20 mil espécies de plantas, sendo 8 mil endêmicas (PEREZ, 2010). Originalmente, a Mata Atlântica abrangia uma área equivalente a 1.315.460 km², hoje, restam apenas 7,9% de remanescentes florestais acima de 100 hectares. Somados, todos os 232.939 fragmentos de floresta nativa acima de três hectares totalizam 11,4% do bioma original, ou 147.018 km² (SOS Mata Atlântica, 2018).

Neste parâmetro, além da importância da discussão sobre o desaparecimento de certo recurso natural, é necessário buscar saídas para evitar que esses recursos desapareçam. Um dos mecanismos mais efetivos para garantir a continuidade desses benefícios é a criação, manutenção e gestão das Unidades de Conservação. Mais de 600 das quase mil RPPNs, Reserva Particular do Patrimônio Natural reconhecidas no Brasil estão na Mata Atlântica (SOS Mata Atlântica, 2018).

A partir dos conceitos da sucessão ecológica, a grande diversidade de espécies arbóreas é dividida em grupos de espécies com comportamento semelhante quanto ao processo de regeneração natural, avaliando assim, os comportamentos de acordo com suas características e exigências.

O crescente número de estudos realizados analisando o grupo sucessional tem mostrado que estas características são fundamentais para resolver importantes questões ecológicas na escala dos ecossistemas, paisagens e biomas (LOPES et al., 2011), uma vez que se tem respostas da vegetação a diferentes ambientes e perturbações.

Segundo Durigan (2009), a avaliação do estágio sucessional das espécies, além de ser útil na compreensão da estrutura e dinâmica de comunidades florestais, é também um subsídio importante para a conservação e recuperação das formações florestais.

O processo de sucessão é dito como uma série de etapas, onde as florestas passam por transformações que vem desde o desenvolvimento em clareiras, através do crescimento de indivíduos de espécies pioneiras de rápido crescimento e alta dispersão (WIRTH et al., 2009), até uma floresta clímax.

O estudo da composição florística é também um meio para compreender melhor o ecossistema e seu comportamento em fragmentos florestais (MARANGON et al., 2003). Assim, objetivou-se realizar a classificação sucessional e caracterizar a composição florística das espécies arbóreas em duas áreas com diferentes idades na RPPN Santa Fé, localizada no estado de Alagoas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em duas áreas situadas na RPPN Santa Fé localizada no município de Tanque d'Arca, Alagoas, A reserva possui uma área de 17,61 ha e inclui-se no domínio da Floresta Estacional Decidual, em trecho de transição, onde ainda são encontrados elementos da Floresta Ombrófila (OLIVEIRA et. al., 2014). Segundo Araújo (2014), a reserva possui altitude de 212 m e coordenadas geográficas de 9.55S, 36.58W.

O clima é tropical chuvoso com verão seco, tem estação chuvosa no outono/inverno. Com temperatura mínima de 24°C e máxima de 30°C, pluviosidade média anual de 1177 mm. Quanto ao tipo de solo da região, varia entre Podzólicos, Litólicos e Aluviais (CPRM, 2005).

Foi feito um levantamento das espécies arbóreas encontradas na área de regeneração recente e na área de regeneração antiga com 60 parcelas permanentes de 10 x 10m e distância de 10m entre elas. Sendo 30 parcelas para cada tipo de regeneração. Foram amostrados 1061 indivíduos arbóreos com circunferência de tronco igual ou maior que 15 cm à altura de 1.30m do solo.

O material botânico foi coletado e identificado em campo e, posteriormente, teve sua identificação confirmada com o auxílio de bibliografia especializada.

A partir do levantamento nas áreas da floresta atlântica, foram indicados os respectivos grupos ecológicos dos indivíduos arbóreos. As espécies foram classificadas em pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e sem caracterização.

A coleta de material reprodutivo (flor e/ou fruto), nos dois fragmentos estudados, foi realizada quinzenalmente, onde cada ambiente foi percorrido de acordo com as parcelas alocadas ao longo de toda sua extensão. O material botânico coletado durante o levantamento florístico foi analisado com consultas à literatura especializada e com o auxílio de especialistas do Centro de Ciências Agrárias (CECA).

A partir dos dados obtidos durante o levantamento florístico foi elaborada uma listagem contendo as famílias, gêneros e espécies encontradas nas áreas, segundo o sistema APG II (Souza & Lorenzi 2005) A avaliação da similaridade florística entre os

ambientes em estudo foi realizada mediante cálculo do coeficiente qualitativo de Jaccard (KREBS, 1999), sendo o mesmo muito utilizado para comparar a composição específica de comunidades vegetais (FELFILI et al., 1993).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados nas duas áreas um total de 1061 indivíduos, sendo 96 desconhecidos. Na área de regeneração antiga, nas 30 parcelas, foram encontradas 41 espécies arbóreas, a maioria (17) foi identificada como secundária inicial, ocorreram 10 espécies pioneiras, as espécies classificadas como secundária tardia, 13, e apenas 1 espécie não teve caracterização (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação sucessional das espécies arbóreas amostradas na área de regeneração antiga da RPPN Santa Fé em Tanque D'arca, AL. Em que: CS- classificação sucessional; PI – pioneira; SI – secundária inicial, ST – secundária tardia e SC – sem caracterização.

Família	Nome científico	CS	Nº de indivíduos
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	PI	50
Fabaceae	<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	SI	45
Lecythidaceae	<i>Eschweilera complanata</i> S.A.Mori	SC	23
Anacardiaceae	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	SI	14
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	ST	5
Fabaceae	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	SI	9
Rubiaceae	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	ST	72
Bignoniaceae	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	PI	2
Sapindaceae	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	SI	104
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	ST	2
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	ST	19
Myrtaceae	<i>Campomanesia dichotoma</i>	SI	3
Lauraceae	<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	PI	17
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	SI	26
Salicaceae	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl) urb.	SC	12
Fabaceae	<i>Swartzia pickelii</i> Killip ex Ducke	ST	21
Polygonaceae	<i>Coccoloba molis</i> Casar.	PI	5
Lamiaceae	<i>Vitex rufescens</i> A.Juss.	SI	11
Moraceae	<i>Sorocea guillemiana</i> Gaudich.	SI	2
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	ST	17
Sapotaceae	<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	ST	1
Arecaceae	<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	PI	12
Malvaceae	<i>Luehea ochrophylla</i> Mart.	SI	25
Apocynaceae	<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	SI	6
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	PI	1
Fabaceae	<i>Samanea inopinata</i> (Harms) Barneby & J.W.Grimes	PI	3
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	ST	1
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	SI	1
Urticaceae	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	PI	1
Myrtaceae	<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	SI	1

Fabaceae	<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	SI	1
Bignoniaceae	<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	ST	18
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	ST	9
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	SI	16
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	ST	11
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	PI	1
Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	ST	11
Sapindaceae	<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	SI	2
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	SI	3
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	ST	4
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	PI	2

Para a área de regeneração recente, foram encontrados um total de 31 espécies, sendo 13 secundárias iniciais, 7 pioneiras, 8 secundárias tardias e 3 sem caracterização (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação sucessional das espécies arbóreas amostradas na área de regeneração recente de uma RPPN em Tanque D'arca, AL. Em que: CS – Classificação sucessional; PI – pioneira; SI – secundária inicial, ST – secundária tardia e SC – sem caracterização.

Familia	Nome científico	CS	NºIndivíduos
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	PI	32
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	SI	1
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	ST	20
Moraceae	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	SC	1
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	ST	8
Myrtaceae	<i>Campomanesia dichotoma</i>	SI	2
Myrtaceae	<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	SI	1
Salicaceae	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urb.	SC	32
Urticaceae	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	PI	10
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	SI	21
Fabaceae	<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G.P.Lewis	SC	1
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	PI	42
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	ST	6
Sapindaceae	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	SI	35
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	ST	7
Fabaceae	<i>Erythrina mulungu</i> Mart.	ST	8
Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	ST	6
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	PI	4
Bignoniaceae	<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	ST	3
Fabaceae	<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	SI	2
Malvaceae	<i>Luehea ochrophylla</i> Mart.	SI	3
Fabaceae	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	SI	91
Fabaceae	<i>Samanea inopinata</i> (Harms) Barneby & J.W.Grimes	PI	13
Fabaceae	<i>Senna georgica</i> H.S.Irwin & Barneby	SI	1
Moraceae	<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	SI	4
Anacardiaceae	<i>Spondias macrocarpa</i> Engl.	ST	1

Arecaceae	<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	PI	15
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana flavicans</i> Willd. ex Roem. & Schult.	PI	1
Sapindaceae	<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	SI	9
Lamiaceae	<i>Vitex rufescens</i> A.Juss.	SI	6
Rhamnaceae	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	SI	3

A riqueza de espécies foi maior na área de estágio mais avançado. Entre as espécies de maior ocorrência encontramos *Tapirira guianensis* Aubl. (80 indivíduos). É uma espécie nativa de ocorrência em grande parte das formações florestais brasileiras (SOUZA; LORENZI, 2005). Segundo Lorenzi, (2002), trata-se de uma árvore perenifólia, pioneira e heliófita, sendo bastante encontrada em formações secundárias de solos úmidos. Outra espécie que merece destaque é *Randia armata* (Sw.) DC. (116). De acordo com Paulus (2005) é encontrada no interior de florestas, importante para a formação de corredores ecológicos e também é presente em vegetação em estágio secundário de regeneração. Na área de estágio de sucessão recente, teve destaque *Guazuma ulmifolia* Lam. com 48 indivíduos. É uma espécie secundária inicial e importante para recuperação de áreas. Já a *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. (34) é uma espécie pioneira e típica de mata ciliar. Nas áreas estudadas foram encontradas apenas espécies nativas.

Na comparação da composição de espécies, obtida pelo coeficiente qualitativo de Jaccard (KREBS, 1999), as áreas apresentaram $CJ = 0,37$. Este resultado indica baixa similaridade florística entre os componentes arbóreos, e reflete a ideia de que há um processo de substituição nas comunidades arbóreas.

Em uma comparação entre as comunidades estudadas, entende-se, portanto, que as mesmas se assemelham em relação ao estágio sucessional de seus componentes arbóreos, e que apesar do número bastante expressivo das espécies secundárias tardias, foram as de início de sucessão (pioneiras e secundárias iniciais) que compuseram a maioria da flora estudada (Figura 1).

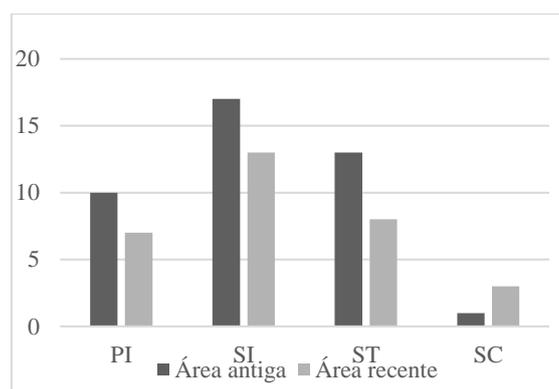


Figura 1. Classificação Sucessional das espécies amostradas na área de regeneração recente e área de regeneração antiga na RPPN Santa Fé em Tanque d'Arca, AL, em que PI- pioneiras; SI- secundária inicial; ST – secundária tardia e SC – sem caracterização.

Segundo Galdolfi (1995), as espécies em início de sucessão (pioneiras e secundárias iniciais) aparecem frequentemente em destaque na Floresta Estacional Decidual, devido principalmente ao histórico de perturbação desta formação. O mesmo caso observa-se nas duas áreas de regeneração avaliadas.

As dimensões de uma clareira recém-criada em uma formação florestal seriam decisivas na definição da composição das espécies vegetais que a ocupariam, entre espécies tolerantes e intolerantes à luminosidade, a partir de estratégias regenerativas distintas (PINHEIRO, 2009). A formação florestal em questão possui uma dinâmica própria, ou seja, há um período em que ocorre uma entrada maior de luz, devido à deciduidade de algumas espécies que a compõem, favorecendo também o aparecimento de espécies pioneiras.

Cupania oblongifolia Mart. e *Machaerium hirtum* (Vell.) Stellfeld foram as espécies mais frequentes na área de regeneração antiga e área de regeneração recente, respectivamente, onde foram classificadas como secundária inicial, isso é explicado pelo fato delas terem uma eficiente propagação natural e a floresta estacional decidual ser um ambiente mais propício para seus desenvolvimentos.

Levando em consideração o histórico da área, onde consta a presença de atividades antrópicas impactantes entre os dois levantamentos, constata-se que na presença de impactos, houve maior oportunidade para o surgimento de pioneiras e menores condições para o estabelecimento de indivíduos de estádios mais maduros.

O índice de Jaccard encontrado neste estudo foi $J=0,37$, este resultado indica baixa similaridade florística entre os componentes arbóreos, e reflete a ideia de que há um processo de substituição nas comunidades arbóreas. Este índice corrobora com os estudos feitos por Felfili et al. (2011), que obteve $J=0,319$.

4. CONCLUSÕES

O processo de regeneração das duas áreas está intimamente associado ao grau de degradação das condições locais. As espécies pioneiras e secundárias iniciais predominaram nas duas áreas de regeneração, constatando que as áreas de estudo se apresentam em estágio inicial de sucessão. Os fragmentos apresentaram baixo compartilhamento de espécies, o que pode ser reflexo da variação nas Condições ambientais ao longo do tempo ou da própria ecologia de algumas espécies. Além disso, as diferenças florísticas observadas entre os fragmentos podem estar ligadas à distribuição natural das Florestas Estacionais Deciduais, bem como à localização fitogeográfica dos fragmentos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. H. S., DANTAS, C. D. M., SILVA, D. J. R. P. **Perfil Municipal- Tanque d'Arca**. Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento Econômico, Maceió, Alagoas, v.2, n.2. 2014.

CPRM/PRODEEM. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Tanque D'Arca, estado de Alagoas**. Organizado por João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior. Recife, 2005. 22p

DONADIO, N.M.M.; PAULA, R.C.; GALBIATTI, J.A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal ripário no município de Guariba, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, v. 21, n. 1, p. 1-17, 2009.

DURIGAN, G. **Estrutura e Diversidade de Comunidades Florestais, A Classificação em Grupos Ecológicos**. Ecologia de Florestas Tropicais Do Brasil. Viçosa: UFV, p. 194-207, 2009.

FELFILI, J. M.; ROITMAN, I.; MEDEIROS, M. M.; SANCHEZ, M. Procedimentos e métodos de amostragem de vegetação. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA-NETO, J. A. A. (Ed.). **Fitossociologia no Brasil – Métodos e estudo de casos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. p. 86-121

FELFILI, J.M.; SILVA-JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; MACHADO, J.W.B.; WALTER, B.M.T.; SILVA, PEN & HAY, J.D. 1993. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado sensu stricto na Chapada Pratinha, DF-Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 6, n.2, p.27-47, 1992.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H.F., BEZERRA, C.L.F. Estudo florístico e caráter sucessional das espécies arbustivoarbóreas de uma floresta mesófila semidecidual no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**. v.55, n.4, p.753-767, 1995.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. Educational Publishers, Menlo Park. 1999.

LOPES, S.F. et al. Caracterização ecológica e distribuição diamétrica da vegetação arbórea em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual na Fazenda Experimental do Glória, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**, v.27, n.2, p.322-335, 2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v.1. 384p.

MARANGON, L.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P. Florística arbórea da Mata da Pedreira, município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p.207-215, 2003.

OLIVEIRA, A. N. S., AMORIM, C. M. F., LEMOS, R. P. L. **As riquezas das aéreas protegidas no território alagoano**. Maceió, Instituto do Meio Ambiente, 2014. 328p.

PAULUS, R. I. **Caracterização morfológica e métodos para superação de dormência de sementes de *Randia armata* (De Candolle SW.)**. 2005. Dissertação. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Universidade Federal de Pelotas.

PERES, C. S. A Previsão Constitucional Do Bioma Mata Atlântica. **Revista Brasileira De Direito Constitucional – Rbdc**. n 16, 2010.

PINHEIRO, M. H., MONTEIRO, R. Análise estrutural e considerações sobre a dinâmica sucessional de dois fragmentos florestais semidecíduais do Jardim Botânico Municipal de Bauru, SP, Brasil. **Acta bot. bras.** v.4, n.23, p. 968-975. 2009.

SOS MATA ATLÂNTICA. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica**. Relatório técnico. São Paulo. 2018. 63p.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2005. 640 p.

TRAÇOS REPRODUTIVOS RELACIONADOS ÀS SÍNDROMES DE DISPERSÃO DE ESPÉCIES LENHOSAS DA MATA ATLÂNTICA, TANQUE D'ARCA, AL

Mariana da Silva Leal^{1*}, Stheffany Carolina da Silva Lóz², Mikael Oliveira da Silva¹, Carllos Mozart Silva Almeida¹, Diogo José Oliveira Pimentel³, Maria José de Holanda Leite¹, Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto¹

¹Universidade Federal de Alagoas – UFAL/Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo-AL,
*e-mail: andrea.pinto@ceca.ufal.br

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Campus Macaíba/RN

³Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife/PE

RESUMO

Objetivou-se avaliar a síndrome de dispersão das espécies arbóreas em florestas secundárias de diferentes idades em áreas da Mata Atlântica, na Reserva Particular do Patrimônio Natural Santa Fé, no município de Tanque D'arca-AL, Brasil. A coleta de dados foi realizada em um total de 60 parcelas, 30 parcelas permanentes contínuas de 10 × 10 m com 10 m de distância entre si no fragmento com regeneração recente e 30 parcelas na área com regeneração no estágio avançado. Foram amostrados indivíduos arbóreos com diâmetro acima do peito (DAP) > 15 cm, medido a 1,30 m do solo, mensurada a circunferência e estimada a altura total de cada indivíduo. As espécies foram classificadas em três grupos: zoocóricas, anemocóricas e autocóricas. Foram classificadas de acordo com o tamanho e tipo de fruto, tamanho das sementes e número de sementes por diásporo. A síndrome de dispersão predominante nas duas áreas foi a zoocoria, os frutos secos se destacaram em ambos fragmentos. As características morfológicas dos frutos e sementes corroboram com a síndrome de dispersão predominante, visto que frutos carnosos podem atrair a fauna servindo de alimento e frutos secos também podem ser dispersos por animais através de estruturas auxiliares nos diásporos que facilitam a dispersão zoocórica, por exemplo. O tamanho de frutos e sementes, assim como a quantidade de sementes por diásporo também estão relacionadas à síndrome de dispersão. Destaca-se a importância da utilização de espécies zoocóricas em plantios de reflorestamentos, visto que auxiliam na qualidade de regeneração natural.

PALAVRAS-CHAVE: Dispersores, florestas secundárias, sementes.

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais comportam alta biodiversidade e abrangem cerca de dois terços do total de espécies existentes no planeta. Nesse cenário o Brasil se destaca como um dos países que tem a maior biodiversidade, devido à riqueza das florestas Amazônica e Atlântica. Porém, a diversidade desses biomas encontra-se em risco devido à grande degradação como consequência da ação do homem, principalmente quando se trata da floresta atlântica, onde grande parte da diversidade está sendo perdida antes mesmo que

se conheça o potencial ecológico, genético e a importância econômica das espécies, sendo, portanto, considerada uma das florestas tropicais com maior risco de extinção no planeta (ALMEIDA, 2016). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2010), os remanescentes de vegetação nativa da Mata Atlântica foram reduzidos a apenas 27% de sua área original, incluindo áreas florestais em todos os estágios de regeneração, campos naturais, restingas, manguezais e outros tipos de vegetação nativa. Contudo, o percentual de áreas bem conservadas não chega a 8% da área original do Bioma.

A criação de unidades de conservação é uma das alternativas para a conservação dos recursos naturais e entre elas estão as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN's). Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (BRASIL, 2000), as RPPN's são áreas privadas que tem por objetivo a conservação da diversidade biológica utilizando de forma sustentável uma parte de seus recursos naturais, onde são permitidas atividades de pesquisa científica e visitas com fins turísticos, recreativos e educacionais.

Após distúrbios antropogênicos ou naturais de grande escala, os processos sucessionais de florestas tropicais podem alterar a composição das comunidades florestais, além do tamanho e estrutura das populações de espécies e as propriedades do ecossistema. Isso acontece através de uma série de etapas por meio dos quais os estágios florestais aos poucos aumentam a riqueza de espécies e a complexidade estrutural e funcional. Fatores como o histórico do uso anterior da terra, a proximidade da floresta primária e a disponibilidade de fauna dispersora de sementes influenciam as trajetórias sucessionais e taxas de mudanças da floresta (CHAZDON, 2012).

O processo de dispersão dos propágulos vegetais (frutos ou sementes) desempenha um importante papel na manutenção da regeneração natural durante o desenvolvimento da sucessão das florestas tropicais, sendo de grande importância para o manejo e recuperação de florestas alteradas, além de auxiliar no entendimento da regeneração natural e das fases da sucessão secundária nas florestas (LIEBSCH; ACRA 2017).

Assim, objetivou-se avaliar as síndromes de dispersão das espécies arbóreas em dois estágios de sucessão florestal em áreas da Mata Atlântica, da RPPN Santa Fé, AL, Brasil,

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na RPPN Santa Fé, localizada no município de Tanque d'Arca, AL, que possui uma área de 17,61 ha. A RPPN encontra-se no domínio da Floresta Estacional Decidual em um ecossistema do bioma Floresta Atlântica. Além disso, faz parte de um trecho de transição, onde são encontrados elementos da Floresta Ombrófila, mais comuns na área úmida (OLIVEIRA et al., 2014).

2.2. Coleta e análise dos dados

A coleta de dados do presente estudo foi realizada em um total de 60 parcelas: 30 parcelas permanentes contínuas de 10 × 10 m com 10 m de distância entre si no fragmento com regeneração recente e 30 parcelas na área com regeneração no estágio avançado. Foram amostrados indivíduos arbóreos com diâmetro acima do peito (DAP) > 15 cm, medido a 1,30 m do solo. Cada indivíduo amostrado foi identificado com plaqueta de alumínio com numeração sequencial, mensurada a circunferência e estimada a altura total.

Todas as espécies amostradas tiveram seus ramos férteis ou estéreis coletados, secos em estufa a 50°C, e suas exsiccatas foram identificadas com auxílio de especialistas e por comparações com coleções depositadas no Herbário do Instituto do Meio Ambiente (IMA).

Os traços referentes à dispersão foram: tamanho do fruto ($P \leq 10$ mm; $M = 11$ a 50 mm; $G > 50$ mm), tipo (seco e carnosos), tamanho das sementes ($P < 3$ mm; $M = 4$ a 12 mm e $G > 13$ mm) e número de sementes por diásporo (Poucas ≤ 10 ; Muitas > 11) (PIJL, 1982). Já as síndromes de dispersão foram classificadas em três grupos: 1) espécies anemocóricas - espécies que apresentam mecanismos que facilitam a dispersão pelo vento; 2) zoocóricas - possuem características relacionadas à dispersão por animais; e 3) autocóricas - aquelas que dispersam os diásporos por gravidade ou apresentam mecanismos de auto-dispersão, como a deiscência explosiva (PIJL, 1982). Para cada parcela, foi calculada a proporção de espécies de árvores e indivíduos dentro das categorias que compõem as classes de traços reprodutivos. As análises foram feitas utilizando o Microsoft Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados um total de 1.447 indivíduos nos dois estágios sucessionais, identificadas 51 espécies pertencentes a 47 gêneros e 26 famílias botânicas, sendo 19 espécies presentes nas duas áreas (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies registradas em dois fragmentos de diferentes estágios sucessionais na Reserva Particular do Patrimônio Natural Santa Fé, Tanque D'arca-AL, suas respectivas síndromes de dispersão e a quantidade de indivíduos encontrados em cada fragmento. Anemocoria (ANE), Autocoria (AUT) e Zoocoria (ZOO).

Família	Espécies	Síndrome de dispersão	Antig a	Jove m
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Ane	20	21
	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Ane	1	-
	<i>Spondias macrocarpa</i> Engl.	Zoo	-	1
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Zoo	80	-
	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	Zoo	23	-
Apocynaceae	<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	Ane	7	-
	<i>Tabernaemontana flavicans</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Ane	-	1
Arecaceae	<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	Zoo	12	16
Bignoneaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ane	-	5
	<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	Ane	25	5
	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Ane	10	-
	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	Ane	2	-
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Ane	1	-
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Ane	5	6
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Zoo	5	-
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Zoo	-	34
Fabaceae	<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	Ane	45	-
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Aut	-	1
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Ane	17	8
	<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G.P.Lewis	Aut	-	4
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Zoo	4	7
	<i>Erythrina mulungu</i> Mart.	Aut	-	9
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Zoo	19	-
	<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	Zoo	-	6

	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Ane	10	98
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Aut	2	-
	<i>Samanea inopinata</i> (Harms) Barneby & J.W.Grimes	Aut	3	14
	<i>Senna georgica</i> H.S.Irwin & Barneby	Aut	-	1
	<i>Swartzia pickelii</i> Killip ex Ducke	Zoo	25	-
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Zoo	1	-
Lamiaceae	<i>Vitex rufescens</i> A.Juss.	Zoo	14	10
Lauraceae	<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	Zoo	17	-
Lecythidaceae	<i>Eschweilera complanata</i> S.A.Mori	Zoo	23	-
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Zoo	29	-
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Aut	-	48
	<i>Luehea ochrophylla</i> Mart.	Ane	27	4
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Zoo	14	-
Moraceae	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Zoo	-	1
	<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	Zoo	2	4
Myrtaceae	<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	Zoo	1	3
	<i>Campomanesia dichotoma</i> (O. Berg) Mattos	Zoo	6	5
Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	Zoo	12	6
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	Zoo	5	49
Rhamnaceae	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Zoo	-	5
Rubiaceae	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Zoo	116	-
Salicaceae	<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urb.	Zoo	14	83
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Zoo	1	-
Sapindaceae	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Zoo	315	50
	<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	Zoo	2	12
Sapotaceae	<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	Zoo	2	-
Urticaceae	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Sneath.	Zoo	2	11

A síndrome de dispersão predominante nas duas áreas foi a zoocoria (65% na área antiga; 54,8% na área jovem), seguida por anemocoria (30% na área antiga; 25,8% na área jovem) e autocoria (5% na área antiga; 19,3% na área jovem) (Figura 1). Resultados semelhantes foram observados por Venzke (2014), onde a zoocoria foi a principal síndrome de dispersão na riqueza e na estrutura da comunidade florestal em diversos estágios sucessionais no bioma da Mata Atlântica e apontada como um padrão característico de florestas tropicais. Além disso, destaca-se a importância da utilização de um grande número de espécies zoocóricas em plantios de reflorestamento, devido à capacidade de atrair animais frugívoros, que auxiliam na qualidade de regeneração natural.

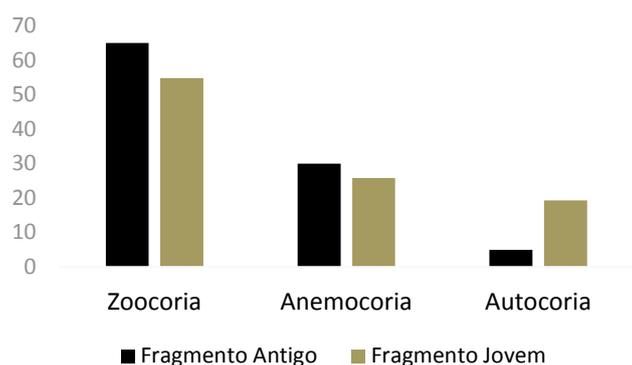


Figura 1. Porcentagem de espécies arbóreas por síndrome de dispersão em fragmentos de Floresta Atlântica de diferentes idades na RPPN Santa Fé, Tanque D'arca, Alagoas, Brasil.

Em relação ao tipo de fruto, o que predominou em ambos os fragmentos foram os frutos secos (55% na área antiga e 54,8% na área jovem), seguidos dos frutos carnosos (45% na área antiga e 45,2% na área jovem) (Figura 2).

A produção de frutos carnosos representa uma importante fonte de recurso para atrair e manter a fauna na área (DOMINGUES et al., 2013), o que favorece a dispersão zoocórica. Frutos secos também podem ser dispersos por animais como, por exemplo, os que possuem polpa farinácea revestindo as sementes, pois essa polpa é altamente nutritiva e juntamente com as sementes serve de alimento para os animais que promovem a dispersão das mesmas (BRANCALION et al., 2015). Outra situação em que ocorre dispersão zoocórica em espécies que possuem frutos secos, é quando elas apresentam estruturas auxiliares nos diásporos que conseguem se prender ao corpo dos animais, facilitando sua dispersão (REIS et al., 2012).

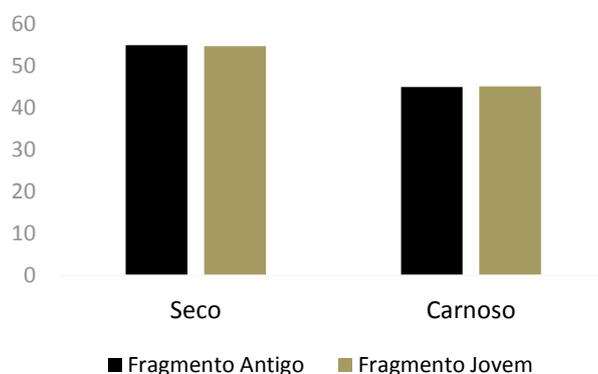


Figura 2. Porcentagem de espécies arbóreas por tipo de fruto em fragmentos de Floresta Atlântica de diferentes idades na RPPN Santa Fé, Tanque D'arca, Alagoas, Brasil.

Sobre o tamanho dos frutos foi observado que 54,8% e 40% das espécies apresentam frutos de tamanho médio, 32,2% e 40% frutos grandes e 12,9% e 20% frutos pequenos, nas áreas jovem e antiga, respectivamente.

As sementes de tamanho médio predominaram em ambos fragmentos (51,6% na área jovem e 47,5% na área antiga), seguidas das sementes grandes (32,2% na área jovem e 37,5% na área antiga) e sementes pequenas (16,1% na área jovem e 15% na área antiga). Já em relação ao número de sementes por diásporo, a maior parte das espécies possuem poucas sementes (74,2% na área jovem e 80% na área antiga) e uma pequena porcentagem apresenta muitas sementes (25,8% na área jovem e 20% na área antiga).

O tamanho dos frutos e sementes estão relacionados à sua possível síndrome de dispersão. A capacidade de se alimentar de frutos de um certo tamanho é determinada

pelo porte dos frugívoros. Sendo assim, os frutos maiores, que contêm sementes grandes, são, geralmente, consumidos por frugívoros de grande porte, que conseqüentemente realizam a dispersão das sementes (VENZKE, 2014). Já nos casos em que o fruto possui muitas sementes pequenas, quando não há casca espessa ou ocorre deiscência dos frutos quando maduros, a maior parte destas espécies podem ser dispersas por aves (WIESBAUER, 2008).

4. CONCLUSÕES

O resultado observado nos dois fragmentos foi bem semelhante. As características morfológicas dos frutos e sementes corroboram com a síndrome de dispersão predominante, pois, além de ser encontrada uma grande porcentagem de frutos carnosos, que podem atrair a fauna, os frutos secos também podem ser dispersos por zoocoria através de estruturas auxiliares nos diásporos que se prendem ao corpo de animais, por exemplo. O tamanho de frutos e sementes, assim como a quantidade de sementes por diásporo estão relacionados ao animal dispersor.

Devido à capacidade de atrair animais frugívoros, ressalta-se a importância da utilização de espécies zoocóricas em plantios de reflorestamento, visto que auxiliam na qualidade de regeneração natural.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. 3. ed. rev. e ampl. – Ilhéus: Editus, 2016, 220 p.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração Florestal**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015, 431 p.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de julho de 2000**. Constituição Federal, Brasília, jul 2000. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Núcleo Mata Atlântica e Pampa. **Mata Atlântica: Patrimônio Nacional dos Brasileiros**. Organização de Maura Campanili e Wigold Bertoldo Schaffer. Brasília, DF, 2010, 408p.

CHAZDON, R. L. Regeneração de florestas tropicais. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. **Ciências Naturais**, v.7, p. 195-218, 2012.

DOMINGUES, C. A. J.; GOMES, V. N.; QUIRINO, Z. G. M. Síndromes de dispersão na maior área de proteção da Mata Atlântica paraibana. **Biotemas**, v. 26, n. 3, p. 99-108, 2013.

LIEBSCH, D.; ACRA, L. A. Síndromes de dispersão de diásporos de um fragmento de floresta ombrófila mista em Tijucas do Sul, PR. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 5, n. 2, p. 167-175, 2017.

OLIVEIRA, A. N. S.; AMORIM, C. M. F.; LYRA-LEMOS, R. P. (Org.). **As riquezas das áreas protegidas no território alagoano**. IMA/AL: Mineradora Vale Verde, Maceió, 2014. 328 p.

PIJL, L.V.D. **Principles of dispersal in higher plants**. 2.ed. Berlin: Springer Verlag. 1982, 161p.

REIS, S. M. A.; MOHR, A.; GOMES, L.; SANTOS, A. C.; ABREU, M. F.; LENZA, E. Síndromes de polinização e dispersão de espécies lenhosas em um fragmento de cerrado sentido restrito na transição Cerrado – Floresta Amazônica. **Heringeriana**, v.6, n.2, p. 28-41 2012.

VENZKE, T. S.; MARTINS, S. V.; NERI, A. V.; KUNZ, S. H. Síndromes de dispersão de sementes em estágios sucessionais de mata ciliar, no extremo sul da Mata Atlântica, Arroio do Padre, RS, Brasil. **Revista Árvore**, v.38, n.3, p.403-413, 2014.

WIESBAUER, M. B.; GIEHL, E. L. H.; JARENKOW, J. A. Padrões morfológicos de diásporos de árvores e arvoretas zoocóricas no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 425-435, 2008.

ANÁLISE TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE SUMÉ – PB

Jeremias Sousa Peruzzo^{1*}, Joelson Nunes Freire¹, Maria Cristina dos Santos Pereira¹, Luiz Daniel Rodrigues da Silva¹, Ícaro Rafael Borges da Fonseca¹, Maurício Javier De Leon¹, Guttemberg da Silva Silvino¹

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

RESUMO

Uma forma prática e eficiente de realizar uma análise espaço-temporal em bacia hidrográfica, no tocante ao uso e ocupação do solo, é a aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Sendo assim, o trabalho objetiva utilizar o NDVI na análise multitemporal de imagens de satélite dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020, para detectar mudanças nas formas de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Açude Sumé, efetuando-se uma análise espacial comparativa entre os quatro momentos a fim de identificar o grau de evolução do processo de degradação da vegetação nativa. A base de dados utilizada foi imagens dos satélites Landsat 5 e 8, utilizadas para cálculo do NDVI, processadas no QGIS, 3.4. De acordo com os resultados obtidos, os primeiros dez anos avaliados passou por forte processo de degradação da cobertura vegetal, porém, a partir do segundo momento avaliado observa-se uma mudança positiva com diminuição do solo exposto, provavelmente decorrente de ações de políticas públicas no combate à desertificação.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento Remoto, NDVI, desertificação.

1. INTRODUÇÃO

Mudanças na forma de uso e cobertura do solo podem promover várias implicações nos recursos naturais, como por exemplo, o aumento dos processos erosivos ocasionando a perda de solos, que já são naturalmente rasos na região semiárida (VIEIRA; MAGALHÃES; SILVA, 2017), podendo acelerar o assoreamento dos mananciais (NUNES; ROIG, 2015). Portanto, preservar a cobertura vegetal é condição fundamental para a conservação dos recursos hídricos e sua retirada, descaracteriza os ambientes originais dos rios e interfere no balanço hídrico das bacias hidrográficas (SILVA; LIMA; MENDONÇA, 2014).

Vale salientar que essa mudança no ambiente se torna mais preocupante na região semiárida, onde a problemática da escassez de água é maior. Além disso, a degradação ambiental do semiárido pode acelerar o processo de desertificação, um dos problemas ambientais mais preocupantes da atualidade. Conforme o Plano Nacional de Combate à Desertificação (PAN-BRASIL, 2004), a desertificação é a imagem mais visível da exploração irracional dos recursos naturais na região, caracterizada pela degradação do solo e dos recursos hídricos, pelo desmatamento e pela redução da biodiversidade. Para Sá, et al. (2010), “desertificação se trata de uma degradação extrema e se aplica à terra, à cobertura vegetal e à biodiversidade e denota perda da capacidade produtiva”.

Segundo Vieira, Magalhães e Silva (2017), “a Caatinga é um dos biomas brasileiros mais alterados pelas atividades antrópicas ao longo dos séculos”. Nascimento, Lima e Lima (2014), afirmam que ao longo do processo de uso e ocupação do solo semiárido,

este bioma vem sofrendo intensas ações degradativas devido às práticas agropecuárias e o extrativismo vegetal, realizados de forma intensiva, inadequada, e, em muitos casos, de forma predatória; resultando na perda da cobertura vegetal.

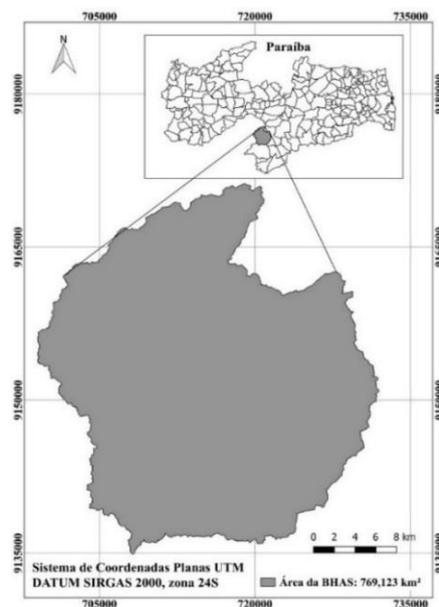
Para gerenciar a mudança de uso do solo e, conseqüentemente, sua implicação utiliza-se ferramentas geotecnológicas, principalmente o Sensoriamento Remoto, que, por meio da análise de uma série de imagens de satélites, com aquisição em momentos distintos, é feita uma comparação nas áreas de interesse objetivando identificar o que, onde e quanto foi modificado, através das respostas espectrais dos alvos, quer seja água, solo e vegetação (ABOUD et al, 2018). Uma das formas de realizar esse monitoramento e análise é através do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), o qual, de acordo com Lima, et al. (2013), permite avaliar o vigor vegetativo dos estágios sucessivos de uma determinada vegetação ou cultura, bem como identificar e diferenciar áreas com algum tipo de vegetação e áreas sem cobertura vegetal.

Nesse contexto, a avaliação ambiental com o auxílio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto desempenham importante papel na análise espacial da bacia hidrográfica do Açude Sumé, situado na região semiárida Paraibana, gerando informações importantes que contribuam na criação de soluções para as problemáticas ambientais locais e a tomada de decisões que minimizem os danos socioambientais. Sendo assim, o trabalho tem como objetivo utilizar o NDVI na análise multitemporal de imagens de satélite dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020, para detectar mudanças nas formas de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Açude Sumé, efetuando-se uma análise espacial comparativa entre os quatro momentos a fim de identificar o grau de evolução do processo de degradação da vegetação nativa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde a Bacia Hidrográfica do Açude Sumé (BHAS), situada na mesorregião Paraibana da Borborema (Figura 1), cujo reservatório foi construído pelo DNOCS no período de 1957 a 1962, posteriormente, foi implantado o perímetro irrigado de Sumé, com uma superfície irrigável de 273 ha, mas que atualmente encontra-se desativado (DNOCS/PDRH-PB, 2004).

Figura 7 - Localização Geográfica da Bacia Hidrográfica do Açude Sumé.



Fonte: Autores (2021).

Atualmente, os recursos hídricos da região são afetados pela forte presença de açudes a montante do açude Sumé, além dos problemas socioambientais como lançamentos de lixo a montante deste reservatório (SILVA, 2010).

O primeiro passo para realização da pesquisa foi a aquisição das imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8. Essas imagens foram adquiridas, gratuitamente, na plataforma Earth Explorer do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Um dos critérios observados foi a aquisição de imagens com menor interferência de nuvens, capturadas na mesma época minimizando os efeitos da precipitação sobre a vegetação da caatinga. Todas as imagens foram adquiridas no mês de maio dos anos 1990, 2000, 2010 e 2020, na órbita 215, ponto 65, com resolução espacial de 30 metros.

De acordo com Nascimento, Lima e Lima (2014), o NDVI é representado em uma faixa que varia de -1 a 1, sendo menor o Índice de Vegetação quanto mais próximo de -1, e maior o Índice de Vegetação quanto mais próximo de 1. O cálculo do NDVI, utilizando as imagens do Landsat 5, foi executado a partir da diferença de reflectância entre as bandas 3 (visível vermelho, faixa de 400 a 700 nm) e 4 (infravermelho próximo, faixa de 700 a 1300 nm), a partir da seguinte fórmula:

$$NDVI = \frac{(banda\ 4 - banda\ 3)}{(banda\ 4 + banda\ 3)} \quad \text{Equação 1}$$

Já para as imagens do Landsat 8 o NDVI foi calculado a partir da diferença de reflectância entre as bandas 4 (visível vermelho 400 a 700 nm) e 5 (infravermelho próximo 700 a 1300 nm), a partir da seguinte fórmula:

$$NDVI = \frac{(banda\ 5 - banda\ 4)}{(banda\ 5 + banda\ 4)} \quad \text{Equação 2}$$

O NDVI foi interpretado da seguinte maneira: valores de de pixel entre -1.0 e 0.0 foram classificados como água; entre 0.0 e 0.2, como solo exposto; entre 0.2 e 0.4, como vegetação arbustiva aberta; entre 0.4 e 0.6, como vegetação arbustiva semi-aberta; entre 0.6 e 0.8, como vegetação arbustivo- arbórea; e, entre 0.8 e 1.0 foi classificado como vegetação arbóreo-arbustiva (NASCIMENTO et al., 2014).

Após a reclassificação, a imagem raster do NDVI obtida para cada ano, foi vetorizada de forma automática, em seguida, realizou-se o cálculo da área que cada de uso e cobertura do solo ocupava nas datas selecionadas, visualizando-se em termos quantitativos as alterações ocorridas na bacia hidrográfica em 30 anos de análise.

Todo processamento das imagens, cálculo do NDVI, vetorização e geração dos mapas, foi executado no QGIS, versão 3.4.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na BHAS, com área de 569,123 km², observou-se uma grande variação no NDVI no decorrer de 30 anos analisados. O que chama atenção é que em cada ano avaliado já não existia pixels do NDVI que correspondesse a classe vegetação arbórea, ou seja, esse tipo de cobertura mais densa já havia sido extinta antes de 1990. As maiores variações ao logo dos últimos 30 anos foram entre as classes de solo exposto, vegetação arbustiva aberta e vegetação arbustiva semiaberta, enquanto que as classes de corpos hídricos e vegetação arbustiva arbórea sofreram baixas variações no percentual de suas respectivas

áreas.

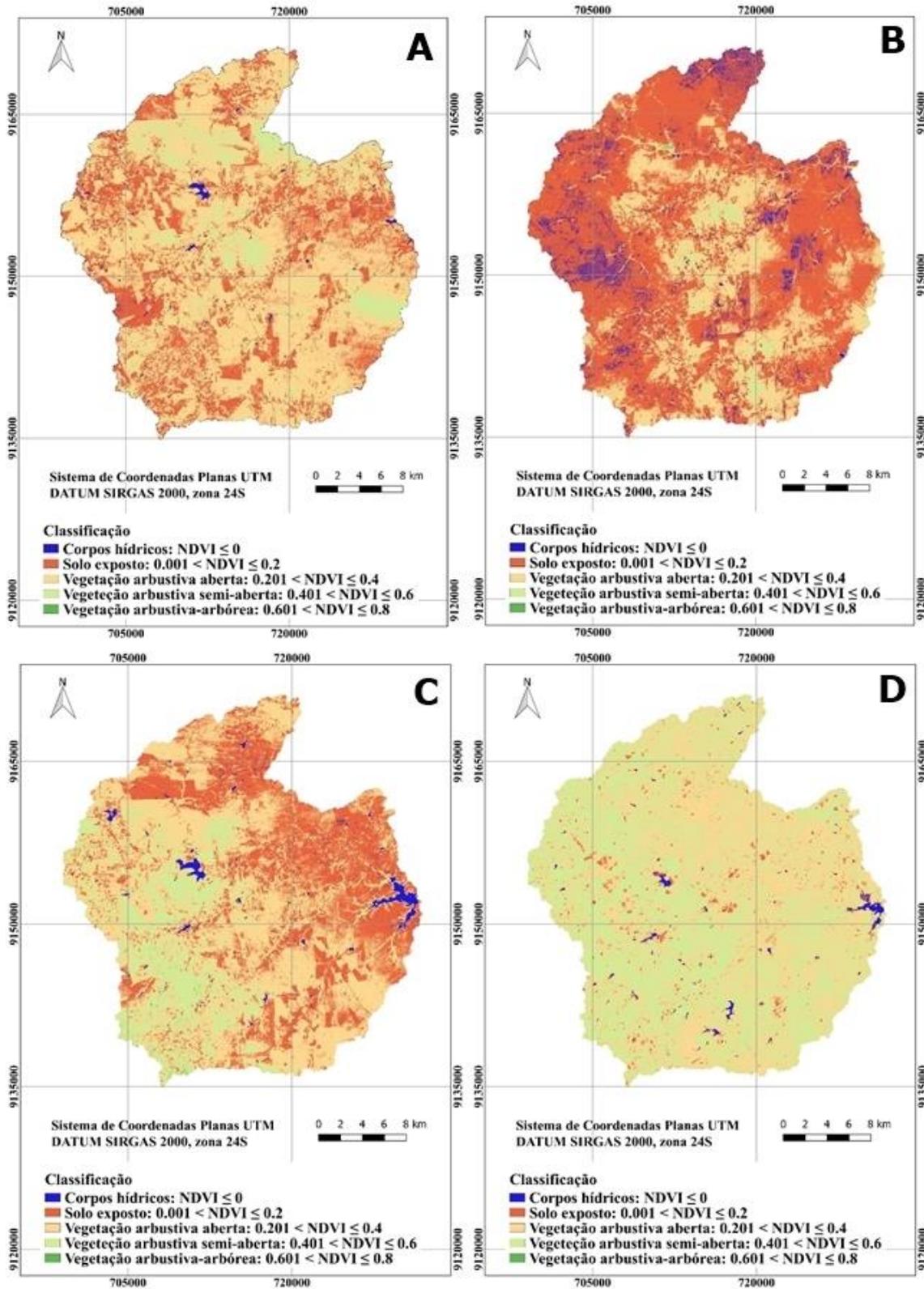


Figura 2: Mapa do NDVI no ano de 1990 (A) e, mapa do NDVI no ano de 2000 (B), mapa do NDVI no ano de 2010 (C) e, mapa do NDVI no ano de 2020 (D).

Fonte: Autores (2021).

De acordo com a Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs), o volume do açúcar Sumé para os anos de 2000, 2010 e 2020, corresponde respectivamente a 6,72%,

71,63% e 27,56% de sua capacidade total de armazenamento d'água, com o NDVI observou-se esse mesmo comportamento, destacando-se uma redução acentuada da área ocupada pelos corpos hídricos em 2000 (Figura 2B). A AESA, só passou a monitorar o açude Sumé a partir do ano de 1994, por isso não é possível relacionar o percentual de área ocupada por corpos hídricos do ano de 1990 ao volume do mesmo.

Em 1990, a sub-bacia teve 59,29% de sua área ocupada por vegetação arbustiva aberta (Figuras 2A e 3), segundo Lima (2004), essa classe de vegetação inclui as espécies de Jurema, Marmeleiro e Algaroba. Sendo assim, associando os resultados da pesquisa ao encontrado pelo autor supracitado, pôde-se deduzir que estas espécies foram devastadas ao longo dos 10 primeiros anos avaliados, resultando em uma queda de 29,48% de vegetação arbustiva aberta e, conseqüentemente, um aumento de 46,6% na área de solo exposto no ano de 2000.

Um cenário semelhante é observado na classe de vegetação arbustiva semiaberta, a qual Lima (2004) atribui a predominância das espécies de Jureminha, Malva, Mata pasto, além de espécies nativas: Marmeleiro, Angico, Aroeira, Baraúna, Umburana e Cactáceas. A diminuição da área ocupada por esta classe na sub-bacia do ano de 1990 para 2000 foi de 16,09%.

A redução nas áreas de vegetação semiaberta e arbustiva aberta contribuiu com o aumento das áreas de solo exposto nesses 10 primeiros anos analisados, correspondendo a mais da metade área da BHAS (62,51%) (Figuras 2A, 2B e 3). Esse cenário desperta a preocupação com o processo de desertificação da região, aumentando os riscos de erosão, assoreamento dos mananciais e redução da infiltração de água (Lima et al., 2013). Segundo os autores Alves, Azevedo e Cândido (2017) e Lima (2004), a predominância do solo exposto pode estar associada a duas atividades principais: pecuária extensiva e extração de lenha.

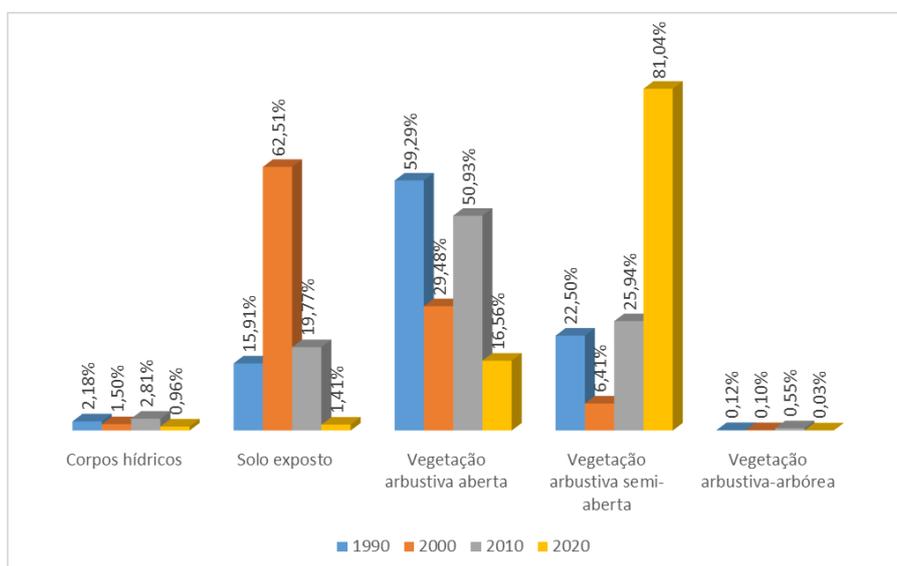


Figura 3: Representação do uso e ocupação do solo da BHAS dos últimos 30 anos, em um intervalo entre 10 e 10 anos.

Fonte: Autores (2021).

Em 2010 a BHAS, observa-se outro cenário e o solo exposto ocupava uma área de 19,77%, sendo coberto por vegetação arbustiva aberta e semiaberta (Figura: 2B, 2C e 3). Esse mesmo comportamento, de redução do solo exposto e aumento das áreas de vegetação, também se observou para 2020 (Figuras: 2C, 2D e 3).

A redução de áreas com solo exposto nos últimos 10 anos observados podem estar

diretamente relacionadas à implementação de políticas públicas visando o combate à desertificação no semiárido brasileiro a partir do início da década de 2000, dentre elas, pode-se citar, a instituição da Política Estadual de Combate e Prevenção à Desertificação, em outubro de 2003, pelo governo do Estado da Paraíba, a qual tem como objetivo assegurar o uso adequado dos recursos ambientais na Paraíba, na promoção do desenvolvimento e do bem-estar da população (PAN-BRASIL, 2004). Outro ponto importante, é a busca de parcerias por parte da Embrapa Semiárido e outras Unidades Descentralizadas da Embrapa, colocando em prática ações estratégicas, que visam minimizar ou mesmo evitar a expansão das áreas degradadas na região semiárida (SÁ et al, 2010). Outra iniciativa, com foco no desenvolvimento sustentável da região, está o Plano Nacional de Combate à Desertificação, do Ministério do Meio Ambiente, o qual foi elaborado com foco no desenvolvimento sustentável nas Áreas Suscetíveis à Desertificação – ASD, para estimular e promover mudanças no modelo de desenvolvimento em curso nessas áreas (PAN-BRASIL, 2004).

4. CONCLUSÕES

O NDVI foi eficiente para analisar mudanças espaciais e temporais na Bacia Hidrográfica do Açude Sumé, verificando-se que nos primeiros 10 anos analisados ocorreram uma diminuição das áreas ocupadas por vegetação e um aumento do solo exposto.

Nos últimos 20 anos analisados, observou-se uma diminuição da área com solo exposto e renovação de sua vegetação, provavelmente impulsionada e influenciada por políticas públicas destinadas ao combate da desertificação.

REFERÊNCIAS

ABOUD, S. R. et al. Multitemporal Change Detection Using the NDVI Model in the Soil Use and Land Cover. **Anuário do Instituto de Geociências - Ufrj**, Instituto de Geociências – UFRJ v. 41, n. 3, p. 592-604, 2018.

AESA - Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba (2020). **Volumes dos Açudes**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-acude/?id_acude=532>. Acesso em: 02 jun. de 2020.

ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V.; CÂNDIDO, G. A. Socioeconomic indicators and desertification in the upper course of the paraíba river watershed. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, n. 2, p. 19-38, 2017.

LIMA, G. C.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. H.; AVANZI, J. C.; UMMUS, M. E. Evaluation of vegetation cover using the normalized difference vegetation index (NDVI). **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [s.l.], v. 8, n. 2, p. 204-214, 2013.

LIMA, J. R. **Sociedade, Energia e Ambiente Semi-árido: estudo da bacia hidrográfica do açude sumé**. 2004. 195p. Tese (Doutorado) - Curso de Planejamento de Sistemas Energéticos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

NASCIMENTO, S. S.; LIMA, E. R. V.; LIMA, P. P. S. Uso do NDVI na análise temporal da degradação da caatinga na Sub-bacia do Alto Paraíba. **Okara**, v. 8, n. 1, p. 72-93, 08 2014.

NUNES, J. F.; ROIG, H. I. Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto do descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 25-36, 2015.

PAN-BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. Brasília, p. 213, 2004.

SÁ, I. B. et al.,2010. Processos de desertificação no Semiárido brasileiro, In: Sá, I. B.; Silva, P. C. G. **Semiárido Brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. 1 ed. Embrapa, Petrolina. pp. 126-158.

SILVA, A. C. S. **Metodologias para definição da disponibilidade hídrica em pequenos açudes e pequenas bacias hidrográficas na região semiárida**. Projeto DISPAB-AS, 2010.

SILVA, R. M. P.; LIMA, J. R.; MENDONÇA, I. F. C. de. Alteração da cobertura vegetal na Sub-Bacia do Rio Espinharas de 2000 a 2010. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 202-209, 2014.

VIEIRA, A. T.; MAGALHÃES, M. F.; SILVA, M. V. C. Uso da Terra como facilitador da Degradação Ambiental no município de Santa Quitéria, Ceará (Land use as a facilitating factor of environmental degradation in the municipality of Santa Quitéria, Ceara). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 4, p. 1329-1345, 2017.

APLICAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE SUMÉ, SUMÉ- PB.

Ícaro Rafael Borges da Fonseca^{1*}, Antônio Marcos Azevedo Batista¹, Jeremias Sousa Peruzzo¹,
Joelson Nunes Freire¹, Maria Cristina dos Santos Pereira¹, Maurício Javier De Leon¹,
Guttemberg da Silva Silvino¹

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

RESUMO

Apesar da importância da caracterização física, principalmente, no auxílio ao gerenciamento de recursos hídricos do semiárido Nordeste, existem diversas bacias hidrográficas com elevada importância para a população, que ainda não apresentam uma análise hidrológica. Sendo assim, o presente trabalho objetivou realizar a análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Açude Sumé, com auxílio de sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica em software livre. O trabalho foi realizado na Bacia Hidrográfica do Açude Sumé, mesorregião da Borborema – PB, sendo utilizado duas cenas da imagem SRTM, disponibilizado na base de dados do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), com resolução espacial de 30m, o pré-processamento, análise e caracterização física dos dados foi realizada através de uma sequência de passos em SIG livre QGIS 3.16®, através das ferramentas locais no aplicativo GRASS 7.8®, que é nativo do próprio QGIS. De acordo com os resultados obtidos, a área em estudo foi classificada como bacia hidrográfica do Açude Sumé, pois sua área é de 770,62 Km². A caracterização física da bacia do Açude Sumé apresentou índice de compactidade 1,57 e índice de circularidade 0,39 indicando uma área de drenagem com pouca propensão para ocorrência de inundações. A metodologia utilizada se mostrou confiável, eficiente e bastante prática.

PALAVRAS-CHAVE: Geotecnologias, sensoriamento remoto, SRTM.

1. INTRODUÇÃO

A problemática de água na região semiárida é constante e desafiadora, o que requer políticas públicas adequadas que melhorem as condições de vida da população. Nesse sentido, a bacia hidrográfica, além de unidade natural é considerada unidade ideal para planejamento da política de recursos hídricos, pois todos os recursos naturais estão interligados.

Uma particularidade da região semiárida é que maior parte dos canais da rede de drenagem são intermitentes e/ou efêmeros, o que requer um conhecimento hidrológico mais aprofundado devido às condições naturais da região. Ao contrário dos canais de drenagem perenes, predominantes em ambiente quente e úmido, as drenagens intermitente e efêmera, contribuem para a evolução do relevo principalmente quando da ocorrência de fluxos fluviais torrenciais, associados aos eventos pluviométricos de grande magnitude (COOKE et al., 1993; CORRÊA, 2011). Sendo assim, análises morfométricas

deveriam ser realizadas com maior frequência, pois fornecem informações confiáveis sobre as condições hidrológicas da bacia hidrográfica, contribuindo com a melhoria do gerenciamento dos recursos hídricos (Dornellas et al., 2020). Vale salientar, que análises morfométricas indicam parâmetros que são extremamente úteis na orientação dos técnicos durante a elaboração de projetos hidro agrícolas, na construção de barragens, na escolha de fontes de abastecimento de água, na regularização e regionalização de vazões, dentre outros (NOVAES et al., 2004).

Segundo Leal & Tonello (2016), existem outros aspectos positivos da análise morfométrica possibilitando saber qual a suscetibilidade da bacia hidrográfica quanto ao risco de cheia, escoamento superficial e processos erosivos, dando uma indicação de como deve ser o manejo da bacia para que ela possa proporcionar maior infiltração da água no solo.

Várias são as técnicas para realizar a caracterização morfométrica, mas atualmente a que mais se destaca é a utilização de ferramentas de geotecnologias, através da utilização de Modelos Digitais de Elevação, com dados altimétricos do terreno, a exemplo da imagem matricial proveniente do radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), que originalmente possuíam resolução de três arcos de segundo (90 metros), mas o governo Estadunidense liberou há alguns anos a consulta e o download, para o público geral da versão com resolução espacial de 1 arco de segundo (30 metros).

A inserção de informações de relevo (SRTM) em ambiente SIG permite o conhecimento de características em quaisquer bacias hidrográficas, auxiliando a gestão e do gerenciamento de recursos hídricos (OLIVEIRA et al., 2010). Minimizando os custos, além de tornar mais prático e viável quando opta pela utilização de softwares livres (LOPES et al., 2018).

No entanto, apesar da importância da caracterização física, principalmente, no auxílio ao gerenciamento de recursos hídricos do semiárido Nordeste, existem diversas bacias hidrográficas com elevada importância para a população que ainda não apresentam uma análise hidrológica. Nesse sentido, o trabalho tem como objetivo realizar a análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Açude Sumé, com auxílio de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica em software livre.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A BHAS está inserida na Mesorregião Paraibana da Borborema. O clima é seco com pluviometria fraca e irregular, com média anual estimada entre 550 e 600 mm, com coeficiente de variação elevado, cerca de 40% (JACCON, 1982, apud CADIER, 1994). A estação chuvosa centra-se em março, iniciando em geral entre janeiro e março, terminando em maio. A temperatura média anual é de 24°C, atingindo as máximas em novembro/dezembro e mínimas em julho/ago.

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Topografia e Geoprocessamento – LabTGEo/CCA/UFPB. Para sua execução, inicialmente foram adquiridas as seguintes imagens SRTM: 1S08W038V1 e S08W037V1, ambas com resolução de 30m, no site USGS (United States Geological Survey). O processamento e manipulação dos dados deu-se através do SIG livre QGIS 3.16®, através das ferramentas locadas no aplicativo GRASS 7.8®, que é nativo do próprio QGIS.

As duas imagens foram utilizadas para confecção de um mosaico das duas cenas, para completa cobertura da área em estudo, em seguida, onde os mesmos foram reprojatados para o SRC (Sistema de Referência de Coordenadas) SIRGAS 2000 / UTM zone 24S (EPSG 31984), com isso foi gerado um novo mapset do GRASS com esse

mesmo SRC, para com isso ser possível adicionar o raster do MDE já processado ao GRASS.

Com os dados matriciais reprojatados e no mapset do GRASS, a delimitação da bacia hidrográfica ocorreu a partir da indicação do ponto exutório, utilizando-se a seguinte sequência de algoritmos: r.fill.dir, r.watershed, r.water.outlet, r.to.vect.area, r.stream.extract.

Análise Morfométrica

Características relacionadas a Forma

- Coeficiente de compacidade (K_c): número adimensional, que varia de acordo com a forma da bacia, quanto mais irregular ela for, menos sujeita a enchentes.

$$K_c = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}} \quad [\text{Eq.1}]$$

Onde: P é o perímetro total da bacia hidrográfica em Km e A é sua área total em Km².

- Fator de forma (K_f): número adimensional no qual varia de acordo com a forma da bacia, dado pela relação entre a área da bacia (A), em km², e o comprimento axial da bacia (Lx), em km (Equação 2).

$$K_f = \frac{A}{Lx^2} \quad [\text{Eq.2}]$$

- Razão de alongação (R_e): relação entre o diâmetro de um círculo de área igual à área da bacia (km²) e seu comprimento do eixo axial (VILLELA & MATTOS, 1975).

$$R_e = 1,128 \left(\frac{A^{0,5}}{Lax} \right) \quad [\text{Eq.3}]$$

- Índice de circularidade (I_c): relação entre a área (A), em km², e o perímetro (P), em km.

$$I_c = \frac{12,57 \times A}{P^2} \quad [\text{Eq.4}]$$

Características relacionadas a Rede de Drenagem

- Densidade Hidrográfica (D_h): relaciona o número de rios ou canais com a área da bacia, expressa a grandeza da rede hidrográfica da bacia, indicando a capacidade de gerar novos cursos d'água (CHRISTOFOLETTI, 1980). Os parâmetros para o cálculo são o número de rios da rede de drenagem (N) e a área da bacia (A, km²) calculada previamente. Obteve-se essa relação com Equação 5.

$$D_h = \frac{N}{A} \quad [\text{Eq.5}]$$

A densidade hidrográfica pode ser classificada como baixa (D_h menor que 3), média (D_h entre 3 e 7); alta (D_h entre 7 e 15); e muito alta quando o D_h for maior que 15 (LOLLO, 1995).

- Densidade de Drenagem (D_d): fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia, sendo expressa pela relação entre o somatório dos comprimentos de todos os canais da rede (L_{tot} , km) e a área total da bacia (A, km²) (ANTONELI & THOMAZ, 2007). Sendo calculado pela Equação 6.

$$Dd = \frac{L_{tot}}{A} \quad [\text{Eq.6}]$$

Pode ser classificada em: baixa (< 1,5 km/km²), média (1,5 a 2,5 km/km²), alta (2,5 a 3,0 km/km²) e super alta (> 3,0 km/km²) (FRANÇA, 1968).

- Coeficiente de torrencialidade (Ct): Permite quantificar a tendência de uma bacia hidrográfica em relação à ocorrência de inundações, através da multiplicação da densidade hidrográfica pela densidade de drenagem.

$$Ct = Dh \cdot Dd \quad [\text{Eq.7}]$$

Características relacionadas ao relevo

As classes de declividade e de altitude foram elaboradas automaticamente processando-se a imagem SRTM, após geração do mosaico com as duas cenas. A declividade foi classificada segundo critérios da EMBRAPA (1999)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Bacia Hidrográfica do Açude Sumé apresenta uma área de 770,62 km² (Figura 1A), correspondente a 12 % da área total da Bacia hidrográfica do Alto Paraíba, uma das mais representativas e importantes do Estado da Paraíba, principalmente pelo fato de ser a responsável, juntamente com a bacia do Rio Taperoá, por abastecer o Açude Epitácio Pessoa, popularmente conhecido por Açude Boqueirão, que é o 2º maior reservatório hídrico da Paraíba (DORNELLAS et al., 2020).

Outro aspecto relevante sobre a área da bacia hidrográfica é que pode definir o potencial hídrico da mesma, uma vez que o seu valor multiplicado pela lâmina da chuva precipitada define o volume de água recebido pela bacia (TUCCI, 2004).

A Tabela 1 apresenta todas as características morfométricas da BHAS, ressaltando-se os três índices que são adotados para determinar sua forma: Coeficiente de compacidade (*Kc*), índice de circularidade (*Ke*), e o fator de forma (*Kf*), os quais são importantes na determinação do tempo de concentração, ou seja, o tempo necessário para que toda a bacia contribua para a sua saída após uma precipitação (TONELLO et al., 2006). Nessa mesma tabela, também está sendo apresentado os resultados obtidos por alguns autores em bacias hidrográficas localizadas no semiárido.

Tabela 1. Características morfométricas Bacia Hidrográfica do Açude Sumé, em comparação com Lopes et al. (2018) & Sousa et al. (2016).

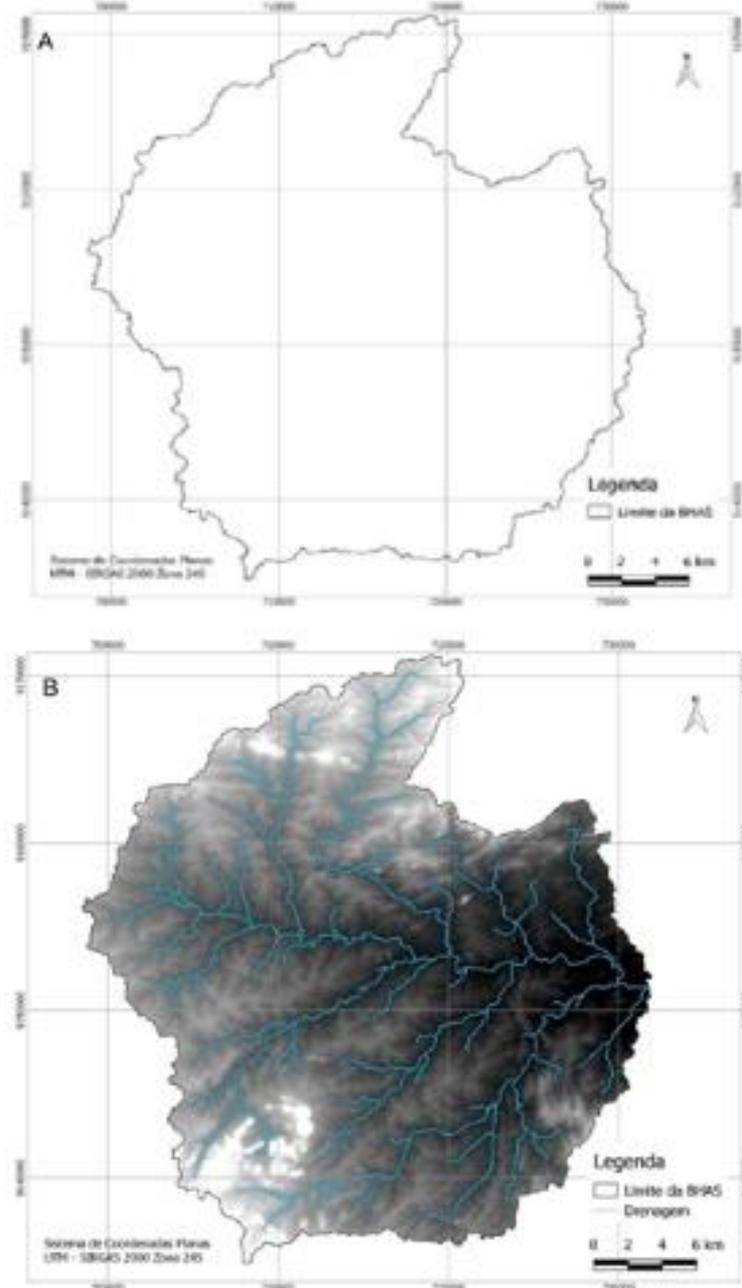
Características Geométricas	BHAS	Lopes et al. (2018)	Sousa et al. (2016)
Área, Km ²	770,62	6046,23	512,873
Perímetro, Km	156,58	484,82	181,859
Comprimento do Curso principal, Km	35	121,08	-
Comprimento do eixo da bacia, Km	36	-	-
Coeficiente de Compacidade (<i>Kc</i>)	1,58	1,74	2,0248
Fator de Forma (<i>Kf</i>)	0,63	0,41	0,095
Índice de circularidade (<i>Ke</i>)	0,40	0,32	-
Razão de alongação (<i>Re</i>)	0,87	0,72	-
Densidade Hidrográfica (<i>Dh</i>)	6,8	-	-
Densidade de Drenagem (<i>Dd</i>)	0,64	-	-
Coeficiente de Torrencialidade (<i>Ct</i>)	4,34	-	-
Comprimento total dos Canais (<i>Lt</i>), km	491	-	-

Fonte: Autores (2021)

O Coeficiente de compacidade (Kc) obtido foi 1,58, isso indica que a Bacia em estudo pelo seu formato circular indica que a mesma não tende às grandes enchentes. Segundo Alves et al. (2014), em condições normais de precipitação, excluindo-se eventos de intensidade extrema, a bacia hidrográfica estudada apresenta baixa susceptibilidade a ocorrência de enchentes.

Além do resultado do Kc , o fator de forma (Kf) encontrado foi de 0,63, este é outro indicativo que a Bacia tem tendência mediana aos picos de enchentes, bem com tende para o formato circular. Esses aspectos são ratificados com o valor de 0,40 do índice de circularidade (Ke) e pela baixa razão de alongação (0,87).

Figura 1 – Delimitação (A) e rede de drenagem (B) da Bacia Hidrográfica do Açude Sumé.

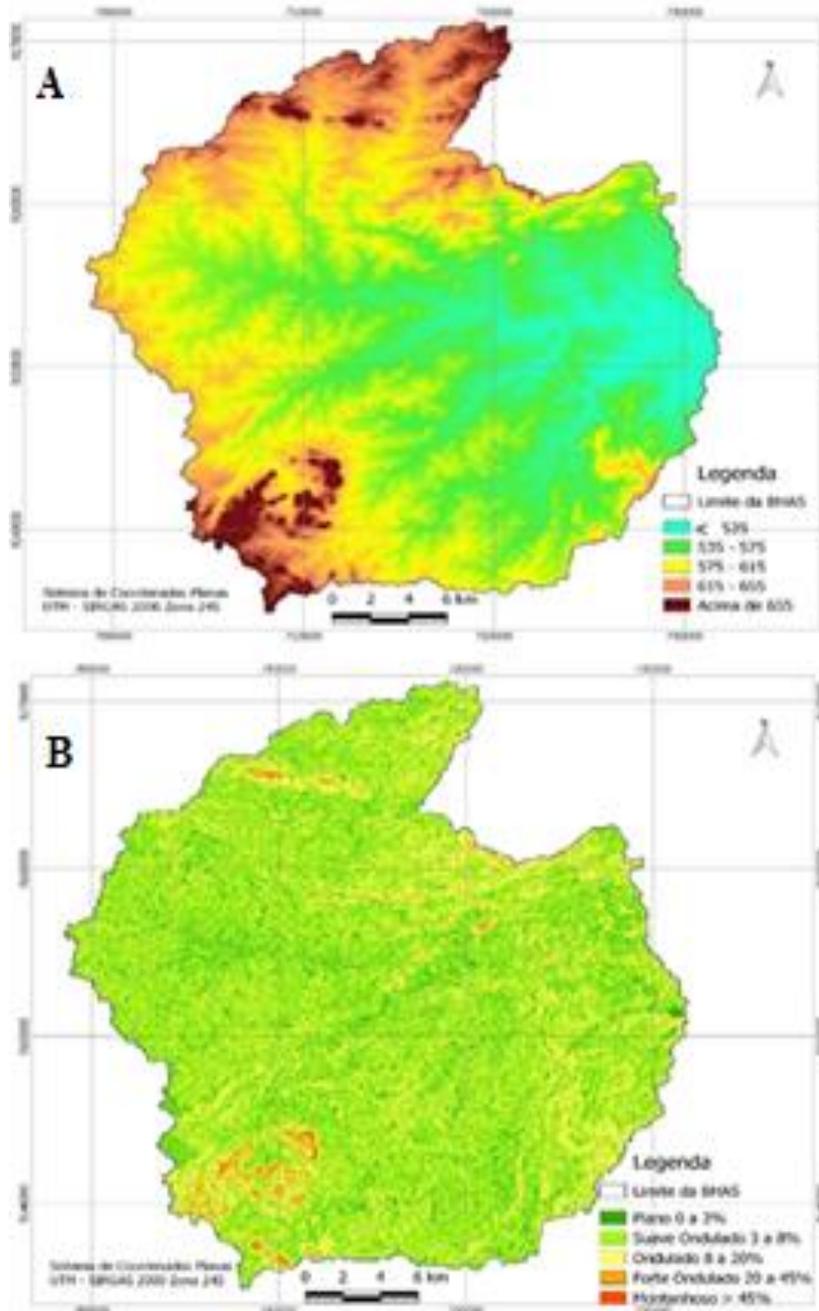


Fonte: Autores (2021)

A comparação dos resultados da pesquisa com os autores denota uma diversidade elevada, isso implica na importância de realizar a análise morfométrica para cada bacia hidrográfica, pois leva em consideração características próprias de cada região, portanto, deveria ser adotada como passo inicial no planejamento ambiental.

A densidade de drenagem foi 0,64 km/ km², indicando que a bacia em estudo apresenta uma rede de drenagem regular na classificação proposta por Christofolletti (1980). Segundo Feitosa et al (2011), valores regulares de densidade de drenagem podem estar associados a forte dissecação sofrida pela bacia, que tem como fatores principais os aspectos geomorfológicos, pouca altitude e pouco acidentada, somado a isto as características climáticas da região semiárida que apresenta chuvas concentrada em curto período do ano.

Figura 2 - Mapa Hipsométrico (A) e de Declividade (B) da Bacia Hidrográfica do Açude Sumé.



Fonte: Autores (2021)

A Densidade Hidrográfica (Dh) indica a capacidade das sub-bacias gerarem novos canais (SANTOS et al., 2012) e, se esse índice estiver acima de 2,00 canais/km², a bacia teria grande capacidade de gerar novos cursos d'água (LANA et al., 2001). Na BHAS a densidade hidrográfica encontrada foi de 6,8 sendo considerada média pela classificação proposta por Lollo (1995). Resultado semelhante foi encontrado por Santos et al (2012), ao encontrar uma densidade de drenagem de 6,14 canais/km² para uma subbacia.

Com o mapa hipsométrico (Figura 2A) da área de estudo, foi possível observar que altitude varia entre 535 a 655 metros, destacando que a maior parte da área de Bacia está abaixo de 575 m e a amplitude altimétrica foi de 120 m. Segundo Lopes et al. (2018), baixas amplitudes altimétricas estão associadas a relevo suave.

A afirmativa de Lopes et al. (2018), pode ser comprovada com o mapeamento da declividade (Figura 2B), sendo observado a predominância do relevo plano a suave ondulado na maior parte da área de drenagem da BHAS. Apenas na região sul, e numa pequena porção do nordeste concentram-se os relevos forte ondulado e montanhoso, são as áreas em que há maior riscos de erosão. Vale salientar que a declividade é um dos fatores que afeta consideravelmente a velocidade do escoamento superficial (BENATTI et al., 2015).

4. CONCLUSÕES

O SIG utilizado, aliado as técnicas de geoprocessamento e as imagens SRTM aplicadas na metodologia da pesquisa, contribuíram de forma eficaz, para a análise morfométrica da BHAS, bem como para as confecções dos mapas. Com isso, os dados obtidos no presente trabalho poderão auxiliar na elaboração de futuros projetos hidroagrícolas.

REFERÊNCIAS

BENATTI, D.P., TONELLO, K.C., FARIA, L.C., LEITE, E.C. Morfometria, uso e ocupação do solo de uma microbacia em Sete Barras, São Paulo. **Irriga**, v. 20, p. 21-32, 2015.

CADIER, E. **Hidrologia das Pequenas Bacias do Nordeste Semi-árido: transposição hidrológica**. Recife:, 1994, 373 p.

CANTALICE, Luciana Ramos et al. Gestão hídrica do reservatório Sumé-PB: potencialidades e fragilidades. 2010

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188 p.

COOKE, R.; WARREN, A.; GOUDIE, A. **Desert Geomorphology**. London: UCL Press, 1993.

CORRÊA, A.C.B. Antropogênese e morfogênese sob a ação de eventos climáticos de alta magnitude no semiárido pernambucano: o caso da Bacia do Riacho Salgado. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.12, n.3, p.25-36, 2011.

DORNELLAS, P.C. XAVIER, R. A., DA SILVA SEABRA, V., DA SILVA, R. M. Análise morfométrica da bacia do alto rio Paraíba, região semiárida do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 3, 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Serviço de Produção de Informação, 1999. 412p.

FEITOSA, A.; SANTOS, B.; ARAÚJO, M. S. B. Caracterização morfométrica e identificação de áreas susceptíveis a erosão na bacia do rio Pajeú, PE: o Estudo de caso da bacia do rio Pajeú, PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, p. 820-836, 2011.

FLORÊNCIO, B. A. B.; QUEIROZ, A. T. **Diagnóstico Ambiental em Área Urbana: bacia hidrográfica do Córrego Cajubá (Uberlândia/MG), 2011**. Faculdade Católica de Uberlândia, Uberlândia, 2011. 24 p.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basin: Hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v.3, n.56, 1945.

LEAL, M. S. TONELLO, K. C. Análise da morfometria e do uso e cobertura da terra da microbacia do córrego Ipaneminha de baixo, Sorocaba, SP. **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 439 - 446, 2016.

LEOPOLD, L. The Hydrology for Urban Land Planning: A guidebook on the Hydrologic Effects of Urban Land Use. In: DETWYLER, T.R. **Man's Impaction Environment**. Reston: U. S. GEOLOGICAL SURVEY, 1968, p. 468—619.

LOPES, I.; LEAL, B. G.; RAMOS, C. M. C. Morphometric characterization of the basin in the semi-arid region of Pernambuco using SRTM data in free software. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 8, n. 1, p. 31-40, 2018.

NICOLETE, Deus. A. P. et al. Delimitação Automática de uma Bacia Hidrográfica Utilizando MDE TOPODATA: Aplicações para Estudos Ambientais na Região da Cuesta de Botucatu-SP. In: **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 25 a 29 de abril de 2015**. João Pessoa: INPE, 2015.

NOVAES, L. F.; AMARAL, L. G. H.; TERRA, A. Determinação das características físicas da bacia hidrográfica do rio Corrente. In: **CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 14**. Porto Alegre: ANAIS XIV CONIRD, 2004, v. 4.

OLIVEIRA, P. T. S.; SOBRINHO T. A.; STEFFEN, J. L.; RODRIGUES, D. B. B. Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p. 819–825, 2010.

SCHUMM, S. A. Evolution of Drainage Systems and Slopes. In: **Bad Lands of Perth Amboy**. GEOLOGICAL SOCIETY of AMERICA BULLETIN, v. 67, n. 5, p. 597-646, 1956.

SOUSA, F. R. C. de; PAULA, D. P. de. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tapuio (Ceará–Brasil). **Revista de Geociências do Nordeste**, v.2, p.555-564, 2016.

TONELLO, K. C. **Análise Hidroambiental da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas Guanhães, Minas Gerais**, 2006. 69 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM TEMPOS DE PANDEMIA: UM ESTUDO DE CASO

Aline Evelle da Silva Lima^{1*}, Stheffany Carolina da Silva Lóz², Lauane Mariedla Barros Marinho¹, Débora dos Santos Farias¹, Mariana da Silva Leal¹, Maria José de Holanda Leite¹, Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto¹

¹Universidade Federal de Alagoas - UFAL/Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo-AL, *e-mail: andrea.pinto@ceca.ufal.br

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Campus Macaíba/RN

RESUMO

Atualmente têm-se alertado de diversas formas a população sobre o estado em que se encontra o meio ambiente, e que precisamos começar a agir para preservar esse bem no qual, sem não viveríamos. Dessa maneira é fundamental buscar formas de educar, que provoquem mudanças de atitudes. A reflexão sobre as práticas sociais, em um contexto marcado pela degradação do meio ambiente, envolve uma necessária articulação sobre educação. Assim, objetivou-se difundir princípios da conservação em abrigos que ajudam meninas em situação de risco em Alagoas, contribuindo com atividades de capacitação em Educação Ambiental. As atividades do projeto Conexão Educambiental do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, deram início em agosto de 2020 e decorreram até novembro do mesmo. Tais atividades ocorreram no Lar Batista Marcolina Magalhães e no Lar da Menina, ambos estão localizados no município de Maceió, AL. O projeto foi desenvolvido a distância com a utilização da plataforma Google Meet, onde dispõe de videoconferências instantâneas com até cem pessoas. Dessa forma, foram ministradas pequenas oficinas com duração de até 1h30min com temas relacionados a conservação da natureza, tais como: importância de conservar o meio ambiente, práticas de como cuidar do meio ambiente, a importância da polinização e de seus polinizadores. Podemos dizer que esse estudo nos mostra que é possível trabalhar a Educação Ambiental de forma transversal e interdisciplinar e que o ensino abordar tais assuntos pode despertar nos alunos o desejo e a vontade de solucionar os problemas socioambientais presentes no cotidiano.

PALAVRAS-CHAVE: Educação ambiental, meio ambiente, interdisciplinar.

1. INTRODUÇÃO

O mundo atual vive em uma época de amplas mudanças sociais, econômicas, políticas e ambientais. Junto com os avanços técnico-científicos, convive-se com a degradação dos recursos naturais. Nesse contexto, nasce a necessidade de colocar limites à ação humana para evitar sua autodestruição. Faz-se necessário disseminar uma nova relação entre os homens e a natureza que privilegie a qualidade de vida juntamente com um desenvolvimento capaz de gerar uma sadia qualidade de vida para as gerações futuras (VIEGAS; CABRAL, 2014).

A interação entre os homens e o ambiente encontra-se em desequilíbrio, visto que ao contrário de outros seres vivos, que para manter a sobrevivência estabelecem

naturalmente o limite de seu crescimento e como consequência o equilíbrio com outros seres e o ecossistema onde vivem. A espécie humana tem dificuldades para estabelecer seu limite de crescimento e se relacionar de forma harmônica e consciente com o planeta e outras espécies, desenhando uma equação desbalanceada: retirar, consumir e descartar. Dessa forma, fica evidente a importância de sensibilizar os humanos acerca da responsabilidade e consciência ambiental, conservando o ambiente saudável para a atual e futuras gerações (EFFTING, 2007). A ausência, inadequação ou escassez do conhecimento, geram ações que estão em desacordo com as leis naturais, causando impactos ambientais ao meio ambiente (GUIMARÃES, 2000).

Entre as práticas de conscientização, podemos citar a educação ambiental, que é refletida através das atividades sociais, marcadas pela degradação do meio ambiente e do ecossistema, tornando-se necessário intensificar os diversos tipos de conhecimentos de capacitação profissional e interdisciplinar (JACOBI, 2003). De acordo com Guimarães (2000), é fundamental propor e promover uma educação ambiental crítica, apontando para as transformações da sociedade em direção aos novos paradigmas de justiça social e qualidade ambiental.

A educação ambiental permite que o indivíduo e a coletividade construam valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente (EFFTING, 2007). Com isso, é de grande importância sua presença em todos os processos educacionais, assim como a publicação e distribuição de materiais educativos para todos os indivíduos da sociedade, com o propósito de conscientizá-los desde a fase infantil até a fase adulta (JAKUBOSKI et al., 2016).

Nesse contexto, as escolas se sobressaem como espaços privilegiados para implementação destas atividades, estimulando o aluno a buscar consciência ambiental e análise crítica acerca dos princípios que tem levado à destruição e uso inconsequente dos recursos naturais, visto que a natureza não é fonte inesgotável de recursos e devemos utilizá-los de maneira racional e responsável, evitando o desperdício e considerando a reciclagem como processo vital, incentivando dessa forma, a conservação da natureza através de uma convivência harmoniosa com o ambiente e as demais espécies que habitam o planeta (EFFTING, 2007).

Observando a problemática atual em relação a degradação ambiental, com este trabalho, objetivou-se difundir princípios da conservação em abrigos que ajudam meninas em situação de risco em Alagoas, contribuindo com atividades de capacitação em educação ambiental, na busca de sensibilizar as comunidades e populações das áreas adjacentes para a conscientização, preservação do meio ambiente e a conservação dos recursos naturais. Utilizando-se ações que visam melhorar a qualidade de vida e orientar o uso racional dos recursos e serviços que a natureza dispõe. Assim, espera-se modificar de forma significativa o modo de pensar e as posturas individuais, familiares e coletivas para a construção de um mundo melhor.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do estudo

As atividades do projeto Educambiental do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, ocorreram no período de agosto a novembro de 2020. Tais atividades ocorreram no Lar Batista Marcolina Magalhães e no Lar da Menina, ambos estão localizados em Maceió, AL. A cidade de Maceió (9° 39' 57" S; 35° 44' 06" O), está localizada na região nordeste do país. Ocupa uma área de 509,5 km², uma elevação de 7 metros do mar e cerca de 1.025.360 habitantes (IBGE, 2020).

A estrutura econômica de Maceió corresponde predominantemente aos setores de comércio, serviços, turismo, e atividade agropecuária. Uma menor participação é referente aos setores da indústria e construção civil. Constata-se em 2013 que 52,3% não concluíram o ensino fundamental e 14,6% são analfabetos, ou seja, a escolaridade é baixa e o índice de analfabetismo é alto.

2.2. Levantamento dos dados

Com o ano de pandemia e isolamento social, ocasionados pelo novo COVID-19, o projeto foi desenvolvido de forma virtual com a utilização da plataforma Google Meet, onde dispõe de videoconferências instantâneas com até cem pessoas. Dessa forma, foram ministradas pequenas oficinas com duração de até 1h30min com temas relacionados a conservação da natureza, tais como: importância de conservar o meio ambiente, práticas de como cuidar do meio ambiente, a importância da polinização e de seus polinizadores. Ao final de cada aula foi realizado atividades de fixação para saber o desempenho das alunas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades proporcionaram um impacto positivo em relação ao comportamento das crianças na sociedade, dessa forma, é possível identificar a importância da interação e do conhecimento das crianças em relação ao meio ambiente, pôde-se notar um avanço da consciência ambiental que partiu das próprias crianças, tendo interferência na formação psicossocial, ética e moral, garantindo maior possibilidade do cuidado e da consciência da preservação e conservação da natureza. A reflexão sobre as práticas sociais, em um contexto marcado pela degradação do meio ambiente, envolve uma necessária articulação sobre educação. A conscientização ambiental se constitui numa forma abrangente de educação e reeducação, que se propõe atingir toda uma comunidade, através de um processo pedagógico participativo permanente que procura ensinar com consciência crítica a capacidade de captar o princípio e a evolução dos problemas ambientais (DIAS, 2004).

De acordo com Rodrigues e Saheb (2015) é necessário que, na Educação Infantil e em todos os outros níveis escolares, haja uma ótica que inclua a Educação Ambiental, pois o ser humano, conhecendo as ciências naturais, integrando-se na natureza e na humanidade e reconhecendo-se como parte da sociedade, inicia a constituição da sua condição humana.

Além disso, as atividades motoras contribuíram também para o desenvolvimento e desempenho artístico das crianças, tais como: desenhar o significado de natureza pra si e uma flor com o inseto polinizador. Após cada desenho, as crianças realizaram a interpretação de cada um. Sendo assim, as oficinas/palestras ambientais são de suma importância no processo de crescimento das crianças, para que formem a consciência ambiental desde pequenas, trazendo resultados satisfatórios com a execução das atividades.

Diante disso, podemos dizer que esse estudo nos mostra que é possível trabalhar a Educação Ambiental de forma transversal e interdisciplinar e que o ensino abordar tais assuntos pode despertar nos alunos o desejo e a vontade de solucionar os problemas socioambientais presentes no cotidiano. Segundo Medina (2002) a educação ambiental é um instrumento imprescindível para a consolidação dos novos modelos de desenvolvimento sustentável, com justiça social, visando a melhoria da qualidade de vida das populações envolvidas, nos aspectos formais e não-formais, como processo

participativo através do qual o indivíduo e a comunidade constroem novos valores sociais e éticos, adquirem conhecimentos, atitudes, competências e habilidades voltados para o cumprimento do direito a um ambiente ecologicamente equilibrado em prol do bem comum de gerações presentes e futuras.

Jonas (2006) complementa ainda que a ética da responsabilidade com o meio ambiente, o homem e o próprio futuro está relacionada a este ainda não existente, que tem o direito de existir, embora ainda não exista, posto que o princípio de responsabilidade deve ser independente da ideia de direito e da ideia de reciprocidade.

Dessa forma é fundamental buscar formas de educar, que provoquem mudanças de atitudes. Para que a Educação Ambiental se efetive, é preciso que conhecimentos e habilidades sejam incorporados e, principalmente, atitudes sejam formadas a partir de valores éticos e de justiça social, pois são essas atitudes que predisõem à ação (PHILIPPI; PELICIONI, 2014). De acordo com Costa e Costa (2011), a educação ambiental é um instrumento de transformação de valores sociais, de conhecimento, novas atitudes voltadas para a conservação do ambiente e construção da conscientização ambiental.

Esse processo de educação é uma tarefa lenta e delicada. É um processo de aprendizagem longo e contínuo, que procura formar e desenvolver atitudes racionais, responsáveis, solidárias entre os homens e o meio ambiente (OLIVEIRA, 2005).

4. CONCLUSÕES

Diante da redução dos recursos naturais, torna-se necessário a construção de uma nova postura ética dos seres humanos. E uma das formas de tornar possível o conhecimento dos aspectos ambientais é através da educação ambiental com crianças, já que as mesmas são grandes propagadoras do conhecimento com seus familiares e vizinhos.

Atualmente, há grandes dificuldades na inclusão da Educação Ambiental no ensino formal, principalmente nas instituições de ensino da região Nordeste. Por conta disso, buscam-se caminhos metodológicos para que haja a inserção da Educação Ambiental no ensino formal de Alagoas. Assim, esse trabalho traz contribuições importantes para enfatizar a importância dessa temática em todos os níveis de ensino.

Consideramos então, necessária a inserção de uma prática de educação ambiental nas escolas, contribuindo para que os professores e futuros professores possam refletir sobre suas ações pedagógicas. Entretanto, os professores e todos os envolvidos no cotidiano escolar, deverão entender que o conhecimento voltado para as questões ambientais só será possível a partir do momento em que o aluno passa a entender sua complexidade e que seja capaz de colaborar de forma significativa na escola, comunidade e na sociedade em geral, refletindo sobre os problemas sociais, culturais e ambientais que afetam o planeta.

REFERÊNCIAS

COSTA, C. A.; COSTA, F. G. A Educação como Instrumento na Construção da Consciência Ambiental. *Nucleus*, v. 8, n. 2, p.421-440, 2011.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004. p.551.

EFFTING, T. R. **Educação Ambiental nas Escolas Públicas: Realidade e Desafios.** Marechal Cândido Rondon, 2007. Monografia (Pós Graduação em “Latu Sensu” Planejamento Para o Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Marechal Cândido Rondon, 2007.

GUIMARÃES, M. **Educação ambiental, no consenso um embate?** Campinas- SP: Papirus, 2000. 94p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **PAS - Pesquisa Anual de Serviços.** 2020.

JACOBI, P. **Educação Ambiental, cidadania e sustentabilidade.** Cadernos de Pesquisa, n. 118, 2003, p. 189-206.

JAKUBOSKI, A. P.; SANTOS, I. J. P.; RAUBER, E. A. - **Política nacional de educação ambiental-** Faculdade de Ciências Contábeis e de Administração, VIII Termo, 2016.

JONAS, H. **O Princípio Responsabilidade: Ensaio de uma Ética para a civilização tecnológica.** RJ: Contraponto / PUC-RIO, 2006.

MEDINA, N. M. Formação e Multiplicadores para a Educação Ambiental. **Seminário do Ministério da Educação.** p. 47-70. 2002.

OLIVEIRA, H. M. **A perspectiva dos educadores sobre o meio ambiente e a educação ambiental.** 2005. 42p. (Monografia do Curso de Pedagogia) –Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

PHILIPPI A. Jr.; PELICIONI, M. C. F. **Educação ambiental e sustentabilidade.** 2. Ed rev. E atual. Barueri, SP: Manole, 2014.

RODRIGUES, D. G.; SAHEB, D. A concepção dos professores e educadores de educação infantil sobre o terceiro saber de Morin: ensinar a condição humana. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos,** Brasília, v. 96, n. 242. p. 180-197, jan./abr. 2015.

VIEGAS, S. F. S.; CABRAL, E. R. Práticas de Sustentabilidade em Instituições de Ensino Superior: Evidências de Mudanças na Gestão Organizacional. In: **Sustainability Practices in Higher Education Institutions: Evidence of Changes in Organizational Management.** *Gual*, v. 8, n. 1, p.236-259, 2015.

EXPANSÃO DA AGROECOLOGIA NO CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS: GRUPO AGROECOLÓGICO CRAIBEIRAS

Luciana Vanessa Anselmo Sampaio^{1*}, Jakes Halan de Queiroz Costa¹,
Tânia Marta Carvalho dos Santos¹, Cicero Adriano Vieira dos Santos²

¹Universidade Federal de Alagoas – UFAL/Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo-AL,
*e-mail: lucianasampaio.agronomia@gmail.com

² Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus Arapiraca-AL

RESUMO

Objetivou-se fazer uma análise histórico-evolutiva do Movimento Estudantil Agroecológico do Grupo Agroecológico Craibeiras, enquanto espaço de representatividade de estudantes em diversos aspectos. No desenvolvimento da pesquisa, realizou-se uma análise a partir de uma perspectiva qualitativa, com um estudo de caso aplicado aos discentes e egressos da Universidade Federal de Alagoas, sobre a contribuição ou não do Movimento Estudantil Agroecológico do Grupo Agroecológico Craibeiras para a formação dos (as) estudantes e de narrativas de vida das pessoas que atuam e atuaram no movimento estudantil agroecológico compartilhando suas experiências e formação. Utilizou-se o livro *Análise de Conteúdo*, de Bardin (2011), como material didático e metodológico para construir essa pesquisa. A metodologia consiste em três etapas: Organização, Codificação e Categorização. Considerando as observações e afirmações feitas pelos entrevistados, percebe-se uma capacidade de transformação oriunda do contínuo processo formativo e de convivência construído, e proporcionado pelo Grupo Agroecológico Craibeiras aos membros. A partir desses relatos pode-se afirmar, que a atuação do Grupo Agroecológico Craibeiras foi presente nos campos da transformação social pela contínua atuação enquanto grupo em seu campo de incidência, que é a Universidade. O Grupo Agroecológico Craibeiras se tem como uma etapa essencial da vida acadêmica, enfatizando a formação que ao mesmo tempo abarca e também transpõe a agroecologia, aponta a direção do respeito ao próximo e do poder da convivência. Assim, o Grupo Agroecológico Craibeiras se consolida como formador de caráter, levando o estudante a extinguir preconceitos e para diluir um antigo modo de ver o mundo.

PALAVRAS-CHAVE: Formação profissional, movimento estudantil, agroecologia

1. INTRODUÇÃO

Para se iniciar a compreensão das dimensões que envolvem a Agroecologia e posteriormente relacioná-las ao Movimento Estudantil Agroecológico, faz-se necessário um resgate histórico fundamentado numa perspectiva evolutiva da discussão em torno da Agroecologia.

Esse mergulho histórico pode regredir no tempo em divergentes lugares e épocas, visto que as práticas agroecológicas podem ser consideradas milenares, dado o conhecimento do manejo de agroecossistemas trazido por populações tradicionais, em diversas partes do mundo ao longo do tempo. Segundo Santos (2018), a agroecologia, como ciência, tem como base os modelos de produção sustentáveis, neste sentido, passa a dialogar com os conhecimentos indígenas sobre a natureza. Ademais, passa a ser ação norteadora de ações nestas comunidades, permitindo assim um campo complexo de atividades e de diálogo entre o conhecimento tradicional e uma ciência emergente.

O movimento agroecológico surge em contraposição ao modelo de agricultura oriundo do processo posterior a Revolução Verde que disseminou no mundo um formato de agricultura baseado na difusão de pacotes tecnológicos. Para fazer o contraponto ao modelo dominante, surgem movimentos que fazem reflexões sobre os rumos e sentidos da agricultura no Brasil. Sobre esse momento histórico Londres (2017), afirma que:

A década de 1980 viu surgir com grande força movimentos contestatórios à industrialização da agricultura e seus impactos ecológicos negativos, como perda de biodiversidade, incluindo a diversidade de sementes, desmatamento, degradação dos solos, destruição de fontes de água e contaminação ambiental pelo uso massivo de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos. Era também crescente a percepção de que o pacote tecnológico da Revolução Verde difundido pelas políticas públicas provocava dependência dos agricultores aos poderosos complexos agroindustriais. Tiveram destaque nessa mobilização a Federação das Associações dos Engenheiros Agrônomos do Brasil (FAEAB) e a Federação dos Estudantes de Agronomia do Brasil (FEAB). Vale destacar as fortes mobilizações da década de 1980 contra os agrotóxicos, que envolveram lideranças importantes dos agrônomos e que culminaram na aprovação da lei de agrotóxicos em 1989, que incorporou conquistas importantes, incluindo a adoção oficial do termo agrotóxico em lugar do eufemismo defensivo agrícola.

Em meio a esses crescentes movimentos que protagonizaram o antagonismo ao modelo agronegocista, diversos espaços de disputas foram sendo visíveis sob uma perspectiva de polarização clara sobre dois diferentes modelos de desenvolvimento rural em disputa no Brasil: o agrobusiness e a agricultura alternativa.

Ao longo do tempo, as conceituações epistemológicas e cenários políticos foram se modificando e o termo agricultura alternativa ensaiado nos anos 1980, passa a ser compreendida como Agroecologia no início dos anos 2000. Essas modificações não empobrecem a continuidade do processo de disputas de narrativas e de modelos nos mais diferentes espaços sociais, dentre eles o ambiente acadêmico. Nesse cenário como plano de fundo, no Centro de Ciências agrárias – CECA/UFAL surge o Grupo Agroecológico Craibeiras, objeto de estudo desse trabalho. Para além da objetividade dos sentidos políticos do momento em que surge o GAC, identifica-se a capacidade de influências nas trajetórias pessoais de indivíduos que participam desses processos.

O Grupo Agroecológico Craibeiras (GAC) é um grupo de organização estudantil vinculado ao então Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, atualmente, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – Campus CECA, que promove a discussão e a construção coletiva dentro e fora da Universidade, das principais pautas e bandeiras defendidas pela Agroecologia (SILVA, 2018).

Em 2002, estudantes de agronomia, tiveram uma iniciativa de formar no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas o grupo de agroecologia, para tanto, iniciaram um ciclo de palestras com alguns professores do

centro, onde contaram com um público estudantil de aproximadamente 50 estudantes dos cursos de Agronomia e Zootecnia.

Foi construído nos dias 29 e 30 de novembro de 2003, no Centro de Ciências da Saúde-CSAU, da UFAL, durante o Congresso do DCE-CONDCE, a realização do I Seminário sobre Agroecologia: ‘Uma perspectiva para o Desenvolvimento Local Sustentável’.

Desde então, após a formulação e aprovação da Carta Princípio na plenária final do seminário, estava formado e estruturado o Grupo Agroecológico Craibeiras Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, com o lema: Nascemos para Construir. O grupo se organizou em cinco comissões: Organização, Práticas e Pesquisas; Secretaria; Comunicação, Divulgação e Eventos e, Finanças.

Levantou-se a hipótese de que o Grupo Agroecológico Craibeiras como movimento estudantil agroecológico orientado em sua gênese ideológica pela Federação de Estudantes de Agronomia do Brasil (FEAB), se apresenta como um espaço que proporciona aprendizagem em diversas temáticas, dentre elas uma de extrema relevância: a formação individual e coletiva do estudante que se tornará agente transformador para uma sociedade mais justa na perspectiva social.

Objetivou-se a realização de uma análise histórico-evolutiva do movimento estudantil agroecológico, tendo o Grupo Agroecológico Craibeiras (GAC), como espaço de representatividade estudantil dentro da Universidade e ferramenta para construção de uma sociedade mais consciente, justa, fraterna e igualitária, fundamentada na crítica, a partir da reflexão sobre a realidade social, as ideologias e o pensamento a partir do espaço de atuação do estudante que é a universidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Primeiramente, procedeu-se metodologicamente um questionário sobre as experiências proporcionadas pelo grupo como movimento estudantil agroecológico, bem como as vivências e as transformações partindo da perspectiva individual para com o coletivo e no contexto da cidadania em meio a sociedade e seus avanços. Ainda se obteve narrativas autobiográficas de discentes e profissionais formados que participaram e participam ativamente do GAC enquanto discentes do Centro de Ciências Agrárias Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da UFAL, onde também atuaram nos diretórios acadêmicos e Diretório Central dos Estudantes. Para a permissão da divulgação das entrevistas e conhecimento dos fins desse trabalho, os entrevistados assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido conforme determinam as normas de ética acadêmica.

Utilizou-se o livro *Análise de Conteúdo*, de Bardin (2011), como material didático e metodológico para construir esta pesquisa. Esta metodologia consiste em três etapas, sendo elas: Organização, Codificação e Categorização.

A organização consistiu basicamente em uma leitura universal dos questionários com intuito de familiarização com o material e posterior seleção, tendo como tarefa a preparação do material, que objetiva transformar as respostas dos questionários por padronização e por equivalência.

Na etapa de Codificação ocorreu a edição do material, a partir dos recortes das respostas obtidas, e também a análise semântica dos elementos comuns descritos pelos entrevistados, respeitando o contexto das perguntas.

A Categorização ocorreu por diferenciação e reagrupamento de partes do material obtido. Foram identificadas respostas frequências e categorizadas conforme a similaridade entre elas, objetivando encontrar os sentidos das falas dos entrevistados.

Foram coletadas 19 entrevistas. De posse dessas entrevistas adquiridas através de formulários preenchidos pelos membros e egressos do GAC, separou-se metodologicamente de forma organizada as respostas dos questionários que foram relevantes para responder o pressuposto inicial desta pesquisa, realizando-se uma análise qualitativa de suas respostas as dez perguntas que lhe foram apresentadas.

A análise consistiu em codificar inicialmente e agrupar as respostas fazendo um cruzamento entre elas, comparando-as entre os entrevistados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coleta das narrativas proporciona o conhecimento e identificação de como se concebe a participação dos membros do Grupo Agroecológico Craibeiras (GAC) em diferentes espaços, nos anos 2000, ou seja, como era dada essa representação ou entrada efetiva dos discentes do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL) no Grupo Agroecológico Craibeiras.

A seguir, relato de um entrevistado que foi membro fundador do GAC sobre o referido período:

“Em 2003, quando ingressei no mestrado em Agronomia “Produção Vegetal” havia um grupo de estudantes de graduação que estava tentando construir um grupo agroecológico, mas devido a alguns problemas de ordem organizacional e de horários fazia com que o grupo não tivesse uma vida muito ativa no dia a dia do Centro de Ciência Agrária. Então, considero que fiz parte da fundação do GAC participando das reuniões de estudos, capacitação e construção do primeiro Seminário de homologação e afirmação do grupo dentro e fora da universidade como braço dos movimentos sociais” ...

...O GAC influenciou muito no ensino no CECA. Quando o GAC foi fundado em 2003 tinham 32 membros espalhados por todas as turmas praticamente... Nossas reuniões eram divididas em estudos teóricos e tarefas do dia a dia” ... (Entrevistado 3)

Depoimento contundente e importante do ponto de vista da atuação prática do GAC dentro da universidade e do grupo se apresentar como uma alternativa ao modelo de ensino dominante, atraindo assim aqueles estudantes com interesse por conhecimentos mais práticos do que especificamente técnico, parte do 1º entrevistado, a seguir:

“Eu ingressei no GAC no segundo período do curso, após o evento **PAIS: TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL**, onde eu assisti as palestras, juntamente com alguns colegas, e ficamos fascinados com a implantação do PAIS na área do GAC. E entramos com esse intuito de poder aprender com a prática, entrar em contato com a “terra”. Esse foi o primeiro motivo que me levou a entrar no GAC, na época eu já tinha ideias semelhantes com as praticadas perpetuadas pelo GAC, como a importância da educação ambiental; a necessidade social, e até mesmo econômica, da reforma agrária; práticas sustentáveis na agronomia, mas eram ideias rasas, sem amadurecimento “. (Entrevistado1).

Observou-se nesse trabalho, que os membros do GAC se empenham sempre em participar e construir eventos que discutam temas que abordem as bandeiras levantadas pelo GAC, geralmente sempre em busca de qualificar suas respectivas formações. A exemplo, os membros do ano de 2008 realizaram o primeiro grande evento sobre

agroecologia dentro do CECA/UFAL que foi o Encontro Regional de Agroecologia – ERA Nordeste, um evento que mostrou bastante visibilidade ao grupo com a mobilização de estudantes de todo Nordeste e foi uma grande oportunidade que os estudantes tiveram para conhecer o GAC e suas bandeiras, o movimento estudantil agroecológico, além de proporcionar uma extensa troca de saberes e vivências entre os estudantes e demais participantes.

O entrevistado 1 falando da influência do GAC, traz algo próximo ao que pode esclarecer a disseminação da ideia de organicidade dos estudantes:

“O GAC é fundamental para a Universidade, ele influencia de maneira positiva, quando eu iniciei no GAC, eu não tinha uma ideia ampla de sua importância, mas com o tempo amadureci as minhas ideias e entre elas eu comecei a enxergar o GAC não apenas como um grupo de alunos que estudam, perpetuam e praticam a agroecologia, mas como uma quebra no pragmatismo acadêmico. E isso é necessário, a Universidade muitas vezes tende a uma formação “fabricada” de profissionais e quando uma instituição que pode mostrar visões diferentes destes profissionais, os alunos começam a enxergar que coisas alternativas existem e são possíveis.” (Entrevistado1)

Observa-se que essa contínua história de defesa das diversidades encampada pelo GAC foi construída sempre em meio à um ambiente antagônico em todos os quesitos. O modo de condução política da universidade, mais precisamente do CECA, as pautas sociais discutidas, a bandeiras levantadas e a forma de produção do conhecimento são somente alguns dos elementos historicamente contraditórios que sempre foram elementos divergentes as discussões e avanço do grupo enquanto Movimento Estudantil Agroecológico.

“...vencer a discriminação dos próprios colegas de curso, influenciados por um sistema de ensino tecnicista e para agricultura patronal, que veem com maus olhos e de maneira utópica a militância do grupo em prol da agricultura familiar e minorias no campo” (Entrevistado8)

...

“O grupo é alvo de muito preconceito, tanto de alunos quanto de professores e servidores. Todo dia é uma luta constante, onde a gente se mantém firme nas lutas, em tentar mostrar a nossas crenças” (Entrevistado11)

Por outro lado, a organicidade dos estudantes e a capacidade de incidência do grupo levou a resultados e conquistas práticas nesse espaço de disputas de narrativas. A aparição de centros acadêmicos em todos os cursos, a conquista do curso graduação de Agroecologia, o curso de Agroecologia do PRONERA, as jornadas universitárias pela Reforma Agrária, as instâncias organizativas da FEAB e a escuta por parte dos dirigentes da Universidade as demandas dos estudantes se apresentam como conquistas irretroativas no contexto atual.

Partindo dessa capacidade de transformar culturalmente o indivíduo, o fazendo se questionar, questionar aos outros e buscar complexidade na compreensão do mundo acadêmico e dos agroecossistemas, o GAC, talvez até inconscientemente, estimule os indivíduos a confrontarem a estrutura social perversa que domina a sociedade, mais especificamente o meio agrário alagoano.

“O GAC foi o motivo para eu acreditar ainda mais na agroecologia, no grupo me sinto bem, me sinto feliz”. (Entrevistado11)

...

“O GAC foi uma etapa essencial da minha vida, cada ano que convivi e aprendi lições dentro do grupo, são valiosos. Principalmente as lições que transpõe a agroecologia em si, mas que apontam a direção do respeito ao próximo e do poder da convivência. O GAC ajudou a formar meu caráter,

a extinguir preconceitos e diluir um antigo modo de ver o mundo”
(Entrevistado1)

...

“Foi uma experiência única, de conhecer pessoas que tem o mesmo ideal e que abraçam a mesma causa.” (Entrevistado10).

Para dentro da própria discussão em torno da Agroecologia, os estudantes egressos demonstraram em suas entrevistas a dinamicidade do quanto a Agroecologia é diversa, e exige do profissional no campo uma formação qualificada e com campo de visão ampliado. Para além do tecnicismo da reprodução do conhecimento geralmente resumido às técnicas metódicas específicas, o egresso que passou pelo GAC demonstra ter alta capacidade de questionar. Em sua fala, o entrevistado 7 demonstra essa capacidade de questionamento até mesmo em termos conceituais da Agroecologia:

“Na Agroecologia, essa discussão de conceitos é complexa. O que seria uma experiência agroecológica? Plantar? Visitar um agricultor? Entender de fisiologia vegetal? Ir a um evento? Escutar uma música? Cultivar um SAF? Acho que a minha melhor experiência foi passar a ver os espaços de maneira plural”. (Entrevistado7)

Sobre a dispersão dos egressos identificamos indivíduos atuando profissionalmente em diversas frentes profissionais, sobretudo a maioria como agentes de ATER que trabalham diretamente com agricultores familiares e movimentos sociais. Também identificamos outras categorias como professores universitários e profissionais que atuam para empresas particulares. No entanto, o que se observa com naturalidade entre os egressos é a perspectiva que esses trabalhadores carregam em suas atuações profissionais, alguns deles atuando mesmo de forma militante e ideológica até o ponto que lhes cabe, os fazendo assim diferenciar-se de uma forma bem específica. Essa especificidade está na carga de acúmulo de conhecimento e de capacidade de reflexão adquirida ao longo da formação propiciada em parte pela vivência em torno do GAC.

“...antes eu achava que a produção científica era o caminho para mostrar a importância da agroecologia nas práticas rurais e para sociedade, como uma "propaganda da "seriedade" da agroecologia, tentar conquistar os acadêmicos no seu território, a ciência. Mas com o tempo eu comecei a enxergar de maneira diferente, o alvo não é convencer os acadêmicos pragmáticos que dificilmente serão convencidos do contrário, do que eles praticam a décadas dentro da Universidade, e sim através da reeducação do povo fora da Universidade, mostrar para a sociedade que a agroecologia é necessária para uma real mudança social e econômica, mostrar para os novos alunos e para os agricultores, através da militância, dentro e fora do campus. Buscando a realização de eventos, cursos práticos, dias de campo, feiras da reforma agrária, chamando a sociedade, os agricultores e a comunidade acadêmica para participar”. (Entrevistado1)

Em seus relatos, os entrevistados 5 e 12 demonstram em suas entrevistas, experiências pessoais exitosas dentro e fora da academia, que foram frutos do processo de formação acadêmica e contínua do GAC, intervindo até mesmo na formação cívica desses indivíduos:

“O GAC foi uma etapa essencial da minha vida, cada ano que convivi e aprendi lições dentro do grupo são valiosos. Principalmente as lições que transpõem a agroecologia em si, mas que apontam a direção do respeito ao próximo e do poder da convivência. O GAC ajudou a formar meu caráter,

a extinguir preconceitos e diluir um antigo modo de ver o mundo”. (Entrevistado5)

...
“O GAC garante ao universitário autorreconhecimento em diversas situações no decorrer da graduação. Eu sou um grande exemplo dessa influência” (Entrevistado12)

O entrevistado 1 também exalta a capacidade do GAC em transformar as pessoas a partir das ideias, por conseguinte, as pessoas ajudarem a transformar a sociedade a partir dos seus campos de atuação.

“O GAC conquistou muita coisa, acho que só pelo fato de estar vivo e ativo após todos esses anos já é uma vitória, principalmente por se encontrar dentro do CECA, onde a academia é firmada com os setores que oprimem durante séculos o campo, e por consequência a sociedade. A visibilidade dentro e fora da UFAL e a participação nas atividades do campus estão marcando a história do GAC, e hoje o GAC já faz parte da história da UFAL.

Mas, uma grande conquista do GAC é a formação pessoal dos seus membros, transformar pessoas, tocá-las para pontos importantes da sociedade que precisam ser tocados, e quando expõe isso nos eventos a outras pessoas fora do GAC, que estão participando, e abrem seus olhos, elas viram multiplicadores”. (Entrevistado1).

4. CONCLUSÃO

Considerando as observações e afirmações feitas pelos entrevistados, percebe-se uma capacidade de transformação oriunda do contínuo processo formativo e de convivência construído, e proporcionado pelo GAC aos seus membros. A partir desses relatos pode-se afirmar então, que a atuação do Grupo Agroecológico Craibeiras se faz presente nos campos da transformação social pela sua contínua atuação enquanto grupo em seu campo de incidência, que é a Universidade.

Atualmente o GAC é compreendido como uma organização fruto de uma história e um legado de estudantes que optaram por divergir do conhecimento dominante, combater preconceitos, buscar formas alternativas de disseminar ideias e priorizaram por não trilhar o caminho da obriedade. O GAC evoluiu junto com a Agroecologia, seja nos estudos teóricos, na disputa política, na prática agrícola, na disputa de pensamentos, no acolhimento aos diferentes, nos debates de pautas atuais como LGBTQI+, feminismo, raça e etc. Para além de importante, o GAC é extremamente necessário, seja pelo aspecto acadêmico ou social, mas principalmente por se reconhecer como um espaço de auto reconhecimento e afirmação de pessoas com diversas e justas causas.

Para quem compõe e compôs os quadros do GAC, a partir de suas bandeiras identitárias, esse grupo consegue abrir perspectivas dentro do meio agrário para os estudantes que não se familiarizam com a agricultura convencional, sustentado em pilares fundamentais para formação acadêmica e profissional e toda essa formação se expande para a sociedade através desses sujeitos.

O GAC se apresentou como uma etapa essencial da vida acadêmica, proporcionando-os valiosas lições. Sobretudo, a formação que ao mesmo tempo abarca e também transpõe a agroecologia, aponta a direção do respeito ao próximo e do poder da convivência. Assim, o GAC se consolida como formador de caráter, levando o estudante a extinguir preconceitos e para diluir um antigo modo de ver o mundo.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

LONDRES, F.; MONTEIRO, D. **Pra que a vida nos dê Flor e Frutos - Notas sobre a trajetória do Movimento Agroecológico no Brasil** - “A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica no Brasil – Uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável”, IPEA, 2017.

SANTOS, J. S. - **Abordagens teóricas sobre Agroecologia e Povos Indígenas no Brasil**, UFAL, 2018

SILVA, C. S.; LIMA, J.R.B.I.; LIMA, A.K.X; SOUSA, L.C.C.; MOURA, R.O; SANTOS, E.L.S; SANTOS, G.M.C.; SILVA, J.O.L.; SILVA, A.K.S.; SILVA, N.B. Grupo Agroecológico Craibeiras: Uma história de luta pela Agroecologia no Estado de Alagoas, Brasil - Encontro Regional de Estudos Agroambientais Responsabilidade Socioambiental da Pesquisa Científica, CECA-UFAL - **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 3, n. 1, 2018.

PERSPECTIVAS DA NANOTECNOLOGIA VERDE APLICADA À BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES DE MASTITE

Micheline Thais dos Santos^{1*}, Elizabeth Simões do Amaral Alves¹, Ana Lúcia Figueiredo Porto¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE/Campus Dois Irmãos, Recife-PE, *e-mail: analuporto@yahoo.com.br

RESUMO

A mastite é uma enfermidade que acomete rebanhos leiteiros trazendo danos gigantescos na indústria de laticínios. Sendo causada por micro-organismos patogênicos, entre eles: *Staphylococcus aureus*, *S. uberis* e *Escherichia coli*. O uso exacerbado de antibióticos para combater essas bactérias acaba causando resistência microbiana e mais perigo aos animais e aos consumidores de seu derivado. Diante disso, a bionanotecnologia é uma nova alternativa bastante promissora a ser inserida na pecuária leiteira promovendo alta aplicabilidade, elevados rendimentos, combate às bactérias patogênicas e principalmente eco-friendly. Desta forma este trabalho aborda de forma geral o campo da síntese de nanopartículas metálicas por micro-organismos aplicados em bactérias causadoras de mastite. Foi realizado um levantamento qualitativo das informações obtidas, dentre as quais foram abordados tópicos relacionados à utilização dos micro-organismos como fonte biossintética de nanopartículas metálicas na agricultura, a biossíntese dessas nanopartículas, caracterização e campo de aplicação. A pesquisa conclui que as nanopartículas possuem uma atuação de extrema importância no campo da pecuária sustentável, visto que é uma área de inovação e verde.

PALAVRAS-CHAVE: Antimicrobianos, agropecuária, bionanotecnologia;

1. INTRODUÇÃO

A garantia e segurança dos produtos desenvolvidos no âmbito veterinário, capazes de proteger a saúde do animal de produção tem se tornando cada vez mais eficaz e gerado satisfação entre profissionais agropecuários e produtores. No entanto, garantir a segurança dos produtos de origem animal reduzindo a quantidade residual de medicamentos nos alimentos a um nível mínimo seguro também é de grande interesse para as indústrias farmacêuticas veterinárias e alimentícia (HILL; LI, 2017).

Uma das enfermidades de maior atenção e que atinge fortemente o rebanho leiteiro de grande e pequena produção é a mastite. A doença caracteriza-se por ser um processo inflamatório da glândula mamária que se manifesta com sintomas inflamatórios nos tetos, alterações no leite e queda de produção. Em relação a etiologia, é considerada de caráter complexo e multifatorial, pois envolve patógenos, ambientes e fatores inerentes aos animais (VLIEGHER et al., 2018; MASSOTE et al., 2019; LOPES et al., 2020).

Ainda que medidas preventivas que visam o controle da mastite sejam amplamente praticadas, a ocorrência da enfermidade ainda é bastante comum e a antibioticoterapia é o método mais tradicional para o tratamento, tornando esta enfermidade a principal fonte de uso de antibióticos em rebanhos leiteiros (SANKAR, 2016). Bactérias formadoras de biofilme são a principal causa de mastite clínica intra mamária em vacas em lactação que envolve *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Streptococcus uberis* (DE

VLIEGHER et al., 2018) e o uso exagerado e indevido de antibióticos tem causado a resistência dessas bactérias.

De acordo com essa problemática, pesquisas estão sendo focadas no desenvolvimento de novos tipos de agentes antibacterianos seguros, eficazes e acessíveis para combater o *S. aureus* (DEHKORDI et al., 2011; JAMARAN; ZARIFM, 2016). Estando entre essas inovações a nanotecnologia verde que permite o uso de nanopartículas (NPs) para o tratamento de bactérias resistentes a antimicrobianos (KUMAR et al., 2018; LOPEZ et al., 2012). Assim, essa breve revisão tem por objetivo mencionar a aplicabilidade da nanotecnologia verde e o potencial de suas nanopartículas em benefício das melhorias da pecuária leiteira frente a bactérias causadoras de mastite.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Essa breve revisão foi baseada de acordo com artigos científicos publicados nos últimos vinte anos (2000-2020). O processo de coleta do material foi realizado de forma não sistemática em bases de dados científicas, tais como nas principais bases internacionais e nacional (*Science direct, Pubmed e Scielo*). O banco de dados foi complementado com materiais indicados por especialistas na temática. Por fim, estes materiais foram lidos na íntegra e analisados criticamente.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Nanotecnologia Verde

A nanotecnologia envolve a produção e aplicação de sistemas físicos, químicos e biológicos na escala de 1–100 nm. Esses materiais são geralmente conhecidos como nanopartículas ou nanomateriais, e estão transformando o mundo científico, principalmente por causa de suas excepcionais propriedades físicas, químicas e biológicas, em comparação com suas contrapartes volumosas (GATEBE, 2012).

Os métodos biológicos oferecem imensas vantagens porque podem ser realizados usando diferentes microrganismos, incluindo bactérias, fungos, actinomicetos e enzimas (SERALATHAN et al., 2014; TEDESCO et al., 2010) estando esse método associado à nanotecnologia verde.

A nanotecnologia verde surge como uma ferramenta promissora nos diversos setores da tecnologia agroalimentar, como agricultura sustentável, processamento de alimentos, indústria da água, silvicultura, problemas ambientais e utilização sustentável de recursos alimentares. Muitas tentativas bem-sucedidas foram feitas para a síntese de nanopartículas de metal usando micro-organismos, incluindo bactérias, fungos, algas, leveduras, cianobactérias e actinomicetos (GOLINSKA et al., 2014).

3.2. Biossíntese de Nanopartículas Metálicas

A biossíntese de nanopartículas metálicas pode ser realizada por meio físico, químico e biológico. A abordagem biológica para a síntese de nanopartículas emprega bactérias (MANDAL et al., 2006), fungos (MUKHERJEE et al., 2008) e extratos de plantas (JAGTAP; BAPAT, 2013; MUBARAK et al., 2011). A biossíntese por micróbios é uma tecnologia verde e ecologicamente correta que se diferencia dos métodos químicos e físicos.

A síntese verde de nanopartículas pode ser conduzida usando abordagens extracelulares e intracelulares. Uma estratégia intracelular envolve o desenvolvimento de

plantas em meios naturais ricos em metais ou arranjos ricos em metais para a integração de nanopartículas (NOURBAKHS et al., 2017). As técnicas extracelulares englobam a síntese de nanopartículas usando extratos obtidos por diferentes procedimentos (ZHU et al., 2017).

3.3. Caracterização das Nanopartículas de Prata

O processo de caracterização das nanopartículas metálicas é feita para que haja um conhecimento mais profundo de sua síntese, aplicação e para garantir que as partículas preparadas estejam em nanoescala. Para bem caracterizar, as NPs devem ser separadas, entre os vários métodos de separação que têm sido utilizados, a centrifugação é o mais conveniente porque não depende de interações de fase líquido-sólido ou de reações químicas específicas (ZHENG et al., 2017).

A caracterização envolve técnicas necessárias para explorar as propriedades do material e as estruturas microscópicas, ajudando a determinar a composição e estrutura dos materiais, permitindo avaliar se o método foi bem sucedido ou não. Algumas técnicas são qualitativas, enquanto outras são quantitativas (TITUS et al., 2019). Diferentes tecnologias têm sido usadas para tamanho de partícula, distribuição e concentração de nanopartículas sintetizadas. Alguns métodos analisam estatisticamente a forma e o tamanho das nanopartículas sintetizadas a partir de imagens de microscópio eletrônico (NOAH, 2019).

Os métodos utilizados na caracterização são: Análise de microscópio eletrônico de varredura (SEM), análise de energia dispersiva de raios-X (EDX), análise de microscópio eletrônico de transmissão (TEM), microscopia de varredura por tunelamento (STM), microscopia de força atômica (AFM), espectroscopia Raman, ultravioleta-visível espectrometria (UV-vis), espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), espectroscopia de fotoelétrons de raios-X (XPS), espalhamento de luz dinâmico (DLS), difração de raios-X (XRD) e análise de potencial zeta oferecem mais vantagens para observar submicron - materiais dimensionados (TITUS et al., 2019).

3.4. Atividade Antimicrobiana das Nanopartículas Metálicas

Descobriu-se que muitos sais e nanopartículas de metal são eficazes na inibição do crescimento de muitas bactérias infecciosas. A prata e nanopartículas de prata (AgNPs) ocupam um lugar de destaque na série de tais metais que são usados como agentes antimicrobianos desde tempos passados, as AgNPs têm mostrado excelentes propriedades bactericidas contra uma ampla gama de micro-organismos (JONES et al., 2004).

As nanopartículas podem se ligar de forma eficiente à superfície bacteriana e romper sua parede celular, levando à apoptose (WANG et al., 2017). Foi notado que NPs com tamanho inferior a 20 nm podem penetrar na parede celular bacteriana e, por sua vez, dificultar as vias bioquímicas através da destruição das organelas celulares, o que acaba levando à morte da bactéria (ARAKHA et al., 2015). Nanopartículas biogênicas são devidamente tampadas com flavonóides naturais inibindo a atividade enzimática que dificulta a síntese de ácidos nucleicos em vários micro-organismos (FAYAZ et al., 2010).

NPs são conhecidas por gerar espécies reativas de oxigênio que causam danos mecânicos à membrana celular bacteriana (LI et al., 2018) em várias bactérias, incluindo *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella flexneri*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Helicobacter pylori*, *Helicobacter felis*, *E. coli*, *K. pneumoniae* e *Bacillus subtilis* (HAN et al., 2014; GURUNATHAN et al., 2015). Pesquisas mostraram que NPs podem ser reciclados para uso repetitivo como agentes antimicrobianos (HAJIPOUR et

al., 2012). Portanto torna-se difícil para as bactérias desenvolverem resistência contra as NPs, uma vez que as NPs têm como alvo várias vias celulares ao mesmo tempo (GUPTA et al., 2019).

As propriedades antimicrobianas de resistência das NPs resultam de sua grande proporção de área de superfície para volume, que também reduz a probabilidade de tolerância a antibióticos. As NPs que variam de 10 a 100 nanômetros (nm) em tamanho, são pensadas para possuírem características físicas e químicas únicas (BOSCHI; DE SANCTIS, 2017).

3.5. Aplicação de Nanopartículas Metálicas

As aplicações biomédicas de nanopartículas metálicas se tornam promissoras devido ao seu efeito positivo nos campos da medicina, distribuição de drogas e agropecuária (HULKOTI; TARANATH, 2014). Recentemente, NPs foram usadas como um método alternativo para o tratamento de várias infecções bacterianas resistentes a antibióticos e podem resolver o problema de bactérias resistentes a múltiplos medicamentos (FRANCI et al., 2015; WANG et al., 2017); em particular, as nanopartículas de prata têm recebido bastante atenção, devido sua baixa citotoxicidade (BIEL et al., 2011).

Algumas pesquisas relatam que as AgNPs em baixas concentrações juntamente com antibióticos foram consideradas altamente eficazes na indução da perda de viabilidade celular em bactérias gram-negativas e gram-positivas (GURUNATHAN et al., 2014), algumas delas envolvida no processo inflamatório da glândula mamária de animais de produção, a mastite. Em outros estudos, exibiram atividade antimicrobianas de AgNPs contra *S. aureus* mostrando que são altamente eficazes contra *S. aureus* resistente à meticilina (WADY et al., 2014). As vantagens do uso de AgNPs como agentes antimicrobianos incluem sua extensa gama de atividades, custo benefício e alta eficácia (PATRA; BAEK, 2017), principalmente, no campo da pecuária leiteira.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nanotecnologia verde através da biossintetização por via microbiana tem se tornado um importante mecanismo de defesa contra bactérias resistentes a antibióticos, aumentando os níveis de saúde do animal, a otimizando produção leiteira, a lucratividade da atividade e o efeito sustentável. Visto que o uso da nanotecnologia verde tem mostrado resultados fortemente positivos e promissores no combate às bactérias resistentes e causadoras da inflamação da glândula mamária. No entanto mais pesquisas precisam ser realizadas para aprofundamento do tema e solução do problema, discussões entre comunidade científica e pecuaristas devem ser realizados para que haja uma melhor utilização dessa nova tecnologia e conscientização dos cuidados sanitários.

REFERÊNCIAS

ARAKHA, M.; PAL, S.; SAMANTARRAI, D.; PANIGRAHI, T.K.; MALLICK, B.C.; PRAMANIK, K.; MALLICK, B.; JHA, S. Antimicrobial activity of iron oxide nanoparticle upon modulation of nanoparticle bacteria interface, **Scientific Reports**, v. 5, p. 14813, 2015.

BIEL, M.A.; SIEVERT, C.; USACHEVA, H.; TEICHERT, H.; BALCOM, J. Photodynamic antimicrobial treatment of biofilms of chronic recurrent sinusitis. **International Forum of Allergy & Rhinology**, v. 1, p. 329-334, 2011.

BOSCHI, F.; DE SANCTIS, F. Overview of the optical properties of fluorescent nanoparticles for optical imaging. **European Journal of Histochemistry**, v. 61, p. 245–248, 2017.

DE VLIEGHER, S.; OHNSTAD, I.; PIEPERS, S. Management and prevention of mastitis: A multifactorial approach with a focus on milking, bedding and datamanagement. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 17, p. 1214-1233, 2018.

DEHKORDI, S. H.; FATEMEH, H.; AZIZOLLAH, E. K. An *in vitro* evaluation of antibacterial effect of silver nanoparticles on *Staphylococcus aureus* isolated from bovine subclinical mastitis. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, p. 10795-10797, 2011.

FAYAZ, A.M.; BALAJI, K.; GIRILAL, M.; YADAV, R.; KALAICHELVAN, P.T.; VENKETESAN, R. Biogenic synthesis of silver nanoparticles and their synergistic effect with antibiotics: a study against gram-positive and gram-negative bacteria, **Nanomed. Nanotechnol. Biol. Med.**, v. 6, n. 1, p. 103-109, 2010.

FRANCI, G.; FALANGA, A.; GALDIERO, S.; PALOMBA, L.; RAI, M.; MORELLI, G.; GALDIERO, M. Silver Nanoparticles as Potential Antibacterial Agents. **Molecules**, v. 20, p. 8856-8874. 2015.

GATEBE E. Nanotechnology: the magic bullet towards attainment of Kenya's vision 2030 on industrialization. **Journal of Agriculture, Science and Technology**, v. 14, 2012.

GOLINSKA, P.; WYPIJ, M.; INGLE, A. P. et al. Biogenic synthesis of metallic actinomycete nanoparticles: biomedical applications and cytotoxicity. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 98, p. 8083–8097, 2014.

GUPTA, A.; MUMTAZ, S.; LI, C.H.; HUSSAIN, I.; ROTELLO, V.M. Combatting antibiotic resistant bacteria using nanomaterials, **Chemical Society Reviews**, v. 48, n. 2, p. 415-427, 2019.

GURUNATHAN, S.; HAN, J.W.; KWON, D.N.; KIM, J.H. Enhanced antibacterial and anti-biofilm activities of silver nanoparticles against Gram-negative and Gram-positive bacteria. **Nanoscale Research Letters**, v. 9, p. 373, 2014

GURUNATHAN, S.; KIM, E.; HAN, J.W.; PARK, J.H.; KIM, J.H. Green chemistry approach for synthesis of effective anticancer palladium nanoparticles. **Molecules**, v. 20, p. 22476-22498, 2015.

HAIPOUR, M. J., FROMM, K. M., AKBAR ASHKARRAN, A., JIMENEZ DE ABERASTURI, D., LARRAMENDI, I. R. DE, ROJO, T.; MAHMOUDI, M. Antibacterial properties of nanoparticles. **Trends in Biotechnology**, v. 30, n. 10, p. 499-511, 2012.

HAIPOUR, M.J.; FROMM, K.M.; ASHKARRAN, A.A.; DE ABERASTURI, D.J.; DE LARRAMENDI, I.R.; ROJO, T.; SERPOOSHAN, V.; PARAK, W.J.; MAHMOUDI, M. Antibacterial properties of nanoparticles, **Trends in Biotechnology**, v. 30, n. 10, p. 499-511, 2012.

HAN, J.W.; GURUNATHAN, S.; JEONG, J.K.; CHOI, Y.J.; KWON, D.N.; PARK, J.K.; KIM, J.H. Oxidative stress mediated cytotoxicity of biologically synthesized silver nanoparticles in human lung epithelial adenocarcinoma cell line. **Nanoscale Research Letters**, v. 9, p. 459, 2014.

HILL, E.K.; LI, J. perspectivas atuais e futuras da nanotecnologia na produção animal. **Jornal of Science and Biotechnology.**, v. 8, p. 26, 2017.

HULKOTI, N.I. E.; TARANATH, T.C. Biosynthesis of nanoparticles using microbes - a review. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 121, p. 474-483, 2014.

JAGTAP, U.B.; BAPAT, B.A. Green synthesis of silver nanoparticles using *Artocarpus heterophyllus* Lam. Seed extract and its antibacterial activity. **Industrial Crops and Products**, v. 46, p. 132-7, 2013.

JAMARAN, S.; ZARIFM, B. R. Synergistic effect of silver nanoparticles with neomycin or gentamicin antibiotics on mastitis causing *Staphylococcus aureus*. **Journal of Ecology**, v. 6, p. 452-459, 2016

JONES, S.A.; BOWLER, P.G.; WALKER, M.; PARSONS, D. Controlling wound bioburden with a novel silver containing Hydrofber dressing. **Wound Repair Regeneration**, v.12, p. 288-94, 2004

KUMAR, M.; CURTIS, A.; HOSKINS, C. Application of nanoparticle technologies in the combat against anti-microbial resistance. **Pharmaceutics**, v. 10, p. 11-27, 2018.

LI, B.; WEBSTER, T.J. Bacteria antibiotic resistance: new challenges and opportunities for implant-associated orthopedic infections. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 36, n. 1, p. 22-32, 2018.

LOPES, T. S. et al. Use of plant extracts and essential oils in the control of bovine mastitis. **Research in Veterinary Science**, v. 131, p. 186 -193, 2020.

LOPEZ GOERNE, T. M.; ALVAREZ LEMUS, M. A.; MORALES, V. A.; LÓPEZ, E. G.; OCAMPO, P. C. Study of bacterial sensitivity to Ag– TiO₂ nanoparticles. **Journal of Nanomedicine and Nanotechnology**, v. 5, p. 1-7, 2012.

MANDAL, D.; BOLANDER, M.E.; MUKHOPADHYAY, D. et al. The use of microorganisms for the formation of metallic nanoparticles and their application. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 69, p. 485-492, 2006.

MASSOTE, V. P. et al. Diagnóstico e controle de mastite bovina: uma revisão de literatura. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, v. 1, n. 1, p. 41-54, 2019.

MUKHERJEE, P.; ROY, M.; MANDAL, B.P.; DEY, G.K.; MUKHERJEE, P.K.; GHATAK, J.; TYAGI, A.K.; KALE, S.P. Green synthesis of nanocrystalline silver particles highly stabilized by a non-pathogenic fungus of agricultural importance *T. asperellum*. **Publishing Ltd Nanotechnology**, n. 7, v. 19, 2008.

NOAH, N. **Green Synthesis, Characterization and Applications of Nanoparticles**. Elsevier: S.L., 2019, 523p.

NOURBAKHS, S.; HABIBI, S.; RAHIMZADEH, M. Copper nanoparticles for antibacterial properties of wrinkle resistant cotton fabric. **Materials Today: Proceedings**, v. 4, p. 7032-7, 2017.

PATRA, J.K.; BAEK, K.H. Antibacterial activity and synergistic antibacterial potential of silver nanoparticles biosynthesized against foodborne pathogenic bacteria, together with their anti-candida and antioxidant effects. **Frontiers in Microbiology**, v. 08, 2017.

SANKAR, P. New therapeutic strategies to control and treatment of bovine mastitis. **Veterinary Medicine Open Journal**, v. 1, n. 2, p. 7-8, 2016.

SERALATHAN, J.; STEVENSON, P.; SUBRAMANIAM, S.; RAGHAVAN, R.; PEMIAIAH, B.; SIVASUBRAMANIAN, A.; VEERAPPAN, A. Spectroscopy investigation on chemo catalytic, free radical scavenging and bactericidal properties of biogenic silver nanoparticles synthesized using *Salicornia brachiata* aqueous extract. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 118, n. 55, p. 118-349, 2014.

TEDESCO S, et al. Oxidative stress and toxicity of gold nanoparticles in *Mytilus edulis*. **Aquat Toxicol**; v. 100, n. 2, p. 178-86, 2010.

TITUS, D.; JEBASEELAN, E. J.; SELVARAJ, S. ROOPAN, M. Nanoparticle characterization techniques. In: KUMAR, S. **Green Synthesis, Characterization and Applications of Nanoparticles**. Elsevier: S.L. 2019. pp. 303-319.

VLIEGHER, S.; OHNSTAD, I.; PIEPERS, S. Management and prevention of mastitis: a multifactorial approach with a focus on milking, bedding and datamanagement. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 17, n. 6, p. 1214-1233, 2018

WADY, A.F.; MACHADO, A.L.; FOGGI, C.C.; ZAMPERINI, C.A.; ZUCOLOTTO, V.; MOFFA, E.B.; VERGANI, C.E. Effect of a Silver Nanoparticles Solution on *Staphylococcus aureus* and *Candida* spp. **Hindawi Publishing Corporation Journal of Nanomaterials**, v. 14, p. 7, 2014.

WANG, L.; HU, C.; SHAO, L. The antimicrobial activity of nanoparticles: presente situation and prospects for the future, **International Journal of Nanomedicine**, v. 12, p. 1227, 2017.

ZHENG, Y. et al. Separation of biosynthesized gold nanoparticles by density gradient centrifugation. **Separation Science and Technology**, v. 52, 5, p. 951-9577, 2017.

ZHU, Y.; XU, J.; LU, T.; ZHANG, M.; KE, M.; FU, Z.; PAN, X.; QIAN, H. A comparison of the effects of copper nanoparticles and copper sulfate on *Phaeodactylum tricorutum* physiology and transcription. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 56, p. 43-9, 2017.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE OVOS DE CODORNAS E SEGURANÇA ALIMENTAR

Paula Cibelly Vilela da Silva^{1*}, Yamina Coentro Montaldo¹, João Manoel da Silva²,
Luiz Arthur dos Anjos¹, Jakes Halan de Queiroz Costa¹, Tania Marta Carvalho dos
Santos¹

¹Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – UFAL/CECA, Rio
Largo-AL, *e-mail: paulacibelly17@gmail.com

²Rede Nordeste de Biotecnologia, Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de
Alagoas – RENORBIO/UFAL, Maceió, AL

RESUMO

A coturnicultura apresenta-se como um promissor segmento da pecuária nacional. Os ovos de codorna são cada vez mais apreciados e procurados pelo mercado consumidor que busca dietas mais saudáveis e produtos com valor acessível. Associado a isso, pesquisas foram realizadas a fim de analisar as características físicas, químicas e microbiológica dos ovos de codorna. De modo que o objetivo deste trabalho foi sintetizar e reunir informações base para os estudos das análises físico-química e microbiológica e das recentes pesquisas realizadas sobre o assunto.

PALAVRAS-CHAVE: Coturnicultura, segurança alimentar, unidade *Haugh*.

1. INTRODUÇÃO

O início da criação da codorna teve início por volta do século XI na China e Coréia, por admiradores do canto dos machos, mais tarde, tal característica foi motivo principal de sua domesticação. No ano de 1910 ocorreu a introdução da espécie no Japão, onde aconteceram os primeiros estudos das características produtivas, posteriormente acentuadas através de melhoramento genético resultando assim na codorna japonesa, caracterizada pelo baixo peso (120 a 180 gramas) e alta postura, que permite a exploração com foco na produção de ovos (PASTORE; OLIVEIRA; MUNIZ, 2012).

No Brasil, a codorna foi introduzida em 1959, por imigrantes europeus e japoneses, também com o interesse no canto dos machos, contudo atividade começou a ganhar espaço como subsistência complementando a renda dos produtores de ovos de galinha (PASTORE; OLIVEIRA; MUNIZ, 2012).

A primeira criação de codornas para fim comercial no Brasil foi implantada em 1989 no Sul do país, que culminou em um aumento expressivo na produção e consequentemente no consumo de ovos no início dos anos 90. O mercado que até então era limitado ao setor atacadista e de supermercados, foi expandido para as indústrias beneficiadoras abrindo espaço para o comércio de ovos processados (SILVA et al., 2012).

O ovo de codorna produzido no Brasil e utilizado para comercialização é originado da codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), espécie gerada a partir de cruzamentos entre codornas advindas da Europa e espécies silvestres, criadas com finalidade de exploração da produção de ovos. Simultaneamente a codorna japonesa, duas outras espécies de codornas são criadas para exploração comercial, a codorna americana (*Colinus virginianus*) e europeia (*C. coturnix*) utilizadas majoritariamente para a produção de carne.

O expressivo crescimento da coturnicultura no cenário avícola é justificado pelos aspectos produtivos aves que apresentam taxa de crescimento acelerada, maturidade sexual precoce, boa rusticidade, longevidade e excelente sabor e qualidade dos seus produtos, pela baixa demanda de área para implantação e produção, custo de implantação relativamente baixo, retorno do capital investido em curto prazo e alto valor agregado ao produto final (SILVA et al., 2012)

Além disso, também é possível relacionar a ascensão do consumo de ovos em decorrência das mudanças nos hábitos alimentares da população que tem consumido cada vez alimentos saudáveis, aumentando a procura por esse tipo de alimento estimulam cada vez mais o crescimento do setor (SILVA et al., 2012)

Recentes pesquisas na área de nutrição humana demonstram que o consumo regular de ovos é um hábito saudável associado à saciedade, perda de peso, melhor qualidade da dieta e a prevenção de doenças como a degeneração macular devido à presença de antioxidantes encontrados na gema. Em decorrência disso, o aumento do consumo per capita de ovos que em 2010 era de 148 ovos por habitante ao ano e passou para 192 ovos por habitante ao ano em 2017 (ABPA, 2018).

O ovo de codorna se diferencia estruturalmente e biofísicamente dos ovos de galinha. As codornas colocam ovos mais pesados em relação ao peso corporal do que as galinhas, cerca de 7% e 4% respectivamente, e com menor proporção de casca (8% e 10%). A gema do ovo de codorna tem maior proporção em relação ao ovo de galinha, os teores de umidade, proteínas e lipídeos totais também são superiores (SILVA, 2009).

O ovo de codorna também é mais rico em retinol e tiamina que os ovos de galinha caipira e galinha de granja, contudo, o teor de riboflavina é inferior quando comparado ao ovo de galinha. Apesar do teor de lipídeos totais dos ovos de codornas ser superior ao dos ovos de galinha e por esse motivo, ser mais calórico, o ovo de codorna tem menos colesterol, mais gordura monoinsaturada que ajuda a reduzir os níveis de LDL-Colesterol no sangue, sem reduzir os de HDL-Colesterol, maior teor de ácido linolênico, maior quantidade de ácido linoleico e araquidônico (SILVA, 2009).

Segundo Albino (2003), do total das proteínas que constituem o ovo, cerca de 6,3g é considerado proteínas de valor biológico, sendo assim, o ovo e codorna é considerado um alimento de grande importância na dieta humana, pois contém nutrientes essenciais à vida humana.

2. CARACTERÍSTICAS E COMPOSIÇÃO DO OVO DE CODORNA

O ovo é o produto resultante de transformações biológicas realizada a partir de alimentos de menor valor nutricional. A composição do ovo de codorna pode ser dividida em quatro partes principais, a casca, albúmen, gema e estruturas de menor proporção, como blastodisco, chalazas, câmara de ar, cutícula e as membranas da casca (SANTOS et al., 2016)

A casca do ovo é uma estrutura complexa destinada à proteção e desenvolvimento das aves no período embrionário, com função de proteger o conteúdo do ovo de fatores ambientais e invasão microbiana, controlando a troca de água e gases por meio dos poros durante o desenvolvimento extrauterino no embrião e prover cálcio para o desenvolvimento embrionário, caso o estoque da gema se esgote (SANTOS et al., 2016).

A estrutura da casca pode ser separada uma fração orgânica, que corresponde a 3,5% do total da casca e mineral com 95%. Microscopicamente é possível identificar seis camadas distintas presentes na casca, da camada mais externa para a interna tem-se: a cutícula, a camada de cristal vertical, a camada paliçada, camada mamilar, a membrana externa da casca e, finalmente a membrana interna da casca (CLÍMACO et al., 2018).

O albúmen é organizado em três frações que se diferenciam quanto à viscosidade: fração externa, fluida e fina que corresponde a 23% da clara; fração intermediária, espessa e densa que corresponde a 57% e; fração interna fluida e fina que representa 20% (MILES, 2000).

As principais proteínas presentes no albúmen são: a ovalbumina, que é a predominante, representando, cerca de 54% das proteínas da clara; a ovotransferrina representa 12%; a ovomucóide representa 11% e, ainda, a ovinibidor, a ovomucina, a lisozima, a ovoglicoproteína, a ovoflavoproteína, a ovomacroglobulina e a avidina (SANTOS, 2008).

A calaza é uma estrutura retorcida e densa que tem como função manter a gema centralizada no interior do ovo impedindo seu deslocamento, mantendo-a distante das membranas da casca, dificultando o micro-organismo a alcance. A calaza também é um fator de qualidade dos ovos, pois esta se torna mais liquefeita à medida que a idade do ovo aumenta (ALBINO, 2003).

A gema contém aproximadamente a metade das proteínas presentes no ovo e é considerada de alto valor biológico, responsável por toda a vitamina A, D e E presente no ovo, e ainda contém fósforo, manganês, ferro, cobre, cálcio, zinco, fosfoproteínas ricas em aminoácidos essenciais, lipídios em forma de emulsão com grande proporção de ácidos graxos insaturados e colesterol (XAVIER et al., 2008).

A gema é envolvida por uma membrana incolor conhecida como membrana vitelina. Caso o ovo seja fértil, a gema apresentará uma membrana denominada blastoderma, caso o ovo não tenha sido fertilizado, o óvulo será denominado blastocisto (ALBINO, 2003).

A câmara de ar localiza-se na parte mais larga do ovo, para o embrião essa estrutura atua como reservatório de ar momentos antes da eclosão, na produção de alimentos, a câmara de ar ajuda a mensurar a qualidade interna do ovo de acordo com seu tamanho (ALBINO, 2003).

Em ovos frescos câmara de ar é quase inexistente, conforme o aumento do tempo de armazenagem do ovo, a câmara de ar aumenta e ocorre uma perda de umidade e gás carbônico pelos poros da casca e penetração do ar no ovo e entrada de dióxido de carbono liberado pelas reações ocorridas no albúmen (ROMANOFF; ROMANOFF, 1963).

3. SEGURANÇA ALIMENTAR

Os agentes contaminantes de alimentos podem ter origem química, física ou biológica. As contaminações de natureza química são causadas por substâncias que apresentam maior ou menor grau de toxicidade, entre elas, metais pesados, agrotóxicos, antibióticos, toxinas de animais e plantas; as contaminações físicas são causadas por objetos ou materiais alheios ao alimento, como pela presença de vidro ou fragmentos metálicos ou qualquer outro material palpável. A contaminação biológica ocorre por meio de orgânicos como parasitas e organismos microbianos, como fungos, bactérias e vírus (BRASIL, 2006a).

Os ovos podem ser contaminados por micro-organismo internamente e a partir da penetração na superfície da casca. A transovariana ou contaminação vertical, ocorre quando a gema é infectada ainda no ovário em decorrência de uma contaminação preexistente no trato e órgãos reprodutivos da ave. A transmissão transuterina, também vertical, ocorre pela contaminação ou pela presença de agentes microbianos no epitélio do oviduto. A infecção ocorre quando a membrana vitelínea percorre este órgão durante a formação do ovo (PIRES et al., 2015).

Já a transmissão pós postura, também denominada de transmissão horizontal, pode ocorrer logo após a postura pela deslocação das bactérias da camada interna meio interior. A transmissão microbiana horizontal é considerada como principal via de contaminação e deterioração dos ovos de aves reprodutoras e de postura (SONCINE ; BITTENCOURT, 2003).

A maioria das Doenças Veiculadas por Alimentos (DVAs) têm origem infecciosa ou tóxica causada pelo consumo de alimentos contaminando por micro-organismo patogênicos ou de produtos gerados pelo metabolismo destes.

Alguns fatores ambientais colaboram para a maior desenvolvimento de micro-organismos associados a DVAs. O prolongado tempo de estocagem pode contribuir para o aumento do risco de toxinfecções alimentares causadas por condições impróprias de processamento dos alimentos como a higiene inadequada de pessoas, de utensílios e do ambiente; manutenção de alimentos em temperaturas que favorecem o crescimento bacteriano; e emprego de matéria-prima contaminada. De forma análoga, os riscos de contaminação aumentam com a comercialização de ovos sujos, com cascas defeituosas, sujas e rachadas (OLIVEIRA et al., 2009).

De acordo com o sistema de gestão de qualidade, a legislação sobre ovos de consumo normatizado pelo MAPA (2006), os ovos comercializados precisam ser livres de patógenos específicos (SPF) e a validade de ovos comercializados “in natura” seja de 30 dias, contudo a refrigeração desse produto não é obrigatória pela Legislação, apenas recomendada, durante o armazenamento no estabelecimento comercial (BRASIL, 2006b).

A legislação não tem nenhuma normativa específica para ovos de codornas. Entretanto estudos demonstram que ovos quando mantidos a 5 °C durante o período de validade possui uma taxa de crescimento bacteriano menor quando comparado a ovos mantido a 25 °C (LANA et al., 2017).

4. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO NA QUALIDADE DE OVOS

Ovoscopia

A ovoscopia tem como objetivo detectar algumas informações sobre a qualidade externa e interna do ovo sem precisar quebrá-lo. A qualidade pode ser determinada pelo aspecto da casca quanto fissuras, tamanho da câmara de ar, nitidez, cor e mobilidade da gema, do albúmen e em determinados casos, do embrião (CARD; NESHEIM, 1968).

O procedimento é realizado pelo ovoscópio onde existe uma câmara escura e através da passagem de um feixe de luz proveniente de uma lâmpada de pouca intensidade, visualiza-se as estruturas internas e externas do ovo. A avaliação da qualidade externa realizada durante a ovoscopia verifica limpeza, textura, formato e integridade da casca, apontando assim, quaisquer alterações como: ovos defeituosos, ovos trincados e vazados, sujos com sangue e/ou fezes e ovos com casca fina (CARD ; NESHEIM, 1968).

Gravidade específica

A avaliação da gravidade específica é um método comumente usado para avaliar a qualidade da casca do ovo. Essa técnica consiste em colocar os ovos imersos em recipientes contendo soluções salinas em diferentes densidades.

Segundo Magalhães (2007), a flutuação dos ovos em diferentes salinidades está relacionada com a perda progressiva de água por meio da casca, o que faz com que sobre mais espaço dentro do ovo e a câmara de ar se expanda, diminuindo assim, a densidade, dessa forma quanto menor a câmara de ar, mais fresco é o ovo.

Dessa forma, a densidade total do ovo fresco é maior do que a do ovo mais velho, pois estes últimos contêm maior volume ocupado por gás que baixa consideravelmente a densidade total (PASTORE; OLIVEIRA; MUNIZ, 2012), como foi demonstrado por Santos Henriques, Rodrigues e Uczay (2018) ao analisar a qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento evidenciando que as gravidades específicas dos ovos estudados sofreram alteração de acordo o tempo, o método e temperatura de armazenamento utilizado.

Índice de gema e albúmen

O índice de gema é um indicador da natureza esférica da gema. Essa medida de análise leva em consideração os dados de altura e diâmetro da gema. A fórmula é descrita da seguinte forma: $Ig = Hg/Dg$, sendo Hg: altura da gema e Dg: diâmetro da gema.

Um ovo fresco tem um índice de albúmen mais alto que um ovo mais velho. Com a influência de fatores depreciativos da qualidade do ovo, ocorre um aumento da permeabilidade da membrana vitelínica, facilitando a saída de água do albúmen para a gema que conseqüentemente perde sua forma original esférica, tornando-se elíptica, reduzindo com isso, o índice de gema e aumentando a possibilidade de rompimento desta estrutura durante a manipulação do ovo (LANA et al., 2017).

O índice de albúmen é descrito como a relação linear, empírica, entre altura de albúmen e peso de ovo. Um ovo fresco tem um índice de albúmen mais alto que um ovo mais velho, devido a movimentação da água do albúmen que é transferido para a gema do ovo através de um gradiente osmótico, acarretando aumento da porcentagem de gema e diminuição do índice de albúmen, principalmente quando armazenados sem controle de temperatura e umidade (MAGALHÃES, 2007).

Unidade *Haugh*

A unidade *Haugh* (UH) foi proposta por Haugh (1937), após observar que a qualidade do ovo está obedece um logaritmo da altura do albúmen espesso. A fórmula inicial relacionava o peso do ovo e o logaritmo da altura do albúmen espesso corrigida por 100. Posteriormente, a fórmula foi modificada, com o objetivo de simplificar o cálculo e torná-lo mais rápido.

A fórmula hoje utilizada é calculada a partir do peso do ovo quebrado em superfície plana e da altura do albúmen, descrevendo como $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, onde H é a altura do albúmen em milímetros, W é o peso do ovo em gramas, 7,57 = fator de correção para altura do albúmen e 1,7 = fator de correção para peso do ovo (ROMANOFF; ROMANOFF, 1963).

Lana et al. (2017) observou interação significativa entre o tempo de armazenamento e a temperatura sobre UH, houve uma diminuição gradual durante o período do estudo, contudo os ovos mantidos sob refrigeração mantiveram valores mais altos do que aqueles em temperatura ambiente. Os ovos tiveram os valores iniciais de 94,36 UH e 94,62 UH, observando-se uma queda gradual, chegando a valores de 79,19 e 30,82 para os ovos armazenados a 7,3 e 26,5 °C, respectivamente.

pH do albúmen e gema

O valor do potencial hidrogeniônico (pH) tanto do albúmen quanto da gema é um importante fator no estudo da qualidade do ovo, pois sua alteração modifica a qualidade interna deste alimento. Nos ovos, o valor do pH está relacionado com a perda de CO₂ do conteúdo que ocorre naturalmente a partir do momento da postura (SANTOS et al., 2016).

Nos ovos frescos, o CO₂ está dissolvido na forma de ácido carbônico (H₂CO₃), um dos componentes do sistema tampão do albúmen (SANTOS et al., 2016). A medida que o ovo envelhece, o H₂CO₃ dissocia-se formando água (H₂O) e CO₂ que vai sendo liberado gradativamente em forma de gás, o que altera o sistema tampão, reduz a acidez e consequentemente, aumenta o pH, alterando a qualidade interna dos ovos (SANTOS et al., 2016).

Lana et al. (2017) observou a redução linear dos valores de UH à medida que o tempo de estocagem dos ovos aumentou, percebendo também, os menores valores de UH em ovos mantidos sem refrigeração.

De forma semelhante ao que ocorre no albúmen, o pH da gema também sofre alteração à medida que o ovo envelhece, contudo em menor velocidade. Nesse caso, durante o armazenamento íons alcalinos provenientes do albúmen podem ser trocados com íons H⁺ presentes na gema, provocando elevação do pH da gema (SANTOS et al., 2016).

5. QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO OVO DE CODORNAS

Considerando o número de espécies de bactérias conhecidas atualmente, é pequeno o número referente àquelas que são importantes na segurança alimentar. Apesar de poucas espécies de bactérias apresentarem potencial patogênico aos humanos, aquelas que apresentam possuem alta capacidade de causar DVAs. As bactérias mais comumente relacionadas as DVAs são *Listeria monocytogenes*, *Escherichia Coli*, *Yersinia*, *Shigella* e *Salmonella* (JAY, 2005)

As bactérias do gênero *Salmonella* pertencem a família Enterobacteriaceae. São caracterizadas por serem bastonetes gram-negativos, anaeróbicos facultativos, com catalase positiva e oxidase negativa, não produzem esporos e sua mobilidade se dá por meios de flagelos peritríqueos (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

Todo o gênero *Salmonella* é constituído de uma única espécie que contém cerca de 2.800 sorotipos bioquimicamente relacionados, em que cada sorotipo é capaz de produzir alguma doença. Os micro-organismos deste gênero secretam três tipos diferentes de exotoxinas que atuam nas células epiteliais localizadas no trato gastrointestinal, denominadas de células alvos, e agem desregulando a síntese de nucleotídeos e de proteínas (HIRSH; ZEE, 2003).

Devido ampla distribuição dos sorovares, a *Salmonella* ssp. pode ser disseminada por inúmeras vias, incluindo os alimentos, o que a caracteriza como um dos principais fatores de risco associados a surtos alimentares em todo o mundo. No Brasil, segundo dados da Secretaria de Vigilância em Saúde, do total de surtos notificados entre os anos de 2009 e 2018 a salmonela foi responsável por 11,3% dos casos de doenças transmitidas por alimentos (BRASIL, 2019)

A contaminação de ovos por *Salmonella* ocorre de duas maneiras: a contaminação vertical, por meio da colonização o canal ovopositor da fêmea, podendo causar contaminação da membrana que envolve a gema durante a formação do ovo, ou pela contaminação horizontal onde há a introdução da bactéria com o ovo por meio do contato deste com o ambiente após a postura ou no momento da postura, durante o trânsito pela

cloaca, por deposição e subsequente penetração do micro-organismo através dos poros presentes nas estruturas da casca (CARDOSO; TESSARI, 2008).

A contaminação da gema incide especialmente pela agregação do micro-organismo à membrana vitelina do ovo. Sua quebra, permite a migração do patógeno para a gema. O albúmen, em geral, apresenta-se com baixa contaminação por salmonelas, pois ela contém elementos naturais que dificultam o desenvolvimento bacteriano, como a presença de enzimas antibacterianas (lisozima) e a deficiência em ferro, elemento essencial para a multiplicação bacteriana. (BARANCELLI; MARTIN; PORTO, 2012)

Atualmente a legislação brasileira estabelece como padrão a ausência de salmonela em 25 gramas de produto, ou seja, independente da carga microbiana presente, a presença de salmonela em todo e qualquer alimento o torna impróprio para o consumo (BRASIL, 2018).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ovo de codorna é um alimento rico em nutrientes e seu consumo frequente está associado melhor qualidade da dieta, saciedade e perda de peso. Contudo, em função de sua excelente constituição de nutrientes, o ovo de codorna torna-se também um ótimo meio de cultura para o crescimento de bactérias patogênicas quando armazenado em locais inapropriados. Além disso, o acondicionamento dos ovos em altas temperaturas por longos períodos, diminui os parâmetros de qualidade, como unidade *haugh*, pH e densidade, podendo torná-lo impróprio para consumo.

REFERÊNCIAS

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual de 2018**. São Paulo, 176 p. 2018.

ALBINO, L. F. T. **Criação de Codornas Para Produção de Ovos e Carne**. Aprenda Fácil Editora: Viçosa, 2003.

BARANCELLI, G. V.; MARTIN, J. G. P.; PORTO E. *Salmonella* em ovos: relação entre produção e consumo seguro. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 19, n. 2, p. 73-82, 2012.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação de Vigilância de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar. **Análise epidemiológica dos surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil**. 2019. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/15/Apresenta---o-Surtos-DTA---Fevereiro-2019.pdf>>, Acesso em 20 de abril de 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 138 de 05/07/2006. Publicada em 08/06/2006. Oficializa **Normas Técnicas para Registro, Fiscalização e Controle de Estabelecimentos Avícolas Produtores de Ovos e Aves Livres de Patógenos Específicos e de Ovos Controlados e de Estabelecimentos Avícolas de Aves de Reprodução**. Publicado no Diário Oficial da União de 08/06/2006, Seção 1, Página 15 1990. Disponível em <www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/port_138_cons_%20pub.pdf>. Acesso em 18 jan. 2019. (b)

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual Integrado de Prevenção e Controle de Doenças Transmitida por Alimentos**. Brasília, 2006. 136p. Disponível em <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_prevencao_doencas_alimentos.pdf>. Acesso em 20 de dezembro de 2020. (a)

BRASIL. Secretaria De Vigilância em Saúde - SVS. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil**, 2018. Disponível em:

CARD, L. E.; NESHEIM, M. C. **Producción Avícola**. Editorial Acribia- Zaragoza-Espanha,1968.

CARDOSO, A. L. P.; TESSARI, E. N. C. *Salmonella* na Segurança dos Alimentos. **Biológico**, v. 70, n. 1, p. 11-13, 2008.

CLÍMACO, W. L. S.; MELO, E. F.; PEREIRA VAZ, D.; SALDANHA, M. M.; PINTO, M. F. V. S.; FERNANDES, L. C. C.; BAIÃO, N. C.; OLIVEIRA, L. G. SANT'ANNA, F. M.; SOUZA, M. R.; LARA, L. J. C. Microbiologia e qualidade de casca de ovos incubáveis submetidos a diferentes procedimentos de desinfecção. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 53, n. 10, p. 1177-1183, 2018.

HAUGH, R. R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v. 43, p. 552-555, 1937.

HENRIQUES, J. K. S.; RODRIGUES, R. B.; UCZAY, M. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.12, n.2, p. 179, 2018.

HIRSH D. C.; ZEE Y.C. **Microbiologia Veterinária**. Ed Guanabara Koogan S/A, 464p. 2003.

<http://portalms.saude.gov.br/images/xls/2018/janeiro/19/Dados-Surtos-DTA-2000-a-2017.xls> Acesso em 28 de Setembro de 2020.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Artmed, 2005.

LANA, S. R. V.; LANA, G. R. Q.; SALVADOR, E. L.; LANA, A. M. Q.; CUNHA, F. S. A.; MARINHO, A. L. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 1, p. 140-151, 2017.

MAGALHÃES, A. P. C. **Qualidade de ovos comerciais de acordo com a integridade da casca, tipo de embalagem e tempo de armazenamento**. 2007. 43f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica, 2007.

MILES, R. D. **Fatores nutricionais relacionados à qualidade da casca dos ovos**. In: IV Simpósio Goiano de Avicultura, 2000, Goiânia, *Anais...* Goiânia: Sebrae, 2000, p,163 - 173.

OLIVEIRA, G. E.; FIGUEIREDO, T. C.; SOUZA, M. R.; OLIVEIRA, A. L.; CANÇADO, S. V.; GLORIA, M. B. A. Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hens under different storage conditions. **Poultry Science**, v. 88, p. 2428-2434, 2009.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P.; MUNIZ, J. C. L. Panorama Da Coturnicultura No Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 6, p. 2041-2049, 2012.

PIRES, M. F.; PIRES, S. F.; ANDRADE, C. L.; CARVALHO, D. P.; MARQUES, M. R. Aspectos sobre contaminação de ovos comerciais. **Nutritime Revista Eletrônica**. v. 12, n. 5, p. 4209-4215. 2015.

ROMANOFF, A. L.; ROMANOFF, A. J. **The avian egg**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1963. 918p.

SANTOS, D. O. **Propriedades funcionais de proteínas da clara do ovo de codorna**. 2008. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

SANTOS, J. S.; MACIEL, L. G.; SEIXA, V. N. C.; ARAÚJO, J. A.; parâmetros avaliativos da qualidade física de ovos de codornas (*Coturnix coturnix* japônica) em função das características de armazenamento. **Revista Desafios**, v. 03, n. 01, 2016.

SILVA, J. H. V. **Tabelas Para Codornas Japonesas E Europeias – Tópicos Especiais, Composição De Alimentos E Exigências Nutricionais**. 2 Ed. Jaboticabal: Funep, 2009.

SONCINE, R. A.; BITTENCOURT, F. L. Contaminação dos ovos após a postura. In: MACARI, M.; GONZALES, E. **Manejo da Incubação**. Campinas: FACTA, 2003. pp. 437-450.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**, 10^a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

XAVIER, I. M. C.; CANÇADO, S. V.; FIGUEIREDO, T. C.; LARA, L. J. C.; LANA, A. M. Q.; SOUZA, M. R.; BAIÃO, M. C. Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 60, n. 4, p. 953-959, 2008.

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE EM ESTÁGIO INICIAL DE DESENVOLVIMENTO USANDO DOIS SISTEMAS DE AQUECIMENTO

Ricardo Brauer Vigoderis^{1*}, João Manoel da Silva², Cristiane Guiseline³, Heliton Pandorfi³, Deyvid Vilela Vieira¹, João Vitor de Almeida Bezerra¹

¹Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE, Garanhuns-PE, *e-mail: vigoderis@hotmail.com

²Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife-PE

³Rede Nordeste de Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, RENORBIO-UFAL, Maceió-AL

RESUMO

A avicultura é uma atividade lucrativa e crescente. Para garantir o sucesso, desenvolvimento e produtividade da granja deve-se levar em consideração o bem-estar dos animais. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de frangos de corte em estágio inicial em função de dois sistemas de aquecimento. O experimento foi realizado numa produção comercial de frangos de corte, utilizando uma densidade populacional de 58,8 aves m². Os animais foram distribuídos em dois galpões. Para cada galpão, foi adotado um sistema de aquecimento, ambos utilizando lenha como combustível, sendo um para aquecimento por meio de tambores por radiação direta e o outro por fôrnelha. Para avaliar o conforto térmico dos animais, foram utilizadas a entalpia, a temperatura da superfície e o consumo de água. Além disso, foi calculada a quantidade de combustível consumida por cada sistema. Detectou-se que, estatisticamente, não houve diferença entre os sistemas de aquecimento, no entanto, os dados mostraram que os sistemas diferem de acordo com os dias. O sistema de aquecimento por fôrnelha proporcionou menor consumo de água pelas aves, além de menor consumo de lenha, sendo por essa razão, mais rentável quando comparado ao sistema de aquecimento por tambores de radiação.

PALAVRAS-CHAVE: Conforto animal, avicultura, condições térmicas, ambiência.

1. INTRODUÇÃO

O consumo de carne de frango no Brasil representa 46,2% do consumo total enquanto que carne bovina representa 39,9% e suínos 13,9%. Essa distribuição pode ser explicada pelo custo de produção menor da carne de frango. Outro fator a ser evidenciado é a preferência de certa parte da população, especialmente entre os que praticam atividades físicas pois preferem a carne de frango devido ao seu custo benefício e por preferências alimentares (SANTOS et al., 2017).

Considerando o potencial produtivo do setor, medidas são tomadas para sua otimização, assim como a preocupação em se obter uma produção menos agressiva, proporcionando conforto aos animais o que resulta em melhores indicadores de qualidade. Para tal, tecnologias que objetivam o conforto animal e consideram as mudanças climáticas em curso são alternativas para otimizar a produção. Nesse aspecto, Salgueiro et al. (2014), afirma que alterações no clima estão afetando o planeta inteiro influenciando atividades antropogênicas, uma vez que elas causam oscilações na temperatura, precipitação e frequência de eventos extremos como secas e chuvas intensas, resultando em impactos na agricultura, recursos hídricos, saúde e meio ambiente.

Diversos fatores estão envolvidos na produção de frango para que seja possível garantir o bem estar dos animais reduzindo o seu estresse. Existem variáveis físicas (som, espaço, iluminação, equipamentos), químicas (gases atmosféricos), biológicas (provenientes da própria natureza do animal e alimentação), climáticas (temperatura, umidade relativa, movimentação do ar e radiação) (número de animais por área de criação). Este último fator pode ser facilmente corrigido e adaptado por meio da adequação na densidade de aves (VIGODERIS et al., 2016).

No exterior das instalações, os fatores são disponibilizados pelo meio ambiente. No interior, no microclima dessas instalações esses fatores são manipulados de acordo com as técnicas de construção, com a contribuição de tecnologias e gestão, objetivando satisfazer as necessidades dos animais e dar-lhe condições para expressar seu melhor potencial. Juntamente com as questões ambientais e as de segurança alimentar, o conforto animal vem sendo considerado um dos três maiores desafios enfrentados pela agricultura nos últimos anos. Staub et al. (2016) enfatiza que o meio ambiente é afetado por condições termoambientais externas.

A produção de aves requer atenção em diversos aspectos, sendo o uso de índices de conforto um dos fatores fundamentais que contribuem significativamente para os resultados da produção. Um índice que tem sido aplicado na avaliação de conforto térmico de aves é a entalpia. De acordo com Barbosa Filho et al. (2006), a entalpia específica do ar (H) tem sido proposta como o índice mais adequado para a avaliação do ambiente interno de granjas de frango de corte, que por definição é a variável física que indica a quantidade de energia contida em uma mistura de vapor d'água.

A entalpia também pode ser relacionada à temperatura superficial, que de acordo com Rodrigues et al. (2011) é um importante parâmetro de avaliação, tendo em vista que sua variação é quase instantânea em resposta às alterações ambientais, agindo como uma indicação de mudanças no fluxo sanguíneo periférico e, conseqüentemente, alterações no fluxo de calor. Aumentos da temperatura superficial indicam uma intensificação do fluxo sanguíneo na superfície corporal, o que pode ser relacionado a uma maior necessidade de perda de calor por meios sensíveis ou que a ave está em uma condição de estresse térmico. Diminuições da temperatura superficial estão relacionadas a vasoconstrição periférica, o que significa que a ave pode estar em condições de neutralidade térmica, ou até mesmo expostas a condição de estresse pelo frio.

No estágio inicial de desenvolvimento as aves precisam de um aquecimento adicional, e para isso, é necessário a utilização de sistemas de aquecimento. Em regiões quentes como o Nordeste Brasileiro, o uso de aquecedores se torna mais barato, pois o ambiente fornece temperaturas próximas do ideal, exigindo menor complementação calorífica, o que não acontece em regiões frias como o Sul Brasileiro onde temperaturas geralmente caem merecendo atenção especial nas alterações de temperatura e durante o inverno. Cordeiro et al. (2010) enfatiza que no inverno, os sistemas de aquecimento precisam de uma atenção maior, pois a energia necessária para suprir a diferença entre a temperatura ideal para os pintos e a temperatura externa é maior.

Portanto, diversos sistemas de aquecimento têm sido utilizados para proporcionar um ambiente confortável às aves. Entre esses sistemas, modelos artesanais como fornalhas tambores de aquecimento à lenha têm sido adotados. Geralmente são compostos por tonéis de metal com volume interno em torno de 200L são utilizados, onde a lenha é queimada, aquecendo os animais pela condução e convecção do calor.

Fornalhas de aquecimento indireto usam o mesmo princípio de aquecimento pois usa lenha como combustível, porém normalmente ficam localizadas fora do aviário, visando diminuir a contaminação do ambiente gases nocivos dentro da instalação. O ar é

aquecido no momento em que passa externamente pela câmara de combustão e é redirecionado para o aviário por tubos metálicos.

Considerando os argumentos supracitados, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de frango de corte em estágio inicial de crescimento em função de dois sistemas de aquecimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade agrícola comercial integrada à dois galpões semelhantes, com um espaçamento de 300 m entre si, com sistemas de aquecimento diferenciados. Um total de 31.900 frangos Cobb Vantress® machos foram utilizados nos dois galpões, sendo 21.300 alojados no galpão 1 e 10.600 no galpão 2, durante um ciclo completo, criados sob uma cama de palha de arroz. Embora exista uma diferença entre a quantidade de animais alojados em cada galpão, a densidade populacional das aves foi ajustada para 58,8 aves/m² no interior dos casulos. Dois sistemas de aquecedores foram utilizados, uma fornalha de aquecimento indireto e tambores de aquecimento por radiação.

O clima da região, de acordo com a classificação Köppen, é As', que é caracterizado como um clima tropical chuvoso de verão seco, com temperatura e precipitação anual de 20 °C e 1083 mm respectivamente com Latitude 8° 46'04,2 "Sul e Longitude 36° 23'00,7" Oeste.

Galpão 1 possuía uma largura de 12 m, com um comprimento de 125 m e uma altura de 2,5 m, com piso de cimento e as paredes de alvenaria com altura de 0,20 m, fechadas com uma tela de plástico com furos de 2x2 cm e uma cortina de polipropileno com uma altura igual a parede até 2,5 (altura do forro). Entre 2,5 metros de altura até o cume do telhado as vedações são de alvenaria pintadas de branco. Os pilares são de concreto armado com seção de 15x15 cm com espaçamento de 3 m.

O galpão 1 possuía um forro de polipropileno azul na parte inferior e prata na superior. O telhado era composto por telhas de fibrocimento com espessura de 5 mm (2,40 x 0,50 m). No manejo inicial do frango de corte, foi utilizado um casulo, que serve para diminuir a área que precisa ser aquecida e para se obter um melhor controle na temperatura. Este casulo tinha dimensões 12 x 30 m (360m²), com uma cortina de polipropileno como vedação nos quatro lados, sem a utilização de cortina dupla.

O galpão 2 possuía uma largura de 12 m, comprimento de 110 m e uma altura de 3 m, piso de cimento, as paredes eram de alvenaria com altura de 0,20 m. As empenas eram de alvenaria, revestidas no lado oeste e sem revestimento no lado leste, e ambos possuíam aberturas de 1,8 x 1,5 m para circulação de ar. Os pilares eram de concreto armado com seção de 12x12 cm com espaçamento de 3,1 m.

A fachada lateral era composta por uma tela plástica com furos de 2x2 cm com uma cortina de polipropileno azul. Esse galpão não possuía forro. A estrutura do telhado era composta por terças, caibros e ripas de madeira. O telhado em si possuía telhas cerâmicas (50 cm de comprimento, base menor de 11,5 cm e a base maior de 15 cm). No manejo inicial do frango de corte, o sistema de casulo também foi utilizado, visando diminuir a área que precisa ser aquecida fornecendo um melhor controle da temperatura. Esse casulo tinha as dimensões de 12 por 15 m (180m²), com cortina de polipropileno como vedação, nos quatro lados, sem a utilização de cortinas duplas.

A fornalha de aquecimento indireto de ar utilizada no experimento tinha 2,2 m de comprimento, 1,2 m de altura e 1,8 m de largura, com um volume de 5,76 m³, fluxo de ar de 5.950 m³/h capaz de gerar 188.781 kcal/h de energia. A fornalha foi instalada fora do galpão e lenha foi utilizada como combustível. Foi equipado com tubulação composta por 50 m de aço galvanizado com perfurações onde cones de aço foram inseridas de forma

alternada, montadas no meio do aviário em ambas as direções realizando a distribuição do ar.

Os tambores por radiação direta possuíam um volume de 200L. Uma de suas extremidades possuía uma abertura para a colocação de lenha e na outra extremidade havia uma chaminé para o escape de gases indesejáveis. O aquecimento do ambiente ocorria a partir da dissipação da energia radiante oriunda do aquecimento da superfície do tambor causado pela combustão da lenha.

Os sistemas de aquecimento foram manejados de acordo com a administração usual da empresa, sendo uma fornalha de aquecimento indireto de ar para um galpão e quatro tambores de radiação direta para o outro galpão. No começo da fase de aquecimento as aves foram confinadas em uma área correspondentes a 360 m² no galpão 1 e 180 m² no galpão 2, delimitados por cortinas de polipropileno, permitindo uma densidade de 58,8 aves/m². Houve uma expansão sucessiva dessa área na medida em que as aves cresciam, geralmente aumentando 36 m² da área diariamente até que toda a área do aviário seja ocupada. No final da fase de aquecimento, todos os galpões foram manejados para garantir que possíveis variações nos índices de desempenho das aves foram atribuídos aos diferentes sistemas de aquecimento utilizados em sua fase inicial de vida.

A temperatura do bulbo seco e a umidade relativa foram medidas continuamente no centro geométrico do casulo no nível das aves. As medições foram realizadas utilizando dataloggers de leitura contínua da marca Hobbo em intervalos de 15 minutos, ao longo do período de experimento, que foi durante um ciclo produtivo completo para machos. Para a medição da temperatura e umidade, sensores foram conectados a dataloggers de temperatura e umidade com resolução de 0.1 °C (temperatura) e 1% (umidade), com uma precisão de ± 0.5 °C (temperatura) e 1% (umidade).

Os dados acima foram utilizados para calcular a entalpia de conforto (EC) usando a equação abaixo proposta por Rodrigues et al. (2011).

$$h = 1.006 \cdot t + \frac{RU}{p^B} \times 10^{\frac{7.5t}{237.3+t}} \times (71.28 + 0.052 \cdot t)$$

Sendo,

h – entalpia específica (kJ/kg dry-air)

t – temperature (°C)

RU – umidade relativa

p^B – pressão barométrica local

As temperaturas superficiais dos animais, lados do casulo, forro, cama e aquecedores foram medidos com um termômetro infravermelho da marca ETI Ray temp 3, com uma amplitude de -60 até +500 °C, resolução de 0,1 °C (de -10 °C até 200 °C), precisão de ± 1°C (0 até 65 °C) ou ± 2 °C na amplitude remanescente e com um campo de visão de proporção de alvo 11:1.

A temperatura média da superfície (TSM) foi calculada utilizando os modelos propostos por Nascimento (2010): TSM da 1ª semana = 0.11 x T asa + 0.10 x T cabeça + 0.15 x T pata + 0.56 x T dorso + 3.47; TSM da 2ª semana = 0.07 x T asa + 0.10 x T cabeça + 0.16 x T pata + 0.47 x T dorso + 7.50.

Além disso, foi avaliado o consumo de água, que é a quantidade de água ingerida durante o período produtivo. Para obter o volume de lenha consumida, medições foram

realizadas utilizando uma trena, com as quantidades consumidas pelos tambores de radiação e pela fornalha de aquecimento indireto de ar, em m³.

O experimento foi montado de acordo com esquema de parcela subdivida no tempo com os seguintes tratamentos: aquecimento por fornalha e aquecimento por tambor, e nas subparcelas blocos inteiramente casualizados com repetição nos lotes e nos horários. A análise da variância (Tukey $p \leq 0.05$) foi realizada utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise dos dados, constatou-se que não houve uma diferença estatística entre os sistemas estudados. Entretanto, na primeira semana de alojamento, apenas o sistema de tambores, no primeiro dia, forneceu um aquecimento adequado para os animais, pois a faixa de conforto da entalpia é entre 80 e 86,6 kJ/kg de ar seco. Do 2º até o 7º dia, os valores médios estavam inclusos na faixa de alerta, mostrando que o ambiente de reprodução em relação a esse índice está próximo às condições termoambientais onde as perdas fisiológicas e econômicas seriam detectadas (faixa crítica) (Tabela 1). Entretanto, variações no ambiente também se deveram a fatores externos como precipitação (STAUB et al., 2016).

Tabela 1. Valores de médios de entalpia, em kJ/kg de ar seco, no interior dos galpões estudados, nos dois sistemas de aquecimento em granjas comerciais de frango de corte.

Dias	Sistema de aquecimento*	
	Fornalha	Tambores
1	72.11 a	80.43 a
2	71.03 a	73.90 a
3	74.58 a	72.78 a
4	73.35 a	67.98 a
5	72.21 a	66.35 a
6	72.39 a	66.23 a
7	71.55 a	64.64 a
8	69.28 a	61.78 a
9	69.02 a	62.54 a

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$).

Para a segunda semana a faixa de conforto é entre 73 e 79.9 kJ/kg, a faixa inferior está entre 65,2 e 72,9 e a superior entre 80 e 87,9. Na segunda semana no aviário com fornalha de aquecimento indireto de ar, foram detectados valores de entalpia que estavam na faixa de alerta em dois dias. Os valores de entalpia para o galpão com tambores de radiação estavam na faixa considerada inferior crítica, ou seja, menor que 65,2 kJ/kg de ar seco. Nessa condição, já pode haver distúrbios fisiológicos e econômicos. Esses baixos valores de entalpia são devidos à associação de baixa umidade com temperaturas abaixo do recomendado.

Na tabela 2 estão os valores de temperatura superficial das aves. Durante todos os intervalos avaliados, as aves que foram alojadas no galpão aquecido por tambores de radiação, possuíam uma temperatura superficial média maior do que as aves alojadas no galpão com o sistema de fornalha. Tal diferença está na forma diferenciada de aquecer o ambiente, pois com os tambores de radiação, as aves recebem energia radiante diretamente. Além disso, esses valores são um sinal de superaquecimento. Aumentos na temperatura superficial indicam um aumento no fluxo sanguíneo na região periférica das

aves, causadas por vasodilatação, na tentativa da ave de perder calor para o meio ambiente, ocorrendo essa perda de calor de forma sensível.

Tabela 2. Temperatura superficial média de frango de corte em função de dois sistemas de aquecimento.

Horário	Sistema de aquecimento	
	Fornalha (°C)	Tambores (°C)
5	30,13	31,04
8	32,63	33,48
15	34,52	34,98
18	34,08	34,41
21	32,42	34,09
24	32,51	32,97

Em relação ao consumo de água, nos primeiros 9 dias as aves do galpão 2, que possuíam o sistema aquecimento por radiação, consumiam quase que o dobro de água quando comparado aos animais do galpão 1. Infere-se que no galpão aquecido pelo sistema de aquecimento de tambores os animais possivelmente sofreram estresse térmico, acarretando maior consumo. De acordo com Cony e Zocche (2004), ambientes mais quentes induzem uma maior ingestão de água pelas aves, uma vez que a água é essencial para os mecanismos de resfriamento (perda calórica) envolvidos no sistema de regulação termostática. Abreu et al. (2017) afirmam que a temperatura de 30°C é recomendada como ideal para o desenvolvimento de frango de corte nesse estágio de desenvolvimento. Diante do exposto, considera-se que o sistema de aquecimento por fornalha foi mais adequado.

Resultados do consumo de água foram similares aos obtidos por Vigoderis (2006), onde o consumo de água foi influenciado pelos diferentes sistemas de aquecimento em sua avaliação, com o maior consumo acontecendo nos sistemas que forneciam o maior aquecimento (muitas vezes excessivo) para o ambiente. Esse maior consumo de água pode ser consequência do estresse térmico por excesso de calor sofrido pelos animais nesse estágio de desenvolvimento. Além disso, é um fator que pode afetar a fisiologia das aves, comprometendo a produtividade.

Com relação ao consumo de lenha, o galpão 2 equipado com o sistema de aquecimento por tambores de radiação, consumiu quase o dobro do que o galpão 1 equipado por um sistema de fornalha. Portanto, nesse parâmetro, o sistema fornalha foi mais eficiente com relação ao aproveitamento do combustível, o que era esperado, já que o sistema tambores de aquecimento é rudimentar, sem controle eficiente da queima.

4. CONCLUSÕES

O uso de entalpia foi eficaz para avaliar o conforto térmico das aves. Nas condições avaliadas, foi observado que o sistema de fornalha de aquecimento indireto de ar se mostrou mais eficiente do que o sistema de tambores por radiação direta nos critérios avaliados, fornecendo maior conforto aos animais, assim como um menor consumo de combustível.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. H. P. et al. Cloacal and surface temperatures of broilers subject to thermal stress. *Engenharia Agrícola*, v. 37, n. 5, p. 877-886, 2017.

BARBOSA FILHO, J. A. D. et al. Egg quality in layers housed in different production systems and submitted to two environmental conditions. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 8, n. 1, p. 23-28, 2006.

CONY, A.V; ZOCHE, A.T. Equipamentos para fornecimento de ração e água. In: MENDES, A. A; NÄÄS, I.A; MACARI, M. (Org.). **Produção de frangos de corte**. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. p. 97-106.

CORDEIRO, M. B. et al. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 217-224, 2010.

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

NASCIMENTO, S.T. **Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais**. 2010. 120f. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

RODRIGUES, V. C. et al. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, n. 3, p. 455-459, 2011.

SALGUEIRO, J. H. P. B. et al. Tendência de índices pluviométricos na bacia do rio Capibaribe-PE e sua influência na gestão de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 5, p. 1002-1014, 2014.

SANTOS, A. S. et al. Frequência e preferência do consumo de carnes bovina, suína e aves por praticantes de exercícios físicos nas academias da cidade de Redenção-Pará. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 11, n. 61, p. 87-92, 2017.

STAUB, L. et al. Ambiência interna e externa em galpão de frangos de corte nas diferentes épocas do ano e fases de criação. **Nativa**, v. 4, n. 3, p. 128-133.

VIGODERIS, R. B. **Sistemas de aquecimento de aviários e seus impactos no conforto térmico ambiental, qualidade do ar e performance animal em condições de inverno, no Sul do Brasil**. 2006. 106f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VIGODERIS, R. B. et al. Uso da simulação computacional como ferramenta de decisão na implantação de aviários no estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 7, p. 2405-2415, 2016.

SOBRE OS ORGANIZADORES

João Manoel da Silva

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Alagoas (2014) e Mestre em Ciências (área de concentração em Agricultura e Biodiversidade) (2016). Atualmente é Doutorando em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia e atua nas linhas de pesquisa: Microbiologia e bioquímica do solo, fitopatologia, microbiologia de alimentos, ecologia microbiana e extensão rural.

Paulo Henrique de Almeida Cartaxo

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal da Paraíba (2020). Atualmente é Mestrando 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, desenvolvendo pesquisas na área de Manejo Integrado de Insetos-Praga.

Kennedy Santos Gonzaga

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal da Paraíba (2017). 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, desenvolvendo pesquisas na área de Manejo Integrado de Insetos-Praga.

Francisco de Assis da Silva

Licenciado em História (UFMG). Engenheiro Agrônomo (UFMG). Especialista em Educação de Jovens e Adultos com Ênfase em Economia Solidária (UFMG) e Mestre em Horticultura Tropical (UFMG). Atualmente Doutorando no curso de Engenharia Agrícola (Irrigação e Drenagem) pela Universidade Federal de Campina Grande (UFMG). Atua na área de manejo de irrigação e ecofisiologia de plantas cultivadas.

Mirandy dos Santos Dias

Engenheiro Agrônomo pelo Campus de Engenharias e de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA-UFAL). Técnico em Agricultura pelo Instituto Federal de Alagoas. Mestre em Engenharia Agrícola e atualmente Doutorando em Engenharia Agrícola (Irrigação e Drenagem) na Universidade Federal de Campina Grande (UFMG). Atua na área de manejo de irrigação e ecofisiologia de plantas cultivadas.

Tania Marta Carvalho dos Santos

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Alagoas, Mestre em Agronomia (Microbiologia Agrícola) pela Universidade de São Paulo (1988) e Doutora em Ciências Biológicas (Microbiologia Aplicada) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1992). Atualmente é professora titular da Universidade Federal de Alagoas, onde exerceu o cargo de coordenadora do curso de Graduação em Agronomia (2001-2008) e foi coordenadora do curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) (1999-2001). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Microbiologia Agrícola, atuando principalmente nas linhas de pesquisa: microbiologia e bioquímica do solo, ecologia micro-organismos e microbiologia de alimentos.

José Rayan Eraldo Souza Araújo

Graduando em Agronomia na Universidade Federal da Paraíba. Tem experiência em Fitossanidade com foco em Entomologia Agrícola, desenvolvendo pesquisas na área de Manejo Integrado de Insetos-Praga.

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.

