

MÉTODOS AGROECOLÓGICOS E CUIDADOS AMBIENTAIS



JOSÉ CRISÓLOGO DE SALES SILVA
JULIMAR DO SACRAMENTO RIBEIRO
DANIELA CAVALCANTI DE MEDEIROS FURTADO
ANDRÉ LUIZ BESERRA GALVÃO
VITOR VISINTIN SILVA DE ALMEIDA
MARISA SILVA BASTOS
(ORG.)

**JOSÉ CRISÓLOGO DE SALES SILVA
JULIMAR DO SACRAMENTO RIBEIRO
DANIELA CAVALCANTI DE MEDEIROS FURTADO
ANDRÉ LUIZ BESERRA GALVÃO
VITOR VISINTIN SILVA DE ALMEIDA
MARISA SILVA BASTOS
(ORG.)**

MÉTODOS AGROECOLÓGICOS E CUIDADOS AMBIENTAIS

**EDuneal**

Arapiraca/AL
2024



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE ALAGOAS

Reitor: Odilon Máximo de Moraes

Vice-Reitor: Anderson de Almeida Barros

Diretor da Eduneal: Renildo Ribeiro-de-Siqueira

CONSELHO EDITORIAL DA EDUNEAL

Presidente: Renildo Ribeiro-de-Siqueira

Titulares

Professores:

José Lidemberg de Sousa Lopes

João Ferreira da Silva Neto

Luciano Henrique Gonçalves da Silva

Natan Messias de Almeida

Maria Francisca Oliveira Santos

Márcia Janaína Lima de Souza - Sistema de Bibliotecas (SIBI)

Suplentes

José Adelson Lopes Peixoto

Edel Guilherme Silva Pontes

Maryny Dyellen Barbosa Alves Brandão

Ariane Loudemila Silva de Albuquerque

Ahiranie Sales dos Santos Manzoni

Elisângela Dias de Carvalho Marques - Sistema de Bibliotecas (SIBI)



COORDENAÇÃO GERAL DO XIV ENCCULT

Dr. José Crisólogo de Sales Silva

COMITÊ CIENTÍFICO

Coordenadores do Grupo de Trabalho

José Crisólogo de Sales Silva

Julimar do Sacramento Ribeiro

Daniela Cavalcanti de Medeiros Furtado

André Luiz Beserra Galvão

Vitor Visintin Silva de Almeida

Marisa Silva Bastos

Revisores Científicos

Daniela Cavalcanti de Medeiros Furtado

José Andrey Almeida Teles

José Crisólogo de Sales Silva

Julimar do Sacramento Ribeiro

Marisa Silva Bastos

Vitor Visintin Silva de Almeida

Revisão ortográfica

JDMM Edições

Assistente de Editoração

Débora Gabrielle Rosa da Silva Pereira

Capa

JDMM Edições

Diagramação

JDMM Edições

Imagens da Capa

Freepik

Catálogo na Fonte

M593 Métodos agroecológicos e cuidados ambientais / José Crisólogo de Sales Silva [...] et al. (Org.). – Arapiraca : Eduneal, 2025. 76 p. il.: color. (e-book).

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-6061-060-6.

DOI: <https://doi.org/10.48016/xivenccultgt1>

E-book: <https://eduneal.com.br/livros/macambientais>

1. Agricultura. 2. Agroecologia. 3. Métodos agroecológicos. 4. Desenvolvimento - práticas sustentáveis. 5. Estudo - práticas sustentáveis. 6. Cuidados - preservação ambiental. I. Silva, José Crisólogo de Sales, org. II. Ribeiro, Julimar do Sacramento, org. III. Furtado, Daniela Cavalcanti de Medeiros, org. IV. Galvão, André Luiz Beserra, org. V. Almeida, Vitor Visintin Silva de, org. VI. Bastos, Marisa Silva, org. VII. Encontro Científico Cultural.

CDU: 631.95

Elaborada por Fernanda Lins de Lima – CRB – 4/1717

Direitos desta edição reservados à

Eduneal- Editora da Universidade Estadual de Alagoas

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....6

PREFÁCIO8

Capítulo 1

**EXTRATO DE ALHO NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS
DE MILHO CRIOULO.....10**

Késsia de Mendonça Santos

Ludmila Lira da Silva

Aline dos Santos Malta

Elda Bonifácio dos Santos

João Luciano de Andrade Melo Junior

Luan Danilo Ferreira de Andrade Melo

Capítulo 2

**SUBSTRATOS ALTERNATIVOS FORMULADOS SÃO EFICIENTES
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE BERINJELEIRA 18**

Ester da Silva Costa

Yonara Luísa de Souza Costa

Kleyton Danilo da Silva Costa

Capítulo 3

**FORRAGEM DE MILHO AQUAPÔNICO SOB DIFERENTES
SUBSTRATOS ALTERNATIVOS 24**

Ian Almir Silva Gonçalves

Willy Vila Nova Pessoa

Nemo Augusto Mões Côrtes

Capítulo 4

**EFEITO DA COPAÍBA SOBRE A PÓS-COLHEITA EM FRUTOS
DO TOMATEIRO 37**

Ana Cléia Barbosa de Lira

Alverlan da Silva Araújo

Alex Teófilo da Silva

Rubens Pessoa de Barros

Jhonatan David Santos das Neves

João Gomes da Costa



Capítulo 5

PREFERÊNCIA ALIMENTAR DE *AGRAULIS VANILLAE VANILLAE* (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) EM GENÓTIPOS DE *PASSIFLORA SPP*..... 48

Sabrina Barros do Nascimento Rocha

Lavínia Vitória dos Santos

Janyne Joyce de Lima Rocha

Jessica Mariana Silva Costa

Lílian Renata Alves Farias

Mariana Oliveira Breda

Capítulo 6

DESEMPENHO DE LARVAS DE *TENEBRIO MOLITOR* RECEBENDO PALMA FORRAGEIRA E FOLHA DE MANDIOCA NA DIETA 55

Laura Fernanda C. da Silva Oliveira

Julimar do Sacramento Ribeiro

Filipe Augusto Leal Dantas

Renata dos Santos Silva

Capítulo 7

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E POLUIÇÃO POR PLÁSTICO: FORMANDO PEQUENOS AGENTES PARA IMPLEMENTAR MUDANÇAS60

Grazielle Delmiro dos Santos

Josélia Honório Torres

Michelle Siqueira Rodrigues

Claudia Csekö Nolasco de Carvalho

Capítulo 8

MAPEAMENTO QUANTITATIVO DE MICROPLÁSTICO EM SOLOS DO SERTÃO ALAGOANO: ESTADO DA ARTE 65

Antônio Ribeiro Neto II

Claudia Csekö Nolasco de Carvalho

SOBRE OS ORGANIZADORES 74



APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que apresentamos a coletânea *Métodos agroecológicos e cuidados ambientais*, uma obra que reúne trabalhos de diversos autores dedicados ao estudo e desenvolvimento de práticas sustentáveis na agricultura e na preservação ambiental. Este livro tem uma sequência de oito capítulos que levarão o leitor a se informar acerca de novos métodos agroecológicos e cuidados ambientais pertinentes ao momento atual onde a agroecologia se faz necessária para produção saudável de vegetais e animais e conservação de solo e água.

No **Capítulo 1**, escrito por Késsia de Mendonça Santos, Ludmila Lira da Silva, Aline dos Santos Malta, Elda Bonifácio dos Santos, João Luciano de Andrade Melo Junior e Luan Danilo Ferreira de Andrade Melo, os autores investigam o uso do extrato de alho na emergência de plântulas de milho crioulo, sementes com valores culturais ancestrais.

Desfrutando a leitura do **Capítulo 2**, de Ester da Silva Costa, Yonara Luísa de Souza Costa e Kleyton Danilo da Silva Costa, os autores identificam diferentes tipos e proporções de compostos na formulação de substratos alternativos para a produção de mudas de berinjaleira, importante hortaliça da culinária brasileira.

Seguindo a leitura no **Capítulo 3**, os autores Ian Almir Silva Gonçalves, Willy Vila Nova Pessoa e Nemo Augusto Móes **Côrtes avaliam o uso de substratos alternativos na produção de forragem de milho** aquapônico, que servem para alimentação animal.

No **Capítulo 4**, os autores Ana Cléia Barbosa de Lira, Alverlan da Silva Araújo, Alex Teófilo da Silva, Rubens Pessoa de Barros, Jhonatan David Santos das Neves e João Gomes da Costa analisam os efeitos dos óleos essenciais de Copaíba na conservação e qualidade pós-colheita de tomates.



A seguir, no **Capítulo 5**, os autores Sabrina Barros do Nascimento Rocha, Lavínia Vitória dos Santos, Janyne Joyce de Lima Rocha, Jessica Mariana Silva Costa, Lílian Renata Alves Farias e Mariana Oliveira Breda investigam a preferência alimentar de lagartas de *Agraulis vanillae vanillae* em genótipos de maracujazeiro, visando o controle de pragas, ótima investigação científica.

Prosseguindo, o **Capítulo 6**, escrito por Laura Fernanda C. da Silva Oliveira, Julimar do Sacramento Ribeiro, Filipe Augusto Leal Dantas e Renata dos Santos Silva, avalia o desempenho de larvas de *Tenebrio molitor* alimentadas com dietas que incluem palma forrageira e folha de mandioca, também no estudo de controle biológico de pragas.

No **Capítulo 7**, os autores Grazielle Delmiro dos Santos, Josélia Honório Torres, Michelle Siqueira Rodrigues e Claudia Csekö Nolasco de Carvalho desenvolvem um projeto-piloto de educação ambiental sustentável, abordando a poluição por plástico e formando pequenos agentes de mudança a partir da consciência ambiental.

Finalizando a obra, o **Capítulo 8**, escrito por Antônio Ribeiro Neto II e Claudia Csekö Nolasco de Carvalho, realiza um mapeamento quantitativo de microplásticos nos solos do Sertão Alagoano, destacando os impactos ambientais e humanos associados à contaminação.

Esta coletânea é uma contribuição valiosa para o campo da agroecologia e da preservação ambiental, oferecendo uma visão abrangente e diversificada sobre métodos sustentáveis de produção agrícola e cuidados ambientais. Agradecemos aos autores por suas contribuições e a Eduneal e aos editores e colaboradores pelo apoio na realização desta obra com capítulos formados a partir dos conteúdos apresentados no XIV Encontro Científico Cultural, Enccult, realizado em Arapiraca no ano de 2014.

José Crisólogo de Sales Silva
Julimar do Sacramento Ribeiro
Daniela Cavalcanti de Medeiros Furtado
André Luiz Beserra Galvão
Vitor visintin Silva de Almeida
Marisa Silva Bastos



PREFÁCIO

É com grande entusiasmo que apresentamos o ebook do GT1 do XIV Encult, que foi realizado na cidade de Arapiraca, Alagoas, entre os dias 24 e 27 de setembro de 2024, intitulado “Agropecuária, Produção, Sustentabilidade e Solidariedade”. Este grupo de trabalho reuniu uma série de atividades durante o evento e, neste ato, publica os trabalhos selecionados que exploram práticas inovadoras e sustentáveis na agropecuária, destacando a importância da produção responsável e da solidariedade no contexto agrícola.

Os autores exploram diversas abordagens inovadoras para a produção agrícola sustentável. Os capítulos abordam temas como o uso de substratos alternativos na produção de forragem de milho aquapônico e o uso do extrato de alho na emergência de plântulas de milho crioulo. Além disso, são discutidos os efeitos dos óleos essenciais de copaíba na conservação e qualidade pós-colheita de tomates, bem como a formulação de substratos alternativos para a produção de mudas de berinjela.

Outro tema abordado é a preferência alimentar de lagartas da *Agravais vanillae vanillae* em genótipos de maracujazeiro, além do desempenho de larvas de *Tenebrio molitor* alimentadas com dietas que incluem palma forrageira e folha de mandioca. Esses estudos destacam a importância de práticas agrícolas sustentáveis e inovadoras para a melhoria da produção e conservação ambiental.

No capítulo Projeto-piloto de educação ambiental sustentável também é um destaque, abordando a poluição por plástico e formando pequenos agentes de mudança. Este trabalho, apresentado no **capítulo 7**, visa conscientizar a comunidade sobre os impactos ambientais e promover ações que contribuam para a redução da poluição e a preservação do meio ambiente.

Além disso, foi realizado um mapeamento quantitativo de microplásticos nos solos do Sertão Alagoano, destacando os impactos ambientais e humanos



associados à contaminação. Este estudo é fundamental para entender a extensão da poluição por microplásticos e suas consequências para a saúde humana e o meio ambiente.

Esta coletânea é uma contribuição valiosa para o campo da agroecologia e da preservação ambiental, oferecendo uma visão abrangente e diversificada sobre métodos sustentáveis de produção agrícola e cuidados ambientais. Agradecemos aos autores por suas contribuições e aos editores e colaboradores pelo apoio na realização desta obra.

José Crisólogo de Sales Silva- Uneal



EXTRATO DE ALHO NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE MILHO CRIOULO¹

Késsia de Mendonça Santos⁽¹⁾

Ludmila Lira da Silva⁽²⁾

Aline dos Santos Malta⁽³⁾

Elda Bonifácio dos Santos⁽⁴⁾

João Luciano de Andrade Melo Junior⁽⁵⁾

Luan Danilo Ferreira de Andrade Melo⁽⁶⁾

⁽¹⁾ ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1881-973X> ; Universidade Federal de Alagoas, Aluna do Curso de Bacharelado em Agroecologia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo –AL, BRASIL. kessia.santos@ceca.ufal.br.

⁽²⁾ ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9118-8423>; Universidade Federal de Alagoas, Aluna do Curso de Bacharelado em Agroecologia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo–AL, BRASIL. ludmila.silva@ceca.ufal.br.

⁽³⁾ ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7653-9734>; Universidade Federal de Alagoas, Aluna do Curso de Bacharelado em Agroecologia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo–AL, BRASIL. aline.malta@ceca.ufal.br.

⁽⁴⁾ ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8750-0080>; Universidade Federal de Alagoas, Aluna do Curso de Bacharelado em Agroecologia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo–AL, BRASIL. elda.santos@ceca.ufal.br.

⁽⁵⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4162-8729>; Universidade Federal de Alagoas, Professor do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, BRASIL. joao.junior@ceca.ufal.br.

⁽⁶⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3719-2873>; Universidade Federal de Alagoas, Professor do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, BRASIL. luan.melo@ceca.ufal.br.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de grande importância mundial, destacando-se o Brasil como o terceiro maior produtor, seu emprego se sobressai na alimentação, tanto humana quanto animal (Chaves et al., 2020; Gurgel et al.,

1 DOI: <https://doi.org/10.48016/xivenccultgt1cap1>



2018). O cultivo do milho crioulo é proveniente da agricultura familiar, que segundo Gurgel et al., 2018 é realizado em pequenas áreas e com baixa tecnologia, porém de grande importância social e principalmente econômica, não apenas para as populações rurais como também urbanas. As sementes crioulas destacam-se em requisitos de resistência, variabilidade genética e utilização pelo agricultor familiar (Sandri; Tofanelli, 2008).

Para Corrêa (2020), o tratamento de sementes consiste em uma técnica empregue antes da semeadura para melhorar os processos germinativos e de emergência, viabilizando o desenvolvimento por meio do vigor e sanidade (potencial fisiológico). Os extratos de plantas viabilizam o tratamento de sementes devido à sua facilidade de acesso e ao fator de custo, além do fator ambiental; os extratos podem ser manuseados em formulações distintas, como extratos aquosos e hidroalcoólicos (Souza; Gervasio, 2018).

O extrato de alho vem ganhando destaque no tratamento de sementes, devido seu efeito tóxico em microrganismos, como: fungos, bactérias e nematoides, mediante a presença e ação das substâncias aliinase e aliína presentes na planta, sua aplicação pode contribuir ainda na qualidade das sementes (Souza; Soares, 2013; Fonte, 2016; Horing Junior et al., 2023). O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do extrato de alho na emergência de milho crioulo.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia pertencente ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo-AL, Brasil. Foram utilizadas sementes de milho crioulo oriundos da agricultura familiar.

Para obtenção do extrato aquoso de alho, foram utilizados dentes de alho descascados e triturados de forma manual com o auxílio de uma faca. Em um recipiente refratário, foi adicionado o material fresco triturado e água destilada previamente aquecida até o ponto de ebulição. As proporções foram 0, 50, 100, 150 e 200 gramas de material fresco para 1 L de água destilada, para as respectivas concentrações. Para evitar a perda de possíveis compostos voláteis e incidência de luz sobre o extrato, o refratário foi vedado e envolto em papel alumínio. Após seu resfriamento em temperatura ambiente, cada solução foi penei-



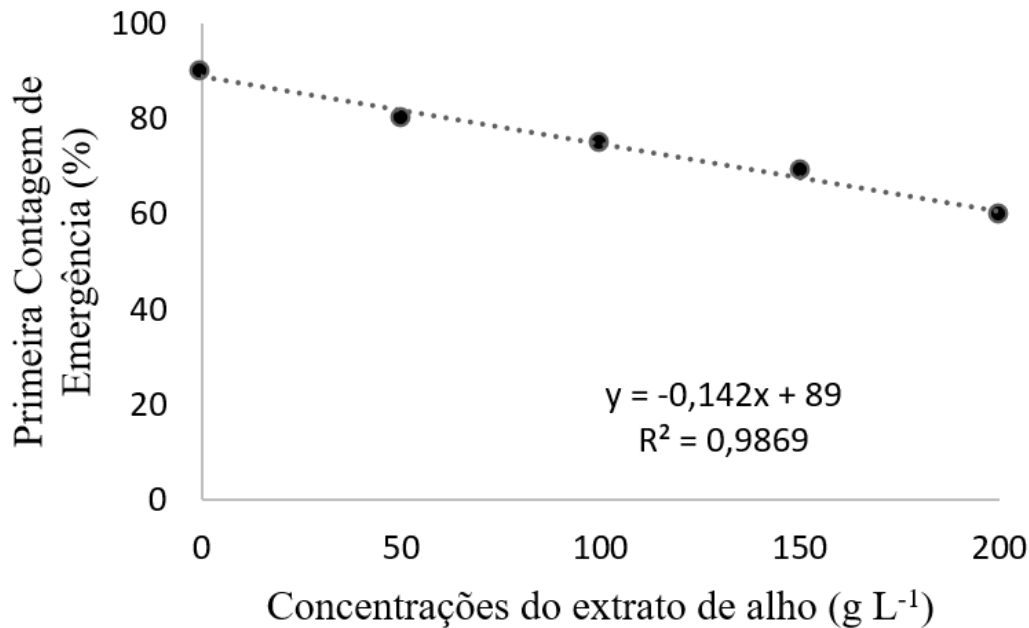
rada e armazenada individualmente em recipiente de vidro. Os extratos foram utilizados dentro do período de 12 horas, para extrair o máximo do composto. As sementes foram embebidas nas respectivas concentrações do extrato por 30 minutos e posteriormente submetidas ao teste de emergência. A semeadura foi realizada em bandejas plásticas contendo areia lavada com 4 repetições de 25 sementes por tratamento, totalizando 5 bandejas. Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de milho crioulo, foram utilizadas as variáveis de primeira contagem de emergência (PCE), emergência (E) e Índice de velocidade de emergência (IVE). Onde a emergência foi expressa em porcentagem juntamente com a primeira contagem, e o índice de velocidade de emergência proposto por Maguire (1962), sendo $IVE = E1/D1 + E2/D2 + \dots + EN/DN$, onde: o EN consiste no número de plântulas e DN o número de dias. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e de regressão polinomial. As análises foram realizadas com o auxílio do *software* SISVAR 5.6 (Ferreira, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desempenho das plântulas de milho crioulo submetidas a diferentes concentrações de extrato de alho pode ser observado na Figura 1. Nesta, apresenta-se o parâmetro de primeira contagem de emergência (PCE) com destaque para o tratamento testemunha, por apresentar o maior percentual (90%) em relação aos demais tratamentos. O estudo realizado por Alves et al. (2014) se assemelha com o presente estudo, onde a máxima concentração de extrato de alho (30mL) interferiu negativamente na germinação das sementes em relação ao tratamento testemunha, interferindo assim, nas demais variáveis. Resultados distintos foram encontrados por Oliveira et al. (2024), em sementes de feijão-de-corda, onde observou-se o aumento de 24% para as variáveis primeira contagem e germinação em sementes tratadas com extrato de alho em comparação à testemunha.



Figura 1. Primeira contagem de emergência (%) de plântulas de milho submetidas a concentrações de extrato de alho.

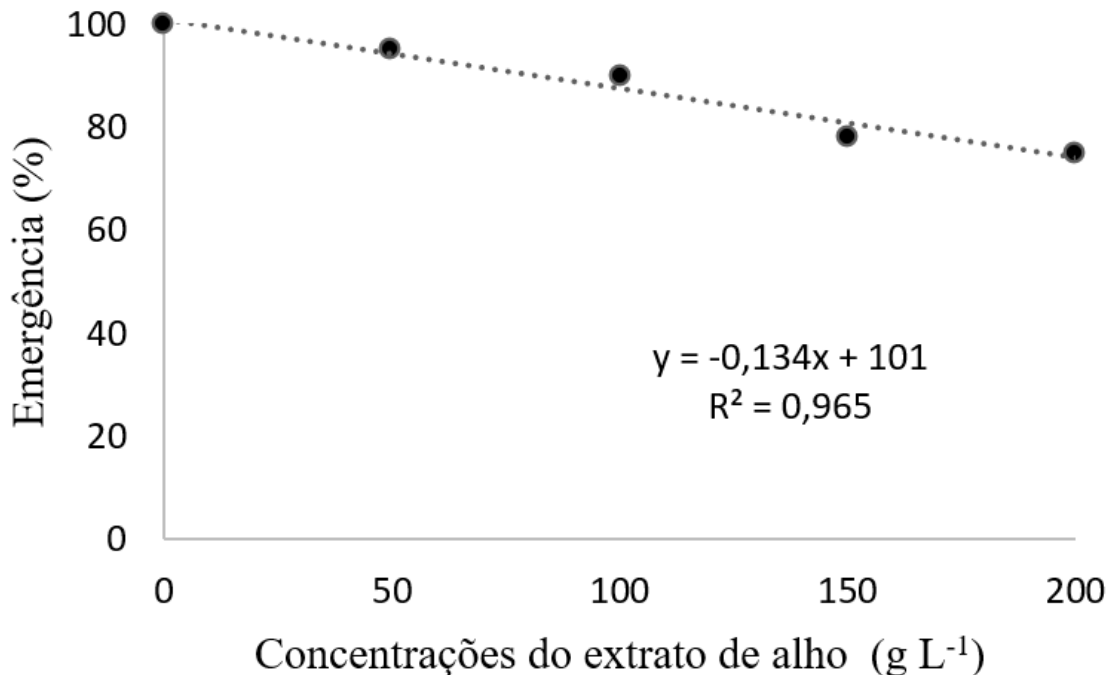


Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Para a variável emergência, observou-se que o tratamento testemunha induziu a máxima porcentagem (100%) das sementes de milho crioulo (Figura 2). E que o aumento das concentrações do extrato promoveu o decréscimo da variável, reduzindo para 75% na concentração máxima. Os resultados encontrados corroboram com o estudo realizado por Nascimento et al. (2019) em sementes de mulungu, onde o extrato interferiu negativamente na emergência das plântulas. Isso pode ter ocorrido devido à presença de moléculas bioativas contidas no alho, de ação aleloquímica que estão presentes nos metabólitos secundários das plantas, que, segundo Mairesse et al., 2007 podem prejudicar o desenvolvimento da semente tratada. Já para Souza e Gervasio (2018) avaliando a qualidade fisiológica e sanitária sob diferentes tratamentos, obtiveram como resultado que o tratamento das sementes de abóbora com extrato de alho se sobressaiu em relação à testemunha; assim como os resultados encontrados por Horing Junior et al. (2023) e Silva et al. (2019) estudando sementes de girassol e arroz respectivamente.



Figura 2. Emergência (%) de plântulas de milho submetidas a concentrações de extrato de alho.

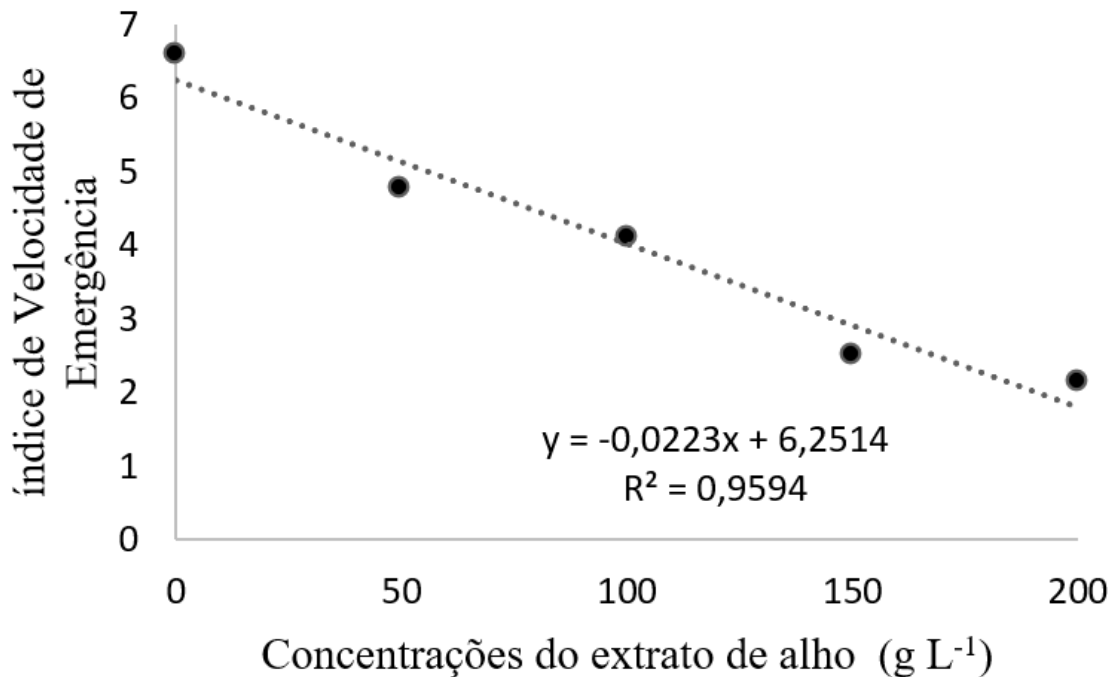


Fonte: Dados da pesquisa, 2024

O índice de velocidade de emergência (IVE) presente na Figura 3 diferiu entre os tratamentos, apresentando menores valores em decorrência do aumento da concentração do extrato aquoso de alho. Sendo (6,5) para testemunha e (2,1) para a concentração de 200g L⁻¹ de extrato. Silva et al. (2019) encontrou resultados distintos para a qualidade fisiológica de sementes de arroz sob diferentes extratos vegetais, obtendo como resultado o aumento do índice de velocidade de emergência para o tratamento com o extrato de alho (12,8) ao invés das sementes não tratadas, a qual obteve (7,9). Resultados semelhantes foram encontrados por Horing Junior et al. (2023) em sementes de girassol, pelo acréscimo dos valores de IVG em sementes tratadas (3,9) em relação às sementes não tratadas (0,39). Os diferentes resultados podem ser explicados por Porto (2019), em que diferentes concentrações de extratos vegetais podem influenciar de forma positiva, negativa ou manter o padrão do potencial fisiológico.



Figura 3. Índice de velocidade de emergência de plântulas de milho submetidas a concentrações de extrato de alho.



Fonte: Dados da pesquisa, 2024

CONCLUSÃO

O aumento das concentrações do extrato aquoso de alho influenciou negativamente na emergência de plântulas de milho crioulo, mesmo na menor concentração (50g L⁻¹).

REFERÊNCIAS

ALVES, N. M. C.; GOMES, J. P.; PESSOA, E. B.; CASTRO, R. L.; CARVALHO, R. L. L. Comportamento fisiológico e da microflora em sementes de milho tratadas com extratos vegetais. **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA (CONBEA)**, 2014.

CHAVES, M. H. M.; DUDEK, G.; LIMA, B. C.; MARTINS, A. G.; MISSIO, V. C.; MISSIO, R. F. Caracterização morfológica e agrônômica de acesso de milho crioulo do banco de germoplasma da UFPR. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n. 10, p. 82646-82667, 2020.

CORRÊA, D. Tratamento de sementes de girassol com silício. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 4, p. 1-3, 2020.



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

FONTE, R. N. **Uso de extratos vegetais e terra diatomáceas associados ao condicionamento fisiológico no tratamento e armazenamento de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 2016. 102 f. Tese (doutorado em ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

GURGEL, L. M. S.; MOURA, J. F.; SANTOS, A. M. G.; ROSA, R. C. T.; ASSIS, T. C. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho tratadas com produtos alternativos em condições de armazenamento. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 127-136, 2018.

HORING JUNIOR, C.; SILVA, A. K.; LEÃO, E. U.; MARTINS, A. L. L.; ADORIAN, G. C.; SILVA, R. Z. Influência de extratos vegetais na germinação, vigor e sanidade de sementes de girassol. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas –TO, v. 9, e023038, 2023.

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

MAGUIRE, J. D. (1962). Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-77, 1962.

NASCIMENTO, R. C.; SILVA, L. J.; BARROSO, V. S. F.; CORRÊA, E. B. Tratamento alternativo para germinação de sementes de mulungu (*Erythrina velutina*). In: II Congresso Paraibano de Agroecologia & IV Exposição Tecnológica, 2019. Anais.... **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 9, n.7, e-7066, 2019.

OLIVEIRA, W. R.; PASCUALI, L. C.; SILVA, S. S.; PORTO, A. G.; CHRIST, A. J.; CARVALHO, J. W. P. Influência de extratos vegetais na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Revista caderno pedagógico** – Studies Publicações e Editora Ltda., Curitiba, v.21, n.4, p. 01-20. 2024.

PORTO, H.C. **Atividade antifúngica de extratos vegetais e análise fisiológica em sementes de milho crioulo (*Zea mays* L.)**.2019. 40f. trabalho de conclusão de curso (Tecnóloga em agroecologia) - Universidade Federal de Campina Grande Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Sumé –PB, 2019.

SANDRI, C. A.; TOFANELLI, M. B. D. MILHO CRIOULO: UMA ALTERNATIVA PARA RENTABILIDADE NO CAMPO. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 1, p. 59-61, 2008.



SILVA, I. N.; CHRIST, A. J.; SILVA, S. S.; CARVALHO, J. W. P.; PASCUALI, L. C. Qualidade fisiológica de sementes de arroz tratadas com óleos essenciais e extratos vegetais. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 11, n. 3, 2019.

SOUZA, M. C.; GERVASIO, C. R. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de abóbora cv. Menina brasileira submetidas a diferentes tratamentos. **Revista da 15ª Jornada de Pós-graduação e Pesquisa**. v. 15, n.15,2018.

SOUZA, L. S. S.; SOARES, A. C. F. Extrato aquoso de alho (*Allium sativum* L.) no controle de *Aspergillus niger* causador da podridão vermelha em sisal. **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 2, p. 124-128,2013.



SUBSTRATOS ALTERNATIVOS FORMULADOS SÃO EFICIENTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE BERINJELEIRA²

Ester da Silva Costa ⁽¹⁾

Yonara Luísa de Souza Costa ⁽²⁾

Kleyton Danilo da Silva Costa ⁽³⁾

⁽¹⁾ ORCID: 0009-0002-3346-2378, Universidade Federal de Alagoas, discente do PPG de Proteção de Plantas, Brasil, E-mail: esterdasilvaacosta@gmail.com

⁽²⁾ ORCID: 0009-0007-7083-8625, Instituto Federal de Alagoas, campus Piranhas, discente do curso superior de engenharia agrônômica, Brasil, E-mail: ylsc1@aluno.ifal.edu.br

⁽³⁾ ORCID: 0000-0003-4631-3240, Instituto Federal de Alagoas, campus Piranhas, discente do curso superior de engenharia agrônômica, Brasil, E-mail: kleyton.costa@ifal.edu.br



INTRODUÇÃO

A berinjela (*Solanum melonogena* L.) é uma hortaliça economicamente importante e amplamente cultivada em todo o mundo (Ma et al., 2024). Entre a família solanácea, a berinjela ocupa o terceiro lugar em produção, depois do tomate e da batata (Oladosu et al., 2021). A principal fonte dos benefícios para a saúde da berinjela são os metabólitos secundários, que incluem glicoalcalóides, substâncias químicas antioxidantes, vitaminas e minerais (Saha et al., 2023). Assim, a cultura da berinjela desempenha um papel significativo como cultura vegetal, oferecendo benefícios financeiros e nutrientes essenciais aos indivíduos (Rosa-Martínez et al., 2021).

O plantio da cultura da berinjela no campo ocorre por meio de mudas, e, para garantir a boa produção dessas mudas, um fator essencial é a qualidade do substrato utilizado. O substrato pode influenciar diretamente a qualidade

² DOI: <https://doi.org/10.48016/xivenccultgt1cap2>

e o vigor das mudas, pois deve fornecer condições ideais para sua germinação e desenvolvimento (Santos, 2016). Um substrato eficiente deve oferecer uma ótima sustentação das raízes, fornecer nutrientes necessários para a cultura, e propiciar a oxigenação. A composição do substrato interfere na sua eficiência, principalmente pelo uso dos mais diversos resíduos (Delarmelina et al., 2014).

O produtor rural pode encontrar matérias que consigam oferecer o mesmo resultado que um substrato comercial (Simões et al., 2012). Assim, ao utilizar resíduos encontrados na área agrícola, o custo da produção será diminuído e o manejo será facilitado (Melo et al., 2014). Para a composição de um substrato alternativo, podem ser usados diversos tipos de produtos de origem orgânica (Santos et al., 2012). Estes podem ser de origem vegetal ou animal, dentre eles destacam-se o carvão, a vermiculita, cama de frango, esterco bovino, esterco caprino, fibra de coco, o bagaço de cana, a terra do subsolo, utilizados, desta forma, esses componentes são misturados com o intuito de incrementar o desenvolvimento das mudas (Sass et al., 2018).

Assim, objetivou-se com esta pesquisa identificar diferentes tipos e proporções de compostos na formulação de substratos alternativos para a produção de mudas de berinjela.

DESENVOLVIMENTO

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Campus Piranhas, no período de outubro a novembro de 2019. O clima da região apresenta condições semiáridas, segundo a classificação climática de Köppen, sendo considerado quente e seco (BSh) com precipitação média anual entre 400 e 600 mm (Santos et al., 2017).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por sete tratamentos e três repetições, totalizando 21 parcelas experimentais, compostas por 10 plantas cada. Os substratos utilizados na formulação dos tratamentos foram constituídos a partir de uma mistura de solo e areia e de esterco caprino e bovino, curtidos.



No primeiro tratamento (A) foi utilizado o substrato comercial disponível na região, o Tropstrato®; o segundo tratamento (B) foi composto por solo e esterco bovino, na proporção de 1:1. Já no terceiro tratamento (C), foi utilizada a mesma composição, mudando de esterco bovino para esterco caprino; o quarto tratamento (D) foi composto por solo, esterco caprino e bovino, com 33,33% de cada. O quinto tratamento (E) foi constituído por solo, esterco bovino e areia, todos na mesma proporção. O sexto tratamento (F) foi composto por solo, esterco caprino e areia, com 33,33% de cada. Por fim, no sétimo tratamento (G), utilizou-se solo, esterco de caprino, esterco de bovino e areia, na proporção de 25% cada.

Para a produção das mudas, foi utilizada a cultivar Flórida Market. A semeadura foi realizada em bandejas de polietileno expandido com 200 células, semeando duas sementes por célula. O desbaste foi realizado aos 12 dias após a semeadura, deixando a plântula mais vigorosa por célula. Durante a condução do experimento, as plântulas foram regadas diariamente. No 25º dia após a semeadura, foram analisadas as seguintes variáveis: comprimento da raiz (CR); comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro do caule (DC); peso da matéria fresca da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR). Em seguida, o material fresco foi colocado em estufa a 65 °C durante 48 horas para posterior pesagem com balança de precisão da matéria seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR).

Foi realizada análise de variância seguindo as recomendações de Ferreira (2018). E aplicado o teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o aplicativo computacional SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria das variáveis não apresentou diferenças significativas a 5% de probabilidade, dessa forma, mais de um substrato alternativo é semelhante ao comercial. Não foram observadas diferenças significativas a 5% de probabilidade para as variáveis CR, CPA, DC, QFT, QFV, E MFR com médias de 5,95cm, 3,01cm, 1,20mm, 3,74 unidades, 1,74 unidades e 1,09g, respectivamente. Já para as variáveis MFPA, MSPA e MSR houve diferenças significativas a 1% de probabilidade pelo teste F.



Ao avaliar a massa fresca da parte aérea (MFPA) observa-se que os substratos alternativos B, C, D e G proporcionaram melhor desempenho, e não apresentaram diferenças significativas entre si. O substrato A (substrato comercial) ficou no grupo de menor desempenho e não apresentou diferenças significativas dos substratos alternativos E e F (Tabela 1).

Tabela 1 - Avaliação de mudas de berinjela em diferentes tipos e proporções de compostos na formulação de substratos alternativos, Piranhas, Alagoas

Substratos	CR(cm)	CPA(cm)	DC(mm)	MFPA(g)	MSPA(g)	MFR(g)	MSR(g)
A	6,18a	3,24a	1,26a	1,99b	0,40a	1,12a	0,16b
B	5,72a	3,02a	1,29a	2,62a	0,43a	1,35a	0,18a
C	5,57a	2,89a	1,35a	2,45a	0,35a	0,94a	0,13b
D	6,09a	3,17a	1,43a	3,29a	0,52a	1,58a	0,22a
E	5,78a	2,73a	1,10a	1,12b	0,22b	0,52a	0,12b
F	6,15a	2,70a	1,24a	1,5b	0,24b	0,60a	0,12b
G	6,15a	3,31a	1,40a	2,82a	0,48a	1,51a	0,20a
Média geral	5,95	3,01	1,29	2,25	0,38	1,09	0,16
CV (%)	7,06	9,25	9,38	21,86	17,64	39,22	12,73

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CR: Comprimento da raiz; CPA: Comprimento da parte aérea; DC: Diâmetro do caule; MFPA: Massa fresca da parte aérea; MSPA: Massa seca da parte aérea; MFR: massa fresca da raiz; MSR: Massa seca da raiz; Tratamento A: Tropstrato®; Tratamento B: Solo + esterco bovino; Tratamento C: Solo + esterco caprino; Tratamento D: Solo + esterco caprino + esterco bovino; Tratamento E: Solo + esterco bovino + areia; Tratamento F: Solo + esterco caprino + areia; Tratamento G: Solo + esterco caprino + esterco bovino + areia.

Medeiros et al. (2010) relatam que uma maneira indireta de verificar qual substrato fornece mais nutrientes de uma forma simples é por meio da análise da matéria seca das mudas, ou seja, quanto maior a matéria seca, maior será a absorção de nutrientes das plantas. Dessa forma, para a variável massa seca da parte aérea (MSPA), o resultado foi próximo do observado para a massa fresca da parte aérea (MFPA), em que os substratos alternativos B, C, D e G continuaram proporcionando os melhores resultados. Entretanto, observa-se que, apesar de ter menor MFPA, o substrato comercial proporcionou teor de matéria seca na parte aérea semelhante ao do melhor grupo, evidenciando a influência do teor de água na obtenção de maior massa fresca. Os substratos alternativos E e F apresentaram menor MSPA, não diferindo significativamente entre si.



Na massa fresca da raiz não foi observada diferenças significativas entre o substrato comercial e os alternativos, apesar disso, na variável massa seca da raiz, houve diferenças significativas em que os substratos B, D e G (todos compostos por uma parte de esterco bovino) proporcionaram melhor desempenho e não apresentaram diferenças entre si. O substrato comercial, assim como os alternativos C, E e F, apresentaram menor matéria seca da raiz.

Em estudo realizado por Marin et al., (2017) avaliando mudas de berinjela em diferentes substratos, verificou-se que o substrato comercial e o substrato constituído por uma mistura de substrato comercial, terra de mato e cascas de pinus e arroz, proporcionaram um maior peso verde e seco da parte aérea, assim como um maior comprimento de raiz.

A mistura de substratos alternativos com materiais disponíveis na região pode ser uma alternativa para baratear o custo de produção das mudas. Em trabalho realizado por Bezerra et al., (2009) ficou evidenciado o potencial de materiais orgânicos na formulação de substratos para produção de mudas de berinjela.

Considerando todas as características, os substratos alternativos B (Solo + esterco bovino), D (Solo + esterco caprino + esterco bovino) e G (Solo + esterco caprino + esterco bovino + areia) foram os que apresentaram os melhores resultados para produção de mudas de berinjela, podendo assim haver substituição do substrato comercial por estes alternativos sem redução da qualidade das mudas.

CONCLUSÃO

Para a produção de mudas de berinjela, são recomendados os substratos alternativos 50% Solo + 50% esterco bovino; 33,33% de Solo + 33,33% de esterco caprino + 33,33% de esterco bovino e 25% de Solo + 25% de esterco caprino + 25% de esterco bovino + 25% de areia, sendo alternativas para a substituição do substrato comercial.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, F. C.; FERREIRA F. V. M.; SILVA T. C. Produção de mudas de berinjela em substratos à base de resíduos orgânicos e irrigadas com água ou solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 1348-1352, 2009.



COSTA, L. A. M et al. Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino. **Revista Ceres**, v. 60, n. 5, p. 675-682, 2013.

DELARMELINA, W. M et al. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. **Revista Floresta e Ambiente**. v.21, n.2, p.224-233, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agro-tecnologia**, v.35, n.6, p. 1039 – 1042, 2011.

MA, Z. et al. Non-destructive prediction of anthocyanin concentration in whole eggplant peel using hyperspectral imaging. **PeerJ**, v. 12, p. e17379, 14 maio 2024.

MARIN, L. S et al. Avaliação morfoagronômica em mudas de berinjela em diferentes substratos. Congrega Urcamp, anais da 14^a mostra de Iniciação Científica, RS, 2017. Disponível em: <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/congregaanaismic/article/view/1303/832>.

MEDEIROS, D. C et al. Melon seedling production with fish farming wastewater in different types of substrates and trays. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.5, n.2, p. 65-71, 2010.

MELO, L. A.; PEREIRA, G. A.; MOREIRA, E. J. C.; SILVA, E. V.; TEIXEIRA, L. A. F. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob 32 diferentes formulações de substrato. **Floresta e Ambiente, Seropédica**, v. 21, n. 2, p. 234-242, 2014.

OLADOSU, Y. et al. Genetic Diversity and Utilization of Cultivated Eggplant Germplasm in Varietal Improvement. **Plants**, v. 10, n. 8, p. 1714, ago. 2021.

ROSA-MARTÍNEZ, E. et al. Fruit composition profile of pepper, tomato and eggplant varieties grown under uniform conditions. *Food Research International*, v. 147, p. 110531, 1 set. 2021.

SANTOS, A. C. M et al. Produção de mudas de tomateiro cv. Drica sob substratos alternativos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n.4, p.1-12, 2015.

SANTOS, S. T et al. Qualidade de mudas de cultivares de tomateiro em função de soluções nutritivas de concentrações crescentes; Centro de Ciências Agrárias - UFR, Boa Vista, RR; **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 4, p. 326-333, 2016.

SIMÕES, D.; SILVA, R. B. G da.; SILVA, M. R da.; Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T.Blake. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 22, n. 1, p. 91-100. 2012.



FORRAGEM DE MILHO AQUAPÔNICO SOB DIFERENTES SUBSTRATOS ALTERNATIVOS³

Ian Almir Silva Gonçalves⁽¹⁾

Willy Vila Nova Pessoa⁽²⁾

Nemo Augusto Mões Côrtes⁽³⁾

⁽¹⁾ ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8433-9439>; Instituto Federal de Pernambuco. Estudante e pesquisador bolsista do CNPQ-AF, Brasil. E-mail: iasg2909@gmail.com.

⁽²⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5310-807X>; Instituto Federal de Pernambuco. Docente e pesquisador do LEA/IFPE, Brasil. E-mail: willy.vilanova@vitoria.ifpe.edu.br.

⁽³⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5864-5651>; Universidade Federal Rural de Pernambuco, Doutorando do PPGADT/UFRPE e pesquisador do LEA/IFPE, Brasil. E-mail: nemo.cortes@ufrpe.br.



INTRODUÇÃO

A aquaponia é um sistema multitrófico de plantas em contato direto com a água, integrado a criação de organismos aquáticos, em um sistema fechado que proporciona uma economia de até 90% se comparado a agricultura convencional (Somerville et al., 2014), além de não apresentar necessidade de utilização de solo, o que ocasiona numa melhor limpeza durante os tratamentos culturais e maior controle de invasores (Carneiro et al., 2015). A aquaponia é uma alternativa de diversificação da agricultura, pois possui conceitos fundamentais de aplicação ecológica, produtiva e sustentável uma vez que utiliza pequenos espaços em ambientes controlados, baixo uso de água, ausência do uso de agroquímicos e possui alta produtividade (Carneiro et al., 2015; Rakocy et al., 2006; Losordo & Westerman, 2006; Somerville et al., 2014; Goddek et al., 2019).

Uma ampla gama de culturas pode ser produzida de acordo com essa técnica de cultivo aquapônico, porém não há iniciativas para a utilização da técnica

ca para alimentação animal tal como ocorre na forragem hidropônica aplicada em ambientes onde o solo não é próprio para o cultivo, sendo uma opção que se destaca pelo curto ciclo de plantio, baixo custo de produção e alta produtividade (Santos et al., 2023).

O substrato utilizado na hidroponia condiz com as necessidades de cada planta para poderem se desenvolver de forma adequada, sendo assim, há diversos tipos de substratos que podem ser utilizados de forma efetiva (Chaves et al., 2020), tais como fibra de coco, vermiculita e argila expandida.

Uma das matérias-primas mais produzidas no Brasil é a cana-de-açúcar que chegou a marca de 610,1 milhões de toneladas produzidas na safra de 2022/23 de acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), esta produção gera resíduos que devem ser aproveitados para outros fins como a ração animal, a cogeração de energia elétrica, a produção de etanol de segunda geração e a produção de forragem de milho hidropônico contendo uma pureza em proteínas e nutrientes utilizado para alimentação animal, principalmente de ruminantes.

O Nordeste é atualmente responsável por cerca de 9% de toda produção nacional de cana-de-açúcar (CONAB), sendo Pernambuco produtor de 16 milhões de toneladas (IBGE), o resíduo excedente gerado por essa produção pode ser aproveitado como substrato para forragem hidropônica e aquapônica em larga escala.

Nesse contexto, a aquaponia posiciona-se como uma possibilidade produtiva frente à forragem hidroponia, pois não há estudos com aquaponia sob diferentes substratos alternativos em ambientes controlados sob iluminação artificial. Além do reaproveitamento de substratos como o bagaço da cana e a fibra de coco, esse estudo avaliará a germinação em aquaponia indoor.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de germinação de forragem de milho aquapônico nos substratos de bagaço de cana-de-açúcar, fibra de coco e ausência de substrato em sistemas de cultivo em bandejas em ambiente controlado com iluminação artificial.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no período de março a agosto de 2024 no Laboratório de Ecologia e Aquicultura (LEA), localizado no Instituto Federal de



Educação, Ciência e Tecnologia (IFPE campus Vitória de Santo Antão), Pernambuco, Brasil.

Foi utilizado um sistema acoplado (sem separação da parte vegetal com o cultivo de peixes) de aquaponia com um aquário de vidro (volume útil de 426 L), com sexto vidro (filtro mecânico e biofiltro integrado), com filtragem biológica com mídias de cerâmica utilizadas para colonizar bactérias que ajudam na decomposição da matéria orgânica proveniente das excretas dos peixes e produção de nitrato. Foram utilizadas uma bomba de aquário com vazão de 2.300 litros/h para recircular a água do sistema (HBO 450; ~45 W; Altura Manométrica: 2,10 m) e uma segunda bomba submersa de vazão 1.000 litros/h (Sarlo - SB1000C; 13E; Altura manométrica 2,00 m) para irrigar a mesa, onde estavam localizadas as bandejas experimentais, com ciclos contínuos de 15 minutos ligada e 30 minutos desligada. Para a iluminação foi instalado um painel Quantum Board 120W (Samsung lm301h; 1.188 $\mu\text{mol/s}$) para cultivo indoor, numa distância de 34 cm das bandejas experimentais, sendo ajustada para manter 40% (475,2 $\mu\text{mol/s}$) de seu nível de potência durante os 5 primeiros dias de experimento e nos 5 dias restantes ajustada para 70% (831,6 $\mu\text{mol/s}$) de nível de potência com auxílio de dimmer.

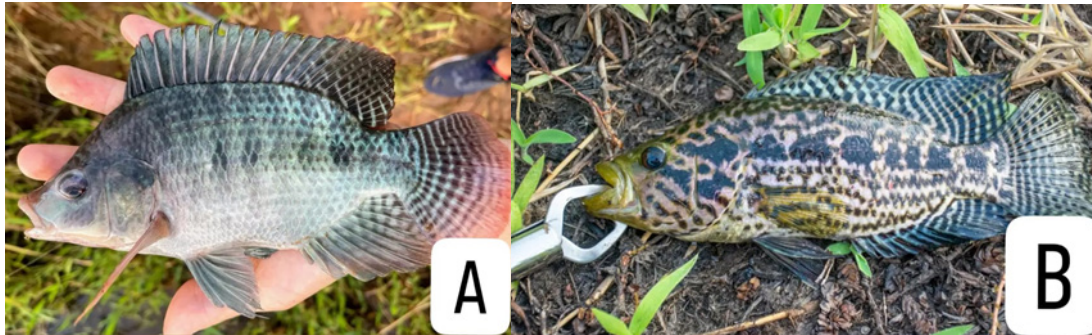
Os tratamentos avaliados foram: 1) bagaço da cana-de-açúcar (BCA); 2) fibra de coco (FC), 3) sem substrato (SS) em sistemas de bandejas de plástico com dimensões de 14,5 x 31,5 x 2 cm numa densidade de semeadura de 2,0 kg/m² segundo recomendações de Chaves et al., (2020). Os substratos utilizados foram obtidos em feira livre e em uma fazenda de agricultura familiar local (Vitória de Santo Antão-PE), passando por processos de lavagem e secos em estufa com circulação e renovação de ar (SL-102/150. SOLAB) a 65°C por 72h e então triturados com auxílio de triturador elétrico para obter uma menor granulometria.

Os grãos de milho (*Zea mays*) foram obtidos na Nutricampi (Vitória de Santo Antão-PE) e distribuídos em 3 tratamentos e 2 repetições, totalizando 6 unidades experimentais distribuídas num delineamento inteiramente casualizado sob iluminação artificial LED. Os tratamentos foram preparados com substratos com 2 cm de espessura e irrigados com água 24h antes do plantio. Os grãos de milho foram pesados e adicionados em recipientes com água para pré-germinação antes do plantio, de acordo com recomendações de Chaves et al., (2020).



O sistema foi povoado com peixes em policultivo com tilápias (*Oreochromis niloticus*) e jaguar (*Parachromis managuensis*) numa densidade de 4 kg/m³ (Figura 1).

Figura 1. Espécies utilizadas no sistema de forragem aquapônica, tilápia (*Oreochromis niloticus*) (A) e jaguar (*Parachromis managuensis*) (B).



Fonte: Willy Vila Nova

Os peixes foram cultivados com ração comercial (32% de proteína bruta – PB; Max Peixe - DuRancho) sob alimentação à saciedade (ad libitum) numa frequência alimentar de duas refeições por dia, de acordo com recomendações de Somerville et al., (2014).

Os grãos de milho foram germinados nos substratos em até 48 horas, mantendo uma temperatura do ar de 26,4 °C, temperatura da água de 25,4 °C e com 99% de umidade, depois contados a cada 24 horas para a determinação do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) até o 8º dia com fórmula sugerida por Maguire (1962): $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, em que IVG é o índice de velocidade de germinação; G1, G2, Gn é o número de plântulas germinadas, computadas na primeira, segunda, até a última contagem; N1, N2, Nn é o número de dias da semeadura à primeira, segunda até a última contagem. Além disso, o Tempo Médio de Germinação (TMG) foi determinado pela fórmula $TMG = (\sum Nn * Tt) / \sum Nn$, em que Nn é o número de sementes germinadas por dia; Tt é o tempo de incubação em dias (Labouriau, 1983).

Ao final dos 10 dias, os vegetais foram medidos para: altura da planta (cm), matéria fresca da raiz, caule, folha e total (MFR, MFC, MFF e MFT, respectivamente) e produção de volumoso (kg/m²) em balança digital. Assim como as



matérias secas das plantas, pesando a raiz, caule, folhas e o peso total (MSR, MSC, MSF e MST, respectivamente).

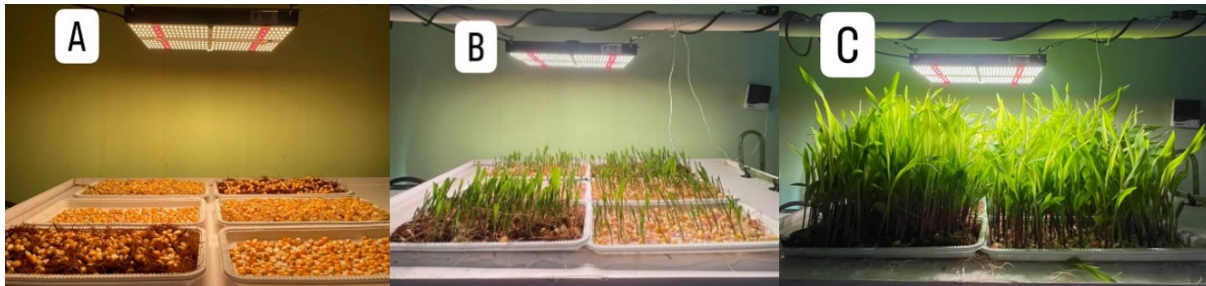
Diariamente em horário matinal foram avaliados a qualidade da água para a temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade elétrica (mS/cm) e pH com multi-parâmetro digital AKSO (Medidor multi-parâmetro modelo AK88, São Leopoldo-RS Brasil), além de testes colorimétricos duas vezes por semana (ALFAKIT®; Kit produtor, Florianópolis-SC, Brasil) para amônia total, nitrito (NO_3 -N) e nitrato (NO_2 -N).

A avaliação do crescimento vegetal foi testada para normalidade e organizados em tabela para a estatística descritiva utilizando do software Sisvar (versão 5.8). Após a essa fase, foram realizadas análises de variância de um caminho (ANOVA). O teste de Tukey para comparação de médias assume normalidade e homogeneidade dos dados (ZAR, 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A forragem aquapônica no presente estudo teve um crescimento satisfatório sem suplementação nutritiva até os 10 dias de experimento (Figura 2).

Figura 2. Sistema de aquaponia com LED: (A) Primeiro dia de plantio do milho aquapônico; (B) Quinto dia após o plantio; (C) Oitavo dia após o plantio.



Fonte: Autores

A forragem aquapônica cultivada em três diferentes substratos (fibra de coco, bagaço de cana-de-açúcar e sem substrato) não apresentaram dados-índice de velocidade de germinação (IVG) significativos entre si, assim como o tempo médio de germinação (TMG), o que indica que a diferença de substrato não interferiu na germinação dos grãos de milho (tabela 1).



Tabela 1. Médias dos índices de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de milho forrageiro aquapônico ao decorrer de 10 dias de plantio em diferentes substratos – fibra de coco (FC), bagaço de cana-de-açúcar (BCA) e sem substrato (SS).

SUBSTRATOS	IVG	TMG
FC	55,28 a	4,64 a
BCA	52,67 a	4,63 a
SS	43,61 a	4,80 a
CV (%)	6,82	4,59

*médias seguidas por letras idênticas não diferem pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autores

Apesar dos tratamentos não apresentarem diferença significativa entre si, o substrato de fibra de coco foi o que teve o maior nível de IVG, com 55,28.

Os substratos avaliados apresentaram valores médios de peso de matéria fresca da folha (MFF) semelhantes, não diferindo entre si no teste de Tukey (5%) (tabela 2). O tratamento de bagaço de cana-de-açúcar (BCA) obteve a maior média para matéria fresca da raiz (MFR), a ausência de substrato (SS) apontou a menor média, a fibra de coco não diferiu significativamente dos demais. Para matéria fresca do caule (MFC), tamanho da planta e produtividade, os tratamentos de fibra de coco e bagaço de cana-de-açúcar apresentaram as maiores médias, não diferindo entre si, a menor média foi observada no tratamento sem substrato.

Tabela 2. Distribuição de médias de peso (gramas) de matéria fresca da raiz (MFR), caule (MFC) e folha (MFF); tamanho da planta (centímetros) e produção de volumoso (kg/m²) de forragem de milho aquapônico cultivado em diferentes nos substratos de fibra de coco (FC), bagaço de cana-de-açúcar (BCA) e sem substrato (SS) após 10 dias de cultivo.

TRATAMENTOS	MFR	MFC	MFF	Tamanho da planta	Produção de volumoso (kg/m ²)
FC	305,53 ab	97,08 a	160,26 a	33,68 a	12,32 a
BCA	324,11 a	93,86 a	141,38 a	31,25 a	12,24 a
SS	219,66 b	62,45 b	71,41 a	25,28 b	7,74 b
CV (%)	8,6	4,96	18,0	17,9	8,7

* médias seguidas por letras idênticas, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autores



Na tabela 2, pode-se notar que a matéria fresca folha não apresentou diferença entre os tratamentos, mas é possível observar também que o tratamento sem substrato indicou cerca de 70 g abaixo dos valores dos outros dois substratos, mesmo não interferindo diretamente nestes fatores. O tamanho médio da planta variou de 25,18 a 33,68 cm, estando dentro da faixa previamente esperada para a densidade de semeadura aplicada (23,8 a 34,0 cm) obtida por Chaves et al., (2020) e superior ao tamanho obtido por Oliveira et al., (2017) com a utilização de substrato de cana-de-açúcar, 26,2 cm.

As médias de matérias secas obtidas após 72 h de secagem em estufa com circulação e renovação de ar (SL-102/150. SOLAB) à 65 °C não apresentaram diferença significativa para peso de caule (MSC) nos substratos de fibra de coco (FC) e bagaço de cana-de-açúcar (BCA), com o menor valor apresentado, foi encontrado no tratamento sem substrato (SS). Para a matéria seca da raiz, o bagaço de cana-de-açúcar obteve maior média, mas a fibra de coco não diferiu significativamente da mesma, nem do tratamento sem substrato, que apresentou a menor média. No substrato de fibra de coco observou-se a maior média de matéria seca da folha (MSF), o menor valor foi encontrado no tratamento sem substrato. O substrato de bagaço de cana-de-açúcar se mostrou semelhante aos outros dois substratos avaliados conforme a tabela 3.

Tabela 3. Médias de matéria seca da raiz em gramas (MSR), matéria seca do caule (MSC) e matéria seca da folha (MSF) obtidos após 72 h de secagem de forragem de milho em estufa a 65 °C, 10 dias após cultivo nos diferentes substratos.

SUBSTRATOS	MSR	MSC	MSF
FC	56,15 ab	4,69 a	11,74 a
BCA	60,2 a	5,15 a	10,74 ab
SS	40,24 b	3,47 b	5,53 b
CV (%)	7,59	5,84	15,78

*médias seguidas por letras idênticas não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autores

A matéria fresca total pesada no momento da colheita apresentou diferença significativa, sendo os substratos de fibra de coco e de cana-de-açúcar



as maiores médias obtidas, diferenciando-se do menor valor, encontrado no tratamento sem substrato. O maior valor de matéria seca total foi observado no bagaço de cana-de-açúcar e na fibra de coco, o menor valor foi observado no tratamento sem substrato, diferindo entre si, de acordo com a tabela 4. Para porcentagem de matéria seca total (PMST) as médias dos tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si.

Tabela 4. Matéria fresca total (MFT) (em gramas), matéria seca total (MST) (em gramas) e porcentagem de matéria seca total (PMST) de forragem de milho aquapônico cultivado em diferentes substratos

TRATAMENTOS	MFT	MST	PMST
FC	562,86 a	72,57 a	12,91 a
BCA	559,35 a	76,04 a	13,60 a
SS	353,52 b	49,24 b	13,91 a
CV (%)	8,7	7,73	3,0

*médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autores



O sistema manteve as variáveis de qualidade de água dentro do recomendado para aquaponia (SOMERVILLE et al., 2014), com exceção do nitrito, se manteve num nível alto, porém ainda no limite de um sistema RAS. As médias, valores máximos e mínimos e erro padrão (EP), estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Média (\pm Erro Padrão) dos valores de temperatura da água (T), umidade, oxigênio dissolvido (OD), pH, condutividade elétrica (CE), temperatura do ar (TA), amônia total (NH_3), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) obtidos durante 10 dias de cultivo e respectivos valores máximos e mínimos.

PARAMÊTROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA	Média \pm EP (min-máx)
T (°C)	25,95 \pm 0,16 (25,1-26,7)
Umidade (%)	92,10 \pm 2,95 (71-99)
OD (mg/L)	5,95 \pm 0,28 (4,2-7,0)
Ph	7,32 \pm 0,13 (6,81-7,95)

PARAMÊTROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA	Média±EP (min-máx)
CE (mS/cm)	666,45±5,50 (641-697)
TA (°C)	27,83±0,27 (26,4-29,1)
Amônia total (NH ₃)	0,25±0,00 (0,25-0,25)
Nitrito (NO ₂ -)	1,08±0,58 (0,5-2,8)
Nitrato (NO ₃ -)	35±8,60 (20-50)

Fonte: Autores

Segundo De Oliveira *et al.*, (2017), a utilização de 100% da água da aquaponia para fertirrigação do milho apresentou os melhores resultados em comparação aos tratamentos com porcentagens menores da solução nutritiva hidropônica. O sistema de recirculação de água (RAS) utilizado garantiu uma fertirrigação contínua e homogênea nos tratamentos, disponibilizando os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta. No presente estudo, a forragem aquapônica do milho também apresentou um crescimento satisfatório para ambos os tipos de substrato (bagaço da cana e fibra de coco) demonstrando uma eficiência do sistema no fornecimento dos nutrientes necessários para a forragem em ambiente controlado.

Para Borges *et al.*, (2020), que avaliou o índice de velocidade de germinação de cinco cultivares de milho em uma faixa de temperatura de 16 °C à 40 °C, constatando que altas temperaturas fazem com que as sementes germinem mais rapidamente, por aumentar a velocidade de absorção de água e atividades enzimáticas. Neste presente experimento com uma temperatura média de 27,83 °C foi possível obter uma média de índice de velocidade de germinação entre os tratamentos superior ao trabalho supracitado que utilizou câmaras B.O.D para a germinação (Biochemical Oxygen Demand) reforçando a efetividade do sistema aquapônico para a germinação e crescimento do milho sob iluminação artificial.

Os resultados obtidos para o crescimento das plantas corroboram com o trabalho de Chaves *et al.*, (2020) que destaca que o peso, altura e desenvolvimento da forragem de milho produzida pela aquaponia é influenciado pelo tipo de substrato e densidade. Babatunde *et al.* (2022) ao utilizarem casca de arroz,



cascalho e palmiste como substrato alternativo na aquaponia, apontaram que a natureza dos substratos afeta significativamente a germinação e produtividade da cultura. Ao observar os dados, percebe-se superioridade nos tratamentos que apresentam substrato em relação ao sem substrato, o que indica que os substratos analisados apresentam melhores características físico-químicas para produção de forragem de milho aquapônico. De acordo com Martinez (2006), a presença de microporos e macroporos é essencial para o armazenamento de quantidade necessária de água e ar, fundamentais para o pleno desenvolvimento das plantas. O substrato de cana e fibra de coco demonstram uma efetividade interessante na retenção de umidade, na porosidade e no baixo custo do material, os quais favorecem o desenvolvimento de forragem do milho (Figura 2).

No presente estudo, a produção da forragem de milho aquapônico (kg/m²) foi 12,31, 12,24 e 7,74 para o substrato de fibra de coco, bagaço de cana-de-açúcar e sem substrato, respectivamente, em 10 dias de cultivo. A produtividade encontrada nos tratamentos com substrato em aquaponia foram inferiores aos obtidos por De Sousa Rocha *et al.*, (2019), o qual foi produzido 16,58 kg/m² de forragem de milho hidropônica em substrato de casca de arroz em 15 dias de experimento. Esses resultados podem estar relacionados com a dose de luz utilizada no experimento em ambiente controlado em comparação com a forragem hidropônica convencional e não diretamente ao tipo de substrato. Porém, Santos *et al.*, (2023), utilizando um substrato diferente dos avaliados (serragem de madeira) obteve resultados inferiores de produção de massa verde (7,22 kg/m²) de forragem de milho crioulo evidenciando uma queda de produtividade de quase 50% ao demonstrado por Rocha *et al.* (2019) e, menor que o presente estudo quando na ausência de substrato (7,74 kg/m²). Essa queda de produtividade pode estar associada às características peculiares do milho crioulo e à sua expressão genética para o crescimento em um ambiente diferente do aquapônico.

A utilização da aquaponia remonta da década de 1970 quando os primeiros testes de produção foram realizados para variedades do tomate (*Lycopersicon esculentum*) e o cultivo do bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) demonstrando uma vantagem produtiva da utilização da técnica à agricultura convencional (Lewis *et al.*, 1978). Embora a técnica de aquaponia funcione ainda há muito o que desenvolver em termos de conhecimento nutritivo e do balanço de macro e micronutrientes na água de cultivo. De acordo com Palm *et al.*, (2018),



de uma forma geral, a aquaponia através dos efluentes gerados da aquicultura produz mais da metade dos nutrientes que sustentam o crescimento ótimo das plantas, sendo, portanto, necessário suplementações pontuais de acordo com a cultivar e sua fase de cultivo, tecnologia aplicada na produção desses efluentes provenientes dos peixes principalmente quando prospectamos uma produção aquapônica para forragem do milho em escala industrial. Apesar da necessidade de estudos direcionados a aquaponia a tecnologia é reconhecida como uma das “dez tecnologias que podem mudar as nossas vidas” pelo Parlamento da União Europeia (EU) (Van Woensel *et al.*, 2015) demonstrando ser uma tecnologia com potencial para o futuro sustentável da agricultura.

CONCLUSÃO

Em condições ideais para cultivo, a forragem de milho aquapônico cultivado em fibra de coco se manteve com as maiores médias nos parâmetros avaliados em comparação com os outros substratos testados (tempo de germinação, tamanho de planta, peso de matéria fresca e seca). O cultivo em bagaço de cana-de-açúcar não se mostrou diferente significativamente em comparação a fibra de coco em nenhum dos parâmetros, podendo-se dizer que manteve uma produção estatisticamente igual à fibra de coco, sendo, portanto, uma alternativa a esse substrato.

O cultivo sem substrato por sua vez indicou uma germinação igual aos demais tratamentos, porém com médias significativamente menores para o tamanho da planta, produtividade, a matéria fresca e matéria seca, indicando que a ausência de substrato, após a emergência das plantas, impacta negativamente o seu desenvolvimento em crescimento.

Com este trabalho, podemos concluir que a utilização de bagaço de cana-de-açúcar como substrato para forragem aquapônica se mostrou tão eficaz quanto a fibra de coco, podendo ser aplicada para produção e pesquisas posteriores em ambientes controlados. Além disso, a utilização do bagaço de cana-de-açúcar representa uma maneira ecológica e sustentável no uso de substratos de baixo custo e de alta eficiência produtiva em aquaponia com uma produção de massa fresca de até 122,4 t/ha⁻¹.



REFERÊNCIAS

BABATUNDE, Taofik Ademola et al. Response of germination and seedling growth of Jute plant (*Corchorus olitorius* L.) on three different substrates in the tilapia aquaponic system. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 10, p. 100366, 2022.

BORGES, Alexandre Morais et al., Germinação de cultivares de milho em diferentes temperaturas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 58993-59002, 2020.

CARNEIRO, P.C.F., MORAIS, C.A.R.S, NUNES, M.U.C., MARIA, A.N., FUJIMOTO, R.Y. Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2015. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros: ISSN 1678-1937, 189). 27 p. 2015.

CHAVES, J. DA SILVA.; LEAL, M. L. DE ARAÚJO.; ALVES, R. N.; RODRIGUES, T. G. Avaliação da produtividade de milho hidropônico sobre substrato de bagaço de cana-de-açúcar. **Braz. Ap. Sci. Rev.**, Curitiba, v. 4, n. 4, p. 2236-2247 jul/ago. 2020.

DE OLIVEIRA, Débora Maria Dutra et al., PRODUÇÃO DE FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO USANDO AQUAPONIA. **Revista Acta Kariri-Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 2, n. 1, 2020. HIDROPÔNICA USANDO AQUAPONIA. *Revista Acta Kariri-Pesquisa e Desenvolvimento*, v. 2, n. 1, 2020.

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

LEWIS, W.M. et al. Use of hydroponics to maintain quality of recirculated water in a fish culture system. **Transactions of American Fisheries Society**, 1978. v. 107, n. 1, p. 92-99,

LOSORDO, T.M.; WESTERMAN. P.W. An analysis of biological, economic, and engineering factors affecting the cost of fish production in recirculating aquaculture systems. **Journal of the World Aquaculture Society** 25:193-203, 2007.

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

MARTINEZ, Herminia Emilia Prieto; DA SILVA FILHO, Jaime Barros. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. UFV, 2006.

PALM, Harry; KNAUS, Ulrich; APPELBAUM, Samuel; GODDEK, Simon; & STRAUCH, Sebastian; VERMEULEN, Tycho; JIJAKLI, M; KOTZEN, Benz. Towards commercial aquaponics: a review of systems, designs, scales and nomen-



clature. **Aquaculture International**. 26. 2018. Disponível em: 10.1007/s10499-018-0249-z. 2018.

RAKOCY, J. E.; LOSORDO, T. M.; MASSER. M. P., Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics - Integrating fish and plant culture. **Southern Reg. Aquaculture Center Publications** No. 454. 2006.

ROCHA, R.J.S.; Salviano, A.A.C.; Azevêdo Alves, Arnaud; Neiva, Jose; Lopes, J.B.; Silva, L.R.F. 2014. Produtividade e Composição Química da Forragem Hidropônica de Milho em Diferentes Densidades de Semeadura no Substrato Casca de Arroz. **Revista Científica de Produção Animal**. 16. 25-31. 10.15528/2176-4158/rcpa.v16n1p25-31.

SANTOS, Emily; ALMEIDA, Rainere; SILVA, Roberta; et. al. Creole corn seed promotes increase in production and nutritional aspects in hydroponic forage. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.24, p. 01-10, 2023/2021, 2023.

SOMERVILLE, C. et al., Small-scale aquaponic food production - Integrated fish and plant farming. Rome: FAO, 2014.

VAN WOENSEL, L. Ten technologies which could change our lives: potential impacts and policy implications, **EPRS: European Parliamentary Research Service**. Belgium. 2015. Disponível em: <https://policycommons.net/artifacts/1336663/ten-technologies-which-could-change-our-lives/1944025/>. Acesso em: 07 de nov 2023.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**, 2nd edn. Prentice Hall, Englewood Cliffs. 1984.



EFEITO DA COPAÍBA SOBRE A PÓS-COLHEITA EM FRUTOS DO TOMATEIRO⁴

Ana Cléia Barbosa de Lira⁽¹⁾

Alverlan da Silva Araújo⁽²⁾

Alex Teófilo da Silva⁽³⁾

Rubens Pessoa de Barros⁽⁴⁾

Jhonatan David Santos das Neves⁽⁵⁾

João Gomes da Costa⁽⁶⁾

⁽¹⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7784-3266>; Universidade Federal de Alagoas-Campus Arapiraca/Mestre, BRASIL. E-mail: anna.kleia@hotmail.com

⁽²⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7784-3266>; Universidade Federal de Alagoas/Doutorando, BRASIL. E-mail: alverlanaraujo134@gmail.com.

⁽³⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5250-4997>; Universidade Federal de Alagoas/Doutorando, BRASIL. E-mail: alex.teofilo@arapiraca.ufal.br.

⁽⁴⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0140-1570>; Universidade Estadual de Alagoas/Professor e pesquisador, BRASIL. E-mail: peessoarubens@gmail.com.

⁽⁵⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1558-6430>; Universidade Estadual de Alagoas/Professor-Pesquisador, BRASIL. E-mail: jhonatan.david@uneal.edu.br.

⁽⁶⁾ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0761-0755>; Embrapa Alimentos e Territórios/Pesquisador e docente, BRASIL. E-mail: joao-gomes.costa@embrapa.br



INTRODUÇÃO

O fruto do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é versátil, consumido *in natura* ou processado, entretanto, por possuir vida-de-prateleira limitada e curto período de produção agrícola, o consumo mais frequente se dá na forma de produtos processados. O Brasil, além de um grande consumidor, também é um dos maiores produtores de tomate (IBGE 2022).

⁴ DOI: <https://doi.org/10.48016/xivenccultgt1cap4>

Tradicionalmente, o cultivo do tomateiro é considerado muito vulnerável a ocorrências de pragas e doenças, tornando-se altamente exigente em tratamentos culturais, do plantio à colheita, interferindo significativamente no resultado da produção e qualidade dos frutos (EMBRAPA, 2012).

Desta forma, frente ao volume de produção e geração de empregos, o tomate está entre uma das espécies mais importantes, dentre as hortaliças, está presente na alimentação da maioria dos brasileiros. A maior parte do produto é consumido de forma in natura (cerca de 65%) e 35% dos frutos são destinados ao processamento industrial para obtenção de seus derivados (Rocha, 2020).

Ainda que apresente alta produtividade, aproximadamente 21% da produção sofre algum tipo de dano que impossibilita sua comercialização. Com elevado teor de água, esse fruto torna-se bastante suscetível às perdas pós-colheita. Frutos excessivamente maduros podem ser danificados com facilidade e iniciam a deterioração rapidamente com perda de peso, amolecimento e podridões (Ranieri et al., 2015).

Vários métodos são utilizados para controle de doenças em pós-colheita de frutos de tomate. Com a crescente restrição ao uso de fungicidas, por questões de segurança alimentar e impacto ambiental, tem-se estimulado o uso de métodos alternativos para controle de doenças pós-colheita e melhor tempo de vida dos frutos para comercialização.

Na perspectiva de reduzir as doenças de pós-colheita sem o uso de agrotóxicos, algumas substâncias naturais com propriedades antimicrobianas e antifúngicas possuem potencial para serem adotadas. Entre os produtos alternativos encontram-se extratos de plantas aromáticas e medicinais, revestimentos com compostos antimicrobianos, quitosana, óleos essenciais, bem como os extratos de própolis e preparados homeopáticos. Esses produtos capazes de exercer atividades antifúngica e antibacteriana vêm se destacando por apresentarem eficiência no controle de microrganismos e por serem pouco tóxicos ou atóxicos (Ali, Wei e Mustafa, 2015; Oliveira et al., 2017).

Os autores Ranieri et al. (2015) mostraram que substâncias presentes nas plantas medicinais são eficientes no controle de doenças e na conservação e melhoria da qualidade pós-colheita do tomate.



A exemplo tem-se o óleo essencial de copaíba, quando aplicado na agricultura, apresentou um controle satisfatório dos fungos *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsi*, *Macrophomia phaseolina*, *Bipolares sorokiniana* e em *Colletotrichum gloeosporioides*, mostrando uma ampla atividade antifúngica (Francisco, 2012).

De acordo com estudos de Francisco (2012), o óleo extraído da copaíba pode ser dividido em óleo-resina, que responde por cerca de 60% do óleo natural, e em óleo essencial, que fica diluído no óleo-resina.

Os óleos essenciais têm sido apontados como potentes fungicidas e inseticidas naturais, principalmente no controle de fitopatógenos, ressaltando a importância dos mesmos como pesticidas alternativos, biodegradáveis e não-tóxicos, além de ser de baixo custo e fácil aquisição (Silva, 2016).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de óleos essenciais de copaíba na conservação e qualidade pós-colheita de tomate de mesa TY-2006 na região Agreste de Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no laboratório do Polo Tecnológico Agroalimentar de Arapiraca, utilizada a variedade de tomate TY-2006, pelo fato de que esta variedade é uma das mais consumidas no Nordeste.

Os frutos de tomateiro foram obtidos de produtores locais, classificados quanto à ausência de danos mecânicos e ataques de possíveis patógenos, higienizados em solução de hipoclorito de sódio a 2% por 1 minuto, secos com auxílio de papel toalha e realizada a avaliação física de massa fresca (g) dos frutos de cada tratamento. Em seguida, os frutos foram imersos nas soluções preparadas dos óleos essenciais, com exceção do tratamento controle, no qual foram apenas lavados com a solução clorada.

Para o preparo das soluções, foi utilizado Tween 80; surfactante não iônico e emulsificante derivado do sorbitol, o qual é obtido de diversos tipos de frutas, utilizado como dispersante para misturar água e solubilizar fragrâncias e óleos essenciais.

Após imersão, oito frutos foram dispostos em bandejas de isopor devidamente identificadas e mantidos em temperatura ambiente, durante todo



o processo de observação e análises. Foram utilizados 32 tomates para cada tratamento, distribuídos 8 frutos em cada bandeja, totalizando 128 frutos para cada tratamento.

A temperatura foi verificada fazendo uso de um termômetro interno com higrômetro, (PROHYGRO+ mod GH-A-095), ou seja, capaz de aferir a temperatura e umidade relativa do ar, de 0 °C a 50 °C e 25% UR a 90%UR respectivamente.

O experimento seguiu um delineamento inteiramente ao acaso, em um esquema fatorial (2 x 5), sendo 2 soluções dos óleos de Copaíba (*Copaifera officinalis*), copaíba destilada e Copaíba balsâmica, adquiridos comercialmente, produzidos por (terraflor AROMATERAPIA ®) diluídos em Tween 80 a 1% de maneira a obter uma concentração de 1%, 3%, 5%, 7%. Além desses tratamentos, teve o tratamento controle (sem aplicação dos óleos essenciais) e do Tween 80 a 1% respectivamente, com quatro repetições.

A qualidade pós-colheita dos frutos foi determinada aos 0, 5, 10 e 15 dias após a imposição dos tratamentos. As características físico-químicas foram avaliadas quanto: a mudança de coloração da epiderme, perda de massa, firmeza de frutos, teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável total e pH, seguindo a metodologias definidas pelo Instituto Adolfo Lutz (Zenebon, Pascuet, Tigela; 2008).

O resultado do pH foi determinado através do pHmetro digital. A acidez total titulável (ATT) foi obtida por volumetria potenciométrica, na qual 10g de amostra foram tituladas com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, e os resultados expressos em g de ácido cítrico por 100g de amostra, ainda segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (Zenebon, Pascuet, Tigela; 2008).

A determinação dos sólidos solúveis totais (SST), foi obtida colocando 2 gotas do suco de tomate no prisma do refratômetro digital, ajustando o aparelho e colocando-o em direção à luz fazendo a leitura diretamente em escala (Brix), para este experimento foi utilizado um refratômetro da marca (Vodex, modelo Vx032sg).

Para a determinação da firmeza dos frutos, foi empregado um penetrômetro digital de frutas INSTRUTHERM ® mod PTR 500) para dureza de frutas 0; 2; kgf/cm². Os resultados foram obtidos a partir de três amostras diferentes de tomate de cada tratamento, escolhidas de forma aleatória.



A avaliação da aparência visual dos frutos foi feita por um único avaliador. As notas foram atribuídas a cada um dos frutos baseando-se na escala de notas para frutos de tomate proposta por Artés et al. (1998), em que: (0) extremamente fraca; (1) fraca; (2) razoável (limite para consumo); (3) boa (limite de comercialização); (4) muito boa; (5) excelente. O índice de maturação de cada fruto é obtido em escala do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Brasil, 1995), que determina: verde maduro (a área superior do tomate começa a ficar amarela); quando assume uma cor entre amarelo e rosa (entre 10% e 30% da superfície do fruto) pintada (uma vez); rosa, quando o fruto fica vermelho (entre 30% e 60%); vermelho, indicando a amostra (60% a 90% da superfície do fruto vermelho) entre; vermelho maduro quando o fruto atinge mais de 90% da sua superfície vermelha.

Os resultados das análises físico-químicas e das avaliações de maturação, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Os dados quantitativos como concentração foram submetidos à análise de regressão para determinar a melhor dose. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico GENES (Cruz, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 encontram-se os resultados das análises físico-químicas do tomate submetido a diferentes níveis de concentrações de extrato balsâmico de copaíba de acordo com a referida (tabela 1), é possível notar que houve diferença significativa para a variável perda de massa, onde os dois tratamentos com maiores níveis de inclusão do extrato balsâmico de copaíba apresentaram menores porcentagens de perda de massa, sendo 4,44% de perda ao nível de inclusão de 5% e 4,07% de perda quando submetido a 7% de inclusão do extrato balsâmico de copaíba. O tratamento controle apresentou a maior porcentagem de perda de massa sendo de 6,29%, seguido de 5,18% e 5,45% para os níveis de 1 e 3% de inclusão da copaíbabalsâmica, respectivamente.



Tabela 1 – Análises físico-químicas realizadas em frutos após a aplicação de diferentes concentrações de extrato balsâmico de copaíba

Copaíba balsâmica (%)	Perda Massa (%)	Firmeza frutos(N)
0	6,29 a	3,85 a
1	5,18 a	3,19 b
3	5,45 a	3,25 b
5	4,44 b	3,51 a
7	4,07 b	3,57 a

Médias seguidas da letra “a” não diferem da testemunha pelo teste de Dunett (P<0,05).

Sabe-se que quanto menor a porcentagem de perda de massa, maior o rendimento do fruto, ou seja, mais pesado é o mesmo, desta forma, ao se vender o mesmo a quilo, maior o lucro do produtor.

Comportamento semelhante foi encontrado por Araújo Neto et. al. (2014), que ao avaliar o pós-colheita do maracujazeiro-amarelo, observou que com a aplicação de óleo de copaíba, nas concentrações de 0,25%, 0,50% e 1%, a perda de massa foi menor em relação ao tratamento controle, sendo respectivamente 33,75, 40,62 e 36,12%.

Já para a firmeza dos frutos, constata-se que as concentrações (ou níveis) de 1 e 3% do extrato de copaíba proporcionaram frutos menos firmes, isso está ligado ao fato de ter havido maiores perdas de massa. O tratamento controle apresentou o valor de 3,85, seguido dos tratamentos com 5 e 7% de inclusão que apresentaram valores de 3,51 e 3,57 respectivamente.

Desta forma, percebe-se que nos dois primeiros níveis de inclusão do extratobalsâmico de copaíba, houve uma diminuição na firmeza dos frutos, isso pode ser explicado pelo fato de que o amadurecimento do tomate envolve vários eventos fisiológicos coordenados que leva a mudanças na firmeza da polpa, sendo essas características altamente influenciadas pela temperatura à qual os frutos estão expostos, (Silva, 2016). No entanto, a copaíba a 1 e 3% funcionam como um mecanismo que reduz os efeitos fisiológicos do amadurecimento dos frutos. Para sólidos solúveis totais, não houve diferença significativa entre os



tratamentos, com valores variando de 3,88 (concentração de 7% de copaíba) a 3,98 (controle).

Na (tabela 2) a seguir, encontram-se os resultados das análises físico-químicas do pH, SST, ATT e SST/ATT, realizadas em frutos após a aplicação de diferentes concentrações de extrato balsâmico de copaíba.

Constata-se que para pH apenas o tratamento com 3% de copaíba apresentou diferença em relação ao controle. Os resultados variaram de 4,34 a 4,43. Segundo Machado et al. al. (2007), para que haja segurança a fim de evitar a proliferação de microrganismos, é necessário que o pH seja inferior a 4,5, assim sendo, os valores médios de pH encontrados nesta pesquisa estão em conformidade com as exigências sanitárias.

Tabela 2 - Análises físico-químicas do pH, SST, ATT e SST/ATT, realizadas em frutos após a aplicação de diferentes concentrações de extrato balsâmico de copaíba.

Copaíba (%)	pH	SST	ATT	SST/ATT
0	4,40	3,72	0,69	5,39
1	4,36	4,02*	0,64	6,28*
3	4,34*	3,78	0,69	5,48
5	4,43	3,91	0,72	5,43
7	4,37	3,92	0,68	5,76

* Sólidos solúveis totais (SST), Acidez total titulável (ATT).

* Média com asterisco apresenta diferença significativa do controle (concentração zero) pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade

Já para SST, apenas o tratamento com 1% de copaíba é que se diferenciou do controle. Os valores variaram de 3,72 (controle) a 4,02 Brix (1% de copaíba). Nesta premissa, um dos fatores que podem afetar no teor de SST são as reações que causam o amadurecimento. Onde estas desencadeiam a hidrólise do amido elevando os níveis de açúcares simples, influenciando também na mudança de cor devido à decomposição da clorofila destacando a cor dos outros pigmentos, como licopeno e V-caroteno, de certo que, quanto maior o teor de SST (Brix) maior será o rendimento a nível industrial, (MACHADO et al., 2017). Assim, o



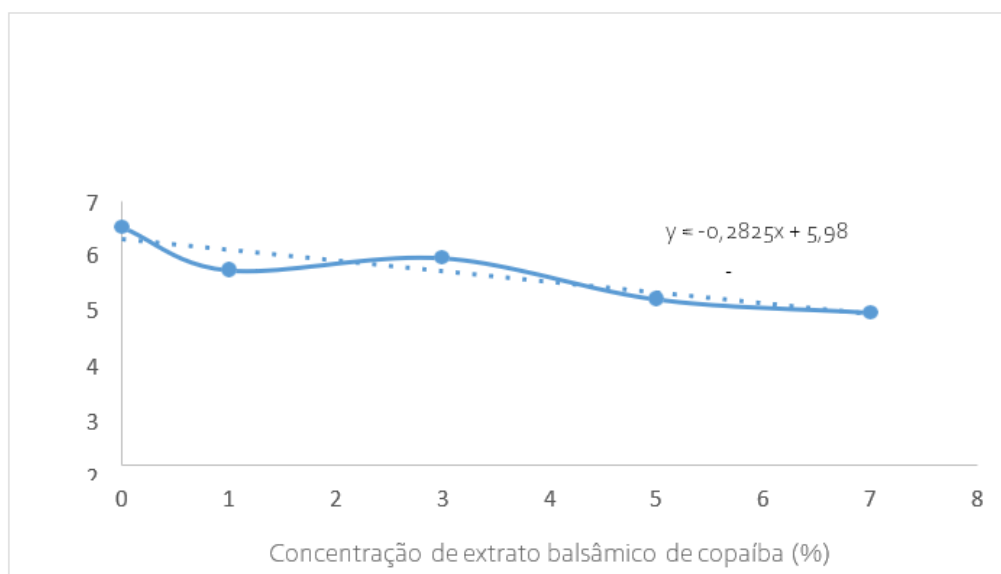
tratamento com 1% de copaíba apresenta-se promissor em relação aos demais por ter proporcionado maior valor de brix.

Em relação à ATT, não houve diferença entre os diferentes tratamentos, os quais variaram de 0,64 até 0,72, estando dentro dos valores aceitáveis que, segundo Peixoto (2017), a qualidade dos frutos está associada à quantidade de acidez titulável acima de 0,32.

Entretanto, verificou-se diferença para a relação SST/ATT em que o tratamento com 1% de copaíba mostrou diferença em relação ao controle. Neste sentido, Peixoto (2017) ressalta que a relação SST/ATT é um importante indicador do sabor do produto, de certo que o equilíbrio desses dois fatores (doce e ácido) dos alimentos vai influenciar na escolha do consumidor. Corroborando com isso, Machado et al. (2017) destacam que quanto maior a relação SST/ATT maior o equilíbrio entre o açúcar e o ácido, resultando em um sabor suave.

Na (Figura 1) é apresentado o efeito de diferentes concentrações do extrato balsâmico de copaíba sobre a perda de massa no pós-colheita de tomate. Verifica-se que o óleo essencial de copaíba alterou de forma linear a perda de massa dos frutos de tomate. A máxima eficiência da aplicação do óleo de copaíba ocorre na concentração de 24,45%.

Figura 1. Efeito de diferentes concentrações de extrato balsâmico de copaíba sobre pós-colheita de tomate.



Os resultados relacionados à qualidade do tomate de mesa TY-2006 encontram-se no Quadro 1, e os resultados dos estádios de maturação na tabela 3. Em função do tempo de armazenamento após a aplicação de diferentes concentrações de extrato balsâmico de copaíba, ao período final de 15 dias.

Os Frutos do tratamento da inclusão de 5% da copaíba balsâmica, foram os que apresentaram resultados mais promissores em relação as demais dosagens utilizadas, uma vez que, chegaram ao final do experimento com a epiderme totalmente avermelhada, e sem sinais de deterioração, permitindo serem ainda comercializados ou consumidos. Como visto até aqui, é importante levar em consideração a parte externa do tomate, pois é a primeira característica que chama a atenção do consumidor, despertando ou não o seu interesse pelo produto.

Em relação à avaliação da qualidade, tem-se no quadro abaixo as notas obtidas para cada tratamento ao final dos 15 dias de observação, as quais são relevantes para avaliar a aparência final dos frutos, no que diz respeito à cor, textura, ausência de danos mecânicos ou por insetos.

Verifica-se que a concentração da própolis a 5%, apresentando nota 4, caracterizando como aparência boa do fruto, confere ao fruto qualidade da cor, frescor e textura que implicará em mais dias de vida-de-prateleira, além de vantagem para comerciante e consumidor. Os demais tratamentos não apresentaram resultados satisfatórios em relação à qualidade, com notas 2 e 3, que limitam a comercialização dos frutos.

Quadro 1. Notas de qualidade atribuídas ao final do experimento, para cada tratamento com extrato de copaíba balsâmica

Notas para classificação da qualidade do tomate	Controle	Cop. B1%	Cop. B3%	Cop. B 5%	Cop. B 7%
Extremamente fraca -0					
Fraca - 1					
Razoável - 2 (limite para consumo)	X		X		
Boa - 3 (Limite para comercialização)		X			X
Muito boa - 4				X	
Excelente - 5					



Tabela 3 - Estádios de maturação do tomate de mesa TY-2006, em função do tempo de armazenamento após a aplicação de diferentes concentrações de extrato balsâmico de copaíba, ao período final de 15 dias.

Escala de cor para classificação do tomate	Controle	C. Balsâmica 1%	C. Balsâmica 3%	C. Balsâmica 5%	C. Balsâmica 7%
Verde 1-4	0	0	0	0	0
Rosado 4-6	0	1	0	5	4
Vermelho Maduro 5-9	8	15	19	15	10
Molho 10-12	23	16	12	12	18
Eliminados	1	0	1	0	0
Total	32	32	32	32	32

Os números correspondem a quantidade de frutos que se mantiveram em cada tratamento ao final do experimento, (exceto os eliminados).

CONCLUSÕES

O extrato de copaíba balsâmico nas concentrações de 5 e 7% proporcionaram menores perdas de massa dos frutos de tomate.

A concentração do extrato balsâmico para se obter a melhor resposta em relação à perda de massa seria de 24,45%.

A concentração de 5% do extrato balsâmico de copaíba proporcionou frutos considerados como de muito boa qualidade com relação à aparência.

REFERÊNCIAS

ALI, A.; WEI, Y. Z.; MUSTAFA, M. A. Exploiting propolis as an antimicrobial edible coating to control post-harvest anthracnose of bell pepper. **Packaging Technology and Science**, v. 28, n. 2, p. 173-179, 2015.

ARAUJO NETO, S. E. de et al. Controle pós-colheita da antracnose do maracujazeiro: amarelo com aplicação de óleo de copaíba. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 509-514, June

CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, 38(4):547-552. 2016.

Embrapa. Agência Embrapa de Informação Tecnológica (Brasília – DF). Desenvolvimento e adaptação de tecnologias de irrigação para uso eficiente da água



no tomateiro cultivado em sistema orgânico. 2012. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tomate/arvore/CONT000fa2qor2r02wx5eo-01xezlsbj4uen4.html#>>

FRANCISCO, W. M. **Controle da antracnose do maracujazeiro amarelo com aplicação de óleo de copaíba**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Rio Branco: UFAC, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de Tomate no Brasil**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br>

MACHADO, R. F. C. et al. Óleos essenciais na qualidade e no controle de podridões pós-colheita em tomate. **Revista de Ciências Agroambientais**. Universidade de Mato Grosso, v. 15, n. 1, p. 30-42, 2017.

OLIVEIRA, J. S. B. et al. Homeopatas de óleos essenciais sobre a germinação de esporos e indução de fitoalexinas1. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 48, p. 208- 215, 2017. pp. 208-215. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170024>>. Acesso 11 Nov. 2021.

PEIXOTO, J. V. M. et al. Tomaticultura: Aspectos morfológicos e propriedades físico- químicas do fruto. **Revista Científica Rural**, v. 19, n. 1, p. 96-117, 2017.

RANIERI, E. et al. Utilização de compostos bioativos de plantas medicinais na pós-colheita de tomate. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.14, n. 3, p. 160-165, 2015.

ROCHA, N. E. P. **Revestimentos alternativos para conservação pós-colheita do tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**. 2020. 55. Dissertação (Mestrado em Olericultura) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Morrinhos, 2020.

SILVA, M. H. de M. Óleos **essenciais de *Croton adamantinus* Müll Arg. e *C. grewoides* Baill. (*Euphorbiaceae*)**: composição química e atividades antibacteriana e Antioxidante. 2016. 64. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. 2020.



PREFERÊNCIA ALIMENTAR DE *AGRAULIS VANILLAE VANILLAE* (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) EM GENÓTIPOS DE *PASSIFLORA* SPP. ⁵

Sabrina Barros do Nascimento Rocha⁽¹⁾

Lavínia Vitória dos Santos⁽²⁾

Janyne Joyce de Lima Rocha⁽³⁾

Jessica Mariana Silva Costa⁽⁴⁾

Lílian Renata Alves Farias⁽⁵⁾

Mariana Oliveira Breda⁽⁶⁾



⁽¹⁾ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8624-0994>; Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (UFAL-CECA), Graduanda em agronomia, Brasil. E-mail: Sabrina.rocha@ceca.ufal.br.

⁽²⁾ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6888-7594>; Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (UFAL-CECA), Graduanda em agronomia, Brasil. E-mail: vitorialavinia11@gmail.com.

⁽³⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1765-0459>; Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (UFAL-CECA), Doutoranda em Proteção de Plantas, Brasil. E-mail: janyne.jlr2@gmail.com.

⁽⁴⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9448-7515>; Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (UFAL-CECA), Doutoranda em Proteção de Plantas, Brasil. E-mail: jessica_mariana123@hotmail.com

⁽⁵⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3317-9353>; Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (UFAL-CECA), Doutoranda em Proteção de Plantas, Brasil. E-mail: lilian_lraf@hotmail.com

⁽⁶⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1265-957X>; Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (UFAL-CECA), Professora Dra., E-mail:mariana.breda@ceca.ufal.br

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro, pertencente ao gênero *Passiflora*, é uma cultura de ampla distribuição geográfica, abrangendo cerca de 400 espécies (Bernacci et al.,

2003). O Brasil se destaca como o maior produtor mundial desse fruto, com aproximadamente 44 mil hectares e 683,9 mil toneladas produzidas em 2021 (EMBRAPA, 2021). As variedades de maracujá mais cultivadas são *Passiflora edulis* Sims (maracujá azedo) e *Passiflora alata* Curtis (maracujá doce). As espécies da família Passifloraceae têm relevância econômica e social no país, devido ao seu uso diversificado, que inclui características alimentares, ornamentais e medicinais. No entanto, seu principal uso é na alimentação humana, seja na forma in natura, sucos, doces, geleias, sorvetes ou licores. Ademais, as flores ornamentais conferem valor adicional, sendo utilizadas pelas propriedades calmantes da passiflorina, um sedativo natural encontrado nos frutos e nas folhas (Costa; Tupinambá, 2005).

O gênero *Passiflora*, com sua diversidade, abriga uma variedade de artrópodes fitófagos capazes de causar danos econômicos, incluindo a diminuição da produção de frutos e, em casos extremos, o comprometimento da sobrevivência das plantas (Brandão et al., 1991). De acordo com Fancelli (1994), entre os insetos-praga do maracujazeiro destacam-se as moscas-das-frutas, a broca-do-maracujazeiro, os pulgões, as vaquinhas, os percevejos e as lagartas desfolhadoras.

A lagarta *Agraulis vanillae vanillae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae) é uma praga secundária que se distingue de *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae) pelo hábito solitário, o que torna sua magnitude de danos menor, exceto em casos de elevada densidade populacional (Fancelli & Mesquita, 1998). Contudo, há uma escassez de estudos relacionados à sua preferência alimentar em *Passiflora spp.* Entender essa preferência é fundamental para identificar genótipos mais resistentes ao ataque de lagartas, o que pode contribuir para a adoção de estratégias de manejo integrado (Silva, 2019).

Diante disso, a seleção de genótipos de maracujazeiro visando à resistência a pragas ainda é pouco explorada no Brasil, devido à escassez de pesquisas que relacionem resistência a essa espécie de lepidóptero. Ressalta-se, assim, a necessidade e importância de estudos a respeito do nível de resistência dos materiais existentes, para que possam ser utilizados no manejo de pragas nessa cultura (Penna et al., 1989).



Assim, este estudo teve como objetivo identificar, em condições de laboratório, a preferência alimentar de lagartas de *A. v. vanillae* em genótipos de maracujazeiro, utilizando um teste com chance de escolha.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia Agrícola e Florestal (LEAF) do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), situado no município de Rio Largo -AL.

Obtenção de lagartas de *Agraulis vanillae vanillae* (Lepidoptera: Nymphalidae)

As posturas foram coletadas em campo e transportadas para o laboratório, onde foram mantidas em condições controladas de temperatura (25 ± 1 °C), umidade relativa do ar ($60 \pm 10\%$) e fotoperíodo de 12 horas. As posturas foram desinfetadas em hipoclorito de sódio a 1,0% e lavadas em água destilada. Posteriormente, foram acomodadas sobre papel-filtro umedecido dentro de placas de Petri de 9,5 cm de diâmetro, onde permaneceram até a eclosão das lagartas. Após a eclosão, as lagartas foram mantidas no laboratório, alimentando-se de folhas de *Passiflora edulis* (maracujá azedo), higienizadas com hipoclorito de sódio a 1%, provenientes de um plantio do CECA, até atingirem o 5º instar.

Bioensaio de preferência alimentar com chance de escolha

Para este experimento, folhas de *P. edulis* e *Passiflora alata* foram coletadas em um plantio do CECA e higienizadas com hipoclorito de sódio a 1%. Após a secagem, foram recortados discos foliares de 4,62 cm² de cada genótipo, dispostos de forma equidistante em placas de Petri de 20 cm de diâmetro e 2 cm de altura, forradas com papel-filtro umedecido. No centro de cada placa de Petri, foi liberada uma lagarta de 5º instar, que haviam sido previamente submetidas a 24 horas de jejum.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com 5 repetições e 9 tratamentos, correspondendo aos tempos de 1, 3, 5, 10, 15,



30, 60, 120 e 1.440 minutos (24 horas). As avaliações foram realizadas durante o tempo percorrido, registrando-se as observações após a liberação das lagartas, sendo considerado como genótipo atrativo aquele em que as lagartas se alimentaram.

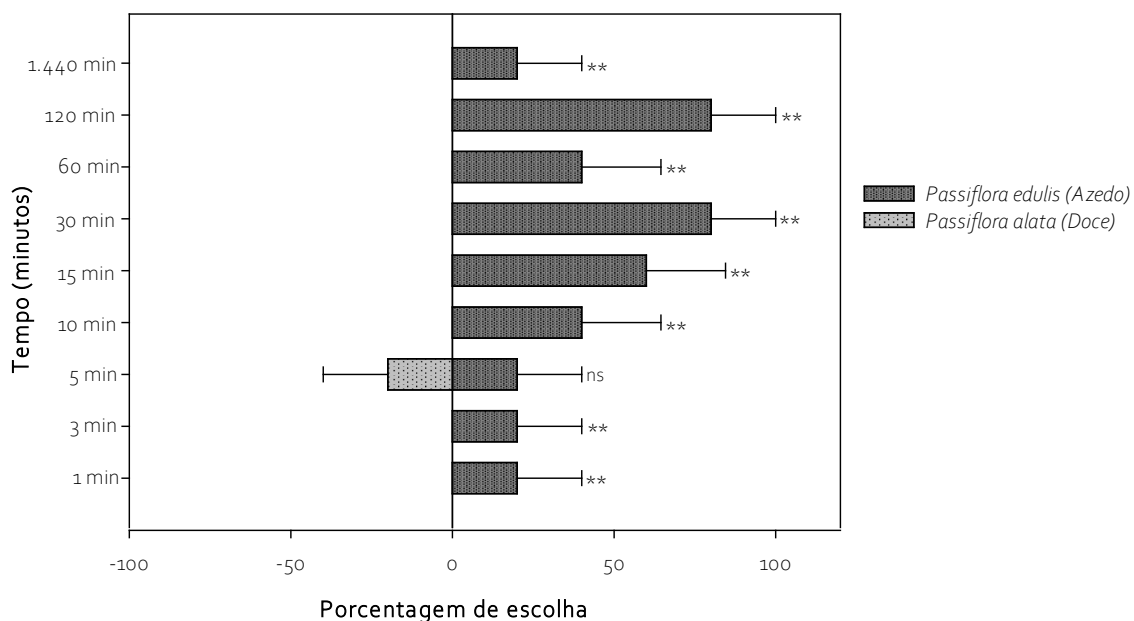
Análise estatística

Os dados foram analisados separadamente utilizando o software Sigma-Plot, e as médias foram comparadas pelo programa SAS, com nível de significância de 1% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lagartas demonstraram preferência alimentar pelo genótipo *P. edulis* em todos os tempos de avaliação, sendo mais consumidos nos tempos de 5, 6 e 8 minutos, não havendo diferença significativa (Figura 1), demonstrando assim suscetibilidade a problemas de cultivo. Em contrapartida, as lagartas não demonstraram preferência alimentar pelo *P. alata*.

Figura 1. Consumo de genótipos de maracujazeiro em teste com chance de escolha.



** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$)

ns = médias não diferem entre si no intervalo de confiança de 1% de probabilidade



As espécies do gênero *Passiflora* são bem protegidas quimicamente. Glicosídeos cianogênicos, além de outros compostos como alcaloides, flavonoides, saponinas, taninos e fenólicos, as conferem proteção contra os insetos e patógenos e cada um tem um perfil químico singular (De Castro, et al. 2018).

As saponinas apresentam característica anfifílica que as torna capazes de desestruturar membranas em herbívoros e patógenos, realizando uma função importante na defesa das plantas. Cinco saponinas foram descritas a partir de folhas de *P. alata*, sendo a mais abundante o quadrangulósido, também encontrado em *P. quadrangularis* (Reginatto et al., 2004; Reginatto et al., 2001).

Boiça Júnior, Angelini e De Oliveira (2008) obtiveram 100% de mortalidade em lagartas recém-eclodidas de *Dione juno juno* quando alimentadas com folhas de *P. alata*. Da mesma forma, lagartas de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) alimentadas com uma dieta artificial contendo saponinas de *P. alata* apresentaram maior mortalidade no estágio larval e pupal e exibiram anormalidades no desenvolvimento (D’Incao et al., 2012). Dessa forma, as saponinas se mostram eficazes contra algumas espécies de heliconíneas.

BALDIN e LARA (2002), em testes de atratividade realizados em placas de Petri e olfatômetro, os discos e extratos foliares de *P. setacea* e *P. edulis f. flavicarpa* foram os mais preferidos por adultos de *Epicauta atomaria* (Germ., 1821), enquanto *P. giberti*, *P. nitida* e *P. alata* foram as menos preferidas nos dois tipos de recipientes.

Algumas espécies de *Passiflora* também apresentam taninos, outra classe de compostos fenólicos. Os taninos compreendem 5,1% da massa seca das folhas de *P. alata* (Vasi et al., 2012). Os elevados níveis de não preferência de *A. vanillae* por *P. alata* encontrados neste trabalho possivelmente se devem a estes fatos. Além disso, novos estudos mostraram que a preferência alimentar parece ser controlada geneticamente, pelo menos parcialmente e, portanto, deve-se verificar quais genes estão envolvidos nesses processos (De Castro, et al., 2018).

Ferreira, Faleiro e Da Silva Oliveira (2020) avaliaram os danos foliares em acessos silvestres e comerciais de *Passiflora* causados pela *A. vanillae*. Dentre os acessos que tiveram 100% de área foliar consumida, destacam-se os da espécie *Passiflora edulis* Sims, uma vez que esta espécie foi altamente consumida pela praga em comparação ao *P. alata* que apresentou apenas 0,8% de área foliar



consumida. Tais dados corroboram com os apresentados nesta pesquisa, enfatizando a preferência alimentar de *A. vanillae* por maracujá azedo e o baixo consumo alimentar pelo maracujá doce. Assim, além dos compostos presentes em *P. alata* em maior concentração, como saponinas e taninos, conclui-se também que o genótipo *P. alata* apresenta resistência do tipo antibiose para *A. vanillae*. E que a preferência alimentar pode estar relacionada também com a rigidez das folhas, havendo a necessidade de estudos adicionais.

CONCLUSÃO

O genótipo *P. edulis* é altamente suscetível ao ataque de lagartas de *A. v. vanillae*. O uso de *P. alata* em cultivos consorciados pode ser eficaz, visto que apresentam mecanismos de defesa que impedem a alimentação das lagartas, além de apresentar resistência do tipo simbiose.

REFERÊNCIAS

BALDIN, E. L. L.; LARA, F. M. Atratividade e preferência alimentar de adultos de *Epicauta atomaria* (Germ., 1821) (Col.: Meloidae) em maracujazeiros (*Passiflora* spp.), sob condições de laboratório. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 68-71, 2002.

BERNACCI, L.C.; VITTA, F.A. & BAKKER, Y.V. Passifloraceae. In WANDERLEY, M.G.L.; SHEPPERD, G.J.; MELHEM, T.S.; GIULIETTI, A.M. & M. KIRIZAWA (Eds.) **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**, São Paulo: RiMa/FAPESP, 2003, v. 3., p.247-274.

BRANDÃO, A.L.S.; SÃO JOSÉ, A.R.; BOA-RETTO, M.A.C. Pragas do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A.R.; Z, R.L., ed. **A cultura do maracujá**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. p.136-168

COSTA, A.M.; TUPINAMBÁ, D.D. O maracujá e suas propriedades medicinais – estado da arte. In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 475-506

DE CASTRO, E. C. P. et al. The arms race between heliconiine butterflies and *Passiflora* plants–new insights on an ancient subject. **Biological Reviews**, v. 93, n. 1, p. 555-573, 2018.



INCÃO, D. et al. Effect of saponin extracted from *Passiflora alata* Dryander (Passifloraceae) on development of the *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **International Journal of Plant Research**, v. 2, no. 5 (2012): 151-159.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (Embrapa – Mandioca e Fruticultura), 2021. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br>.

FANCELLI, M. Insetos: pragas do maracujazeiro e controle. In: LIMA, A. de A.; BORGES, A. L.; SANTOS FILHO, H. P.; SANTOS, L. B. dos; FANCELLI, M.; SANCHES, N. F. Instruções práticas para o cultivo do maracujazeiro. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1994. (Embrapa-CNPMPF. Circular técnica, 20).

FANCELLI, M.; MESQUITA, A. L. M. Pragas do maracujazeiro. In: BRAGA SOBRI-NHO, R.; CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O. (Ed.). Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1998.

PENNA, J. C. V.; FALLIERI, J.; FERREIRA, L. Avaliação de 15 raças primitivas de algodoeiro quanto à antibiose ao curuquerê. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 24, n. 1, p. 1033-1036, 1989.

SILVA, P. V. C. et al. RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE ALGODÃO MOCÓ (*Gossypium hirsutum* raça marie galante) A *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE). 2019.

REGINATTO, F. H.; GOSMANN, G.; SCHRIPSEMA, J. & SCHENKEL, E. P. Assay of quadranguloside, the major saponin of leaves of *Passiflora alata*, by HPLC-UV. **Phytochemical Analysis**, 15, 195–197, 2004.

REGINATTO, F. H., KAUFFMANN, C., SCHRIPSEMA, J., GUILLAUME, D., GOSMANN, G. & SCHENKEL, E. P. Steroidal and triterpenoidal glucosides from *Passiflora alata*. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 12, 32–36, 2001.

VASI, S. M. et al. Biological activities of extracts from cultivated granadilla *Passiflora alata*. **EXCLI Journal** 11, 208–218, 2012.



DESEMPENHO DE LARVAS DE TENEBRIO MOLITOR RECEBENDO PALMA FORRAGEIRA E FOLHA DE MANDIOCA NA DIETA⁶

Laura Fernanda C. da Silva Oliveira ⁽¹⁾

Julimar do Sacramento Ribeiro ⁽²⁾

Filipe Augusto Leal Dantas ⁽³⁾

Renata dos Santos Silva ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ ORCID: 0009-0002-9177-7028, Universidade Federal de Alagoas, discente, Brasil, E-mail: laura.oliveira@arapiraca.ufal.br

⁽²⁾ ORCID: 0000-0002-7012-0281, Universidade Federal de Alagoas, docente e pesquisador, Brasil, E-mail: julimar.ribeiro@arapiraca.ufal.br

⁽³⁾ ORCID: 0000-0002-6758-2013, Universidade Federal de Alagoas, mestrando, Brasil, E-mail: lealfilipe1234@gmail.com

⁽⁴⁾ ORCID: 0009-0002-8314-0051, Universidade Federal de Alagoas, discente, Brasil, E-mail: renata.silva1@arapiraca.ufal.br



INTRODUÇÃO

Atualmente, a procura pelas proteínas alternativas vem se destacando no mercado mundial. Segundo a ONU (2019), a população deve atingir 9,7 bilhões de pessoas até 2050 e, pensando nesse crescimento, a população passou a ver nos insetos comestíveis um grande potencial para a produção de alimentos para humanos e animais. Os insetos são fontes de proteínas, lipídeos, minerais e vitaminas, e causam menor impacto ambiental durante seu processo de produção (Arantes et al., 2021).

Os insetos são holometabólicos passando por quatro fases distintas: ovo, larva, pupa e adulto, sendo sua fase larval conhecida por ser uma fonte de pro-

⁶ DOI: <https://doi.org/10.48016/xivenccultgt1cap6>

teínas e matéria fosfatada. Desta forma, proporciona uma alternativa prática, econômica e nutritiva na alimentação para criadouros de diversas espécies como: peixes tropicais, répteis, pássaros e pequenos mamíferos insetívoros (Sretee, 1999). Os aminoácidos essenciais e não essenciais e as proteínas são extremamente significativos para o crescimento e desenvolvimento dos tenébrios. Além disso, sua criação produz menor impacto ambiental, reduzindo o uso com recursos naturais.

O presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito de dietas com inclusão de palma forrageira e folha de mandioca sobre o desempenho de larvas de *Tenebrio molitor*.

DESENVOLVIMENTO

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Parasitologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – Campus Arapiraca. Utilizando larvas do besouro *Tenebrio molitor*, conhecidas popularmente como larvas da farinha, que são amplamente utilizadas em estudos de alimentação e crescimento devido à sua capacidade de consumir uma variedade de substratos. Foram selecionadas 220 larvas por tratamento, totalizando 4400 larvas no experimento. Essas larvas foram submetidas a cinco diferentes tratamentos alimentares, cada um com quatro repetições, para avaliar o efeito de diferentes dietas sobre o crescimento e desenvolvimento das larvas. Estas foram formuladas com base em ingredientes específicos, visando proporcionar uma gama variada de nutrientes e observar como esses ingredientes influenciariam o crescimento das larvas.

O tratamento T1 utilizou Farelo de Trigo (FT) e foi considerado o tratamento controle devido à sua utilização comum na alimentação de larvas de *Tenebrio molitor*. O tratamento T2 consistiu exclusivamente de Palma Forrageira (PF), para avaliar a aceitação e eficácia desta planta como única fonte de alimento. No tratamento T3, as larvas foram alimentadas com uma combinação de Palma Forrageira + Farelo de Soja (PFS), um subproduto conhecido por seu alto teor proteico. O tratamento T4 combinou Palma Forrageira + Folha de Mandioca (PFM), buscando avaliar o efeito de carboidratos complexos e proteínas no



crescimento das larvas. Por fim, o tratamento T5 utilizou uma dieta mais complexa composta de Palma Forrageira + Milho + Folha de Mandioca (PMM), com o intuito de observar os efeitos sinérgicos de múltiplos ingredientes.

Para cada repetição num tratamento, foram adicionados 220 g de dieta, com uma média de 1g de ração por larva. Este rigor na distribuição da dieta foi necessário para garantir que todas as larvas recebessem uma quantidade uniforme de alimento, permitindo uma análise precisa do impacto de cada dieta no crescimento das larvas.

O experimento teve duração de um mês, período no qual foram realizadas pesagens semanais para monitorar o ganho de peso das larvas. As pesagens foram realizadas com o auxílio de uma balança analítica de alta precisão, garantindo a exatidão dos dados coletados (Figuras 1 e 2). Esses dados foram registrados e utilizados para avaliar o desempenho de cada tratamento.

Figura 1 – Separação para pesagem



Fonte: Próprio autor

Figura 2 – Pesagem das larvas



Fonte: Próprio autor



Após a coleta dos dados, foram submetidos a análises estatísticas utilizando o programa Sistema de Análise Estatísticas e Genéticas (SAEG). A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para determinar se havia diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos. Foi realizado o teste de Tukey a um nível de significância de 5% para comparar as médias dos tratamentos e identificar quais dietas resultaram em diferenças significativas no crescimento das larvas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do experimento mostraram que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) no peso inicial médio das larvas entre os tratamentos, garantindo uma base uniforme para a análise (Tabela 1).

Tabela 1 - Peso inicial, médio e GMD aos 30 dias das Larvas de *Tenebrio molitor*

Tratamentos	Peso inicial (g)	Peso médio (g)	GMD aos 30 dias (g)
PMM	1.748500 a1	0.007750 a1	0.061500 a3
PFS	1.878500 a1	0.008750 a1	0.009250 a1
FT	2.013000 a1	0.009000 a1	0.037500 a2
PF	2.020000 a1	0.009000 a1	0.000750 a1
PFM	2.043750 a1	0.009250 a1	0.002750 a1

Fonte: Próprio autor

Aos 30 dias, a dieta composta por Palma Forrageira + Milho + Folha de Mandioca (PMM) resultou no maior ganho médio diário (GMD), seguida pela dieta controle de Farelo de Trigo (FT). Esse resultado indica que a dieta PMM forneceu uma combinação de nutrientes que otimizou o crescimento das larvas, possivelmente devido à presença de carboidratos do milho e fibras e nutrientes das folhas de mandioca.

Por outro lado, as dietas exclusivamente de Palma Forrageira (PF), Palma + Farelo de Soja (PFS), e Palma + Folha de Mandioca (PFM) apresentaram os menores valores de GMD, sem diferenças significativas entre si. Isso sugere que essas dietas podem ter sido deficientes em energia digestível, ou ter sido menos palatáveis, resultando em menor consumo e crescimento das larvas.



CONCLUSÃO

A utilização de dietas complexas, como a Palma Forrageira + Milho + Folha de Mandioca (PMM), pode resultar em ganhos de crescimento superiores, e sugere que a formulação de dietas para *Tenebrio molitor* deve considerar uma abordagem integrada, utilizando múltiplos ingredientes para atender às necessidades nutricionais das larvas de maneira mais eficaz. Estudos futuros podem explorar a combinação de outros ingredientes ou a modificação dos componentes atuais para otimizar ainda mais o crescimento e a eficiência alimentar das larvas.

REFERÊNCIAS

ARANTES, V. M., Marchini, C. F. P., & Kamimura, R. Agregação de valor à nutrição a partir do uso de farinha de insetos: aves e suínos. In: R. L. Galati, & M. F. S. Queiroz (Org.). **Inovações na Nutrição Animal: Desafios da Produção de Qualidade**. Editora Científica, 2021. Cap. 2, p. 26-48.

STREET, R. *Tenebrio molitor* (On-line), **Animal Diversity Web**, 1999. Disponível em: http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/tenebrio_molitor.html



EDUCAÇÃO AMBIENTAL E POLUIÇÃO POR PLÁSTICO: FORMANDO PEQUENOS AGENTES PARA IMPLEMENTAR MUDANÇAS⁷

Graziele Delmiro dos Santos⁽¹⁾

Josélia Honório Torres⁽²⁾

Michelle Siqueira Rodrigues⁽³⁾

Claudia Csekö Nolasco de Carvalho⁽⁴⁾

⁽¹⁾ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1008-8904>; Universidade Estadual de Alagoas, estudante de Zootecnia, Brasil. E-mail: graziele.santos@alunos.uneal.edu.br.

⁽²⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5925-5572>; Universidade Estadual de Alagoas, estudante de Pedagogia, Brasil. E-mail: joseliatorres@alunos.uneal.edu.br.

⁽³⁾ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9616-5710>; Universidade Estadual de Alagoas, estudante de Zootecnia, Brasil. E-mail: michelle.siqueira@alunos.uneal.edu.br.

⁽⁴⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2807-2829>; Universidade Estadual de Alagoas/Zootecnia, Professora/Doutora/Orientadora, Brasil. E-mail: claudia.cseko@uneal.edu.br.



INTRODUÇÃO

O consumo de produtos descartáveis em uma sociedade globalizada levou Reed (2015) a definir a atualidade como Plasticene. A industrialização e urbanização tornaram o plástico essencial em diversos setores, mas sua baixa reciclagem resulta em detritos que prejudicam ecossistemas por gerações (Yan et al., 2015; Hidalgo-Ruz et al., 2013). A educação ambiental vai além da reciclagem e da coleta seletiva, devendo promover responsabilidade e engajamento cívico. Ela deve integrar alunos, famílias e a comunidade, e fomentar práticas sustentáveis, conscientização e responsabilidade (Meyer, 1998). Este é um projeto-piloto na Escola Municipal Senhora Santana, em Santana do Ipanema –AL, com o objetivo de discutir o impacto dos microplásticos no bioma Caatinga, desta-

7 DOI: <https://doi.org/10.48016/xivenccultgt1cap7>

cando a importância da educação ambiental para sensibilizar e mudar hábitos. Esta iniciativa da UNEAL Campus II visa enfrentar os desafios das mudanças climáticas e da degradação ambiental no século XXI.

OBJETIVOS

Desenvolver e implementar um projeto-piloto de educação ambiental sustentável, centrado na problemática da poluição por plástico em ambientes urbanos e rurais, com o objetivo de transmitir conhecimentos abrangentes sobre sustentabilidade e conservação. Além disso, envolver os alunos do 6º ano “A” do Ensino Fundamental II (anos finais) da Escola Municipal Senhora Santana em discussões e ações práticas que os capacitem a se tornarem agentes de mudança em suas comunidades.

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão de literatura sobre educação ambiental, com foco na poluição por microplásticos (MPs). Por meio de pesquisa em bases de dados acadêmicas, foram selecionadas publicações dos últimos cinco anos que traziam informações sobre a origem, os impactos e a mitigação desse poluente. A leitura e síntese dos conteúdos destacaram abordagens educativas para conscientizar a sociedade sobre os efeitos prejudiciais dos microplásticos em solos e ecossistemas aquáticos e terrestres. Também foram revisados estudos de caso que exemplificavam práticas pedagógicas eficazes para a redução do consumo de plásticos e promoção de comportamentos sustentáveis, identificando lacunas no conhecimento e sugerindo novas direções para futuras pesquisas.

Após essa etapa inicial, foi solicitada autorização à Secretaria de Educação de Santana do Ipanema –AL para as intervenções em sala de aula, e a partir do contato com a direção e o professor de Ciências da Escola Senhora Santana, traçaram-se as diretrizes para a intervenção. Essa interação foi crucial para avaliar o nível de alfabetização dos alunos. Verificou-se que as turmas dos Anos Iniciais não estavam preparadas para compreender o conteúdo proposto, portanto, optou-se por uma turma do Ensino Fundamental II para as intervenções.

Após avaliar o perfil das turmas do Fundamental II e alinhar com a proposta pedagógica da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que é um docu-



mento normativo que orienta os currículos de todas as escolas do Brasil, estabelecendo o que os alunos devem aprender em cada etapa da educação básica, optou-se pelo 6º ano. A turma apresentou o nível de entendimento adequado e competências alinhadas ao tema do projeto. Com a turma definida e a BNCC em mãos, foram elaborados planos de aula em parceria com o curso de pedagogia da UNEAL Campus II, que compuseram cinco intervenções, cada uma com materiais didáticos, atividades lúdicas e jogos educativos focados em educação ambiental e mitigação de microplásticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De 25 de março a 13 de maio de 2024, foram realizadas cinco intervenções em sala de aula na Escola Senhora Santana. Os temas abordados incluíram hidrosfera, tratamento de água e esgoto, materiais sintéticos e resíduos sólidos. As aulas foram planejadas com base na abordagem de Zabala (1998), iniciando com conteúdos factuais e conceituais e progredindo para conteúdos procedimentais.

Antes das intervenções, foi aplicado um questionário para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre sustentabilidade e meio ambiente (Tabelas 1 e 2). Nesse primeiro encontro, a turma contava com vinte e quatro alunos, no qual foram organizados em quatro grupos de seis crianças cada. A dinâmica proposta consistia em que cada grupo respondesse a duas perguntas antes de passar a vez para o próximo. Esta é uma abordagem lúdica e interativa, alinhada com os princípios de Piaget (1970) e Bacelar (2009), com o intuito de promover o pensamento crítico e o trabalho em equipe.

Tabela 1: Desempenho dos grupos na primeira aplicação dos questionários.

Grupos	Acertos	Erros
A	5	1
B	3	3
C	5	1
D	4	2
	17	7
Total de perguntas		24

Tabela 2: Desempenho dos grupos na aplicação final dos questionários após as regências.

Grupos	Acertos	Erros
A	6	0
B	4	2
C	6	0
D	5	1
	21	3
Total de perguntas		24

Fonte: Autores



As intervenções incluíram jogos de perguntas, experimentos práticos sobre o ciclo da água e a importância da cobertura vegetal, e atividades sobre o tratamento de água e esgoto. Atividades práticas, como a construção de um filtro de água e a separação de materiais sintéticos e não sintéticos, foram realizadas para consolidar o aprendizado.

Figura 1: Alunos plantando a própria mudinha com semente de



Fonte: Autores.

Na quinta intervenção, reaplicamos o questionário e realizamos um tabuleiro de perguntas e respostas sobre os temas discutidos, além de atividades práticas como o plantio de mudas (Figura 1).

Ao longo das intervenções, as atividades práticas foram planejadas para ressaltar aspectos científicos essenciais ao projeto, enfatizando a importância da experimentação no ensino de Ciências. Durante o desenvolvimento dessas atividades, houve momentos de intensa descoberta, interação entre os alunos, participação ativa, colaboração e a efetiva contribuição de professores e alunos.

Os resultados dos questionários aplicados antes e depois das intervenções revelaram uma melhoria significativa no desempenho dos alunos. A comparação entre as Tabelas 1 e 2 mostra um aumento nos acertos e uma redução nos erros, evidenciando o impacto positivo das atividades lúdicas e interativas na compreensão dos temas de sustentabilidade e meio ambiente. Isso demons-



tra que a metodologia adotada foi eficaz em promover um aprendizado ativo e em sensibilizar os alunos sobre as questões ambientais abordadas.

CONCLUSÃO

A aplicação de atividades lúdicas e interativas no contexto da educação ambiental provou ser uma estratégia eficaz para sensibilizar os alunos sobre a sustentabilidade e os impactos da poluição por plásticos. O projeto demonstrou que, ao integrar conteúdos teóricos com práticas experimentais, é possível não apenas aumentar o conhecimento dos alunos, mas também capacitá-los como agentes de mudança em suas comunidades.

Os resultados alcançados evidenciam que uma abordagem interdisciplinar, focada na participação ativa e na reflexão crítica, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de atitudes sustentáveis. O sucesso das intervenções reforça a importância de se investir em métodos educativos que conectem o aprendizado à realidade ambiental dos estudantes, ampliando o alcance da educação ambiental nas escolas.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

BACELAR, Vera Lúcia da Encarnação. **Ludicidade e educação infantil**. 2009.

MEYER, Mónica Angela de Azevedo. *Que bicho que deu*. Belo Horizonte: UFMG, Pró-Reitoria de Extensão, 1988.

PIAGET, Jean. **Psicologia e pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1970.

Roscam Abbing, M. (2019). **Plastic Soup: An Atlas of Ocean Pollution**. Washington, DC: Island Press.

ZABALA, Antoni. As sequências didáticas e as sequências de conteúdo. In: ZABALA, Antoni. **A prática educativa. Como ensinar**. Trad. Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.



MAPEAMENTO QUANTITATIVO DE MICROPLÁSTICO EM SOLOS DO SERTÃO ALAGOANO: ESTADO DA ARTE⁸

Antônio Ribeiro Neto II⁽¹⁾

Claudia Csekö Nolasco de Carvalho⁽²⁾

⁽¹⁾ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9545-4471>; Universidade Estadual de Alagoas, discente e bolsista, Brasil. E-mail: netosegundo777@gmail.com.

⁽²⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2807-2829>; Universidade Estadual de Alagoas, docente e pesquisadora, Brasil. E-mail: claudia.cseko@uneal.edu.br.

INTRODUÇÃO

O consumo de produtos descartáveis em um sistema capitalista globalizado levou Reed (2015) a argumentar que estamos entrando em um novo período histórico — o Plasticeno. A industrialização e a urbanização tornaram o plástico um material essencial em diversos setores produtivos e em nosso cotidiano (Roscam, 2019). No entanto, devido à baixa taxa de reciclagem, o plástico, em suas variadas formas, acaba por constituir resíduos no meio ambiente (Yan et al., 2015). Largamente depositado e disperso em corpos d'água, sedimentos e solos, sua presença compromete ecossistemas saudáveis por gerações (Hidalgo-Ruz et al., 2013).

Sua durabilidade e resistência justificam seu uso em diferentes segmentos, mas também são responsáveis por seus impactos negativos, como a poluição ambiental. O conceito de poluição ambiental, de forma ampla, está relacionado à introdução direta e indireta, feita pelo homem, de uma variedade de substâncias, materiais ou formas de energia (Moreira, 1997). Além disso, abrange diferentes formas de propagação que afetam negativamente a biota, a saúde humana, o solo e as atividades sociais e econômicas.

8 DOI: <https://doi.org/10.48016/xivenccultgt1cap8>



A degradação do plástico pode levar de 20 a 1.000 anos, variando conforme sua espessura, composição e características ambientais (como exposição à luz solar, temperatura, umidade, entre outros). No solo, a decomposição e microfragmentação dos plásticos alteram suas propriedades físicas e químicas, podendo afetar a qualidade dos alimentos nele cultivados.

Os constituintes do solo, incluindo frações minerais, matéria orgânica, íons, gases e energia, interagem entre si e com o ambiente ao redor. Nesse sistema complexo, as interações entre seus componentes são fundamentais para sua capacidade de autorregulação, que é crítica para o equilíbrio dinâmico do solo e de outros sistemas terrestres (Nunes et al., 2020).

No solo, os microplásticos podem ser biodegradados pela fauna e flora (So et al., 2022), alterar o metabolismo dos organismos, acumular-se na cadeia alimentar e reter poluentes em suas superfícies, transferindo-os para outros sistemas.

A quantidade de lixo descartável e não biodegradável, particularmente de plásticos no solo, permite avaliar o nível de poluição de uma área, sendo um importante indicador para o monitoramento e elaboração de medidas de mitigação dos efeitos adversos sobre a biodiversidade, o meio ambiente e a saúde humana.

Diferentes tamanhos, formas, tipos e concentrações de MPs foram encontrados em solos de todo o mundo. Os mais comuns são: fibras e fragmentos de polipropileno (PP), polietileno (PE) e polietileno tereftalato (PET) normalmente menores que 1 mm (LV et al., 2019; Zhang; Liu, 2018, Zhang et al., 2023).

Os estudos sobre microplásticos no solo começaram em 2017 e ainda são incipientes, concentram-se na Europa e na Ásia, e são escassos no Brasil (Nunes et al., 2023). Nesse sentido, proceder o levantamento do quantitativo de microplásticos na cobertura pedológica do Campus II da UNEAL permitiu verificar a qualidade do solo na região apontar fontes de distribuição e formas de dispersão bem como conscientizar a população sobre os impactos do microplástico nos solos do Bioma Caatinga.

OBJETIVO

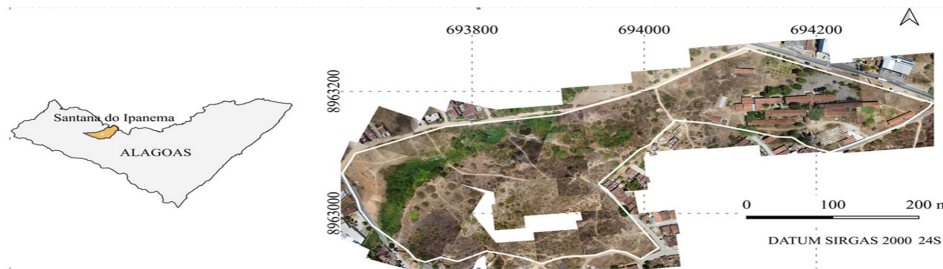
Verificar a presença e realizar o levantamento quantitativo de microplásticos nos solos da área do Campus II da UNEAL em Santana do Ipanema na perspectiva dos impactos ambientais e humanos associados à contaminação.



PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Localizada na mesorregião do Sertão Alagoano, a área com 10,2 ha compreende toda extensão do Campus 2 da Uneal em Santana do Ipanema (Figura 1).

Figura 1- Mapa de localização



Fonte: Elaboração própria

Foram obtidas imagens com um Drone DJI e sobre elas delimitou-se o perímetro e gerou-se uma grade de 50 x 50 m para amostragem sistematizada do solo. Para permitir a representação espacial quantitativa dos MPs os pontos centrais de cada célula de 2.500 m² foram rastreados com o uso de GPS. Em torno desses pontos, 25 amostras simples de solo foram coletadas aleatoriamente na profundidade de 0-20 cm.

No laboratório, as amostras secas passaram por peneiras de 4mm e depois foram quarteadas, sendo extraída para cada ponto uma amostra de 20 g de solo. Para remoção da matéria orgânica amostras com 10 g de solo foram acrescidas de 10 ml de H₂O₂ 35% PA + 10 ml de água destilada e colocadas em banho-maria com agitação e aquecimento a 60°C durante 60 min. Após esse procedimento, as amostras foram lavadas com água destiladas sucessivamente em peneira metálica de 0,25 mm e os resíduos foram transferidas para papel filtro (30µm) para secagem à temperatura ambiente. O material retido nos filtros foi transferido com pincel de cerdas orgânicas para placa de petri e, com ajuda de pinça metálica, separou-se parte das impurezas e minerais maiores. Em seguida, as amostras foram postas em uma solução de sulfato de zinco a 33%, agitadas e, após 10 minutos de descanso todo o material sobrenadante foi retirado seguindo metodologia adaptada de Zhang et al. (2018). Esse método permitiu a extração



de uma fração mais seletiva das amostras de solo para avaliação da presença de MPs. Para identificação e contagem, essas amostras de solo foram postas em lâminas, examinadas e fotografadas em microscópio eletrônico USB de 1600x. Em seguida, as lâminas foram postas em placa aquecedora com temperatura constante de 140° C por 30 segundos e novamente examinadas e fotografadas. A contagem de MPs era realizada à medida que se observavam deformações em materiais previamente identificados como MPs nas amostras de solo pré-observadas no microscópio.

Os dados obtidos foram plotados, sendo todas as operações em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas- SIG, realizadas no QGIS 3.28 – Firenze. Para estimar os valores da distribuição dos MPs na área do Campus II, procedeu-se à interpolação dos valores pontuais com os quantitativos de MPs através do algoritmo Inverso da Distância Ponderada – IDP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A existência de dilatações em MPs dispersos nas amostras previamente visualizadas (Figura 2 ab), confirmaram a natureza plástica dos materiais presentes na matriz do solo.



Fonte: Elaboração própria

Foi possível observar uma tendência: as amostras com maior número de microplásticos eram as que também apresentavam um menor tamanho médio dessas partículas. Esse fato sugere que os MPS encontrados podem ser resultantes de um estágio mais avançado do processo de decomposição do plástico. Por outro lado, amostras com menos microplásticos geralmente continham par-



tículas maiores, o que pode indicar ou uma maior resistência à decomposição relacionada a estrutura mais robusta da composição dos materiais plásticos originais fracionados, ou a esses materiais estarem em um estágio inicial de decomposição destes fragmentos, ou ainda a uma menor distância da área fonte.

A análise visual após o tratamento apontou a presença de microplástico em todas as amostras de solo com variação de tamanhos e uma diferença significativa na quantidade dessas partículas entre as amostras (Tabela 1).

Tabela 1: Quantidade de microplásticos encontrados nas amostras de solo

Amostra	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11
Nº de Microplástico	198	140	75	85	58	20	25	27	67	159
Amostra	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22
Nº de Microplástico	66	31	55	56	71	95	33	80	23	20
Amostra	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Nº de Microplástico	15	53	52	94	30	108	22	79	88	67
Amostra	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Nº de Microplástico	56	41	40	60	26	100	42	28	30	15
Amostra	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Nº de Microplástico	26	23	34	27	75	61	42	48	40	89

Fonte: elaboração própria

A detecção generalizada de microplásticos em todas as amostras de solo é preocupante, pois essas partículas podem alterar as propriedades do solo e os compostos resultantes da decomposição podem afetar a saúde humana, a biodiversidade e os ecossistemas (Amundson et al., 2015; Boots et al., 2019; Bradley, et al., 2021; Browne et al., 2008)

A modelagem da distribuição espacial dos microplásticos encontrados na área do Campus II da UNEAL é apresentada na Figura 3. O processo de disper-

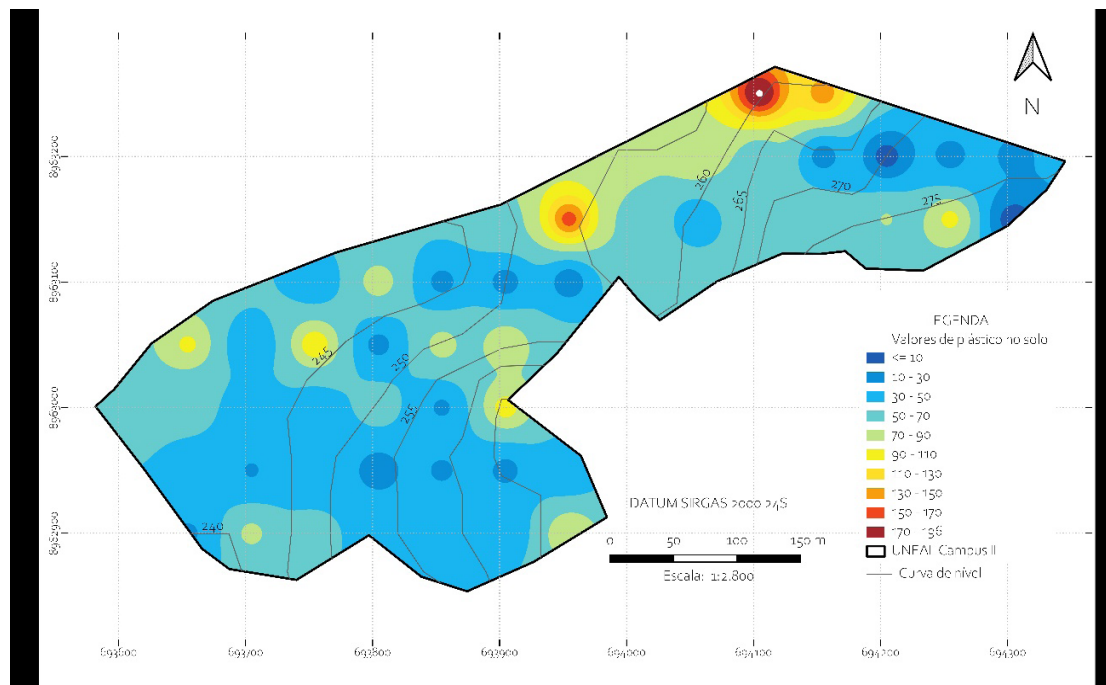


ção de fragmentos maiores pode ser facilitado pelos ventos, mas os dados da estação meteorológica do Grupo Caatinga, em Santana do Ipanema indicam que a direção preferencial dos ventos Sul-Leste e Leste-Oeste, portanto contrários aos pontos de maior concentração de MPs.

Uma análise da topografia do terreno a partir da integração dos quantitativos de MPS com as curvas de nível aponta que há maior concentração em pontos onde o relevo é de menor altitude, logo a dispersão e transporte de MPs pode ser determinado pelo escoamento superficial da água. Características que aqui não foram analisadas, como a textura do horizonte superficial, e a delimitação de áreas com solos expostos, também podem interferir na dinâmica da água e no transporte do MPs sobre e em profundidade no solo.

Na amostragem do solo foi possível detectar a presença de muitas fontes de descartes de lixo na área, portanto, para uma melhor compreensão dos processos preponderantes na dispersão na área faz-se necessário identificar e correlacionar todos os pontos de descartes, aos fatores abióticos e aos parâmetros de relevo em maior escala.

Figura 3: Mapa de distribuição de MPs no solo do Campus II – Santana do Ipanema-AL.



Fonte: elaboração própria



Essa é uma pesquisa pioneira, pois no Brasil não existe mapeamento quantitativo de plástico no solo. A correlação das áreas-fontes identificadas na imagem de drone com dados ambientais e de relevo de grande escala é fundamental para a análise dos padrões de tamanho e quantidades encontrados neste trabalho. SARTI et al., 2022 ao comparar a presença de MPs em um aterro sanitário municipal e um parque em Santo André-SP verificou que regiões com maior fluxo de pessoas, logo maior manutenção e limpeza, possuíam menor frequência de MPs, contrapondo-se a regiões com menor fluxo de pessoas, mais vegetadas e com descarte incorreto de resíduos sólidos, que apresentaram maior frequência de MPs com características de degradação por intemperismo. Portanto, verificar a influência do fluxo e de pessoas, da vegetação e do relevo no processo de dispersão possibilitará o avanço das pesquisas nesta área e subsidiará o desenvolvimento de estratégias de mitigação e conscientização.

CONCLUSÃO

Foi possível separar e identificar MPs em amostras de solo e todas as amostras de solo coletadas dentro da área do Campus II da UNEAL continham MPs em tamanho e quantidades que tenderam a se acumular em pontos de menor altitude.

Dada a ausência de mapeamentos de MPs no solo, identificar, quantificar e associar sua distribuição com as fontes de contaminação e fatores ambientais e antrópicos pode explicar o processo de dispersão e a contaminação por MPs nos solos da área e subsidiar políticas públicas voltadas para a educação do descarte, redução do consumo, aumento da reciclagem e reutilização como forma de minimizar os impactos sociais desses materiais no meio urbano e rural.

REFERÊNCIAS

AMUNDSON, R.; BERHE, A. A.; HOPMANS, J. W. et al. Soil and human security in the 21st century. **Science**, v. 348, n. 6235, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1261071>. Acesso em: mai/2023 doi.org/10.1126

BOOTS, B.; RUSSELL, C. W.; GREEN, D. S. Effects of microplastics in soil ecosystems: above and below ground. **Environmental Science & Technology**, n. 53, p. 11496-11506, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b03304>. Acesso em: mai/2023



BRADLEY, S. C.; YOST, M. A.; BOWMAN, M. et al. Soil health spatial-temporal variation influence soil security on Midwestern, U.S. farms. **Soil Security**, v. 3, 100005, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.soisec.2021.100005>. Acesso em: mai/2023

BROWNE, M. A.; DISSANAYAKE, A.; GALLOWAY, T. S. et al. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). **Environmental Science & Technology** 42: 5026–5031. 2008

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA Automática. **Grupo Caatinga**. Santana do Ipanema. Disponível em: <https://ambientweather.net/dashboard/5e1cfe76c3d32a1e-e1ce5516b7e03dec>. Acesso em: agos/2023

HIDALGO-RUZ, V.; THIEL, M. Distribution and abundance of small plastic debris on beaches in the 796 SE Pacific (Chile): A study supported by a citizen science project. **Marine Environmental Research**, v. 87, p. 12-18, 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/attachments/45436977/download_file?t=MTY4NDYxODc0OCwxMzguMjE5LjIwMy4xODA%3D&s=swp-splash-paper-cover. Acesso em: mio/2023

LV, W.; ZHOU, W.; LU, S. et al. Microplastic pollution in rice-fish co-culture system: a report of three farmland stations in Shanghai, China. **Science of the Total Environment**, n. 652, p. 1209-1218, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.321>. Acesso em: abr/2023

MOREIRA, I.V.D. (Comp.). Vocabulário Básico de Meio Ambiente. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente / Petrobrás. Rio de Janeiro, 3a. ed., 276 p., 1997. Disponível em: <https://docplayer.com.br/4231676-Vocabulario-basico-de-meio-ambiente.html>. Acesso em: mai/2023

NUNES, F. C.; LANDER, J. A.; CARVALHO, C. C. N.; PRASAD, M. N.; SOUZA FILHO, J. R. Critical Review of Microplastics in Soil. In: **Microplastics in the Ecosphere: Air, Water, Soil, and Food**. Vithanage, M.; Prasad, M.N.V. (ed.). 1ed. London: John Wiley & Sons, Incorporated, 2023, v. 1, p. 249-269.

NUNES, F.C.; DE JESUS ALVES; L., DE CARVALHO, C.C.N. et al. Soil as a complex ecological system for meeting food and nutritional security. In: **Climate Change and Soil Interactions**. Prasad, M.N.V. and Pietrzykowski, M. (ed.), 229–269. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818032-7.00009-6> et al. 2020. Acesso em: mai/2023

REED, C. Dawn of the Plasticene age. **New Scientist**, n.225, p. 28–32. 2015. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0262-4079\(15\)60215-9](https://doi.org/10.1016/S0262-4079(15)60215-9). Acesso em: mai/2023



ROSCAM, A.M. (2019). **Plastic Soup**: an atlas of ocean pollution. Washington, DC, USA: Island Press, 124p.

SARTI, E. M. F ; SOUZA, A. G. de ; SILVA, R. F. B. da ; ROSA, D. dos S. Municipal Park Grounds and Microplastics Contamination. **Journal of Polymers and the Environment**. V. 30, n. 12, p. 9-pg., 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10924-022-02580-5>. Acessado em: mai 2023. Acesso em: ago/2024.

SO, M. W. K.; VORSATZ, L. S.; CANNICCI, S. et al. Fate of plastic in the environment: from macro to nano by macrofauna. **Environmental Pollution**, v. 300, 118920. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.118920>. Acesso em: mai/2023

YAN, C.; HE, W.; LIU, C.; CAO, S. Application of mulch films and prevention of its residual pollution in China. **Science Press** 1992, v.11, p.179-180. 2015

YANG, L.; ZHANG, Y.; KANG, S. et al. Microplastics in soil: a review on methods, occurrence, sources, and potential risk. **The Science of the Total Environment**, v. 780, 146546, 2021. Disponível

ZHANG, G. S; LIU, Y. F. The distribution of microplastics in soil aggregate fractions in southwestern China. **The Science of the Total Environment**, n. 642, p. 12-20, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.004>. Acesso em: mar/2023

ZHANG, S., LIU, X., WANG, J. et al. Distribution of low-density microplastics in the mollisol farmlands of Northeast China. **The Science of the Total Environment**, n 708 135091, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135091>. Acesso em: mai/2023

ZHANG, S; YANG, X; GERTSEN, H; PETERS, P; SALÁNKI, T; GEISSEN, V. A simple method for the extraction and identification of light density microplastics from soil. **The Science of the Total Environment**. Mar. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29096962/>. Acessado em: mai 2023 Doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.213. 29096962. Acesso em: mai/2023



SOBRE OS ORGANIZADORES

JOSÉ CRISÓLOGO DE SALES SILVA

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Alagoas (1987), mestrado em Master Science Agrariarum – George August Universität Göttingen, Alemanha (1999), doutorado em Ciências, Instituto de Química e Biotecnologia pela Universidade Federal de Alagoas (2011), pós-doutorado pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura CENA/USP (2016). Atualmente é professor titular da Universidade Estadual de Alagoas, Editor-Chefe da revista científica *Diversitas Journal*, Líder do grupo de pesquisa Caatinga Uneal/CNPq. Pesquisador-colaborador do European Hub for Essential Oils (EOHUB) Co-funded by the Erasmus + Programme Zootecnia com ênfase em Plantas Forrageiras Nativas do Semiárido ou adaptadas, Tecnologia de Alimentos e planejamento rural. Foi coordenador do Projeto Horta de Educação Alternativa (Marechal Deodoro 1991-1994); Coordenador do curso de Zootecnia Uneal (2008-2009), Diretor do Campus II, Uneal, Santana do Ipanema (2009-2013); Presidente do Instituto Naturagro (2006-2010); Coordenador do Projeto ENCCULT/Uneal, desde 2010; Foi professor dos cursos de Veterinária do CESMAC (2003-2010), Professor do curso de Agronomia UFAL (2000-2001). Tem livros nas áreas de zootecnia, bibliografias.

JULIMAR DO SACRAMENTO RIBEIRO

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (07/2006). Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras (03/2008). Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras (02/2010). Atualmente é Professor Associado II da Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Nutrição de Ruminantes/Produção de Bovinos de Corte/Ovinocultura, Avaliação e Tipificação de Carcaça.

DANIELA CAVALCANTI DE MEDEIROS

Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2002) e mestrado em Agronomia (Produção Vegetal e Proteção



de Plantas) pela Universidade Federal de Alagoas (2006). Atualmente é Professora Adjunto 2 da Universidade Federal de Alagoas – Campus Arapiraca. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Produção vegetal e Proteção de plantas, atuando principalmente nos seguintes temas: Propagação de Plantas e Fitopatologia.

ANDRÉ LUIZ BESERRA GALVÃO

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2002), mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Alagoas – Centro de Ciências Agrárias/CECA (2005) e Doutorado em Química e Biotecnologia pela Universidade Federal de Alagoas – Instituto de Química e Biotecnologia/IQB (2014). Atualmente é Professor Adjunto IV da Universidade Federal de Alagoas, nas disciplinas de Química Geral e Analítica, Química Orgânica, Bioquímica e ACE II. Tem experiência na área de Fitopatologia – Micologia, com ênfase em hospedeiros alternativos e controle alternativo, atuando principalmente nos seguintes temas: Controle alternativo, hospedeiros alternativos, fungos fitopatogênicos e na área de produtos naturais – Produção de Feromônios.

VITOR VISINTIN SILVA DE ALMEIDA

Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB (2006). Mestrado em Zootecnia na área de Nutrição e Produção de Ruminantes pela Universidade Federal de Viçosa - UFV (2008). Doutorado em Zootecnia na área de Nutrição e Produção de Ruminantes pela Universidade Federal de Viçosa - UFV (2011). Atuando é professor Adjunto da Universidade Federal de Alagoas/Campus Arapiraca. Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Nutrição e Alimentação Animal atuando nos seguintes temas: experimentação animal, alimentação de ruminantes, etologia, requerimentos nutricionais e utilização de subprodutos na alimentação animal.

MARISA SILVA BASTOS

Possui Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2015), Mestrado em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, pela Universidade Federal de Sergipe (2017), Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal da Bahia (2022) e MBA em Gestão do Agronegócio pela Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo (2021). Pós-Doutorado no Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia - UFS/UFRB. Atuou como Professora voluntária no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Sergipe (2023). Atualmente é Professora Adjunta do Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca. Tem experiência na área de Produção Animal, com ênfase em Genética e Melhoramento dos Animais Domésticos, atuando em projetos que avaliam os principais mecanismos moleculares envolvidos na expressão gênica e biotecnologias aplicadas.



