

## AVALIAÇÃO DO EFEITO ANTIFÚNGICO DE PRINCÍPIOS ATIVOS NO CONTROLE DA ANTRACNOSE EM FRUTOS DE MANGUEIRA (*Mangifera indica* L.)

Agustinho R. Pereira<sup>1</sup>; João Gabriel A. de Oliveira<sup>2</sup>; Layla Rebeca A. Ferreira<sup>3</sup>; José Sebastião C. Vieira<sup>4</sup>; Leidiana de S. Lima<sup>5</sup>; Luciano Gomes Neto<sup>6</sup>; Makson Rangel de M. Rodrigues<sup>7</sup>; Valdenia Cristina M. Mendonça<sup>8</sup>.

1 Acadêmico de Agronomia, IFMA - Campus São Luís Maracanã. E-mail: agustinhorp@gmail.com.

2 Acadêmico de Agronomia, IFMA - Campus São Luís Maracanã. Email: gabriel.albuquerque@acad.ifma.edu.br.

3 Acadêmica de Zootecnia, IFMA - Campus São Luís Maracanã. Email: laylaabreu@acad.ifma.edu.br.

4 Prof. Dr. em Processos Químicos e Bioquímicos, IFMA - Campus Zé Doca. E-mail: sebastiaoacdreira@ifma.edu.br.

5 Me. em Química, IFMA - Campus São Luís Maracanã. E-mail: leidiana.lima@ifma.edu.br.

6 Me. em Matemática, IFMA - Campus São Luís Maracanã. E-mail: luciano.gomes@ifma.edu.br.

7 Me. em Química, IFMA - Campus Zé Doca. E-mail: makson.rodrigues@ifma.edu.br.

8 Profa. Dra. em Engenharia e Ciência de Alimentos, IFMA - Campus São Luís Maracanã. E-mail: valdenia.mendonca@ifma.edu.br.

**Palavras-Chave:** Dilapiol, Eugenol, Óleos essenciais.

### INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas. A cultura da manga tem grande relevância na alimentação da população brasileira, em face de suas propriedades físico-químicas. Em 2020, foram produzidas 243,2 mil toneladas de mangas, que foram exportadas e renderam 246 milhões de dólares. Os principais mercados para as frutas brasileiras são os Países Baixos, Estados Unidos, Reino Unido e Espanha (Reetz *et al.*, 2015; Rocha *et al.*, 2021).

Atualmente, a região Nordeste, mais especificamente o Semiárido Nordestino, é responsável pela maior parte da produção brasileira de manga. De acordo com a Produção Agrícola Municipal (PAM, 2021), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o estado da Bahia produziu cerca de 633 mil toneladas, e o estado de Pernambuco, cerca de 444 mil toneladas.

A antracnose é considerada uma das principais doenças fúngicas da mangueira (*Mangifera indica* L.). Quando sua severidade é intensa, pode causar danos irreparáveis à produção e afetar as safras futuras. Essa doença atinge folhas, flores e frutos da mangueira, sendo ainda mais comum em regiões com alta umidade, que facilitam o desenvolvimento do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Basso *et al.*, 2015; Fonseca *et al.*, 2022).

O fruto da mangueira é atacado em todas as fases pelo fungo *C. gloeosporioides*, causador da antracnose, inclusive na pós-colheita, quando a doença continua em plena atividade, reduzindo o tempo de prateleira das mangas. A antracnose acarreta grandes prejuízos financeiros aos produtores de mangas, uma vez que desconfigura o aspecto visual do fruto, fator primordial para a compra de frutas pelo mercado estrangeiro (Corcino *et al.*, 2019).

Na maior parte, o controle de pragas nas lavouras é realizado por meio da aplicação de agrotóxicos, com o intuito de aumentar os lucros, ter maior produtividade e garantir a qualidade do produto final. Por outro lado, o uso indiscriminado de agrotóxicos e pesticidas desencadeia riscos ambientais e toxicológicos, além de gerar um elevado custo para o produtor, causando também a contaminação da água e do solo (Sena; Barbuda, 2023).

Extratos e compostos provenientes de plantas têm sido investigados como métodos alternativos para o controle de doenças causadas por fungos, devido aos seus efeitos antimicrobianos. Muitos desses materiais têm se mostrado efetivos em inibir o crescimento fúngico, como os extratos da pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*) e do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), já estudados (Nogueira Júnior *et al.*, 2021; Paulino *et al.*, 2018).

Segundo Godoy *et al.* (2021), o dilapiol é um dos compostos naturais mais promissores. Essa substância é extraída de uma planta aromática denominada popularmente pimenta-de-macaco (*P. aduncum*), encontrada principalmente em regiões tropicais e subtropicais, com ocorrência na região Amazônica do Brasil. Essa planta é utilizada em formulações como estimulante digestivo, cicatrizante de feridas na pele e para o combate de dores estomacais.

O cravo-da-índia (*S. aromaticum*) é uma espécie que apresenta diversas funcionalidades, entre elas propriedades repelentes e inseticidas. De acordo com Affonso e Mouchreck (2013), o cravo-da-índia age como um inseticida natural eficiente, sendo seu princípio ativo o eugenol, um composto fenólico que apresenta atividade alelopática, afetando diretamente o crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos.

Desse modo, é necessário o desenvolvimento de pesquisas que busquem tratamentos alternativos eficientes na redução de perdas, causadas principalmente por patógenos responsáveis por doenças em frutos na pós-colheita, em substituição aos tratamentos atualmente utilizados. Esta pesquisa se propõe a avaliar os efeitos dos óleos essenciais da pimenta-de-macaco (*P. aduncum*) e do cravo-da-índia (*S. aromaticum*) para o controle de antracnose na etapa de pós-colheita de mangas inoculadas com o agente causador *Colletotrichum gloeosporioides*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Obteve-se uma placa com a cultura fúngica de *C. gloeosporioides*, isolado pela Micoteca Gilson Soares da Silva na UEMA – São Luís/MA. Repicou-se o fungo em meio Potato Dextrose Agar (PDA) para posterior inoculação nos frutos da manga.

Coletaram-se folhas e frutos da pimenta-de-macaco (*P. aduncum*), planta medicinal com o princípio ativo Dilapiol, na área de mata do IFMA – Campus São Luís Maracanã. O material foi então seco em estufa a 50°C, temperatura recomendada por Radünz *et al.* (2010) para extração de óleo essencial. Os botões florais secos de cravo-da-índia (*S. aromaticum*), que contêm Eugenol, foram adquiridos em estabelecimentos comerciais de São Luís. Em seguida, ambas as matérias-primas foram reduzidas para aumentar a área de contato no processo de extração dos princípios ativos.

**Figura 01** – A: Pimenta-de-macaco *in natura* B: Botões florais secos do cravo-da-índia



Fonte: O autor (2024).

A extração dos óleos essenciais foi realizada por hidrodestilação usando o aparelho Clevenger. Foram adicionados 100 g da matéria-prima seca (cravo-da-índia ou pimenta-de-macaco) e 1000 ml de água destilada a um balão de fundo redondo. O sistema permaneceu ligado por 4 horas a cerca de 90°C, seguindo metodologia semelhante à de Gomes *et al.* (2018).

Mangas adquiridas em comércio local de São Luís, selecionando-se aquelas em estágio de amadurecimento semelhante, sem injúrias ou podridões, e com uniformidade de cor e tamanho. Os frutos selecionados foram submetidos à assepsia conforme os métodos de Lemos *et al.* (2013) e do Ministério da Saúde (2022).

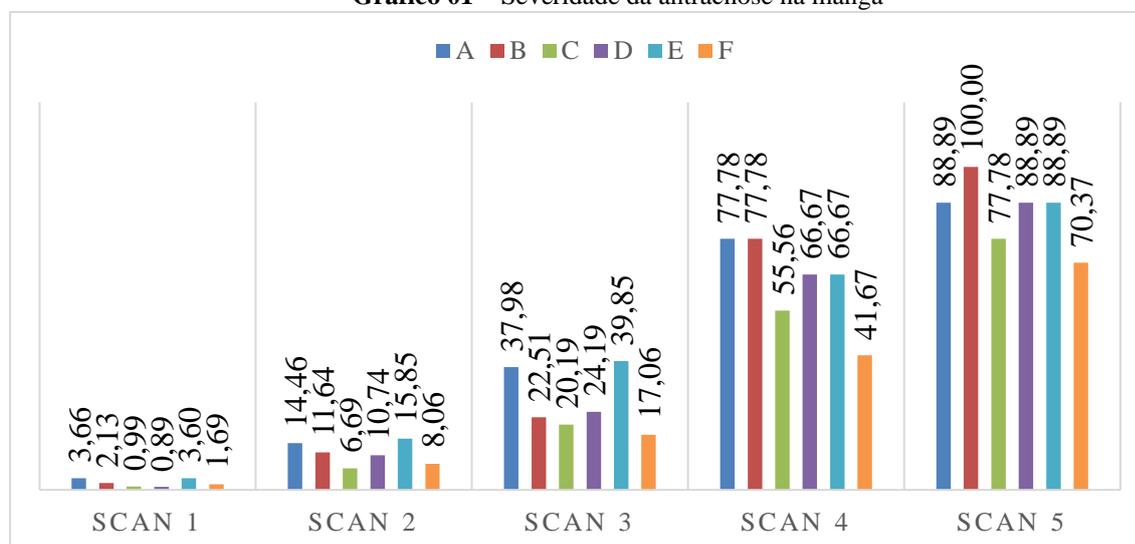
Superficialmente, as cascas das mangas foram feridas com uma agulha para simular danos pós-colheita. Os frutos foram distribuídos em 6 grupos, cada um correspondendo a diferentes concentrações de óleos essenciais: A = Testemunha; B = 100% Cravo-da-índia; C = 100% Pimenta-de-macaco; D = 50% Cravo + 50% Pimenta; E = 75% Cravo + 25% Pimenta; e F = 75% Pimenta + 25% Cravo. Após aplicar os óleos essenciais, um fragmento de meio de cultura contendo *Colletotrichum gloeosporioides* foi adicionado ao local do ferimento.

O efeito dos óleos essenciais foi avaliado com base na severidade da doença nas mangas, pela proporção de área colonizada. As necroses foram medidas a cada dois dias com um paquímetro digital, registrando-se cada aferição como um "Scan". A severidade foi determinada usando uma escala diagramática específica para antracnose, com as seguintes variações: 0 a 1% (sem doença); 1 a 5% (doença leve); 6 a 9% (doença moderada); 10 a 49% (doença severa); e 50 a 100% de área lesionada/fruto (doença muito severa) (Corkidi *et al.*, 2006). Além disso, temperatura e umidade foram aferidas com um higrômetro digital para verificar seu impacto no experimento.

Utilizou-se o software AgroEstat para realizar as análises estatísticas, considerando o experimento de Delineamento Inteiramente Casualizado, submetido à Análise de Regressão Polinomial e à comparação de médias pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Gráfico 01 – Severidade da antracnose na manga



Fonte: O autor (2024).

Baseado no Gráfico 01, afere-se que o patógeno *Colletotrichum gloeosporioides* desenvolveu-se nos frutos com certa variação para os tratamentos. Por meio da escala utilizada no trabalho de Corkidi *et al.* (2006), identifica-se que no Scan 1 as médias apontavam que os frutos permaneceram sem doença (0 - 1%) nos tratamentos C, D e F, mas nos tratamentos A, B e E observa-se os frutos com doença leve (1 - 5%).

Conforme o fungo colonizava o tecido, observou-se o aumento dessas médias no Scan 2, onde a doença estabeleceu-se como moderada (6 - 9%) para os tratamentos C e F e severa (10 - 49%) para os tratamentos A, B, D e E. Em seguida, afere-se no Scan 3 que, para todos os tratamentos, a antracnose manifestou-se como doença severa (10 - 49%), com as médias de área lesionada ainda muito próximas.

Já no Scan 4, registrou-se o momento em que *C. gloeosporioides* avançou para o grau de doença muito severa (50-100%) nos tratamentos A, B, C, D e E. No entanto, destacou-se que, neste momento, o tratamento F atingiu uma média de 41,67%, onde a doença ainda é classificada apenas como severa. As médias mais baixas do Scan 4 foram para os tratamentos C e F, sendo estes os que tiveram maior concentração do óleo da pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*).

Posteriormente, no Scan 5, observou-se que a antracnose estabeleceu-se como doença muito severa (50-100%) para todos os tratamentos utilizados, mas ainda neste cenário as médias dos tratamentos C e F permaneceram as mais baixas, respectivamente, 77,78% e 70,37%. Ao fim das aferições e coletas de dados, realizaram-se as análises estatísticas para obter-se a significância dos tratamentos por meio do teste de Tukey a 5% de significância.

Apesar de haver diferença nos valores da severidade da antracnose na manga sob diferentes tratamentos, como apontado no Gráfico 01, para a estatística, as médias não foram significativas no comparativo geral. No entanto, isoladamente, o Scan 4 é estatisticamente significativo, onde se visualiza que os tratamentos C (100% pimenta-de-macaco) e F (75% pimenta-de-macaco + 25% cravo-da-índia) apresentam as menores médias de severidade.

Variáveis como a temperatura e umidade do laboratório em que se acondicionaram os frutos podem influenciar diretamente neste tipo de experimento. Considerando este fato, registraram-se esses parâmetros no dia de cada Scan dos frutos (Tabela 01).

**Tabela 01** – Temperatura e umidade durante o experimento

	27/mai	29/mai	31/mai	02/jun	04/jun	MÉDIAS
TEMP (°C)	27,7	30,1	28,1	29,00	27,6	28,5
UMIDADE (%)	92,00%	85,00%	92,00%	85,00%	93,00%	89,40%

Fonte: O autor (2024).

Os valores médios obtidos para temperatura e umidade foram, respectivamente, 28,5 °C e 89,40%, corroborando os resultados de Torres *et al.* (2021), que apontam as variações desses parâmetros para a cidade de São Luís, estado do Maranhão.

De acordo com Poltronieri *et al.* (2013), a maior taxa de crescimento micelial, produção e germinação de conídios do *C. gloeosporioides* ocorre na temperatura de 28 °C. A temperatura de 28 °C está entre as médias de São Luís e, aliada às altas umidades, contribui para que a antracnose tenha seu desenvolvimento facilitado nas mangas pós-colheita.

Além disso, os frutos da mangueira têm seu amadurecimento pós-colheita acelerado em temperaturas acima de 20 °C, levando a maiores perdas de massa fresca em menor período de armazenamento (Costa *et al.*, 2018; Cordeiro *et al.*, 2014). A média local, superior a 20 °C,

demonstra que a temperatura possui influência direta no tempo de prateleira das mangas em ambientes não controlados.

## CONCLUSÕES

O estudo revela variações nas médias de desenvolvimento do patógeno *Colletotrichum gloeosporioides*, causador da antracnose, com diferentes tratamentos. Embora os tratamentos não apresentem efeito estatisticamente significativo no total dos dados, o Scan 4 evidencia a eficácia dos tratamentos com maior concentração de óleo essencial de pimenta-de-macaco, composto pelo princípio ativo dilapiol, especialmente no tratamento C (100% pimenta-de-macaco) e na combinação com cravo-da-índia no tratamento F (75% pimenta-de-macaco + 25% cravo-da-índia), ambos com os menores índices de severidade no Scan 4.

Considerando os dados da literatura, a temperatura média de 28 °C e elevada umidade no local em que se realizou o experimento, afere-se que esses fatores influenciaram diretamente no tempo de prateleira das mangas e no desenvolvimento da antracnose no tecido dos frutos utilizados no experimento, reforçando a necessidade de controle rigoroso dessas variáveis para melhorar a confiabilidade dos resultados. Além disso, pode-se apontar que a antracnose tem seu desenvolvimento facilitado nas mangas comercializadas em estabelecimentos locais que não possuem controle da temperatura dos frutos em prateleira.

Esses resultados indicam a importância da continuidade aos estudos voltados ao potencial fungitóxico dos óleos essenciais de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*), com maior número de frutos/repetições e variações nas concentrações dos óleos/tratamentos, para aumento do grau de liberdade do experimento e maior significância estatística.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço o apoio financeiro da FAPEMA, o espaço cedido pelo IFMA – Campus São Luís Maracanã e as equipes dos Laboratórios de Bebidas, Microbiologia, Química, Microbiologia e Biotecnologia do Solo.

## REFERÊNCIAS

- AFFONSO, v. L.; MOUCHRECK FILHO, V. E. Extração, caracterização química e atividade antifúngica de óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia). **Caderno de pesquisa**, São Luís, v.20, p.137-144, 2013.
- BASSO, P.; BONALDO, S. M.; RUFFATO, S. Avaliação de fungicidas no controle de antracnose e mancha alva, e no rendimento da cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 191–199, 2015.
- CORCINO, C. O. *et al.* Avaliação do efeito do uso de agrotóxicos sobre a saúde de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada. **Ciência e Saúde Coletiva**, V. 24, p 3117-3128, 2019.
- CORDEIRO, M. H. M.; MIZOBUTSI, G. P.; SILVA, N. M. DA; OLIVEIRA, M. B.; MOTA, W. F. DA; SOBRAL, R. R. S. Conservação pós-colheita de manga var. Palmer com uso de 1-metilciclopropeno. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, V. 26, n. 2, p. 103- 114, Abr./Jun. 2014.
- CORKIDI, G.; BALDERAS-RUIZ, K. A.; TABOADA, B.; SERRANO-CARREÓN, L.; GALINDO, E. Assessing mango anthracnose using a new three-dimensional image-analysis technique to quantify lesions on fruit. **Plant Pathology**, Cuernavaca, v. 55, p. 250-257, 2006.
- COSTA, O. D. DE S.; FIGUEIREDO NETO, A.; ALMEIDA, F. DE A. C.; COSTA, M. DE S. Conservação de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas em atmosfera modificada passiva. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 1, p. 117 –125, jan. –mar., 2018.

- FONSECA, N.; FREITAS, I. S.; LEDO, C. A. S.; SANTOS FILHO, H. P. Reação de Genótipos de Mangueira (*Mangifera indica* L.) à Antracnose (*Colletotrichum* spp.). Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2022. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 138, 20 p. il., 2022.
- GODOY, C. V. *et al.* Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *Corynespora cassiicola*, na cultura da soja, na safra 2020/2021: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. **Embrapa Soja, folhetos**. Londrina (PR), jul. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1133167/eficiencia-de-fungicidas-para-o-controle-da-mancha-alvo-corynespora-cassiicola-na-cultura-da-soja-na-safra-20202021-resultados-sumarizados-dos-ensaios-cooperativos>>. Acesso em: 29 jan. 2023.
- GOMES, P. R. B. *et al.* Caracterização química e citotoxicidade do óleo essencial do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), **Revista Colombiana de Ciências Químico - Farmacéuticas**, 47(1), 37-52 (2018).
- LEMONS, L. M. C. *et al.* Controle da antracnose na pós-colheita de manga 'Ubá' com o uso de produtos alternativos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 962–970, dez. 2013.
- MENDES-FILHO, N. E.; CARVALHO, N. P.; SOUZA, J. M. T. Determinação de macrocomponentes e nutrientes minerais da polpa de manga (*Mangifera indica* L.). **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v.6, n. 1/2, p. 22 - 36, 2014.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Como escolher, higienizar e armazenar frutas, verduras e legumes**. 24 maio 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-quer-me-alimentar-melhor/noticias/2022/como-escolher-higienizar-e-armazenar-frutas-verduras-e-legumes#:~:text=As%20instru%C3%A7%C3%B5es%20de%20preparo%20s%C3%A3o,para%20cada%20litro%20de%20%C3%A1gua>. Acesso em: 21 maio 2024.
- NOGUEIRA JÚNIOR, J. B. B.; MELO, Ítalo F. da C.; TAVARES, J. P. F. Atividade antifúngica dos óleos de *Piper aduncum*, *Piper hispidinervum* e *Piper marginatum* sobre *Corynespora cassiicola* agente etiológico da mancha-alvo do tomateiro. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 32, 2021.
- PAULINO, G.; VIEIRA, B.; SANTOS, B.; MATOS, J.; LUSTOSA, D. Óleos essenciais no controle alternativo da antracnose em hortaliças e frutíferas. **Cadernos de Agroecologia – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, Nº 1, jul. 2018**.
- POLTRONIERI, T. P. DE S.; AZEVEDO, L. A. S. DE.; SILVA, D. E. M. DA. Efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides*, isolados de frutos de palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 39, n. 4, p. 281-285, 2013.
- PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL – PAM. Produção de Manga. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/manga/br>>. Acesso em: 01 mar. 2023.
- RADÚNZ, L. L.; MELO, E. DE C.; ROCHA, R. P.; BERBERT, P. A.; GRACIA, L. M. N. Estudo do óleo essencial das folhas de guaco submetidas a diferentes temperaturas do ar de secagem. **Revista Engenharia Na Agricultura - REVENG**, 18(3), 241–247, 2010.
- REETZ, E. R. *et al.* Anuário Brasileiro de Fruticultura. Santa Cruz do Sul: **Editora Gazeta**, Santa Cruz, 2015. 104 p.: il.
- ROCHA, C.; BIROLO, F. Exportação de manga brasileira bate recorde em 2020, totalizando US\$ 246 milhões. **Embrapa, Notícias**. Produção Vegetal, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/60585117/exportacao-de-manga-brasileira-bate-recorde-em-2020-totalizando-us-246-milhoes>>. Acesso em: 1 mar. 2023.
- SENA, L. B.; BARBUDA, A. S. DE. O uso indiscriminado dos agrotóxicos e os danos causados ao meio ambiente. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 5, n. 1, 2023.
- TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4. ed. Campinas: **NEPA/UNICAMP**, 2011.
- TORRES, M. A. N. *et al.* Climatologia aplicada ao estudo da dengue na cidade de São Luís, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.14, n.7, 2021.