

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA  
Autorização Decreto nº 9237/86. DOU 18/07/96. Reconhecimento: Portaria  
909/95, DOU 01/08-95

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS CAMPUS  
III – JUAZEIRO  
Colegiado de Engenharia Agrônômica



**GILBERTO ALVES DOS SANTOS NETO**

**AÇÃO DE DIFERENTES PRINCÍPIOS ATIVOS NO CONTROLE DA  
ANTRACNOSE DA MANGUEIRA**

**JUAZEIRO-BA  
2025**

**GILBERTO ALVES DOS SANTOS NETO**

Monografia apresentado a Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS campus III, colegiado de Engenharia Agrônômica como um dos pré-requisitos para a disciplina de Trabalho de conclusão de curso – TCC.

**AÇÃO DE DIFERENTES PRINCÍPIOS ATIVOS NO CONTROLE DA  
ANTRACNOSE DA MANGUEIRA**

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Rosa Peixoto

**JUAZEIRO-BA  
2025**

**GILBERTO ALVES DOS SANTOS NETO**

**AÇÃO DE DIFERENTES PRINCÍPIOS ATIVOS NO CONTROLE DA  
ANTRACNOSE DA MANGUEIRA**

Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS Campus III, colegiado de Engenharia Agrônômica como pré-requisito para a disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – TCC.

Aprovado em 30 / 07 / 2025

**BANCA EXAMINADORA**

Ana Rosa Peixoto  
Professora Dra<sup>o</sup> Ana Rosa Peixoto (Presidente/Orientador)

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III

Rafayne Silva Alcantara  
Mestranda Rafayne Silva Alcantara (primeira examinadora)

Programa de Pós-graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada, Universidade do Estado da Bahia

Maria Fernanda Araújo da Silva  
Mestranda Maria Fernanda Araújo da Silva (segunda examinadora)

Programa de Pós-graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada, Universidade do Estado da Bahia

**JUAZEIRO-BA  
2025**

*Dedico este trabalho ao meu pai (in memoriam), Roberto Alves dos Santos, como uma singela forma de honrar o seu legado, sua memória e os valores que me deixou. À minha mãe, Cristiane Sousa dos Santos Alves, pela dedicação, amor incondicional e por sempre estar ao meu lado em todos os momentos.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força que tem me dado para enfrentar os dias de dificuldade.

À minha querida mãe, que é minha força inabalável, pela sua dedicação exclusiva, amor incondicional e por sempre acreditar nos meus sonhos.

Ao meu pai (Sd) Roberto Alves, pelo sacrifício, amor, ensinamentos e disciplina.

Aos meus irmãos, Weverton e Thielli, pelos conselhos de irmãos mais velhos, pela proteção, amor e por tornarem os momentos difíceis mais leves com diversão.

À minha namorada, Gabrielle, pelo apoio nos momentos de dificuldade, pelo cuidado, por ser minha melhor amiga e o amor da minha vida.

Ao meu padrasto, Marlos, pela fiel companhia à minha mãe e pelo incentivo para concluir este projeto.

Aos meus cunhados, Valéria e Samuel, pela parceria, pelos conselhos, pela amizade e pelo amor dedicado à nossa família.

Aos meus avós maternos, Gilberto Alves e Maria do Socorro, pelo cuidado, zelo, apoio, amor e ensinamentos.

Aos meus avós paternos, Laudelina e Antônio, pelos momentos marcantes da infância, pelo amor e carinho.

Às minhas tias, Andreia, Elaine e Cíntia, pelo amor, cuidado, incentivo e dedicação à família.

Aos meus primos, Lizandra, Larissa, Isabela e Arthur, pelos momentos de diversão na infância, pelo incentivo e pela ajuda em diversos momentos.

Aos meus amigos do CPM, Pedro, Emerson e Vitor.

À minha orientadora, professora Dra. Ana Rosa Peixoto, pelos ensinamentos e pela confiança depositada em mim.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Fitopatologia: Ranayne, Fernanda, Jamerson, Gabi, Cibele, Alex, João Gabriel, Emilly, Iago, Adson, Vinícius, Vitor, Yuri, Gabriel, Beatriz, Inara, Iandra e Kaline — pelo companheirismo, aprendizado e amizade.

Aos meus colegas de turma e amigos: Samuel, Wilma, Jamile, Irlan, Matheus, Ingrid e Carol.

À Dona Lucília e à Rose, pelo cuidado, ajuda diária e pelos cafés da manhã sempre preparados com carinho.

**RESUMO:**

A mangicultura tem grande relevância econômica e social para o Brasil, sendo o Vale do São Francisco o principal polo produtor e exportador do país, responsável por mais de 90% da produção nacional. No entanto, doenças como a antracnose, causada por *Colletotrichum* spp., comprometem a qualidade dos frutos, sobretudo na fase pós-colheita, resultando em perdas significativas e restringindo a comercialização externa. Diante da demanda por alternativas sustentáveis que atendam às exigências de redução de resíduos químicos, este trabalho teve como objetivo avaliar a ação de diferentes princípios. Foram testados um óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), três produtos formulados à base de extratos vegetais (melaleuca, alho e pimenta) e um fungicida químico composto por azoxistrobina + fludioxonil, todos aplicados em diferentes concentrações. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), utilizando isolados do patógeno obtidos a partir de frutos sintomáticos coletados no município de Petrolina (PE). As avaliações seguiram duas etapas: testes *in vitro*, para análise do crescimento micelial em meio BDA, e testes *in vivo*, com aplicação preventiva dos tratamentos em frutos sadios da variedade Tommy Atkins, previamente inoculados com a suspensão de conídios do patógeno. O teste *in vitro* foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial duplo, com cinco repetições por tratamento, enquanto o teste *in vivo* adotou delineamento inteiramente casualizado (DIC). As variáveis analisadas foram crescimento micelial, incidência e severidade da doença, além da área abaixo da curva do crescimento micelial e a área abaixo da curva de progresso. Os resultados revelaram alta eficácia do óleo essencial de capim-limão e do extrato de melaleuca no controle *in vitro*, enquanto, nos testes *in vivo*, o produto químico demonstrou maior desempenho. Os resultados reforçam o potencial de controles alternativos, embora indiquem a necessidade de aprimoramentos para aplicação prática em campo.

**Palavras-chaves:** Mangicultura, Óleo essencial e *Colletotrichum siamense*.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Obtenção do inóculo *colletotrichum siamense* em manga tommy atkins (A). isolamento em placa de petri (B). visualização da estrutura do patógeno no microscópio através do microscópio (C). teste de patogenicidade (D). reisolamento do fungo após resultado do postulado de koch (F)-----17
- Figura 2** – Montagem do teste *in vitro*. Placas vertidas no processo de desinfestação pela luz UV (A). Fixando disco de micélio em placas com os tratamentos(B). Contabilidade do diâmetro vertical e horizontal(C) - Juazeiro – BA, 2025-----20
- Figura 3** – Montagem do teste *in vivo*. Dosagem dos controles usado(A). Equipamentos e produtos utilizados para o teste *in vivo*(B). Dosagem dos controles alternativos(C). pulverização dos controles nas mangas da variedade Tommy Athkins(D). Uniformizando a aplicação(E). Aplicação por pulverização dos-----22
- Figura 4** - Montagem do teste *in vivo*. Preparo da suspensão de esporos do *C. siamense*(A). Contagem e ajuste da solução de esporos(B). Aplicação de 10 ul de suspensão nos frutos de manga da variedade Tommy Athkins(C). Organização dos frutos inoculados em sacos plásticos(D). Câmara úmida para proporcionar temperatura e umidade ideal para estabelecimento do patógeno(E)- Juazeiro – BA, 2025-----23
- Figura 5** - Resultados pertinentes ao teste *in vitro* do crescimento micelial *in vitro*. (A) Testemunha. (B) Capim-limão de 0,250% a 0,750%. (C) EML BIO-A de 0,250% a 0,750%. (D) BV de 0,250% a 0,750%. (E) AH de 0,250% a 0,750%. (F) Azoxistrobina + Fludioxonil de 0,250% a 0,750%-----25
- Figura 6.** Influência dos óleos essenciais de capim-limão, dos formulados à base de extrato de melaleuca, alho e pimenta e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil nas dosagens de 0,250%, 0,375%, 0,500%, 0,625% e 0,750% sobre o crescimento micelial (cm) de *Colletotrichum siamense* em meio de cultura BDA em 7 dias-----26
- Figura 7** - Gráfico dinâmico da Área Abaixo da Curva do Crescimento Micelial (AACCM) fitopatógeno *Colletotrichum siamense*, tratadas com o óleo essenciais de capim-limão, dos formulados à base de extrato de melaleuca, alho e pimenta e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil nas dosagens de 0,250%, 0,375%, 0,500%, 0,625% e 0,750%-  
-----29
- Figura 8.** Influência dos óleos essenciais de capim-limão e do formulados à base de extrato de melaleuca na dosagem de 0,250%, 0,500%, e 0,750% e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil nas dosagens de 0,250%, 0,375% e 0,500%, na redução da severidade da doença causa em mangas da variedade Tommy Athkins *pelo C. siamense*-----31
- Figura 9** - Resultado do teste *in vivo*. (A) Testemunha, (B) Capim-limão 0,250%, (C) Capim-limão 0,500%, (D) EML BIO – A 0,250%, (E) EML BIO – A 0,500%, (F) EML BIO – A 0,750%, Azoxistrobina + Fludioxonil 0,250%, Azoxistrobina + Fludioxonil 0,375% e Azoxistrobina + Fludioxonil 0,500%-----32
- Figura 10** - Gráfico que descreve redução da severidade, foram usadas as médias de cada tratamento da AACPD. Capim-limão (CL) e EML BIO – A(EML) nas dosagens de 0,250%,

0,500% e 0,750% e Azoxistrobina + Fludioxonil (A+F) nas dosagens de 0,250%, 0,375% e 0,500%-----**33**

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Tratamentos utilizados para avaliar a ação *in vitro* dos OE de capim-limão, três produtos à base de plantas (EML BIO-A, AH E BV) e FQC (Azoxistrobina + Fludioxonil) sobre o fitopatógeno causador da antracnose da manga (*Colletotrichum siamense*) -----**20**

**Tabela 2:** Tratamentos utilizados para avaliar a ação *in vivo* do OE de capim-limão, um formulado à base de plantas (EML BIO-A) e FQC (Azoxistrobina + Fludioxonil) sobre o fitopatógeno causador da antracnose da manga (*Colletotrichum siamense*.) -----**22**

**Tabela 3.** Crescimento Micelial (CM) na sétima avaliação (AV7) do fitopatógeno *Colletotrichum siamense* em placa de Petri, tratadas com os óleos essenciais de capim-limão, dos formulados à base de extrato de melaleuca, alho e pimenta e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil nas dosagens de 0,250%, 0,375%, 0,500%, 0,625% e 0,750%-  
-----**25**

**Tabela 4.** Área Abaixo da Curva de Crescimento Micelial (AACCM) fitopatógeno *Colletotrichum siamense*, tratadas com os óleos essenciais de capim-limão, dos formulados à base de extrato de melaleuca, alho e pimenta e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil nas dosagens de 0,250%, 0,375%, 0,500%, 0,625% e 0,750% -----**28**

**Tabela 5.** Dados estatísticos da severidade (SEV) da doença na décima avaliação (AV10), do fitopatógeno *Colletotrichum siamense*, tratadas com os óleos essenciais de capim-limão, dos formulado à base de extrato de melaleuca, nas dosagens de 0,250%, 0,500% e 0,750% e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil nas dosagens de 0,250%, 0,375%, 0,500%-  
-----**30**

**Tabela 6.** Dados estatísticos da relacionados a Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), do fitopatógeno *Colletotrichum siamense*, tratadas com os óleos essenciais de capim-limão, dos formulado à base de extrato de melaleuca, nas dosagens de 0,250%, 0,500% e 0,750% e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil nas dosagens de 0,250%, 0,375%, 0,500%-----**32**

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3. OBJETIVOS .....	16
3.1    Objetivo geral.....	20
3.2    Objetivos específicos.....	20
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1 Obtenção do fitopatógeno.....	17
4.2    Teste de patogenicidade.....	20
4.3    Teste <i>in vitro</i> .....	21
4.4    Teste preventivo <i>in vivo</i> .....	25
4.5    Análises estatísticas .....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1 Controle preventivo <i>in vitro</i> .....	29
5.2 Controle preventivo <i>in vivo</i> .....	34
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
RERERÊNCIAS .....	39

## 1. INTRODUÇÃO

A mangicultura é uma prática agrícola de extrema importância econômica e social para o Brasil, sendo o Submédio do Vale do São Francisco o maior polo de exportação e produção de manga (*Mangifera indica* L.) do país (GLOBO RURAL, 2021). Em 2023, o Brasil obteve um faturamento de US\$ 315 milhões em exportações, com um volume exportado 15% maior em comparação ao ano anterior, aproximadamente 266 mil toneladas de manga (EMBRAPA 2024). O Vale do São Francisco é responsável por mais de 90% da produção, especialmente nos estados da Bahia (47,36%) e Pernambuco (45,42%). Alguns fatores importantes, como as condições climáticas favoráveis e a disponibilidade de água associada às tecnologias de irrigação, tornam o Nordeste o maior produtor de manga do Brasil (EMBRAPA 2024). Para atender às exigências do mercado interno e, principalmente, externo, a mangicultura brasileira deve possuir um bom nível de controle fitossanitário de doenças e pragas, no entanto, algumas doenças ainda provocam grandes prejuízos, dentre elas, destacam-se a antracnose, causada pelo agente etiológico *Colletotrichum spp*, espécie pertencente à família *Glomerellaceae* (Tavares, Costa e Santos, 2005)

A antracnose é uma doença que afeta principalmente o produto final na fase de pós-colheita, em frutas armazenadas em temperaturas <25°C e umidade <80% (Araújo, 2015; Menezes, 2006). Embora os sintomas dessa doença apareçam na fase final, a infecção do patógeno ocorre ainda na planta em ramos, folhas e inflorescências. A intensidade dos sintomas varia conforme as condições do ambiente podendo afetar o fruto até mesmo ainda conectado a planta (Silva, 2007). Segundo Araújo (2015), os frutos podem, de início, apresentar pequenas manchas ou lesões escuras com um grau de depressão por toda a sua superfície, e com aspecto aquoso, em casos mais avançados o fruto pode se romper e expor sua polpa, chegando no mercado, podendo haver aspectos de podridão, posteriormente, essa parte fica enegrecida e as manchas coalescem podendo atingir grandes superfícies do fruto. A necrose permanece abaixo da cutícula e pode afetar toda a polpa da fruta, em torno de sete dias, podendo liberar um fluido após o rompimento da casca do fruto, revelando a destruição celular; em estágio avançado é comum observar o crescimento micelial com posterior produção de picnídios ao redor da lesão (Araújo, 2015).

O comportamento do fungo *Colletotrichum spp*. na manga progride de forma rápida e agressiva, principalmente após a colheita e a maturação do fruto, embora às condições

climáticas do Vale do São Francisco seja quente e seco maior parte do ano, que não é tão favorável para o progresso da doença, em condições de chuva (alta umidade <80%) favorecem o desenvolvimento do patógeno tanto na planta quanto no fruto, assim como as condições dispostas quando os frutos são armazenados, onde segundo Choudhury, Costa e Anjos (2003) a incidência pode ser maior que 80%, se não for controlada. Esse fungo se desenvolve em temperaturas entre 20°C e 35°C e em ambientes com alta umidade relativa do ar, condições essenciais para que os processos germinativos e infecciosos ocorram. Em geral, o fungo permanece em estado quiescente, mantendo um baixo nível de metabolismo, até o fruto amadurecer. No entanto, também é um grande competidor pela matéria orgânica do hospedeiro em decomposição, sobrevivendo e se reproduzindo como saprófito. Ou seja, ele se desenvolve quando as condições climáticas são favoráveis e o hospedeiro está susceptível, caracterizando-se como um patógeno oportunista. Segundo Wharton e Diéguez-Uribeondo (2004), frutos afetados por *Colletotrichum* podem aparentar estar saudáveis no momento da colheita, porém os sintomas tendem a se manifestar apenas durante o armazenamento, em função da capacidade do fungo de desenvolver infecções latentes ou quiescentes.

Além disso, o fungo penetra na planta, principalmente, por ferimentos causados por práticas agrícolas ou lesões de pragas, já que Choudhury, Costa e Anjos (2003) destacam que o manuseio das mangas deve ser realizado com cuidado em todas as etapas, antes, durante e após a colheita, a fim de evitar danos físicos como abrasões, impactos, atritos e cortes, os quais favorecem a penetração do fitopatógeno. Segundo Choudhury, Costa e Anjos (2003), o controle comumente utilizado para tentar evitar ou minimizar os sintomas da antracnose inicia-se na fase de produção, com a adoção de medidas preventivas. O ciclo da mangueira submete a planta a diversos manejos e, com isso, algumas situações podem favorecer a disseminação do patógeno na área. Os diversos sistemas de poda, por exemplo, quando mal manejados e a alta umidade proveniente do sistema de irrigação, podem contribuir para a propagação do agente etiológico da doença.

Diante disso, Choudhury, Costa e Anjos (2003) e Vasconcelos et al., (2018) ainda ressaltam que os ramos podados devem ser protegidos adequadamente com pulverizações de fungicidas com ação protetora, de contato ou sistêmica. Além disso, é fundamental esterilizar o material utilizado em campo nas práticas agrícolas, evitando-se o risco de

contaminação. Quando a infecção ocorre, o tecido doente deve ser removido e retirado da área de cultivo, sendo, sempre que possível, incinerado reduzindo as fontes de inóculos. Na fase de pós-colheita, os cuidados devem ser redobrados, pois, para prevenir a ocorrência da antracnose, é importante realizar aplicações preventivas do fungicida o thiabendazole, fungicida de classe toxicológica IV (praticamente não tóxico). Choudhury, Costa e Anjos (2003) apontam que a Embrapa Semi-Árido, em PetrolinaPE, revelaram que a severidade da antracnose nas mangas imersas, por 10 minutos, em água aquecida a 50°C em combinação com 0,15% de thiabendazole foi reduzida em 94,6%, em relação às mangas não tratadas. Durante a colheita e o transporte das frutas, é fundamental o manuseio cuidadoso para evitar ferimentos. As ferramentas e os contentores utilizados devem ser devidamente limpos (Choudhury, Costa e Anjos, 2003; vasconcelos *et al.*, 2018).

Apesar das diversas medidas preventivas para evitar o surgimento dos sintomas, a antracnose continua a ser uma doença severa e de grande impacto econômico para o Vale do São Francisco, reduzindo significativamente a janela do mercado tanto externo quanto interno, desqualificando o produto e gerando desperdício alimentar, a presença desse fungo tem causado grandes perdas à produção e à qualidade dos frutos durante sua comercialização isso segundo Choudhury; Costa; Anjos, 2003, p. 1. Além disso, vale ressaltar que o mercado de exportação tem se tornado cada vez mais exigente em relação aos resíduos químicos presentes nos produtos, induzindo os produtores a buscar medidas alternativas para tentar controlar doenças de grande importância agrônômica, apesar de não existir uma medida de controle que seja 100% eficaz (Choudhury e Costa, 2004; Serra *et al.*, 2011)

Diante das crescentes exigências do mercado de exportação de manga, especialmente na Europa (Embrapa, 2024), a mangicultura nordestina enfrenta grandes dificuldades para obter um produto de qualidade, livre de doenças e com novas perspectivas em relação aos tratamentos com produtos químicos. Algumas alternativas para minimizar essa problemática incluem o uso de produtos de origem vegetal, como extratos e óleos essenciais e químicos que são eficazes no controle de doenças. Além disso, o uso desses produtos pode ser uma estratégia importante para fortalecer a imagem da mangicultura nordestina no mercado global, que tem demonstrado uma crescente preocupação com a sustentabilidade e a segurança alimentar (Mouco *et al.*, 2021, p. 11).

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

## 2.1 Mangicultura

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é cultivada há mais de 4.000 anos. Estudos apontam que sua região de origem é o país da Índia, de onde, possivelmente, foi trazida para o Brasil e para a África pelos portugueses no século XVI (ABRAFRUTAS, 2024). A mangueira pertence à família das Anacardiaceae e possui a existência de pelo menos 35 a 69 espécies, mas, do ponto de vista comercial, a espécie *Mangifera indica* é classificada como a mais importante (Pinto; Silva; Pinto, 2002; Lima Neto, 2021).

Frutos oblongos a arredondados, com casca vermelha e sementes monoembriônicas, e a raça filipínica, que já possui frutos compridos, casca de coloração amarela e verde, sementes poliembriônicas, que é comumente usada como porta-enxerto, mostram a grande variabilidade genética, geralmente resultado de cruzamentos intra e interespecíficos, introduzidos pelos portugueses no Brasil. Isso é resultado do plantio sexuado de mangueira, que possibilita essa variedade genética (Pinto; Silva; Pinto, 2002).

Quanto à inflorescência da mangueira, é do tipo paniculada, com uma variedade de 500 a 4.000 flores por panícula. Além disso, pode também ocorrer a emissão de panículas laterais (Seagri, [s.d.]; Lima Neto, 2021). A polinização é feita por insetos, como moscas e abelhas (Lima Neto, 2021). Os frutos geralmente são descritos como uma drupa com polpa baixa em teor de acidez e alta em açúcares, rica em vitamina C e A, sendo que o peso varia de 150 a 700 g (Seagri, [s.d.]). Suas folhas são coriáceas, de coloração verde-escura, mas são avermelhadas quando jovens, e o sistema radicular é pivotante e bastante profundo, possuindo radículas laterais em pequenas quantidades e podendo atingir porte de altura de até 30 m (Fazenda Maxi, [s.d.]; Lima Neto, 2021).

O crescimento vegetativo está diretamente ligado à alta produtividade, na qual o período juvenil é de aproximadamente 3,5 anos em propagação por mudas. Além disso, pode-se destacar que o florescimento da mangueira depende de determinadas condições de fatores climáticos, que geralmente estão relacionados ao estresse hídrico e à queda de temperatura. Ademais, algumas práticas de manejo são determinantes para a produção, como a utilização de fitorreguladores e hormônios para indução floral (Pinto; Silva; Pinto, 2002; Lima Neto, 2021). Nesse quadro, pode-se destacar a região semiárida, especificamente a

região pertinente ao Vale do São Francisco, que se qualifica como um dos maiores polos exportadores de manga do mundo (GLOBO RURAL, 2021). O clima quente, associado à prática de tecnologia de irrigação, qualifica essa região para se manter no mercado por vários anos consecutivos (Pinto; Silva; Pinto, 2002; Embrapa, 2024).

## 2.2 Antracnose

A antracnose é uma doença amplamente conhecida em todo o mundo, causada por espécies do gênero *Colletotrichum*. A antracnose é mais comumente vista em frutíferas e apresenta uma distribuição geográfica mais frequente nas regiões de clima tropical, subtropical e temperado (Tavares, Costa e Santos, 2005). O fungo é classificado como um dos patógenos mais importantes, já que afeta pelo menos 1.000 espécies de plantas. Consequente a isso, a qualidade do produto no pré ou na pós-colheita é afetada, limitando a comercialização e a economia desse segmento (Araújo, 2015).

Os sintomas mais típicos que podem ser observados são lesões grandes e arredondadas, necróticas e com depressão no centro do tecido; geralmente, nessa região ocorre a produção de conídios alaranjados (Vasconcelos *et al.*, 2018). É natural que o patógeno penetre no fruto através de uma lesão; mesmo que o fruto ainda esteja inativo, é possível que a infecção ocorra de forma facilitada. Por um período, o fruto ainda pode apresentar boa sanidade, já que o patógeno permanece inativo até ter boas condições de desenvolvimento ou até a ocorrência da maturação do fruto (Serra *et al.*, 2011). Em sua grande maioria, os danos que servem de porta de entrada para o estabelecimento do patógeno no fruto são causados por manejo mal direcionado ou transporte inadequado dos frutos. Além disso, ainda é possível a presença do patógeno na planta em qualquer idade (Menezes, 2006).

Ser uma das doenças mais economicamente importantes está diretamente ligado à sua fácil disseminação, que ocorre pela extensa gama de hospedeiros. Como já dito, as plantas estão sujeitas a essa doença em todas as fases, além de uma planta poder disseminar a doença para outras (Choudhury, Costa e Anjos, 2003). Para penetrar na planta, o *Colletotrichum* possui diversas estruturas com essa capacidade, que variam de hemibiotrófico intracelular a necrotrófico subcuticular. A exemplo disso estão os

apressórios. Com isso, podem surgir sintomas de antracnose nas folhas, inflorescências e frutos (Menezes, 2006).

A identificação desse patógeno é facilitada pela sua morfologia e características morfométricas, nas quais se observam conídios e apressórios, crescimento micelial, coloração da colônia, patogenicidade e presença de peritécio. Além disso, a determinação de suas características é precisa através de testes de patogenicidade, os quais permitem observar sua sintomatologia (Serra *et al.*, 2011). Quando se parte para a análise da sintomatologia, é comum que folhas manifestem pequenas lesões necróticas de contornos circulares e alongados. Além disso, é muito comum observar lesões grandes e arredondadas, necróticas e com bordos ligeiramente elevados, com o centro dos tecidos deprimidos, muitas vezes com formação de anéis concêntricos típicos em frutos. Ainda assim, é possível detalhar que a lesão vem carregada por uma massa de esporos (conídios) alaranjados, que produz, juntamente com ela, uma mucilagem solúvel em água, o que, no período, torna a doença ainda mais incidente (Vasconcelos *et al.*, 2018).

### **2.3 Controles**

Dentre os métodos de controle mais utilizados para evitar tal problemática, deve-se destacar os manejos culturais, que podem ser aplicados em todas as fases do desenvolvimento vegetal, iniciando pela fase de muda, na qual evitar o estresse da planta e manter uma adubação equilibrada trará maior sanidade à planta (Embrapa, 2023). Além disso, evitar locais sujeitos a excesso de vento — já que o vento pode rasgar as folhas e ajudar no estabelecimento do fungo por essa porta de entrada — e evitar o excesso de umidade também são medidas efetivas na redução da incidência (Embrapa, 2023).

Algumas medidas de controle preventivo incluem a separação de mudas contaminadas, para evitar a transmissão do patógeno para plantas saudáveis, assim como a remoção e queima de folhas, frutos e qualquer resto cultural da área, evitando assim fontes de inóculo (Embrapa, 2023). Ademais, destacam-se as medidas voltadas para o tratamento de sementes, a fim de evitar a disseminação; a rotação de culturas não hospedeiras; e a utilização de sementes certificadas e saudáveis. Além disso, deve-se empregar a desinfestação

do material utilizado para o manejo cultural, com o uso de álcool e hipoclorito, a fim de evitar a contaminação por ferramentas utilizadas (Choudhury; Costa; Anjos, 2003).

Quanto ao uso de controle químico, é bastante comum a utilização de fungicidas sintéticos, que ainda são amplamente eficazes, como azoxistrobina, prochloraz, thiabendazol, entre outros (Ciofini *et al.*, 2022). A utilização de termoterapia (calor controlado) e radiação UV-C é amplamente usada em frutos após a colheita, para inibir o crescimento do fungo. Esses métodos são comuns e eficazes. Apesar da utilização de moléculas ser bastante recorrente, principalmente na fruticultura, essa prática possui certa limitação quando o assunto é exportação. A mangicultura é um exemplo, na qual o Brasil tem um mercado exorbitante no exterior. A limitação está justamente voltada para os resíduos químicos presentes nos produtos, o que diminui a segurança do alimento, a economia e o mercado (Ciofini *et al.*, 2022; Tavares, Costa e Santos, 2005).

Ademais, é notável que a tecnologia está associada à diminuição da problemática dos resíduos sintéticos presentes nos alimentos e no meio ambiente. Diante disso, são indiscutíveis as crescentes medidas de controle alternativo surgindo no meio agrícola, as quais possibilitam produzir melhor, sem a presença de resíduos e com maior eficiência (Ciofini *et al.*, 2022; Ribeiro; Serra; Araújo, 2016). Dentre essas medidas de controle alternativo, é válido apontar o controle biológico e a utilização de óleos essenciais, extratos e subprodutos derivados de plantas (Rodrigues *et al.*, 2021; Ciofini *et al.*, 2022; Ribeiro; Serra; Araújo, 2016). Algumas perspectivas futuras ainda estão sendo discutidas e desenvolvidas. A exemplo disso estão: a edição genética (CRISPR/Cas9) para aumentar a resistência das plantas, RNA interferente (RNAi) para silenciar genes fúngicos essenciais, e o uso de nanomateriais e formulações avançadas para liberação lenta de compostos antifúngicos. O manejo da antracnose pós-colheita requer a integração de estratégias químicas, físicas, biológicas e biotecnológicas para garantir um controle sustentável e a segurança alimentar, isso de acordo com o trabalho elaborado por Ciofini *et al.*, (2022), p. 3.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo geral

Avaliar a ação de diferentes princípios ativos, destacando-se um óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), três produtos à base de extratos de plantas — EML BIO-A, BV e AH —, assim como o grupo químico Azoxistrobina + Fludioxonil, sobre o fitopatógeno *Colletotrichum siamense* em mangas da variedade Tommy Atkins.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Analisar o efeito inibitório *in vitro* do fitopatógeno por meio do contato com óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), três formulados à base de extrato de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), extrato de alho (*Allium sativum*), extrato de pimenta (*Capsicum baccatum*) e com o produto do grupo químico Azoxistrobina + Fludioxonil;
- Testar o controle preventivo *in vivo* da antracnose em mangas da variedade Tommy Atkins, no estágio dois de maturação comercial, com aplicação do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), dos três formulados à base de extrato de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), extrato de alho (*Allium sativum*) e extrato de pimenta (*Capsicum baccatum*) e um produto do grupo químico Azoxistrobina + Fludioxonil, por meio do método de pulverização.

### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS), da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus III, Juazeiro- BA, Brasil. O experimento foi desenvolvido no período de janeiro a junho de 2025.

#### 4.1 Obtenção dos fitopatógenos e Teste de patogenicidade.

Os isolados de *Colletotrichum siamense* foram obtidos a partir de frutos de manga, da variedade Tommy Atkins, com sintomas típicos de antracnose, localizado no município de Petrolina, PE. Atualmente, esses isolados encontram-se preservados no banco de culturas do laboratório de Fitopatologia da Universidade do estado da Bahia (UNEB) e sequenciado e depositado no Genbank com o código (TUB2) PV252625.

Para ativar o isolado de *Colletotrichum siamense* foram utilizadas placas de Petri de 90 x 15 mm com meio de cultura BDA (batata, dextrose e ágar), preparado com 250 g de batata, 20 g de dextrose e 20 g de ágar para 1 litro de água. foram acrescentado 50 mg L<sup>-1</sup> de antibiótico Ampicilina para evitar contaminação por bactéria.

Fragmentos preservados, armazenados em tubos de Eppendorf contendo micélio aderido ao meio de cultura, foram transferidos assepticamente para placas de Petri contendo BDA e incubados a 25 ± 2 °C, sob fotoperíodo de 12 horas, por 7 dias. Após o crescimento fúngico, os isolados foram repicados sucessivamente até a obtenção de culturas puras (Vidal, 2013).

Para a avaliação da patogenicidade e agressividade dos isolados de *Colletotrichum siamense* foram utilizadas mangas sadias, no estágio dois de maturação comercial (Santos *et al.*, 2022). As mangas foram lavadas com água corrente hipoclorito diluído a 1,5% e sabão, posteriormente foram secas sobre papel toalha.

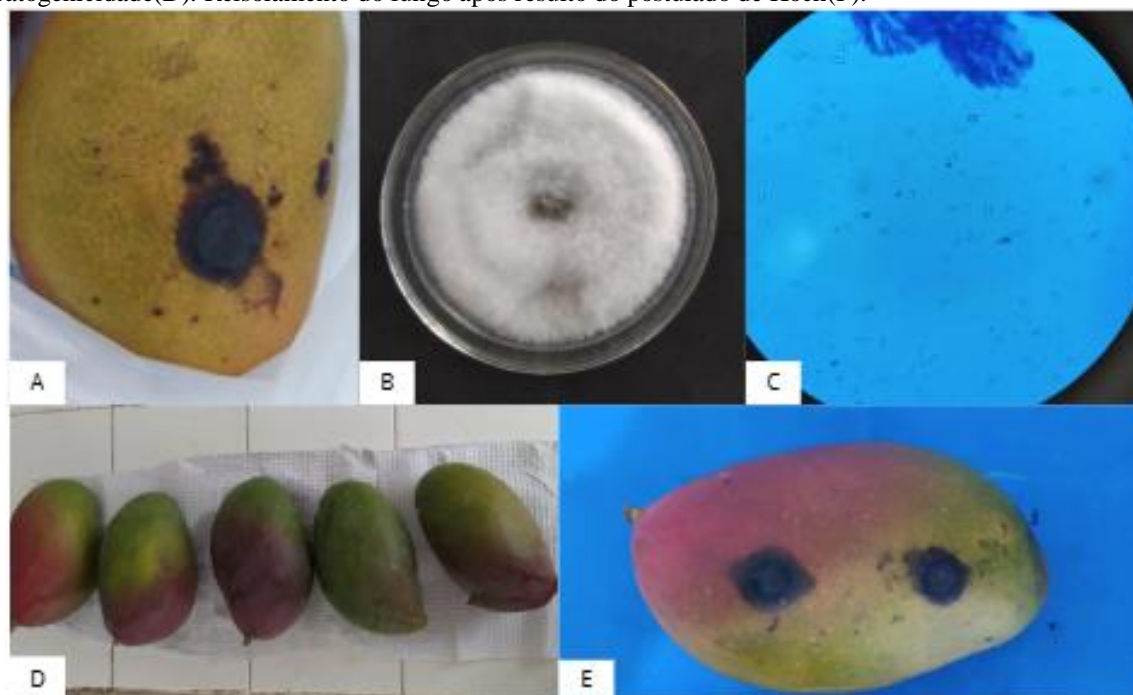
O inóculo foi constituído por uma suspensão fúngica de 10<sup>6</sup> conídios/mL de *C. siamense* que foi cultivado em placas de Petri com BDA (ágar-dextrose-ágar) por 7 dias, já purificados. Para dar continuidade ao teste foi feita uma solução de esporos com 2 mL de ADE acrescentados a placa com o crescimento pleno da do patógeno, utilizando-se alça de Drigalski para raspar e homogeneizar a solução. Em seguida, o material também precisou ser macerado, filtrado em gaze estéril, e a suspensão obtida foi submetida à contagem de esporos em câmara de Neubauer. A concentração final foi ajustada para 1x10<sup>6</sup> conídios/mL.

Já com frutos livre de sintomas de doenças aparente, além devidamente higienizados, eles foram submetidos ao teste a partir da inoculação de esporos na região central do fruto, sendo feito ferimentos superficiais com uma agulha de ponta de 2 mm, realizando aproximadamente cinco a dez perfurações. A inoculação foi feita utilizando uma pipeta ajustada para 10 µL, e com o auxílio de uma ponteira, a suspensão de conídios foi depositada em cada ferimento. Após a inoculação, as frutas foram mantidas em câmara úmida por 48 horas, com temperatura e umidade relativa controladas em 25°C ± 2°C e 84%, respectivamente, para favorecer a infecção pelo patógeno.

A testemunha foi composta por frutos inoculados com 10 µL de água destilada esterilizada aplicada nos ferimentos, e mantidas sob as mesmas condições dos frutos inoculados com a suspensão de esporos. As avaliações foram realizadas diariamente, a partir

da retirada das frutas da câmara úmida, até o quinto dia, medindo-se o diâmetro da lesão (DL) em milímetros, com o auxílio de paquímetro ou régua. Após o decorrer desse período, foi realizado o reisolamento do patógeno, e os isolados recuperados foram comparados com aquele utilizado como inóculo inicial. Todo o método de teste de patogenicidade é semelhante à metodologia descrita por Vidal, (2013).

**Figura 1** – Obtenção do inóculo *Colletotrichum siamense* em manga Tommy Athkins(A). Isolamento em placa de Petri(B). Visualização da estrutura do patógeno no microscópio através do microscópio(C). Teste de patogenicidade(D). Reisolamento do fungo após resultado do postulado de Koch(F).



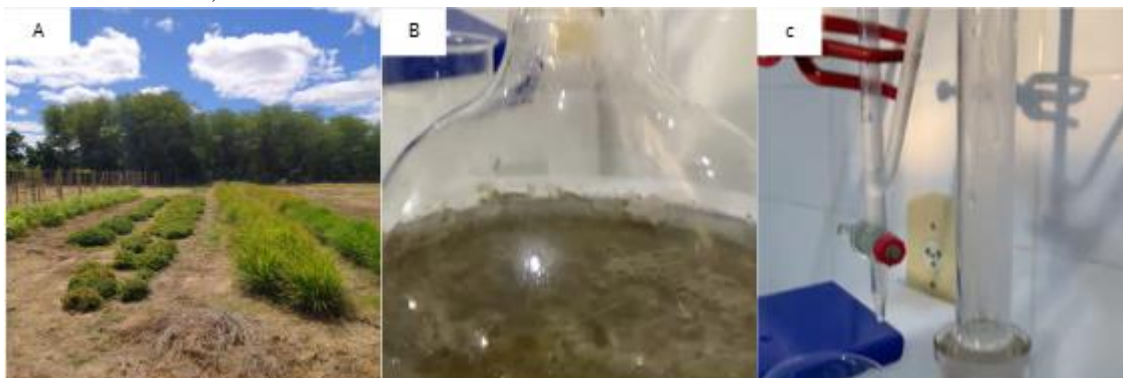
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

#### 4.2 Obtenção do óleo essencial, dos formulados e do produto comercial.

No presente estudo, foi utilizado um óleo essencial de capim-santo, conhecido por suas propriedades medicinais, assim como três produtos formulados à base de extratos de plantas medicinais — extrato de melaleuca, extrato de alho e extrato de pimenta. Além disso, foi testado um produto químico comercial pertencente ao grupo Azoxistrobina + Fludioxonil. O óleo essencial de capim-santo foi extraído de plantas cultivadas no horto de plantas medicinais do laboratório de fitopatologia do DTCS, utilizando dois sistemas de hidrodestilação: o aparelho de Clevenger, destinado à extração de óleos essenciais presentes em plantas e outras matérias orgânicas, e o sistema de hidrodestilação simples, que realiza a extração por arraste a vapor (Santos *et al.*, 2024). Os demais formulados, assim como o produto, foram obtidos por meio de doação. O óleo essencial e o formulado com

propriedades oriundas de plantas e o produto químico foram escolhidos com base em pesquisa bibliográfica direcionada ao controle alternativo de doenças de plantas causadas por fitopatógenos. Foram consideradas a predominância de ingredientes ativos, a ação das moléculas e suas possíveis perspectivas como novas fontes de controle eficaz.

**Figura 11** – Processo de extração do OE de Capim-limão. (A)Horto de plantas medicinais do Laboratório de Fitopatologia da UNEB/DTCS. (B e C) Aparelho de Clevenger, utilizado para no processo de extração de OE - Juazeiro – BA, 2025



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

#### 4.3 Sensibilidade *in vitro* do *Colletotrichum siamense* aos controles

Para avaliar o potencial inibitório do crescimento micelial do patógeno, foram testados cinco diferentes tipos de princípio ativo, sendo eles: um óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*); três produtos formulados cujos ingredientes majoritários são extrato de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), extrato de alho (*Allium sativum*) e extrato de pimenta (*Capsicum baccatum*); além de um produto químico (Azoxistrobina + Fludioxonil). Todos os controles foram testados em cinco concentrações distintas em um delineamento inteiramente casualizado.

**Tabela 2:** Tratamentos utilizados para avaliar a ação *in vitro* dos OE de capim-limão, três produtos á base de plantas (EML BIO-A, AH E BV) e FQC (Azoxistrobina + Fludioxonil) sobre o fitopatógeno causador da antracnose da manga (*Colletotrichum siamense*.)

PRODUTOS	TRATAMENTOS	DOSAGENS
		<i>In vitro</i>
Testemunha	T1	-
OE de Capim-Limão	T2	0,250% em BDA
OE de Capim-Limão	T3	0,375% em BDA
OE de Capim-Limão	T4	0,500% em BDA
OE de Capim-Limão	T5	0,625% em BDA
OE de Capim-Limão	T6	0,750% em BDA
EML BIO - A	T7	0,250% em BDA
EML BIO - A	T8	0,375% em BDA

EML BIO - A	T9	0,500% em BDA
EML BIO - A	T10	0,625% em BDA
EML BIO - A	T11	0,750% em BDA
BV	T12	0,250% em BDA
BV	T13	0,375% em BDA
BV	T14	0,500% em BDA
BV	T15	0,625% em BDA
BV	T16	0,750% em BDA
AH	T17	0,250% em BDA
AH	T18	0,375% em BDA
AH	T19	0,500% em BDA
AH	T20	0,625% em BDA
AH	T21	0,750% em BDA
A+F	T22	0,250% em BDA
A+F	T23	0,375% em BDA
A+F	T24	0,500% em BDA
A+F	T25	0,625% em BDA
A+F	T26	0,750% em BDA

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

Com o meio de cultura BDA ainda em estado líquido e em temperatura manejável, foi realizado o ajuste necessário, e, com o auxílio de uma proveta, foram preparados 26 frascos de Erlenmeyer, contendo 100 mL de meio cada. As concentrações dos controles utilizados foram adicionadas aos respectivos Erlenmeyer, conforme o tratamento (Tabela1). Para cada dose, foi adicionado o volume correspondente do produto selecionado, emulsionado com *Tween 20* na proporção 1:1. A solução resultante foi distribuída em cinco placas de Petri, onde uma placa correspondeu à unidade experimental. As placas permaneceram resfriando em câmara de fluxo laminar por 25 minutos (Silva, Vidal e Araújo, 2013).

Após solidificar, discos de BDA de 5 mm cobertos com conídios fúngicos esporulando de *C. siamense*, cada colônia possuía 7 dias de crescimento; os discos foram retirados da parte mais periféricas das colônias, onde cada um foi deslocado ao centro de uma placa de Petri em cada repetição dos tratamentos. As placas de Petri precisaram ser flambadas nas bordas e vedadas com plástico filme, onde ficaram mantidas em estufa BOD a uma temperatura de  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas por 7 dias, período que levou para o crescimento do fitopatógeno ser do tamanho da própria placa de Petri. A metodologia que foi utilizada se assemelha com a descrita por Silva, Vidal e Araújo (2013).

As avaliações foram executadas periodicamente a cada 24 horas, medindo o diâmetro médio da colônia em cada tratamento. Foram feitas as avaliações no verso das placas de Petri, com o auxílio de uma régua e um pincel, onde foi medido o diâmetro nos dois sentidos, vertical e horizontal, e também foi comparado com o crescimento das colônias nas placas de Petri das testemunhas, onde em cada repetição teve uma subtração 5 mm, referentes ao diâmetro do disco do inóculo (Silva, Vidal e Araújo, 2013).

**Figura 2** – Montagem do teste *in vitro*. Placas de Petri vertidas no processo de desinfestação pela luz UV (A). Fixando disco de micélio em placas com os tratamentos(B). Contabilização do diâmetro vertical e horizontal(C) - Juazeiro – BA, 2025.



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

As variáveis analisadas foram: 1. Crescimento Micelial (CM); 2. Área Abaixo da Curva de Crescimento Micelial (AACCM) utilizando a fórmula:  $AACCM = \sum (y_i + y_{i+1}) / (2 \cdot dt_i)$ , onde  $y_i$  e  $y_{i+1}$  são os valores de crescimento da colônia observados em duas avaliações consecutivas e  $dt_i$  o intervalo entre as avaliações.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial duplo com um tratamento adicional  $5 \times 5 + 1$ , da seguinte forma: cinco tipos de produtos em cinco concentrações distintas; além da testemunha que não terá nenhuma adição de produto, totalizando 26 tratamentos. Se empregou cinco repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por uma placa de Petri.

#### 4.4 Teste preventivo *in vivo*

Após os resultados obtidos no teste *in vitro*, foi possível identificar quais tratamentos e concentrações apresentaram maior eficiência. Diante disso, para a avaliação preventiva do progresso da doença, foi realizada a pulverização do óleo essencial de capim-limão, do formulado à base de extrato de melaleuca, além do produto químico Azoxistrobina + Fludioxonil, todos aplicados em três concentrações (Tabela 2). Os produtos foram dosados

para 100 mL de calda por tratamento, sendo utilizado um adjuvante comercial (espalhante) para uniformizar o padrão de gotas e melhorar o contato com os frutos. As mangas utilizadas no teste *in vivo* foram adquiridas em um único local, todas da variedade Tommy Atkins, com tamanho uniforme, livres de danos físicos e de sintomas de doenças. Após a seleção, os frutos foram encaminhados ao Laboratório de Fitopatologia da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus III, localizado no município de Juazeiro, Bahia. O delineamento do tralho foi inteiramente casualizado.

**Tabela 2:** Tratamentos utilizados para avaliar a ação *in vivo* do OE de capim-limão, um formulado à base de plantas (EML BIO-A) e FQC (Azoxistrobina + Fludioxonil) sobre o fitopatógeno causador da antracnose da manga (*Colletotrichum siamense*.)

PRODUTOS	TRATAMENTOS	DOSAGENS
		<i>In vivo</i>
Testemunha	T1	-
OE de Capim-Limão	T2	0,250% em ADE
OE de Capim-Limão	T3	0,500% em ADE
OE de Capim-Limão	T4	0,750% em ADE
EML BIO - A	T5	0,250% em ADE
EML BIO - A	T6	0,500% em ADE
EML BIO - A	T7	0,750% em ADE
A+F	T8	0,250% em ADE
A+F	T9	0,375% em ADE
A+F	T10	0,500% em ADE

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

Para a obtenção do inóculo, foi utilizada uma placa de Petri com o isolado contendo colônias de *Colletotrichum siamense* cultivado em meio BDA por 7 dias a  $\pm 25^{\circ}\text{C}$ . Após esse período, foi feita uma solução de esporos com 2 mL de água destilada acrescidos a placa com o crescimento pleno da do patógeno, utilizando-se alça de Drigalski para raspar e homogeneizar a solução. Em seguida, a solução de esporos foi contada no microscópio e ajustada à concentração de  $1 \times 10^6$  conídios/mL, utilizando uma câmara de Neubauer e colocando em um beker de vidro autoclavado. O processo de formulação da suspensão fúngica foi feita dentro da câmara de fluxo e com materiais devidamente esterilizados (Araújo, 2015).

**Figura 3** – Montagem do teste *in vivo*. Dosagem dos controles usado(A). Equipamentos e produtos utilizados para o teste *in vivo*(B). Dosagem dos controles alternativos(C). pulverização dos controles nas mangas da variedade Tommy Athkins(D). Uniformizando a aplicação(E). Aplicação por pulverização dos controles alternativos - Juazeiro – BA, 2025.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os frutos de manga foram lavados com água corrente e com hipoclorito de sódio (1,5%), e então secas sobre papel toalha à temperatura ambiente. Após realizar a sanitização e pulverização dos tratamentos em controle preventivo e secagem natural, as mangas foram perfuradas, em dois locais, para simular ferimentos decorrente do processo de transporte, próximo a região central do fruto, com o auxílio de uma agulha de 2mm, onde através desses ferimentos, foram depositados 10 $\mu$ L da solução de esporos já ajustada.

Após a inoculação da suspensão na manga, os frutos foram colocados em câmara úmida por 48 horas composto de saco plástico e um chumaço de algodão umedecido por ADE, em ambiente climatizado a 25 $\pm$ 2°C,  $\pm$ 80% de umidade relativa, após esse período os sacos foram abertos e mantidos nessa condição por um período de 10 dias. As avaliações foram realizadas periodicamente a cada 24 horas, determinando-se o diâmetro médio da lesão com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, medindo-se o diâmetro em dois sentidos, na vertical e na horizontal, formando preferencialmente um ângulo reto entre as medições. (Araújo, 2015).

**Figura 4** - Montagem do teste *in vivo*. Preparo da suspensão de esporos do *C. siamense*(A). Contagem e ajuste da solução de esporos(B). Aplicação de 10 ul de suspensão nos frutos de manga da variedade Tommy Athkins(C). Organização dos frutos inoculados em sacos plásticos(D). Câmera úmida para proporcionar temperatura e umidade ideal para estabelecimento do patógeno(E)- Juazeiro – BA, 2025



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

As variáveis analisadas foram: 1. Incidência (INC); 2. Severidade da doença (SEV); e 3. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) utilizando a fórmula:  $AACPD = \sum (y_i + y_{i+1}) / (2 \cdot dt_i)$ , onde  $y_i$  e  $y_{i+1}$  são os valores de crescimento da lesão observados em duas avaliações consecutivas e  $dt_i$  o intervalo entre as avaliações.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, da seguinte forma: um tipo de OE, um produto formulado à base de extrato de planta e um produto químico comercial, todos os produtos foram testados em três concentrações distintas e a testemunha, totalizando dez tratamentos. Foram cinco repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por três frutos de manga da variedade Tommy Athkins.

#### 4.5 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de variância e quando significativos ( $p < 0,05$ ), as médias do CM, INC e SEV foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, já a AACCM e AACPD foram submetidos à análise de regressão, sendo selecionado os modelos com base no coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Ambas as análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico AgroEstat.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Controle *in vitro*

De acordo com a análise estatística aplicada sobre os dados obtidos do teste *in vitro*, pode-se notar a influência detalhada de cada produto utilizado e suas respectivas dosagens sobre o crescimento micelial do *Colletotrichum siamense*. Onde, na tabela 3, que corresponde os dados obtidos no sétimo dia de avaliação (AV7), é possível notar que todos os tratamentos diferiram estatisticamente dentre si e todos foram superiores a testemunha quando se trata da inibição do crescimento do patógeno. Vale ressaltar que o OE de capim-limão se mostrou eficiente, com a menor média, na qual inibiu 100% do crescimento micelial do *C. siamense* em todas as concentrações. Isso vai de acordo com Guimarães et al. (2011), que afirma que o citral, composto majoritário do óleo essencial de capim-limão, apresentou elevada atividade fungitóxica, com destaque para a inibição significativa do crescimento micelial de diversos fitopatógenos, especialmente *Bipolaris sp.* e *Alternaria alternata*.

**Tabela 3.** Crescimento Micelial (CM) na sétima avaliação (AV7) do fitopatógeno *Colletotrichum siamense* em placa de Petri, tratadas com os óleos essenciais de capim-limão, dos formulados à base de extrato de melaleuca, alho e pimenta e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil nas dosagens de 0,250%, 0,375%, 0,500%, 0,625% e 0,750%.

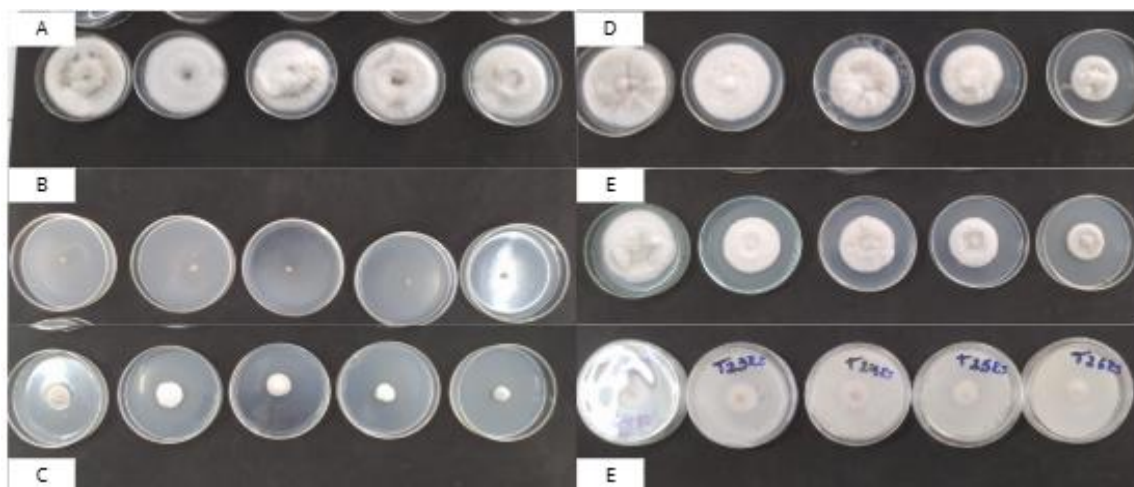
AV7	Concentrações					TESTEMUNHA
<b>TRATAMENTOS</b>	<b>0,25%</b>	<b>0,38%</b>	<b>0,50%</b>	<b>0,63%</b>	<b>0,75%</b>	
<b>Capim-limão</b>	<b>0,00Ac</b>	<b>0,00Ad</b>	<b>0,00Ad</b>	<b>0,00Ae</b>	<b>0,00Ad</b>	
<b>EML BIO</b>	<b>1,38Ab</b>	<b>1,24ABc</b>	<b>0,94ABc</b>	<b>0,77Bd</b>	<b>0,79Bc</b>	
<b>BV</b>	<b>5,94Aa</b>	<b>5,64Aa</b>	<b>4,14Ba</b>	<b>4,10Ba</b>	<b>3,50Ca</b>	<b>5,9**</b>
<b>AH</b>	<b>5,75Aa</b>	<b>4,1Aa</b>	<b>4,42Ba</b>	<b>3,48Cb</b>	<b>3,19Ca</b>	
<b>Azoxistrobina e</b>						
<b>Fludioxonil</b>	<b>1,79Ab</b>	<b>1,64Ab</b>	<b>1,65Ab</b>	<b>1,45Ac</b>	<b>1,31Ab</b>	
<b>CV: 11,8%</b>						

**Legenda:** \*\* Interação significativa entre a testemunha e os fatores A e B;

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

Em contrapartida, o produto químico (Azoxistrobina e Fludioxonil) se mostrou ineficiente quando comparado com o OE de capim-limão e o formulado à base de extrato de Melaleuca (EML BIO - A), cuja a eficiência na inibição do crescimento micelial foi superior em nas dosagens de 0,500%, 0,625% e 0,750%. Já nas dosagens menores (0,250% e 0,375%) ambos os produtos citados não tiveram diferença significativa. Confirmando assim com Corrêa (2019), que relata em seu experimento, *in vitro*, que o óleo essencial de melaleuca demonstrou maior efeito inibitório do crescimento micelial dos fungos *C. musae* e *C. gloeosporioides*, quando comparado com os seus demais tratamentos.

**Figura 5** - Resultados pertinentes ao teste in vitro do crescimento micelial in vitro. (A) Testemunha. (B) Capim-limão de 0,250% a 0,750%. (C) EML BIO-A de 0,250% a 0,750%. (D) BV de 0,250% a 0,750%. (E) AH de 0,250% a 0,750%. (F) Azoxistrobina + Fludioxonil de 0,250% a 0,750%.



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

Referente ao tratamento com o formulado à base de extrato de pimenta (AH), ainda na AV7, se mostrou superior na inibição do crescimento micelial do *C. siamense* quando comparado com ao formulado à base de extrato de alho (BV) nas dosagens de 0,375% e 0,625%, já nas demais dosagens ambos os formulados não diferiram estatisticamente. Além disso, ambos os produtos na menor dosagem (0,250%), tiveram suas medias bem próximo as media da testemunha (tabela 3). Esse resultado não surpreende, já que de acordo com Brand et al. (2010), o extrato de alho não reduziu significativamente a severidade da antracnose em feijoeiro, nas condições estudadas no seu trabalho.

Ademais, é válido destacar novamente a total inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum siamense* pelo óleo essencial (OE) de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) evidenciando sua elevada eficiência. Tal efeito está associado à presença dos compostos majoritários neral e geranial, isômeros que, em conjunto, formam o citral, um monoterpene responsável pelo aroma cítrico característico da planta. Conforme Oliveira et al. (2011, p. 12), no óleo essencial de *C. citratus*, o componente majoritário encontrado na sua cromatografia foi o geranial (42,92%), seguido do neral (30,91%). Estes dois compostos são estereoisômeros e a mistura constitui o citral. Quanto à ação antifúngica, Batista (2024) relata que o citral atua ao se ligar ao ergosterol presente na membrana celular dos fungos, promovendo sua desestabilização e, conseqüentemente, inibindo o crescimento micelial do patógeno. Em suma, pode-se observar através de um heatmap em uma escala tricolor (figura hp) o comportamento do OE de capim-limão e dos demais tratamentos.

**Figura 6.** Influência dos óleos essenciais de capim-limão, dos formulados à base de extrato de melaleuca, alho e pimenta e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil nas dosagens de 0,250%, 0,375%, 0,500%, 0,625% e 0,750% sobre o crescimento micelial (cm) de *Colletotrichum siamense* em meio de cultura BDA em 7 dias.

TRATAMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	CONCENTRAÇÕES
TESTE.								...
CL								C1 (0,250%)
CL								C2 (0,375%)
CL								C3 (0,500%)
CL								C4 (0,625%)
CL								C5 (0,750%)
EML								C1 (0,250%)
EML								C2 (0,375%)
EML								C3 (0,500%)
EML								C4 (0,625%)
EML								C5 (0,750%)
BV								C1 (0,250%)
BV								C2 (0,375%)
BV								C3 (0,500%)
BV								C4 (0,625%)
BV								C5 (0,750%)
AH								C1 (0,250%)
AH								C2 (0,375%)
AH								C3 (0,500%)
AH								C4 (0,625%)
AH								C5 (0,750%)
A+F								C1 (0,250%)
A+F								C2 (0,375%)
A+F								C3 (0,500%)
A+F								C4 (0,625%)
A+F								C5 (0,750%)

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

Em contrapartida aos resultados obtidos com o óleo essencial de capim-limão, que apresentou 100% de eficiência no controle *in vitro* do patógeno, observa-se, por meio do Heatmap (Figura 6), o início do crescimento micelial nos demais tratamentos. O formulado EML BIO – A e o produto químico Azoxistrobina + Fludioxonil apresentaram queda na eficiência a partir da quarta (AV4) e terceira avaliação (AV3), respectivamente, que representa as menores dosagens. Ainda com base na escala de cores da figura, nota-se o início do crescimento micelial nos tratamentos com os formulados BV e AH, que não foram capazes de inibir o desenvolvimento do patógeno já nas primeiras avaliações (AV1 e AV2). Ressalta-se que a testemunha manifestou crescimento contínuo da colônia ao longo de todas as avaliações, comportamento semelhante ao observado nos tratamentos com produto à base de extratos de alho e pimenta, os quais se mostraram ineficientes em todas as concentrações testadas.

Em relação à AACCM, pode-se observar, por meio do quadro fatorial (Tabela 4), que todos os tratamentos diferiram significativamente entre si. Destaca-se que o óleo essencial (OE) de capim-limão apresentou melhor desempenho em todas as concentrações, exceto nas de 0,625% 0,750%, na qual não houve diferença significativa em comparação com o formulado à base de extrato de melaleuca (EML BIO-A), ou seja, nessa dosagem, ambos os produtos se destacaram como os mais eficazes entre os tratamentos testados, isso é ressaltado por Oliveira *et al.* (2011), que declara no seu trabalho que terpinen-4-ol, componente majoritário de maior quantidade encontrado no OE de *Melaleuca alternifolia*, é o principal responsável pela atividade antimicrobiana do óleo essencial de melaleuca, atuando na perda da integridade da membrana celular e afetando a fisiologia bacteriana. Além disso, é válido ressaltar que a concentração de 0,750% apresentou a menor média de crescimento micelial (CM), elegendo, assim, os dois produtos mencionados como os tratamentos mais promissores. Resultado semelhante foi encontrado por Ramos *et al.* (2016), onde em seu trabalho os óleos essenciais de capim-limão e melaleuca apresentaram elevada eficácia no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, com inibição do crescimento micelial superior a 98%.

**Tabela 4.** Área Abaixo da Curva de Crescimento Micelial (AACCM) fitopatógeno *Colletotrichum siamense*, tratadas com os óleos essenciais de capim-limão, dos formulados à base de extrato de melaleuca, alho e pimenta

e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil nas dosagens de 0,250%, 0,375%, 0,500%, 0,625% e 0,750%.

AACCM	Concentrações					Testemunha
	0,250%	0,375%	0,500%	0,625%	0,750%	
TRATAMENTOS						
Capim-limão	0Ad	0Ae	0Ad	0Ae	0Ad	
EML BIO	3,01Ac	2,24ABd	1,71BCc	1,19BCde	1,07Cd	
BV	20,7Aa	19,3Ba	13,9Ca	12,53Da	10,51Ea	22,3
AH	20,2Aa	14,76Bb	13,96Ba	9,6Cb	8,56Cb	
A+F	4,3Ab	3,58ABc	2,97BCb	3,05BCc	2,32Cc	
<b>CV:8,57%</b>						

Médias seguidas por mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ );

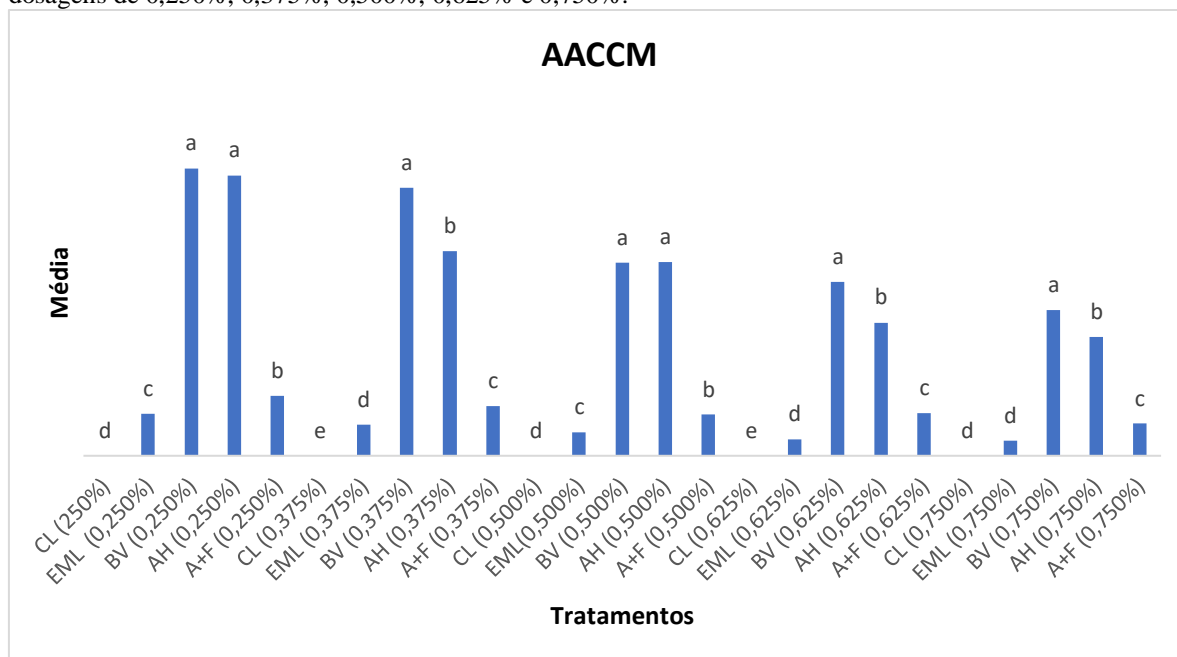
**Legenda:** \*\* Interação significativa entre a testemunha e os fatores A e B;

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

Nota-se ainda que, assim como o óleo essencial de capim-limão, o formulado à base de extrato de melaleuca (EML BIO-A) apresentou menores médias no efeito inibitório sobre o fungo *Colletotrichum siamense* quando comparado ao controle químico (Azoxistrobina + Fludioxonil), em todas as concentrações testadas. Esses resultados corroboram com Corrêa et al. (2020), que observaram maior eficácia do óleo essencial de melaleuca na inibição de *C. musae*. Por outro lado, ao comparar com os tratamentos à base de extratos de alho (AH) e pimenta (BV), o controle químico demonstrou desempenho superior, apresentando as menores médias de crescimento micelial, ou seja, foi mais eficaz na inibição do desenvolvimento de *C. siamense* do que os extratos vegetais já mencionados. (Figura 7)

**Figura 7-** Gráfico dinâmico da Área Abaixo da Curva do Crescimento Micelial (AACCM) fitopatogênico *Colletotrichum siamense*, tratadas com o óleos essenciais de capim-limão (CL), dos formulados à base de extrato

de melaleuca (EML), alho (BV) e pimenta (AH) e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil (A+F) nas dosagens de 0,250%, 0,375%, 0,500%, 0,625% e 0,750%.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

## 5.2 Controle *in vivo*

De acordo com os resultados oriundos do ensaio preventivo *in vivo*, pode-se notar (Tabela 5) que os resultados expressos na AV10 apontam que o tratamento com Azoxistrobina + Fludioxonil na dosagem de 0,500% representou a menor média da severidade da doença nos frutos de manga Tommy Atkins, na qual diferiu estatisticamente de todos os tratamentos (figura 8). Corroborando com Carneiro Neto (2022), que destaca no seu trabalho que os tratamentos alternativos pulverizados não reduziram a incidência da doença, mas apenas o tratamento com Azoxistrobina + Fludioxonil 5ml/L teve efeito.

**Tabela 5.** Dados estatísticos da severidade (SEV) da doença na décima avaliação (AV10), do fitopatógeno *Colletotrichum siamense*, tratadas com os óleos essenciais de capim-limão, dos formulado à base de extrato de melaleuca, nas dosagens de 0,250%, 0,500% e 0,750% e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil nas dosagens de 0,250%, 0,375%, 0,500%.

Tratamento	Produtos	Concentrações	Média
T1	TESTEMUNHA	-	2,26 a
T2	CAPIM-LIMÃO	0,250%	1,92 b
T3	CAPIM-LIMÃO	0,500%	1,80bc
T4	CAPIM-LIMÃO	0,750%	1,91 b
T5	EML BIO - A	0,250%	1,42 de
T6	EML BIO-A	0,500%	1,83 bc
T7	EML BIO- A	0,750%	1,81 bc

T8	Azoxistrobina + Fludioxonil	0,250%	1,64 cd
T9	Azoxistrobina + Fludioxonil	0,375%	1,40 e
T10	Azoxistrobina + Fludioxonil	0,500%	0,83 f

**CV: 6,46%**

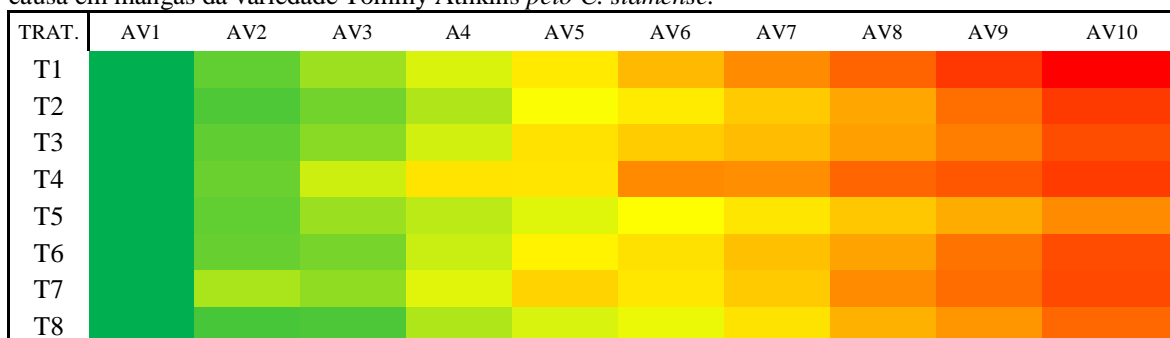
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente usando o teste de Tukey com ( $P \leq 0,05$ ).

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

Ainda assim, é possível relatar que o tratamento com Azoxistrobina + Fludioxonil na dosagem de 0,375% teve desempenho inferior que o mesmo produto na dosagem acima (0,500%), porém performou melhor na redução da severidade da doença quando comparados aos demais tratamentos alternativos, exceto no tratamento com o formulado à base de extrato de melaleuca, onde não demonstrou diferença significativamente. Carneiro Neto (2022), relata resultado não diferente quanto aos dois produtos citados, onde em seu trabalho o extrato de melaleuca 2,0L/ha e 1,5L/ha não diferiu estatisticamente do tratamento com Azoxistrobina + Fludioxonil 5 mL/L pulverizado.

Embora todos os produtos tenham diferido da testemunha, é notável reparar na performance negativa do OE de capim-limão em todas as dosagens (Figura 8), onde demonstraram as maiores médias do resultado pertinente a AV10. Dessa forma, nota-se a distinção quanto comparamos com os resultados do teste *in vitro*, essa ação distinta está correlacionada a volatilização do monoterpene citral (geranial e neral), na qual faz parte dos compostos majoritários do OE de capim-limão. Os monoterpenos, apesar de apresentarem atividade biológica relevante, como a antimicrobiana, possuem limitações quanto ao seu uso farmacêutico e tecnológico devido à sua natureza lipofílica, elevada volatilidade e instabilidade química, além da baixa solubilidade em água, o que dificulta sua aplicação direta em formulações aquosas (Feltran, 2014).

**Figura 8.** Influência dos óleos essenciais de capim-limão (T2, T3 e T4) e do formulados à base de extrato de melaleuca (T5, T6 e T7) na dosagem de 0,250%, 0,500%, e 0,750% e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil (T8, T9 e T10) nas dosagens de 0,250%, 0,375% e 0,500%, na redução da severidade da doença causada em mangas da variedade Tommy Atkins pelo *C. siamense*.





Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Em relação a Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), pode-se notar (Tabela 6) que o tratamento com Azoxistrobina + Fludioxonil nas dosagens de 0,500% diferiu significativamente dos demais tratamentos, na qual teve a menor médias da AACPD. Além disso, o mesmo produto na dosagem de 0,375% também teve bom desempenho na redução da severidade, diferindo significativamente dos demais controles alternativos. Carneiro Neto (2022) observou que o tratamento com Azoxistrobina + Fludioxonil foi eficiente na diminuição dos níveis de severidade da podridão peduncular em mangas, indicando seu potencial no manejo químico da doença em pós-colheita. Grecco (2020), também relaciona o desempenho da azoxistrobina, que atua nos fungos inibindo a respiração mitocondrial ao bloquear a transferência de elétrons entre os citocromos b e c1 no sítio Qo do complexo III, comprometendo assim a produção de ATP, essencial para o metabolismo celular. Bérghamo (2016), destaca a atuação do fludioxonil, que apresenta boa persistência nos tecidos da planta, atuando principalmente na inibição da germinação de conídios, podendo também inibir o desenvolvimento do tubo germinativo e o crescimento micelial em determinadas situações.

**Figura 9** - Resultado do teste in vivo. (A) Testemunha, (B) Capim-limão 0,250%, (C) Capim-limão 0,500%, (D) Capim-limão 0,500%, (E) EML BIO – A 0,250%, (F) EML BIO – A 0,500%, (G) EML BIO – A 0,750%, (H) Azoxistrobina + Fludioxonil 0,250%, (I) Azoxistrobina + Fludioxonil 0,375% e (J) Azoxistrobina + Fludioxonil 0,500%



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

**Tabela 6.** Dados estatísticos da relacionados a Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), do fitopatógeno *Colletotrichum siamense*, tratadas com os óleos essenciais de capim-limão, dos formulado à base

de extrato de melaleuca, nas dosagens de 0,250%, 0,500% e 0,750% e do produto químico Azoxistrobina e Fludioxonil nas dosagens de 0,250%, 0,375%, 0,500%.

Tratamento	Produtos	Concentrações	Média
T1	TESTEMUNHA	-	9,54ab
T2	CAPIM-LIMÃO	0,250%	7,52cd
T3	CAPIM-LIMÃO	0,500%	8,08c
T4	CAPIM-LIMÃO	0,750%	10,08a
T5	EML BIO - A	0,250%	6,55d
T6	EML BIO-A	0,500%	7,82c
T7	EML BIO- A	0,750%	8,44bc
T8	Azoxistrobina + Fludioxonil	0,250%	6,55d
T9	Azoxistrobina + Fludioxonil	0,375%	4,83e
T10	Azoxistrobina + Fludioxonil	0,500%	3,24f

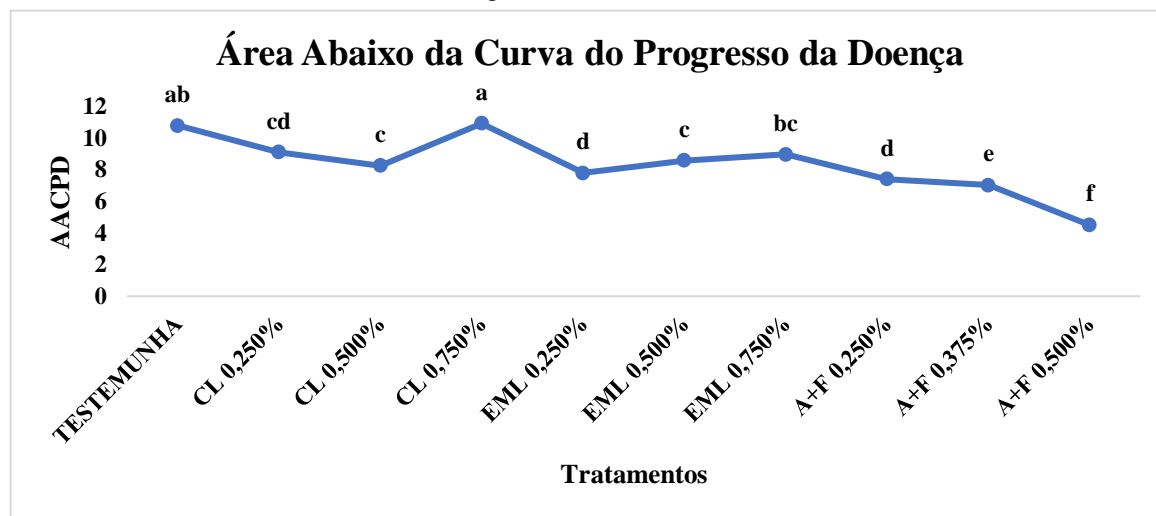
**CV: 8,16%**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente usando o teste de Tukey com ( $P \leq 0,05$ ).

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

É possível destacar ainda, que embora a maioria dos tratamentos diferiram significativamente da testemunha na redução da severidade da doença, exceto OE de capim-limão na dosagem de 0,750% e o formulado à base de extrato de melaleuca (EML BIO-A) na dosagem de 0,750%, ainda houve incidência pertinente ao *C. siamense*, ou seja, os tratamentos não eliminaram o agente causal da doença, representando limitação relacionados aos controles utilizados. Conforme observado por Carneiro Neto (2022), embora alguns tratamentos tenham promovido redução significativa na severidade das lesões da antracnose em frutos de manga ‘Tommy Atkins’, a incidência da doença permaneceu igual ou superior a 50% na maioria dos casos. Além disso, Carneiro Neto (2022) observou que a aplicação dos tratamentos por imersão resultou em maior eficácia no controle da podridão peduncular, com redução mais expressiva da incidência e severidade da doença em comparação ao método de pulverização.

**Figura 10** - Gráfico que descreve redução da severidade, foram usadas as médias de cada tratamento da AACPD. Capim-limão (CL) e EML BIO – A(EML) nas dosagens de 0,250%, 0,500% e 0,750% e Azoxistrobina + Fludioxonil (A+F) nas dosagens de 0,250%, 0,375% e 0,500%.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Ademais, é notório destacar que de forma geral, os controles alternativos (OE de capim-limão e o formulado à base de extrato de melaleuca) tiveram a performance limitada no controle da severidade da doença, na qual tiveram as maiores médias do teste. O OE de capim-limão na dosagem de 0,750% não diferiu da testemunha, assim como o formulado à base de extrato de melaleuca, demonstrando sua ineficiência na redução da severidade e na incidência do patógeno no fruto de manga. Esse resulta corrobora com Carneiro Neto (2022), onde descreveu que o extrato de melaleuca, apesar de apresentar bons resultados *in vitro*, não apresentou controle satisfatório da doença *in vivo*, mesmo nas maiores concentrações testadas. Referente ao desempenho limitado do capim-limão 0,750%, Almeida *et al.* (2020) relata que no manejo pós-colheita, o óleo essencial de capim-limão não se diferenciou da testemunha quanto ao período de incubação da podridão mole, indicando um menor efeito no controle da bactéria *Pectobacterium aroidearum*. (Figura 10).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estabelecendo uma correlação entre os resultados obtidos nos ensaios *in vitro* com o isolado de *Colletotrichum siamense* e os testes *in vivo* da antracnose em frutos da manga ‘Tommy Atkins’ tratados com produtos alternativos, conclui-se que:

Os resultados obtidos demonstram que, nas análises *in vitro*, o OE de capim-limão,

em todas as dosagens, apresentou atividade fungitóxica total, impedindo o desenvolvimento do isolado de *Colletotrichum siamense*.

Mesmo não inibindo em totalidade, o formulado à base de extrato de melaleuca não diferiu estatisticamente do OE de capim-limão nas dosagens de 0,625% e 0,750%, na AACCM. Em contrapartida, o controle químico não demonstrou a mesma eficiência, demonstrando, assim, sua limitação no crescimento micelial do patógeno, assim como os demais tratamentos.

Em relação aos frutos inoculados artificialmente com *Colletotrichum siamense*, pode-se relatar que os tratamentos com Azoxistrobina + Fludioxonil, nas dosagens de 0,375% e 0,500%, reduziram a severidade da doença, embora não tenham reduzido a incidência da doença, assim como os controles alternativos, que demonstraram limitações. O resultado obtido nesse trabalho reforça a necessidade de associar tecnologia de aplicação e fixação para os diferentes princípios ativos testados, na qual possuem potencial superior ao controle químico sintético, mas não detém a tecnologia que traga melhor performance desses princípios ativos.

## RERERÊNCIAS

Almeida, Camila de Oliveira *et al.* Óleos essenciais no manejo da podridão mole em pimentão. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 101759–101770, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-607>. Acesso em: 19 jul. 2025.

Araújo, Andrezza Klyvia Oliveira de. Controle biológico pós-colheita da antracnose em maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). 2015. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós- Graduação em Agronomia, Areia, 2015.

Araújo, José Lincoln Pinheiro; Correia, Rebert Coelho; Araújo, Edílson Pinheiro. Competitividade da cadeia produtiva da manga para exportação. In: VIEIRA, R.

Barros, A. L. Controle da podridão peduncular em pós-colheita em manga com produtos naturais. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, AL.

Batista, Diógenes da Cruz *et al.* Doenças da mangueira. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 37, n. 290, p. 82–91, 2016. Disponível em: <https://www.epamig.br>. Acesso em: 20 jun. 2025.

Batista, Emilly Nayara da Silva. Utilização de óleos essenciais no controle de podridão da uva madura em variedade ‘BRS Vitória’. 2024. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade do Estado da Bahia, Campus III – Juazeiro, 2024.

Bérgamo, Alan Pedro Vieira. Eficiência de fungicidas no controle de *Botrytis cinerea* em pós-colheita de morango. 2016. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2016.

Brand, Simone Cristiane et al. Extratos de alho e alecrim na indução de faseolina em feijoeiro e fungitoxicidade sobre *Colletotrichum lindemuthianum*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 9, p. 1881–1887, set. 2010. DOI: 10.1590/S0103-84782010000900004.

C. M. T. et al. (org.). Competitividade de cadeias agroindustriais brasileiras. Brasília, DF: Embrapa, 2011. cap. 3, p. 95–119.

Caracterização enzimática e patogenicidade cruzada de *Colletotrichum* spp. associados a doenças de pós-colheita. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 28, n. 6, p. 620–625, nov./dez. 2003.

Choudhury, M. M. Doenças pós-colheita da manga produzida na região do Submédio São Francisco durante o período chuvoso. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 13, n. 4, p. 289–291, out. 1991.

Choudhury, Mohammad Menhazuddin; Costa, Tatiana Silva da. Perdas na cadeia de comercialização da manga. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2004. 44 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 186). ISBN 1516-1633.

Choudhury, Mohammad Menhazuddin; Costa, Tatiana Silva da; Anjos, José Barbosa dos. Controle da antracnose pós-colheita da manga causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2003. 4 p. (Comunicado Técnico, 116). ISSN 1516-1609.

Ciofini, J. R. et al. Management of Post-Harvest Anthracnose: Current Approaches and Future Perspectives. *Plants*, Basel, v. 11, n. 14, p. 1856, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/14/1856>. Acesso em: 21 jul. 2025.

Corrêa, Lukas Allayn Diniz. Óleos essenciais de plantas no biocontrole *in vitro* de *Colletotrichum musae* e *C. gloeosporioides*. 2019. 59 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

Embrapa. Antracnose. In: Sistema de Produção da Mangueira. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2002. Disponível em: Acesso em: 14 maio 2025.

Fazenda maxi. Ficha técnica: produção de manga. Luanda: Fazenda Maxi, [s.d.]. Disponível em: <https://www.fazendamaxi.co.ao/wp-content/uploads/ficha-tecnica-dossier-fazenda-manga.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2025.

Feltran, Gabriel Primini. Estudo comparativo da complexação de monoterpenos em ciclodextrina: preparação, caracterização química, desenvolvimento tecnológico e avaliação biológica. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências – Área de Fármacos, Medicamentos e Insumos para Saúde) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

Figueiredo, V. M. A. Revestimentos de galactomananas e pectinas contendo óleo essencial de *Lippia grata* nanoencapsulado para qualidade e controle de podridão peduncular em manga ‘Palmer’. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB.

Gasparotto, L. et al. Glossário de fitopatologia. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, Ministério da Agricultura e Pecuária, 2023.

Grecco, Kalia Dável. Efeitos toxicogenéticos, bioquímicos e fisiológicos dos fungicidas azoxistrobina e carbendazim em *Lactuca sativa* L. e *Phaseolus vulgaris* L. 2020. 88 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2020.

Guimarães, Luiz Gustavo de Lima *et al.* Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 464-472, abr./jun. 2011.

Lima Filho, Rinaldo M.; Oliveira, Sônia M. A.; Menezes, Maria.

Lima Neto, Francisco Pinheiro. Características da planta de manga. In: Portal Embrapa – Cultivos: Manga. Pre-produção: Características da planta. Embrapa Semiárido, 08 dez. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/manga/pre-producao/caracteristicas/planta>. Acesso em: 19 jul. 2025.

Maia, Leonardo Dantas Marques. Manejo pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em manga ‘Tommy Atkins’. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Areia, PB, 2015.

Menezes, Maria. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, Recife, v. 3, p. 170–179, 2006.

Mouco, Maria Aparecida do Carmo *et al.* Recomendações práticas para a produção de manga nas áreas do Projeto Lagos do São Francisco. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2021. 27 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 303). ISSN 1808-9992.

Nechet, Kátia de Lima *et al.* Antracnose (*Colletotrichum truncatum*): doença importante para a soja (*Glycine max*) nos cerrados de Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. (Comunicado Técnico, 5).

Oliveira, A. C. M. *et al.* Emprego do óleo de *Melaleuca alternifolia* Cheel (Myrtaceae) na odontologia: perspectivas quanto à utilização como antimicrobiano alternativo às doenças infecciosas de origem bucal. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 13, n. 4, p. –, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722011000400015>. Acesso em: 28 jul. 2025.

Oliveira, M. M. M. et al. Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 8–16, 2011.

Pinto, Carlos Alberto de Queiroz; Silva, Davi José; Pinto, Paulo Augusto da Costa. Mangueira. In: GENU, P. J. C.; PINTO, A. C. de Q. (Ed.). A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 125-145.

Ramos, K.; Andreani Junior, R.; Kozusny-Andreani, D. I. Óleos essenciais e vegetais no controle in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Campinas, v. 18, n. 2, supl. I, p. 605-612, 2016. DOI: 10.1590/1983-084X/15\_192.

Ribeiro, J. G.; Serra, I. M. R. S.; Araújo, M. U. P. Uso de produtos naturais no controle de antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 42, n. 2, p. 160–164, 2016. DOI: 10.1590/0100-5405/2023.

Rocha, Marisa de Sousa. Ozônio, tratamento hidrotérmico e fungicida no manejo da antracnose da manga e qualidade pós-colheita. 2022. 58 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2022.

Santos, E. R. dos; Santos, R. M. dos; Melo, A. M. de; Pereira, D. R. Maturação de mangas 'Palmer' e 'Tommy Atkins' avaliadas por métodos não destrutivos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 26, n. 3, p. 201-208, 2022. Disponível em: . Acesso em: 20 jun. 2025.

Santos, P. L. dos *et al.* Utilização de extratos vegetais em proteção de plantas. Botucatu, SP: Departamento de Defesa Fitossanitária, Universidade Estadual Paulista, 2013.

Santos, Rebeca Beltrame dos; Silva, Samara Serrano; Parente, Sofia Gonçalves; Lima, Vitória Melikardí Soares de; RAMOS, Leticia Pedroso. Comparação dos métodos de hidrodestilação simples e com Clevenger na extração do óleo essencial de alecrim. In: CONGRESSO DE INOVAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFSP – CONICT, 15., 2024, Capivari. Anais [...]. Capivari: IFSP, 2024. p. 1–6. Disponível em: <https://www.ifsp.edu.br>. Acesso em: 21 jul. 2025.

Seagri – secretaria da agricultura, irrigação e reforma agrária. Mangueira: informações técnicas sobre o cultivo. Salvador: Seagri, [s.d.]. Disponível em: arquivo pessoal. Acesso em: 19 jul. 2025.

Serra, Ilka Márcia Ribeiro de Souza *et al.* Diversidade fenotípica e patogênica de *Colletotrichum*, agente causal da antracnose em mangueira, e identificação de espécie. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 37, n. 1, p. 42–51, 2011.

Silva, George Fagner da. Eficiência de diferentes produtos fungicidas no controle da antracnose em manga. 2007. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2007.

Silva, George Fagner da; Vidal, Juliana de Macedo; Araújo, Andrezza Klyvia Oliveira de. Alternativas de manejo da antracnose. In: LIMA, D. S.; DANTAS, R. R.; LIMA, R.A. D. de (Orgs.). *Produção agrícola no Semiárido: alternativas sustentáveis*. Patos: Ed. do CDSA/UFCEG, 2013. cap. 6, p. 81–94.

Tavares, Giltembergue Macedo; Souza, Paulo Estevão de. Efeito de fungicidas no controle *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 1, p. 52–59, jan./fev. 2005.

Vasconcelos, Camila Vilela *et al.* Etiologia e sintomatologia de *Colletotrichum acutatum* em frutos de *Solanum gilo*: uma breve revisão. *Revista de Biotecnologia & Ciência*, Ipameri, v. 7, n. 1, p. 41–49, 2018. ISSN 2238-6629.

Vasconcelos, Camila Vilela *et al.* Etiologia e sintomatologia de *Colletotrichum acutatum* em frutos de *Solanum gilo*: uma breve revisão. *Revista de Biotecnologia & Ciência*, Ipameri, v. 7, n. 1, p. 41–49, 2018.

Vidal, Juliana de Macedo. Controle alternativo da antracnose em frutos de mamoeiro e qualidade pós-colheita. 2013. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

Wharton, P. S.; Diéguez-uribeondo, J. The biology of *Colletotrichum acutatum*. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, v. 61, n. 1, p. 3–22, 2004. Disponível em: . Acesso em: 14 maio 2025.