



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E**  
**DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL**

**EDVANDO MANOEL DE SOUZA**

**MANEJO SUSTENTÁVEL DE PODRIDÃO PÓS-COLHEITA EM**  
**FRUTOS DE MANGA NO SEMIÁRIDO DO SERTÃO BAIANO:**  
**tecnologia importante no processo de transição**  
**orgânica/agroecológica**

**JUAZEIRO-BAHIA**

**2022**

**EDVANDO MANOEL DE SOUZA**

**MANEJO SUSTENTÁVEL DE PODRIDÃO PÓS-COLHEITA EM  
FRUTOS DE MANGA NO SEMIÁRIDO DO SERTÃO BAIANO:  
tecnologia importante no processo de transição  
orgânica/agroecológica**

Trabalho de conclusão de Tese apresentado a Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Campus de Juazeiro-BA, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial.

Orientadora: Dra. Ana Rosa Peixoto

Coorientador: Dr. Fábio Del Monte Coccozza

**JUAZEIRO – BAHIA**

**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
por Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

S729m

Souza, Edvando Manoel de

Manejo sustentável de podridão pós-colheita em frutos de manga no semiárido do sertão baiano: tecnologia importante no processo de transição orgânica/agroecológica / Edvando Manoel de Souza. Juazeiro-BA, 2022.  
95 fls.: il.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Rosa Peixoto.

Coorientador(a): Prof. Dr. Fábio Del Monte Coccozza.

Inclui Referências

Tese (Doutorado) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Programa de Pós Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT, Campus III. 2022.

1. Fungicidas orgânicos. 2. Controle de doenças. 3. Técnicas alternativas.  
I. Peixoto, Ana Rosa. II. Coccozza, Fábio Del Monte. III. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. VI. Título.

CDD: 668.652

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E**  
**DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL**

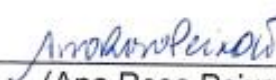
**FOLHA DE APROVAÇÃO**

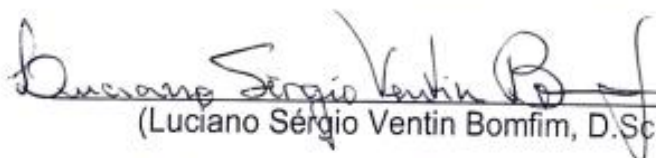
EDVANDO MANOEL DE SOUZA

MANEJO SUSTENTÁVEL DE PODRIDÃO PÓS-COLHEITA EM FRUTOS DE  
MANGA NO SEMIÁRIDO DO SERTÃO BAIANO: tecnologia importante no processo  
de transição orgânica/agroecológica

Tese apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Doutor em Agroecologia e  
Desenvolvimento Territorial, pela Universidade do  
Estado da Bahia.

Aprovada em: 11 de Agosto de 2022.

  
\_\_\_\_\_  
(Ana Rosa Peixoto, D.Sc. - UNEB)

  
\_\_\_\_\_  
(Luciano Sérgio Ventin Bomfim, D.Sc. - UNEB)

  
\_\_\_\_\_  
(Cristiane Domingos da Paz, Ph.D. - UNEB)

  
\_\_\_\_\_  
(Luciana Cavalcanti de Azevêdo, D.Sc. - IF Sertão/PE).

  
\_\_\_\_\_  
(Dinahi Gomes Amorim, D.Sc. - UNEB)

Dedico esse trabalho a meus pais (*in memoriam*): Manoel Henrique Sobrinho e Alice Maria da Conceição, que apesar de possuírem poucos estudos, mas sempre valorizaram a educação dos seus filhos. Como também a minha esposa Hélia Rosalba, sempre companheira, e aos meus filhos: Édi Tácito, Eline e Erik, sempre dedicados aos estudos.

## **AGRADECIMENTOS**

Venho aqui fazer meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram direta ou indiretamente com meu trabalho nessa nova e importante etapa da minha vida.

Primeiramente agradeço a DEUS por está sempre presente, principalmente nos momentos mais difíceis, dando-nos força para continuar com a nossa caminhada.

Aos meus irmãos: MARIA ALICE DE SOUSA CARVALHO, ERALDO MANOEL DE SOUZA, EDVALDO MANOEL DE SOUZA, MARINEIDE ALICE DE SOUZA SILVA, EDMAR MANOEL DE SOUZA, EDMIR MANOEL DE SOUZA, EVANILDO MANOEL DE SOUZA e EDILBERTO MANOEL DE SOUZA, que distantes, mas compartilhavam pensamentos positivos indispensáveis no enfrentamento dessa batalha.

À Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS, Campus III, pelos conhecimentos ofertados gratuitamente, sempre contribuindo na produção e difusão de ciência e tecnologia para a região do São Francisco.

Ao Centro de Agroecologia, Energias Renováveis e Desenvolvimento Sustentável – CAERDES, por disponibilizar suas dependências físicas e laboratórios no desenvolvimento das atividades do PPGADT.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. ANA ROSA PEIXOTO, por toda a paciência e pelo repasse dos seus conhecimentos adquiridos na sua vida profissional, além da disponibilização do Laboratório de Fitopatologia e sua equipe para a realização dos trabalhos. Como também ao co-orientador Prof. Dr. FÁBIO DEL MONTE COCOZZA, pelo apoio constante.

Ao grupo de bolsistas do Laboratório de Fitopatologia, especialmente, THIAGO FRANCISCO DE SOUZA CARNEIRO NETO, MYLENNÁ NÁDJA FERREIRA DE SÁ, JOÃO GABRIEL CAETANO DE ANDRADE e YURI FELIPE BORGES SERQUEIRA, que não mediram esforços em todas as etapas de pesquisa, para a concretização dos experimentos.

À Fazenda IBACEM AGRÍCOLA e EQUIPE, destacando-se o Presidente do grupo, NELSON MAYRINCK CABRAL DA COSTA FILHO; o Gerente da

Fazenda, REGINALDO GOMES RIBEIRO; o Responsável Técnico de campo, Eng. Agrônomo MAGNO BEZERRA DA SILVA; e o Técnico em Agropecuária responsável pela área do teste, ROGÉRIO GONÇALVES DA SILVA, por terem dado todo o apoio e mão-de-obra necessária para a realização dos experimentos, além de custear em parte os ensaios realizados.

Ao grupo de revenda de produtos agropecuários: VERDÃO PRODUTOS AGRÍCOLAS, em especial a Responsável Técnica da revenda, a Eng<sup>a</sup>. Agrônoma CRISTIANE REGINA RODRIGUES DE FRANÇA FERREIRA, por colaborar com o fornecimento de substâncias orgânicas necessárias à realização dos testes.

Ao corpo docente do PPGADT/UNEB: LUCIANO SÉRGIO VENTIN BOMFIM, JAIRTON FRAGA ARAÚJO, CRISTIANE DOMINGOS DA PAZ, LINDETE MIRIA VIEIRA MARTINS, GERTRUDES MACÁRIO DE OLIVEIRA, MARCOS ANTÔNIO VANDERLEI SILVA e demais professores que contribuíram com seus conhecimentos nessa jornada.

Aos colegas discentes da TURMA 1/PPGADT/UNEB: ERIVALDO ERBO ALVES DOS SANTOS, LUCIANO DE OLIVEIRA COSTA, JUSSARA ADOLFO MOREIRA, MARCOS VINÍCIUS FURTADO GOMES, MARIANA BARROS DE ALMEIDA, MAYARA MILENA MENEZES DA LUZ PIRES BRANDÃO, NATHÁLIA MARIA LARANJEIRA BARBOSA, PAULO EDUARDO ROLIM CAMPOS, PEDRO HENRIQUE CAMPELLO SANTOS, RAMÃO JORGE DORNELLES e VALTENCY REMÍGIO SOUTO, pela amizade e compartilhamento de conhecimentos durante essa etapa, bastante promissora em nossas vidas.

Aos colegas do Ministério da Agricultura, Regional VIGI-VALE/PETROLINA, em nome do gestor ANTÔNIO ROMÃO DE ALMEIDA JÚNIOR, saúdo toda a equipe e agradeço a força companheira para atravessar essa etapa.

Agradeço também, especialmente, aos colegas irmãos professores da Escola Estadual de Referência 'Padre Luiz Cassiano', em Petrolina-PE, e em nome do gestor, ADRIANO DA SILVA SANTOS COSTA, transmito toda a minha satisfação pela torcida constante.

Enfim, agradeço a todos que direta e/ou indiretamente contribuíram para o cumprimento e concretização dos estudos necessários deste Doutorado.

*Fazer com qualidade aquilo que gosta é fácil. Diante da necessidade, temos a obrigação de fazer com qualidade aquilo que não se gosta!*



## RESUMO

O Submédio do Vale do São Francisco, principal região produtora e exportadora de manga do país é de grande importância socioeconômica, mas deixa a desejar na defesa do meio ambiente, podendo minimizar impactos ambientais adotando-se alternativas produtivas na transição do modelo convencional para o orgânico/agroecológico com práticas preventivas no manejo de doenças que visa a redução de agrotóxicos poluentes no cultivo da manga. Essa pesquisa tem como principal objetivo o desenvolvimento de um manejo alternativo baseado em defensivos agrícolas naturais visando o manejo sustentável de podridão pós-colheita em frutos de manga no semiárido do sertão baiano, no intuito de viabilizar uma tecnologia na transição do manejo convencional para o orgânico. As podridões fúngicas pós-colheita em manga podem causar sérios prejuízos econômicos, sociais e ambientais, principalmente nos períodos chuvosos. Na busca de amenizar tais problemas, foi realizada a diagnose de frutos de manga infectados. Com os isolados obtidos, realizou-se testes de inibição *in vitro* com diferentes substâncias: óleos essenciais (palmarosa, melaleuca, gengibre e alecrim), extratos de plantas (canela e neen), compostos minerais (sanitizante e fertilizante bioativador) e produtos biológicos (nematicida microbiológico, *Bacillus subtilis* e *Bacillus amyloliquefaciens*), em três dosagens diferentes de cada produto, recomendados como efeitos fungicidas. Os tratamentos mais eficientes *in vitro* foram utilizados em testes curativos, em pós-colheita, através de pulverizações nos frutos de manga inoculados com a suspensão dos fungos obtidos nos testes anteriores. Os testes *in vitro* e de inoculação (*in vivo*) em frutos foram montados com 37 e 12 tratamentos, sendo cinco e quatro repetições, respectivamente. Posteriormente, as substâncias que proporcionaram os melhores resultados foram testadas em campo de produção de manga, variedade Tommy Atkins, no estádio produtivo da pré-floração a colheita. Foram realizados seis tratamentos com quatro repetições, utilizando-se o delineamento em blocos casualizados - DBC. Todos os dados foram submetidos ao teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade. Os fungos isolados *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Neofusicoccum Parvum* e *Alternaria alternata* mostraram-se patogênicos quando submetidos aos postulados de Koch. As substâncias melaleuca, palmarosa, *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, extrato de canela e o sanitizante, utilizadas no teste de inoculação não apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha, mesmo apresentando eficiência em alguns tratamentos e determinados patógenos. Quanto aos testes preventivos no campo com o uso de melaleuca, palmarosa, *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens* e extrato de canela não apresentaram diferença significativa em relação à testemunha, mas sinalizaram redução de podridões, principalmente o extrato de canela com 20%. Apesar da eficiência de algumas substâncias nos testes *in vitro*, não se observou os mesmos resultados positivos nos ensaios pós-colheita e em condições de campo. No entanto, novos testes serão direcionados com dosagens e intervalos de aplicação diferentes. Vale salientar que no período de realização do experimento em condições de campo, as chuvas foram bastante intensas, podendo ter contribuído negativamente na eficiência das substâncias testadas.

Palavras-chave: Fungicidas orgânicos. Controle de doenças. Técnicas alternativas.

## **SUSTAINABLE MANAGEMENT OF POST-HARVEST ROT IN MANGO FRUITS IN THE SEMI-ARID OF THE SERTÃO BAIANO: important technology in the organic/agroecological transition process**

### **ABSTRACT**

The Sub-medium of the São Francisco Valley, the main producing and exporting region of mango in the country, is of great socioeconomic importance, but leaves something to be desired in the defense of the environment, being able to minimize environmental impacts by adopting productive alternatives in the transition from the conventional to the organic model/agroecological with preventive practices in disease management aimed at reducing polluting pesticides in mango cultivation. This research has as main objective the development of an alternative management based on natural pesticides aiming the sustainable management of post-harvest rot in mango fruits in the semiarid region of Bahia, in order to enable a technology in the transition from conventional to organic management. . The post-harvest fungal rot in mango can cause serious economic, social and environmental damage, especially in the rainy season. In order to alleviate these problems, the diagnosis of infected mango fruits was carried out. With the obtained isolates, in vitro inhibition tests were carried out with different substances: essential oils (palmarosa, tea tree, ginger and rosemary), plant extracts (cinnamon and neen), mineral compounds (sanitizer and bioactivating fertilizer) and biological products (microbiological nematicide, *Bacillus subtilis* and *Bacillus amyloliquefaciens*), in three different dosages of each product, recommended as fungicidal effects. The most efficient in vitro treatments were used in curative tests, in post-harvest, through spraying on mango fruits inoculated with the suspension of the fungi obtained in the previous tests. The in vitro and inoculation tests (in vivo) in fruits were set up with 37 and 12 treatments, with five and four replications, respectively. Subsequently, the substances that provided the best results were tested in the production field of mango, Tommy Atkins variety, in the productive stage from pre-flowering to harvest. Six treatments were performed with four replications, using a randomized block design - DBC. All data were submitted to the Tukey means test at 5% probability. The isolated fungi *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Neofusicoccum Parvum* and *Alternaria alternata* proved to be pathogenic when submitted to Koch's postulates. The melaleuca, palmarosa, *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, cinnamon extract and sanitizer substances, used in the inoculation test, did not show significant differences in relation to the control, even showing efficiency in some treatments and certain pathogens. As for the preventive tests in the field with the use of tea tree, palmarosa, *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens* and cinnamon extract, there was no significant difference compared to the control, but signaled a reduction of rot, mainly the cinnamon extract with 20%. Despite the efficiency of some substances in in vitro tests. The same positive results were not observed in post-harvest tests and in field conditions. However, new tests will be targeted with different dosages and application intervals. It is worth noting that during the period when the experiment was carried out under field conditions, the rains were quite intense, which may have contributed negatively to the efficiency of the substances tested.

Keywords: Organic fungicides. Disease control. Alternative techniques

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Região Integrada de Desenvolvimento Econômico.....   | 17 |
| Figura 2. Variedade Tommy Atkins.....  | 25 |
| Figura 3. Variedade Palmer.....  | 26 |
| Figura 4. Variedade Keitt.....   | 26 |
| Figura 5. Variedade Kent.....  | 27 |
| Figura 6. Acervos e conídios de <i>G. cingulata</i> .....  | 40 |
| Figura 7. Conídios de <i>C. gloeosporioides</i> .....  | 40 |
| Figura 8. Sintomas de antracnose em manga.....   | 40 |
| Figura 9. Conídios de <i>L. theobromae</i> .....   | 42 |
| Figura 10. Sintomas de morte descendente, rachadura e podridão peduncular em manga.....  | 43 |
| Figura 11. Conídios de <i>N. parvum</i> .....  | 44 |
| Figura 12. Sintomas de podridão em frutos de manga, causados por <i>N. parvum</i> .....  | 45 |
| Figura 13. Conídios de <i>Alternaria</i> sp.....   | 47 |
| Figura 14. Sintomas de podridão em frutos de manga causados por <i>A. alternata</i> .....  | 48 |
| Figura 15. Campus III/DTCS/UNEB/Juazeiro-BA.....   | 57 |
| Figura 16. Fazenda Ibacem Agrícola/DIC/Juazeiro-BA.....  | 57 |
| Figura 17. Repicagem de esporos para teste <i>in vitro</i> .....   | 60 |
| Figura 18. Erlenmeyer com BDA.....   | 62 |
| Figura 19. Placas de petri + BDA.....  | 62 |
| Figura 20. Disco de micélio em placa.....  | 62 |
| Figura 21. Testemunhas: <i>L. theobromae</i> , <i>N. parvum</i> , <i>A. alternata</i> e <i>C. gloeosporioides</i> , após atingirem todo o diâmetro das placas..... | 62 |
| Figura 22. Placas de petri com micélio em bancadas no laboratório de fitopatologia do DTCS/UNEB.....   | 63 |
| Figura 23. Realização de perfurações nos frutos para inoculação no laboratório de fitopatologia do DTCS/UNEB.....  | 64 |
| Figura 24. Perfurações nos frutos em diferentes áreas para inoculação dos patógenos no laboratório de fitopatologia do DTCS/UNEB.....                              | 64 |
| Figura 25. Frutos inoculados e tratados na bancada no laboratório de fitopatologia do DTCS/UNEB.....   | 65 |
| Figura 26. Frutos com sintomas após inoculação.....  | 65 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 27. Surgimento dos primeiros botões florais em mangueira em pomar da Ibacem Agrícola.....  | 66 |
| Figura 28. Aplicação de substâncias orgânicas no campo em frutos de manga.....  | 66 |
| Figura 29. Esquema de distribuição das plantas (parcelas) em campo.....   | 67 |
| Figura 30. Identificação de planta/parcela.....   | 67 |
| Figura 31. Colheita de frutos de manga manual por parcela em pomar da Ibacem Agrícola.....  | 68 |
| Figura 32. Identificação de frutos de manga por tratamento/parcela em campo da Ibacem Agrícola.....   | 68 |
| Figura 33. Frutos de manga em condições ambientais.....   | 68 |
| Figura 34. Frutos de manga acondicionados em câmara fria na Ibacem Agrícola.....  | 68 |
| Figura 35. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais na inibição ao desenvolvimento de <i>C. gloeosporioides</i> .....   | 72 |
| Figura 36. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais da inibição ao desenvolvimento de <i>L.theobromae</i> .....   | 72 |
| Figura 37. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais da inibição ao desenvolvimento de <i>N. parvum</i> .....  | 73 |
| Figura 38. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais da inibição ao desenvolvimento de <i>A.alternata</i> .....  | 73 |
| Figura 39. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais quanto a inibição e severidade em manga causada por <i>C. gloeosporioides</i> .....                                   | 77 |
| Figura 40. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais quanto a inibição e severidade em manga causada por <i>L.theobromae</i> .....   | 77 |
| Figura 41. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais quanto a inibição e severidade em manga causada por <i>N. parvum</i> .....  | 78 |
| Figura 42. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais quanto a inibição e severidade em manga causada por <i>A. elternata</i> .....   | 78 |
| Figura 43. Eficiência do controle preventivo de podridão pós-colheita, em frutos de manga em condições de campo.....  | 81 |
| Figura 44. Redução estimada de perdas por podridões em manga em relação a testemunha.....   | 83 |
| Figura 45 Grupos de frutos de manga Tommy Atkins selecionados nos testes de campo na Ibacem Agrícola para identificação dos patógenos no laboratório de fitopatologia do DTCS/UNEB..... | 83 |
| Figura 46. Esporos de <i>C. gloeosporioides</i> .....   | 84 |

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1. Substâncias orgânicas utilizadas nos tratamentos do teste <i>in vitro</i> de inibição fúngica.....   | 61 |
| Quadro 2. Substâncias orgânicas com cera de carnaúba utilizadas nos testes de inoculação de fungos patogênicos em manga, variedade Tommy Atkins, realizadas no laboratório de fitopatologia do DTCS/UNEB.....  | 63 |
| Quadro 3. Substâncias orgânicas utilizadas nos tratamentos preventivos em campo de produção de manga na Fazenda Ibacem Agrícola, Distrito Irrigado de Curaçá – Juazeiro: BA .....  | 67 |
| Quadro 4. Porcentagens de inibição <i>in vitro</i> de isolados fúngicos em placas de petri contendo BDA e fungicidas a base de substâncias orgânicas e minerais.....   | 70 |
| Quadro 5. Porcentagens de incidência em pontos inoculados ativos em frutos de manga Tommy Atkins, com isolados fúngicos em suspensão na concentração de $10^7$ .mL <sup>-1</sup> de esporos e conídios submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita.....           | 74 |
| Quadro 6. Porcentagens de severidade média em centímetros nos frutos de manga Tommy Atkins, inoculados com isolados fúngicos em suspensão na concentração de $10^7$ .mL <sup>-1</sup> de esporos e conídios submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita.....      | 75 |
| Quadro 7. Porcentagens de podridões em teste <i>in vitro</i> no manejo preventivo de fungos fitopatogênicos em manga, variedade Tommy Atkins, na pré-colheita em pomar comercial da Ibacem Agrícola, no Perímetro Irrigado de Curaçá, no município de Juazeiro-BA..... | 79 |
| Quadro 8. Estimativa de perda por podridões na área 'A-417' da Ibacem Agrícola, relacionada aos tratamentos realizados, considerando a produção de 402,8 t. e 41,96 t/ha.....  | 82 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO.....  | 16 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO.....   | 21 |
| 2.1 A Importância da manga e seu cultivo orgânico no Brasil.....   | 21 |
| 2.1.1 Potencial frutícola na RIDE.....   | 23 |
| 2.1.2 Principais variedades de manga cultivadas de importância econômica no Submédio do Vale do São Francisco.....       | 25 |
| 2.1.3 Manejo orgânico/agroecológico em manga.....  | 27 |
| 2.1.3.1 Transição do sistema convencional para o orgânico.....   | 28 |
| 2.1.3.2 Práticas do manejo orgânico em substituição ao manejo convencional....   | 30 |
| 2.2 Principais fungos causadores de podridões pós-colheita em frutos de manga, no Submédio do Vale do São Francisco..... | 39 |
| 2.2.1 <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....  | 39 |
| 2.2.2 <i>Lasiodiplodia theobromae</i> .....  | 42 |
| 2.2.3 <i>Neofusicoccum parvum</i> .....  | 44 |
| 2.2.4 <i>Alternaria alternata</i> .....  | 46 |
| 2.2.5 Manejo alternativo de podridões pós-colheita.....  | 47 |
| 2.3 Descrição das substâncias recomendadas e utilizadas no experimento.....  | 52 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 56 |
| 3.1 Equipe executora.....  | 56 |
| 3.2 Área de estudo.....  | 57 |
| 3.3 Procedimentos metodológicos.....   | 58 |
| 3.3.1 Etapa I: isolamento de patógenos.....  | 59 |
| 3.3.2 Etapa II: Teste de inibição <i>in vitro</i> .....  | 60 |
| 3.3.2.1 Montagem do experimento na etapa II.....   | 62 |
| 3.3.3 Etapa III: Teste de inoculação em frutos de manga.....   | 63 |
| 3.3.4 Etapa IV: Teste preventivo em campo de produção de manga.....  | 66 |

|   |    |
|---|----|
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 69 |
| 4.1 Isolamento dos patógenos.....   | 69 |
| 4.2 Inibição de patógenos <i>in vitro</i> .....   | 69 |
| 4.3 Inoculação de patógenos em frutos.....  | 74 |
| 4.4 Teste de controle preventivo em campo.....  | 79 |
| 4.5 Identificação de patógenos encontrados no campo após avaliação do<br>experimento..... | 83 |
| <br>  |    |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....   | 85 |
| <br>  |    |
| REFERÊNCIAS.....  | 88 |

## 1 INTRODUÇÃO

A produção vegetal de maneira sustentável é um grande desafio no mundo, principalmente quando se trata de alimentos para suprir a população, buscando-se associar as variáveis econômicas, sociais, culturais e ambientais. Essa atividade tem passado por vários crivos, um deles se relaciona a devastação e poluição ambiental, geralmente encontrado nos meios de produção agrícola convencional, em que se busca crescimento produtivo, não associando ao desenvolvimento sustentável.

Na busca de atender a demanda da população mundial em consonância com o meio ambiente, várias técnicas alternativas de produção na agricultura vêm sendo confirmadas e fazendo parte de transições do modelo de produção convencional para o orgânico/agroecológico, em que se adequa aos cultivos de modo a não degradar severamente os fatores abióticos naturais de produção, como o solo, a água e o ar, e contribui significativamente, para o debate sobre a sustentabilidade.

A produção agrícola sustentável é muito importante para o meio ambiente, uma vez que a procura pelo consumo de frutas no mundo nas últimas décadas tem incentivado o aumento da produção global, tornando-se essencial a preservação ambiental no incremento da exploração agrícola (FLORI et al., 2011).

O crescimento contínuo de frutas de 1989 a 2017 apresentou uma expansão média de 10,1%, principalmente devido à grande diversidade de espécies cultivadas, em grande parte, por frutas de clima temperado, produzidas e consumidas no Hemisfério Norte, dominando o consumo. Enquanto que as frutas tropicais e subtropicais apesar de possuírem um elevado potencial de consumo, no entanto, apenas a banana tem presença significativa no comércio internacional, sendo a fruta mais comercializada do mundo, acompanhada pela melancia e maçã. A manga, apesar da sua importância no mercado mundial, não se encontra entre as mais consumidas pela população mundial. A China, Índia e Brasil são os países maiores produtores de frutas (ANDRADE, 2020).

Andrade (2020), também destaca que o Brasil apresenta colheitas superiores a 40,0 milhões de toneladas de frutas. A base agrícola dessa cadeia produtiva abrange 2,3 milhões de hectares e gera 5,0 milhões de empregos diretos.



A presença brasileira no mercado externo, com a oferta de frutas tropicais e de clima temperado durante boa parte do ano é possível pela extensão territorial do país, posição geográfica e condições de clima e solo privilegiadas.

A laranja, a banana e o abacaxi são as principais frutas produzidas no Brasil. A manga, bastante produzida em praticamente todos os estados brasileiros, com destaque na Bahia, Pernambuco e São Paulo, principais estados produtores, fica na oitava posição, com 65.646 hectares plantados e mais de 1,3 milhões de toneladas de produção (ANDRADE, 2020).

No Submédio do Vale do São Francisco (SVSF), a produção de manga se destaca com cerca de 51 mil hectares implantados e uma produção de aproximadamente 1,1 milhão de toneladas (VALEXPOR, 2022). Representado pela microrregião de Juazeiro-BA/Petrolina-PE, situada no centro da região semiárida do Nordeste, cortada pelo rio São Francisco, principal região brasileira produtora de frutas tropicais irrigadas, oferece condições satisfatórias para o aprimoramento de uma vasta gama de conhecimentos, principalmente na área biológica e agrônômica.

Essa microrregião, institucionalizada como Região Integrada de Desenvolvimento Econômico (RIDE), tem como área central, o Bi-polo representado pelas cidades de Petrolina, Lagoa Grande, Santa Maria da Boa Vista e Orocó, no estado de Pernambuco; e, Juazeiro, Curaçá, Sobradinho e Casa Nova, no estado da Bahia, (Figura 1). Ainda também são consideradas áreas limítrofes da RIDE as cidades de Cabrobó e Belém de São Francisco, em Pernambuco; e, Sento Sé e Abaré, na Bahia.



FIGURA 1. Região Integrada de Desenvolvimento Econômico (BRASIL, 2002).

A RIDE se destaca por englobar praticamente todos os municípios do SVSF que participam da fruticultura irrigada do país, com o uso de tecnologias de ponta que vão desde o preparo do solo, materiais genéticos de alta qualidade com variedades melhoradas, manejo cultural inovador, irrigação de precisão, manejo de

pragas e doenças de acordo com a legislação vigente, favorecendo o desenvolvimento social e econômico com a produção de mais de vinte espécies hortifrutíferas, se destacando o cultivo da mangueira (*Mangifera indica* L.) e videira (*Vitis vinífera* L.), responsáveis por mais de 180.000 empregos diretos no SVSF (VALEXPORT, 2022).

A respeito da produção de manga no SVSF são utilizadas tecnologias modernas para obter excelentes produtividades, necessárias para adequar sua fisiologia à climatologia regional, uma vez que são variedades exóticas no Brasil e necessitam de determinada aclimação, podendo ser entrave no manejo orgânico dessa fruta. Mesmo assim, já se tem resultados promissores de manejo orgânico em manga na região semiárida, com a produção de compostos orgânicos, biofertilizantes e microrganismos que auxiliam no manejo orgânico, porém ainda fica limitada essa utilização para agricultores familiares de baixa renda.

A produção de manga na região, mesmo promissora, enfrenta desafios importantes que devem ser vencidos urgentemente, devido ao uso em alta escala de agrotóxicos que permite a presença de resíduos químicos nos frutos. Neste contexto, o mercado busca alternativas de redução e até mesmo exclusão desses resíduos, pois os consumidores a cada dia passam a exigir produtos advindos de área orgânica, incentivando assim, pesquisas no manejo de produção, como o controle fitossanitário com substâncias orgânicas de várias naturezas, sem deixar resíduos químicos nos frutos consumidos.

Os produtores de manga que buscam alternativas para a transição do cultivo convencional para o orgânico enfrentam problemas sérios, principalmente os relacionados à nutrição, pela dificuldade de reposição da grande quantidade de nutrientes exportados pelos frutos no processo produtivo; quanto à fitossanidade, pela falta de disponibilização de produtos orgânicos eficientes para o controle de pragas e doenças; e também, os procedimentos da indução floral, prática muito comum na região que permite produzir manga durante todo o ano, fugindo da sazonalidade, que geralmente provoca baixa nos preços comercializados.

Especificamente, o cultivo da mangueira, que representa a maior quantidade de frutos produzidos e exportados pela RIDE, também enfrenta problemas sérios relacionados a podridões nos frutos, principalmente nos anos em que as precipitações são elevadas devido ao aumento da umidade relativa do ar,

favorecendo a incidência de doenças fúngicas na pós-colheita, que em determinadas situações, de acordo com informações de produtores/exportadores, podem ocasionar perdas de até 100% em contêineres exportados, demonstrando que o controle químico convencional não é efetivo nas dosagens utilizadas, e caso sejam aumentadas deixam resíduos além do permitido pela legislação. Devendo assim, se buscar alternativas para minimizar tais prejuízos.

Dessa forma, surge o questionamento: as substâncias orgânicas utilizadas no manejo alternativo preventivamente são capazes de controlar as podridões fúngicas na pós-colheita da manga e não deixar efeitos residuais nos frutos comercializados?

O devido questionamento reforça o objeto de estudo da presente pesquisa, na avaliação dos efeitos fungicidas de substâncias de natureza orgânica contra os principais patógenos causadores de podridões pós-colheita em manga, de maneira alternativa e sustentável em substituição ao manejo químico tradicional. Pois em períodos de alta umidade relativa do ar e maiores precipitações na região, aliadas com a temperatura elevada, favorecem a incidência de patógenos fúngicos, causando enormes prejuízos aos fruticultores e contribuindo com problemas sociais relacionados ao desemprego ou menor valorização da mão-de-obra utilizada. Esse fato leva ao uso intensivo de agrotóxicos, que no intuito da redução de resíduos se utilizam dosagens subempregadas, reduzindo a eficiência e aumentando a resistência dos patógenos, podendo ser substituídos por fungicidas orgânicos.

Nessa celeuma, os produtores de manga podem buscar alternativas de controle, principalmente às relacionadas com práticas conservacionistas, alinhadas ao manejo orgânico e/ou agroecológico para minimizar as podridões pós-colheita sem deixar resíduos significativos nos frutos, com qualidade aceitável, no intuito de facilitar a sua inserção no mercado internacional, e obtendo-se melhores rendimentos, desde que existam tecnologias suficientes e eficientes para atender a demanda. Nesse entendimento, a presente pesquisa também se justifica, no sentido de comprovar a eficácia de algumas substâncias antimicrobianas, sendo que, embora algumas delas já sejam comercializadas na região, ainda não possuem comprovação de resultados positivos no controle dos patógenos estudados em manga.

A presente pesquisa, além de ser subsídio para a escrita da 'Tese', fará parte de um 'Manual Técnico' de procedimentos para a transição orgânica em manga, contendo parâmetros orgânicos e/ou agroecológicos de produção, com a finalidade de disseminação desses conhecimentos com os produtores de manga da região, principalmente os pequenos que possuem dificuldade de acesso às tecnologias inovadoras, incentivando a adoção do manejo orgânico de produção. Além de atender aos preceitos do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT, no incremento de práticas conservacionistas alinhadas com o desenvolvimento econômico, social, econômico e ambiental na produção de frutos saudáveis de manga.

Essa tese atende a linha de pesquisa "IV - Convivência com o Semiárido, Inovações Sociotécnicas e Desenvolvimento", do PPGADT, da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, contemplando pesquisas participativas com foco em processos ecológicos envolvendo uso e manejo de recursos naturais no controle alternativo de insetos-praga e micro-organismos com vistas a se desenvolver sistemas de inovação social, redes sociotécnicas articulados a modos de vida sustentáveis, desenvolvido com viabilidade de execução devido às parcerias firmadas com revendedores de produtos orgânicos, produtores de manga da região e a UNEB.

A escolha da temática se deve ao fato da formação do doutorando em Engenharia Agrônoma e Licenciatura em Ciências Biológicas, com serviço ativo na fiscalização fitossanitária em manga para exportação desde 1994 na região, a serviço do MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e, continuidade ao estudo da pós-graduação, em nível de mestrado, no manejo racional de fungos fitopatogênicos em manga. Além da observação regional do crescimento da fruticultura na RIDE, que proporciona um extraordinário avanço econômico e social, mas não prioriza a preservação ambiental, mesmo apesar da ampliação da Produção Integrada de Frutas – PIF e demais outras certificações da fruticultura, permitindo uma redução significativa no uso de agroquímicos.

Dessa forma, a pesquisa apresentou como principal objetivo, o desenvolvimento de um manejo alternativo baseado em defensivos agrícolas naturais para o controle de podridão pós-colheita em frutos de manga, produzidos no semiárido do sertão baiano, no intuito de viabilizar uma tecnologia essencial no processo de transição da manga convencional para a orgânica/agroecológica.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A IMPORTÂNCIA DA MANGA E SEU CULTIVO ORGÂNICO NO BRASIL

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é originária da Ásia oriental (Myanmar, Birmânia e Assam, Índia) e é uma das mais importantes culturas tropicais. A manga representa a segunda maior produção das frutas tropicais comercializadas, depois da banana, e a quinta, dentre as frutas produzidas no mundo (FAO, 2016).

O Brasil produziu no ano de 2018, um total de 1,32 milhão de toneladas da fruta, sendo a região Nordeste responsável pela maior produção, com o Estado da Bahia se apresentando como maior produtor (IBGE, 2018). A região Sudeste é a segunda maior produtora, com uma produção estimada de 363 mil toneladas, sendo o Estado de São Paulo maior produtor, com 214 mil toneladas produzidas (AGRIANUAL, 2016).

O país é um importante produtor, consumidor e exportador de manga. Em 2019 o mercado da manga da RIDE foi responsável por cerca de 222.000 t exportadas, trazendo divisas de US\$ 227,5 milhões (VALEXPORT, 2019). Enquanto que em 2021 a região exportou cerca de 245.000 t., com divisas na ordem de 224 milhões de dólares (VALEXPORT, 2022).

Na região Semiárida do Nordeste, concentram-se as maiores áreas produtivas, principalmente no Submédio do Vale do São Francisco, que contribui significativamente para a exportação nacional. Apesar desses números expressivos e da importância econômica do setor, alguns segmentos da cadeia produtiva de manga são, ainda, bastante frágeis e pouco estudados, como é o caso da patologia pós-colheita.

As patologias pós-colheita são problemas sérios enfrentados por produtores de manga, que não conseguem resolver com tecnologias tradicionais de controle, baseadas na utilização de produtos químicos, devido à carga residual química deixada nos frutos colhidos que não atendem aos limites máximos determinados pela legislação vigente. Com isso, ganha força a produção orgânica de manga, principalmente pelos pequenos produtores dos perímetros irrigados administrados pela CODEVASF, os quais enfrentam vários desafios na transição da

produção convencional para certificar na produção orgânica, com fins de melhorar os preços de venda.

De acordo com a CODEVASF (2018), os pequenos produtores ao se adequarem ao sistema orgânico de produção, melhoraram as condições químicas do solo e aumentaram a resistência das plantas ao ataque de pragas e doenças, reduzindo os problemas fitossanitários e sem resíduos químicos, atraindo, assim, compradores dessa fruta. Mas, ainda enfrentam sérios desafios, como: desvalorização local e pouca escala de produção. De acordo com o Centro de Inteligência (CI) em orgânicos (2016), o cultivo de manga orgânica, mesmo com vários problemas de manejo enfrentados, cresce cada vez mais no SVSF, principalmente em Petrolina, para atender a demanda de produtos orgânicos, cujo mercado cresce 30% ao ano nos perímetros irrigados.

Quanto ao manejo de enfermidades na pós-colheita, os pequenos produtores de orgânicos ainda não possuem uma metodologia definida, necessitando de pesquisas que venham auxiliar o controle dos fitopatógenos causadores de doenças pós-colheita presentes na região, principalmente na forma quiescente, permanecendo nos frutos após colhidos, que geram grandes transtornos aos atacadistas, varejistas e, sobretudo, aos exportadores e importadores de frutas. Os sintomas das doenças se desenvolvem durante o transporte, podendo aparecer no desembarque da mercadoria no local de destino, em frutas que estavam aparentemente sadias no momento do embarque. Isso pode acarretar a rejeição do contêiner de frutas pela má qualidade do produto, causando sérios prejuízos econômicos e perda de credibilidade dos clientes (BATISTA et al., 2009).

Devido às incertezas pelos produtores quanto à sanidade dos frutos produzidos, tende-se a aumentar o uso de agrotóxicos indiscriminadamente, contribuindo negativamente, para o aumento da resistência dos patógenos e presença de resíduos fora dos limites toleráveis. Os produtores também relatam como agravante a baixa disponibilidade de fungicidas registrados para o tratamento pós-colheita de manga (TERAO et al., 2013).

Devido a divulgação dos problemas ocasionados pelo consumo de frutas com resíduos de agrotóxicos, os consumidores de frutas passam a ser mais conscientes e exigentes, e o mercado internacional, principalmente o europeu, vem restringindo cada vez mais, o limite máximo de resíduos (LMR), impondo

monitoramento rigoroso e barreiras não alfandegárias à comercialização das frutas nacionais (HJORTH et al., 2011).

Existe mundialmente certo clamor pela redução ou mesmo a eliminação de resíduos de agrotóxicos utilizados no controle das doenças de plantas, especialmente na pós-colheita. Dessa forma, há a necessidade de se usar tecnologias seguras para o tratamento pós-colheita de manga, com o objetivo de controlar podridões, sem deixar resíduos tóxicos. Para tanto, será necessário o manejo eficiente do cultivo, se iniciando pela identificação do agente causal da doença, conhecer o seu ciclo de vida, definindo-se o momento crítico, onde e como ocorrem as infecções e localização das fontes de inóculo para que se possam adotar determinadas práticas adequadas e preventivas com o uso correto de fungicidas, se for o caso (TERAO, et al., 2013).

A região do SVSF carece de metodologias alternativas sustentáveis que substituam o uso de agrotóxicos para o controle de patologias que acometem frutas, principalmente manga, por ser uma das frutas mais importantes no segmento de exportação. Assim, buscando atender ao mercado importador, que visa à redução dos limites máximos de resíduos, várias certificações de métodos de produção são realizadas, mas não apresentam reduções residuais significativas, ficando evidente que a adoção de práticas orgânicas e/ou agroecológicas preventivas no cultivo, associadas ao manejo racional com a utilização de substâncias orgânicas se constitui em opções indispensáveis para atender esse mercado bastante promissor, controlando um dos principais problemas da mangicultura local, que é a podridão pós-colheita.

### **2.1.1 Potencial frutícola na RIDE**

A RIDE, localizada no SVSF apresenta o maior potencial irrigado com frutas do Brasil, com cerca de 360.000 ha irrigáveis, dos quais 120.000 ha se encontram cultivados com hortifrutos de destaque no Brasil e no mundo, adotando-se tecnologias das mais modernas, com a finalidade de colocar sua produção no mercado internacional.

A manga e a uva se firmaram no mercado internacional, alavancando toda a economia regional, responsáveis por mais de 50% do total da área irrigada, e

somente no ano de 2021 acumulou com divisas internacionais mais de 376 milhões de dólares em exportações.

Adicionalmente, destacam-se também nesta região a produção de coco verde, goiaba, acerola, maracujá, banana, melancia, melão, cebola, entre outros cultivos, como a cana-de-açúcar com cerca de 20.000 ha implantados no município de Juazeiro, e somente neste cultivo emprega mais de 5.000 trabalhadores (VALEXPOR, 2022).

Todo o potencial produtivo no SVSF se destaca pelo favorecimento das condições climáticas locais únicas desse semiárido tropical, com vantagens comparativas que facilitam a inserção e produção das frutas tropicais, chegando a produzir mais de duas safras/ano/planta em determinadas espécies. Além disso, devido aos baixos índices pluviométricos apresenta pouca doença e ainda, a região é beneficiada pela proximidade de portos de exportação, abundante disponibilidade de mão-de-obra e água de excelente qualidade, advinda do Rio São Francisco (EMBRAPA, 2010; VALEXPOR, 2019).

De acordo com a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF, 2018), a RIDE foi beneficiada, de maneira significativa, pelo poder público, com investimentos de alta monta na implantação de Perímetros Irrigados (PIs) nos dois Estados que formam essa importante região. Tudo se iniciou em 1968, com a implantação do Perímetro Irrigado (PI) de Bebedouro, no município de Petrolina-PE, e em 1971 o PI Mandacaru/Tourão, em Juazeiro-BA. Em seguida, no ano de 1980 foram implantados mais três Perímetros: o PI Senador Nilo Coelho, com áreas em Petrolina e Casa Nova-BA, e os PIs de Curaçá e Maniçoba, em Juazeiro. Em 1990 se implantou o PI Maria Tereza, em Petrolina; e em 2010, o PI Salitre em Juazeiro. Atualmente está em fase de conclusão, com lotes produtivos já entregues aos colonos, o PI Pontal, localizado em Petrolina.

Além destes Perímetros controlados pela CODESVASF, ainda são encontrados na RIDE várias áreas irrigadas produtoras de hortifrutícolas, se destacando o PI Fulgêncio, em Santa Maria da Boa Vista-PE; o PI Brígida, em Orocó-PE, entre outros que atenderam aos assentados por barragens realizadas no Rio São Francisco. Vale salientar que os PIs citados foram construídos em áreas com recursos públicos e assentados colonos pequenos, médios e grandes. Sendo



que a região ainda conta também com os produtores, de pequeno a grande, localizados nas áreas particulares.

### 2.1.2 Principais variedades de manga cultivadas de importância econômica no Submédio do Vale do São Francisco

O SVSF cultiva diversas variedades de manga, sendo destacadas as exóticas, que apresentam pouca ou quase zero de fibras, pois ganham preferência do mercado importador, se destacando a 'Tommy Atkins', 'Kent', 'Keitt' e 'Palmer', todas comercializadas internamente e mercado externo. Outras variedades de menor importância, como as brasileiras 'Espada' e 'Rosa'; e, as importadas, como a 'Haden', 'Ataulfo', também se cultivam em pequenas áreas.

A escolha da variedade de manga a ser plantada deve estar relacionada com as preferências do mercado consumidor, com o potencial produtivo da variedade para uma dada região, com as limitações fitossanitárias e de pós-colheita da variedade, e principalmente, a tendência em médio prazo do tipo de fruto a ser comercializado. Geralmente, as variedades mais indicadas são as que apresentam alta produtividade, coloração atraente do fruto, preferencialmente avermelhado, polpa doce, com °Brix superior a 17%, pouca ou nenhuma fibra, além da resistência ao manuseio e ao transporte para mercados distantes (COSTA E SANTOS, 2004).

As principais variedades ganharam destaque devido ao fato de apresentarem as seguintes características:

#### ✓ **Tommy Atkins**

Originada na Flórida, EUA; possui fruto de tamanho médio para grande, 460 g, com casca espessa e formato oval. Apresenta coloração do fruto atraente (laranja-amarela coberta com vermelha e púrpura intensa)



(Figura 2). A polpa é firme, suculenta, e teor de fibra médio. Resistente à antracnose e a danos mecânicos e com maior período de conservação. Precoce, amadurece bem se colhido imaturo. Apresentam problemas do colapso interno do fruto, malformação floral e teor inferior em sabor e

FIGURA 2. Variedade Tommy Atkins

de brix (16 ° brix), quando comparado com as variedades Palmer e Haden. É uma das variedades de manga mais cultivadas mundialmente para exportação. Apresenta facilidade para indução floral em época quente, alta produtividade e boa vida de prateleira.

É a variedade mais exportada no SVSF, principalmente para o mercado norte americano, conseqüentemente apresenta as maiores áreas cultivadas.

#### ✓ **Palmer**

Variedade semi-anã, de copa aberta, originada na Flórida, em 1945. Na Austrália participa de 5% da área de manga, e no Brasil aumentou significativamente sua área cultivada, desbancando a Keitt e Kent. Os frutos possuem casca roxa quando “de vez” e vermelhos quando maduros (Figura 3). A polpa é amarelada, firme, bom sabor (21,6° Brix), com pouca ou nenhuma fibra. As sementes são monoembriônicas e compridas. Apresenta boa vida de prateleira e produções regulares e é bem aceita no mercado interno. A produção é tardia, permitindo prolongamento do período das safras, e responde ao manejo da



indução floral com paclobutrazol.

FIGURA 3. Variedade Palmer – ‘de vez e madura’

#### ✓ **Keitt**

A planta apresenta porte um tanto ereto e ramos de crescimento longos e finos, originada da Flórida. O fruto é grande, em torno de 610 g, oval com ápice ligeiramente oblíquo, verde amarelado, corado de vermelho-róseo, bom sabor (19° Brix) fibra somente em volta da semente. A coloração do fruto não é das



FIGURA 4. Variedade Keitt

mais desejáveis (Figura 4). É comercializada no mercado interno, mas nos últimos anos tem aumentado sua participação nas exportações, principalmente para o mercado europeu. Possui semente monoembriônica, resistente ao míldio e

suscetível à antracnose. Sua produção é tardia permitindo prolongamento do período das safras. Possui boa vida de prateleira.

#### ✓ **Kent**

Originada da Flórida, EUA. Árvore ereta, de copa aberta e vigor médio. O fruto é oval, verde amarelado, corado de vermelho purpúreo, grande, de 550 a 1000 g (com média de 657 g), muito saboroso (20,1<sup>o</sup> Brix) e alta qualidade de polpa (quase sem fibra), casca de espessura média e semente monoembriônica (Figura 5). Suscetível à antracnose e ao colapso interno do fruto e baixa vida de prateleira. Ciclo de maturação médio a tardio. Bastante aceita atualmente no mercado de exportação (COSTA E SANTOS, 2004).



FIGURA 5. Variedade Kent

### **2.1.3 Manejo orgânico/agroecológico em manga**

A redução da carga química na produção de frutas se torna o principal fundamento do manejo alternativo, com vista à migração para o manejo orgânico e posteriormente agroecológico. No manejo agroecológico, de um modo geral, ainda não existe um marco legal determinante como existe no cultivo orgânico, que apresenta normas específicas, e sem o cumprimento das quais não é possível receber a certificação orgânica da área cultivada. A agricultura orgânica e suas variáveis, como a biodinâmica, permacultura, entre outras, se constituem em ramificações de suporte muito importante para a prática da agroecologia, necessitando, se necessário uma discussão das práticas orgânicas que são agraciadas.

De acordo com Vilela et al. (2019), a mangicultura orgânica avançou mundialmente com 30.307 hectares (ha), correspondeu em 2015 a 8% da área cultivada com fruteiras tropicais e subtropicais nesse sistema. No Brasil, as informações sobre os cultivos orgânicos ainda são precárias, pois, apenas 282 ha de manga no sistema orgânico no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA encontram-se registrados, nos estados da Bahia, Pernambuco, Minas Gerais, Paraíba e São Paulo (VALE, 2020).

No SVSF, esse tipo de manejo ainda é pouco utilizado, adotado apenas por pequenos produtores que encontram dificuldades por falta de apoio, insumos, tecnologias apropriadas e assistência técnica, não conseguindo obter uma produção continuada, essencial para a manutenção na comercialização e alcançar melhores preços no mercado externo, com volume pequeno (CI ORGÂNICOS, 2016).

O manejo orgânico na fruticultura com introdução de práticas agroecológicas surge como alternativa para corrigir os fatores degradantes oriundos do manejo agrícola tradicional, visando validar métricas produtivas, ambientais e econômicas que monitoram o impacto dessas atividades em escala de campo. Dando-se ênfase aos processos naturais e as interações benéficas na área produtiva para reduzir o uso de insumos 'fora da fazenda' e melhorar a eficiência dos sistemas agrícolas locais, transformando a agricultura tradicional em sistemas de produção com práticas sustentáveis (ALTIERI, 2018).

Várias práticas com tecnologias agroecológicas são de extrema necessidade para adoção orgânica de produção, como culturas de cobertura, adubos verdes, consorciação, agrossilvicultura orgânica, integração lavoura-pecuária, gestão de pragas, doenças e invasoras, balanço nutricional, entre outras, levando-se em consideração os aspectos locais sociais, culturais e ambientais, que tendem a aumentar a biodiversidade funcional dos agroecossistemas, além da conservação dos recursos existentes na propriedade, mitigando a degradação ambiental que contribuem para a viabilidade econômica e social dos sistemas agroprodutivos (VIRGÍNIA et al., 2018).

### **2.1.3.1 Transição do sistema convencional para o orgânico**

O processo de transição ou de implantação de um manejo orgânico não é simples, demanda de tempo, conhecimento técnico e paciência, a fim de alcançar todos os objetivos elencados em lei, obrigatório para se conseguir a certificação almejada. Pois, não se limita apenas em preconizar o uso de práticas baseadas na sustentabilidade, mas também na integração do agricultor para que este processo realmente ocorra, fazendo-o compreender o que ela é, e quais as ferramentas e procedimentos necessários (CAMARGO, 2007).

Para inserir o sistema orgânico, deve sempre considerar o sistema como um todo, buscando-se a interação total da planta cultivada com o meio ambiente que o cerca. No entanto, em áreas já cultivadas no sistema convencional, deve-se efetuar o processo de transição, pois o solo cultivado por longo período no sistema convencional está contaminado por insumos químicos, monocultura, produção da vizinhança que contamina seu cultivo, entre outros fatores que precisam ser corrigidos de acordo com as normas vigentes, por meio de um planejamento e cadastramento da área baseado no caderno do Plano de Manejo Orgânico do MAPA, obrigatório no Brasil para os processos de implantação ou de transição orgânica, cumprindo-se os devidos prazos transicionais (GUTERRES, 2006; MAPA, 2021).

No processo de implantação ou de transição várias práticas agroecológicas podem ser inseridas no manejo orgânico, mesmo que não sejam necessárias para registro no MAPA. Pois, todo cultivo agroecológico é orgânico, mas nem todo orgânico é agroecológico. Dessa forma, após a certificação do cultivo, no caso da manga orgânica, demais outras práticas sociais, culturais e ambientais são necessárias para que ocorra a transição agroecológica. Práticas essas que visam minimizar os efeitos negativos da agricultura convencional (PAUNGFOO-LONHIENNE et al., 2012).

Na transição orgânica/agroecológica podem ser identificados três níveis ou passos, em que inicialmente se faz a redução do uso de insumos externos, caros, escassos e impactantes ambientalmente; em seguida, ocorreria a substituição de insumos químico-sintéticos por insumos orgânicos e práticas alternativas de produção; e, por fim, seriam redesenhados os sistemas produtivos para que passem a funcionar com base em um novo conjunto de processos ecológicos, propiciando o expressivo aumento da biodiversidade.

Logo após a transição interna podem ser trabalhados os níveis externos, como: expansão da consciência pública, organização dos mercados e infraestruturas, mudanças institucionais na pesquisa, ensino e extensão, formulação de políticas públicas com enfoque agroecológico e inovações referentes à legislação ambiental (GLIESSMAN, 2005).

### 2.1.3.2 Práticas do manejo orgânico em substituição ao manejo convencional

No cultivo da mangueira de maneira convencional, várias práticas não são aceitas no sistema orgânico de produção, apesar de que algumas delas não interferem no processo de certificação orgânica. O espaçamento adensado, nutrição química artificial, manejo de resíduos vegetais, indução floral química, controle de pragas, doenças e plantas invasoras por meio de agrotóxicos, entre outras formas de manejo, que são essenciais no cultivo conservador, necessitam de tecnologias alternativas sem o uso de agroquímicos para se adequar ao manejo orgânico.

Nessa adequação, outras práticas devem ser associadas ao manejo orgânico, com fins de melhorar a conservação da biota do solo e do meio ambiente, agregando aos solos nutrientes essenciais às plantas e contribuindo na interação biológica no pomar, como o policultivo, consorciação vegetal, adubação verde e cobertura morta, entre outras, com fins de produzir frutos isentos de resíduos químicos, exigência principal do mercado consumidor (EMBRAPA, 2010).

Várias alternativas orgânicas na produção de manga já foram testadas com êxito, atingindo produtividades satisfatórias e cumprindo a normatização do MAPA-BR, necessária para a obtenção da certificação, podendo ser incorporadas atividades agroecológicas, essenciais para uma produção sustentável.

#### ✓ Exigências climáticas

No planejamento para implantação de qualquer tipo de manejo produtivo na agricultura é importante se observar às condições climáticas regionais, principalmente na adoção de práticas orgânicas de produção, pois a deficiência hídrica regional dificulta a formação de matéria orgânica em quantidade suficiente para o sistema alternativo de produção.

A mangueira suporta temperaturas entre 15 e 30 °C, enquanto que de 24 a 26 °C é a faixa ideal, mas, quanto à precipitação é mais exigente, necessita cerca de 800 mm anuais, bem distribuídos, para não necessitar da irrigação. Altos índices pluviométricos favorecem a incidência de doenças fúngicas, interferindo na polinização e frutificação. Ventos fortes são prejudiciais, necessitando de tutores em mudas, provocam quebra de ramos, danificam panículas florais, ranhuras em frutos,

desidrata flores e folhas, podendo ser amenizado com a introdução de quebra ventos. A altitude também pode interferir no crescimento, desenvolvimento e florescimento, quando superiores a 600 m são desfavoráveis para o cultivo comercial (FONSECA; CASTRO NETO, 2020).

#### ✓ **Manejo do solo e adubação**

O manejo do solo é uma das práticas mais importantes no sistema orgânico, devendo ser evitado o revolvimento e mantendo-se uma cobertura com matéria orgânica oriunda de adubos verdes e/ou compostos, essenciais na agregação do solo que reduz a erosão e salinização, além de propiciar a retenção e eficiência de água, ciclagem de nutrientes, reposição de nitrogênio e aumento do carbono armazenado no sistema, que consequentemente auxilia na redução da presença de patógenos e aumenta a biomassa microbiana, entre outros benefícios (BORGES et al., 2003).

O solo deve ser profundo, bem drenado e sem problemas de salinidade e não propício a encharcamentos. Solos muito arenosos ou muito argilosos devem ser evitados e com declividade superior a 3%, necessita de plantios em curvas de nível, com terraços ou cordões vegetativos para reduzir os efeitos da erosão (Embrapa, 2010), devendo antes da implantação do pomar, avaliar suas propriedades através de análise química para corrigir as deficiências, se for o caso (FONSECA; CASTRO NETO, 2020).

Em cultivos orgânicos se dispensa arações e gradagens, podendo antes do plantio da cultura, implantar uma cobertura verde rica em Nitrogênio para incorporar ao solo e melhorar suas características físicas, químicas e biológicas. Em seguida, para repor outras necessidades químicas do solo, faz-se uso da rochagem, prática de fertilização que se baseia na adição de pó de determinados tipos de rocha, de acordo com análises químicas, respeitando-se os limites máximos de metais pesados constantes na IN 17 (Brasil, 2014), podendo ainda corrigir a acidez do solo com calcário e gesso, incorporados em conjunto com a rochagem (BORGES et al., 2020).

No cultivo convencional da mangueira a reposição nutricional é muito importante para a manutenção e crescimento da produtividade, realizadas

principalmente pela fertirrigação, em que os nutrientes são carreados às plantas pela água de irrigação, mas no manejo orgânico as fontes químicas solúveis artificiais são proibidas (Borges et al. 2020), todos os fertilizantes, corretivos e inoculantes só serão permitidos para esse cultivo caso estejam autorizados pela IN 52/2021 (Mapa, 2021), originados das fontes de matéria orgânica ou fontes minerais naturais e nas misturas de duas ou mais fontes, como os organominerais ou biofertilizantes.

### ✓ **Produção de mudas**

Para o sucesso do cultivo é muito importante a procedência dos materiais vegetativos que serão propagados. O uso de mudas de qualidade gera plantas com melhores condições de enfrentar as adversidades climáticas e, principalmente, com características e qualidade de fruto para a ampla aceitação pelo mercado consumidor. A produção de mudas enxertadas em sistema orgânico, em razão do impedimento de uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos, é um grande desafio à substituição dos tratamentos culturais durante a formação da muda, em especial a nutrição e o controle de pragas e doenças. Geralmente, o porta-enxerto mais utilizado no Nordeste é da variedade Espada, enquanto que a escolha do enxerto quem determina é o mercado consumidor (FONSECA; CASTRO NETO, 2020).

### ✓ **Implantação do pomar e irrigação**

Na implantação de um pomar, deve ser feito um planejamento agrônomo de acordo com as condições climáticas do local. A escolha do espaçamento adequado, principalmente na produção orgânica da manga é muito importante para facilitar o manejo, se recomenda 8 x 8 m, numa densidade de 156 plantas/ha, podendo ser usado 8 x 5 m, com 250 plantas/ha. Esse espaçamento favorece a consorciação de cultivos temporários nos primeiros anos de implantação, ou ainda com plantios diversos para incorporação de matéria orgânica no solo (FONSECA; CASTRO NETO, 2020).

Quanto aos berços (covas) de plantios seguem o modelo do modo tradicional, com dimensões de 60 cm x 60 cm x 60 cm, utilizando-se um cavador ou trado mecânico acoplado a um trator, fazendo-se a inversão do solo no enchimento



do berço, juntamente com a fertilização orgânica recomendada, utilizando-se o esterco bovino curtido e o fosfato natural, e marcando-se o centro do berço para identificação com um piquete. O plantio deve coincidir com o período das águas, mas no caso de cultivo irrigado, pode-se plantar em qualquer época do ano, recomenda-se ser com pelo menos após duas semanas posteriores à fertilização do berço, mantendo-se uma cobertura morta dentro da bacia para proteger o solo da insolação excessiva e evitar perdas de umidade, além de exercer o controle da vegetação natural. Irrigar a muda recém-plantada com 20 litros de água para amenizar o estresse causado durante o plantio (FONSECA; CASTRO NETO, 2020).

No caso de conversão orgânica em plantios convencionais adensados, recomenda-se eliminar algumas plantas para aumentar a luminosidade e aeração no pomar, que tende a facilitar a adoção de práticas alternativas nesse modelo de produção.

Para a produção de manga nas regiões que não possuem suprimento de água suficiente para o ciclo da cultura, se faz necessário o emprego da irrigação, como é o caso do SVSF, que utiliza esse insumo do Rio São Francisco. A irrigação, apesar de ser de alto custo, é capaz de aumentar a produtividade, principalmente quando sua aplicação é adequada, como o gotejamento e microaspersão, na quantidade certa e no momento exato, não havendo desperdício, especialmente na agricultura orgânica, que retém a umidade do solo por maior tempo, e conseqüentemente, o cultivo exige menor disponibilidade de água (PINTO et al., 2020).

A irrigação adequada permite que as plantas realizem seus processos fotossintéticos a contento e assim estejam mais resistentes aos ataques de fitopatógenos, minimizando as práticas necessárias desse controle. Como também, o excesso da irrigação, além de lixiviar os nutrientes do solo, favorece o desenvolvimento de determinadas pragas e doenças, e aumenta o custo de produção.

#### ✓ **Manejo alternativo necessário no cultivo orgânico**

O manejo alternativo, essencial no cultivo orgânico da mangueira é de fundamental importância na manutenção das boas condições de crescimento das

plantas do pomar, e suas práticas quando aplicadas com eficiência e no momento certo, tem-se o final desejado, que é a produção de frutos de qualidade sem resíduos químicos.

No manejo, se deve evitar que a região sob a copa da mangueira permaneça com vegetação natural, para não haver competição por água e nutrientes, além de permitir abrigar pragas e doenças. A vegetação espontânea deve ser roçada para posterior incorporação, e fora da área da copa recomenda-se o uso de plantas de cobertura do solo, como o plantio do amendoim forrageiro, entre outras. Além dessas plantas, o uso de cobertura morta ou *mulches* tem a finalidade de manter as condições hídricas do solo favoráveis à planta (FONSECA; CASTRO NETO, 2020).

As podas são muito importantes na formação do pomar, favorecem o vigor, o crescimento, o florescimento e a produção. Também contribuem para a manutenção do porte, o bom estado sanitário da planta e a produção de frutos de melhor qualidade, tendo-se o cuidado da desinfecção das ferramentas com dióxido de cloro após cada planta podada, para evitar a disseminação de patógenos, e os locais podados devem ser tratados com pasta bordalesa, sendo os excedentes da poda triturados e incorporação ao solo como compostos, evitando problemas fitossanitários (NASCIMENTO et al., 2020).

Dentre às práticas do manejo orgânico que visam melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo com a agrobiodiversidade e protegendo o cultivo, podemos destacar:

#### **a) Consorciação de culturas**

A prática de consorciar cultivos em plantios convencionais não é comum, principalmente devido ao adensamento de plantas utilizado atualmente. Sendo que no manejo orgânico de produção é uma prática necessária. Recomenda-se consorciar o pomar de manga com culturas temporárias, de porte médio a baixo (feijão, amendoim, arroz de sequeiro, soja, milho), ou mesmo com outras fruteiras arbustivas ou não (mamão, maracujá e abacaxi), pois além de criar um microclima favorável para o crescimento das mangueiras, principalmente nas áreas secas e quentes, contribui para o aumento da biodiversidade no pomar (FONSECA; CASTRO NETO, 2020).

No consórcio com leguminosas, associam-se simbioticamente com bactérias capazes de transformar o  $N_2$  (nitrogênio gasoso) atmosférico em  $NH_3$  (amônia) no processo de fixação biológica de Nitrogênio (N). Algumas apresentam ainda raízes profundas que permitem melhor a ciclagem de nutrientes para as camadas superficiais do solo, movimentando elementos importantes como potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e fósforo (P). Já as gramíneas, por apresentarem sistema radicular fasciculado, contribuem para aumento da agregação de solos arenosos, além de cobrir totalmente o solo, após as gramíneas serem roçadas (BORGES et al., 2020).

O consórcio com várias espécies ajuda no controle de plantas invasoras, melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo, além de contribuir significativamente no controle de pragas e doenças, devido ao aumento dos inimigos naturais na área.

#### **b) Compostagem orgânica**

A mangueira é bastante exigente em nutrientes para garantir uma produção satisfatória, portanto a reposição nutricional do solo na condução de plantios deve ser rigorosamente balanceada, podendo ser realizada por compostos orgânicos obtidos pela compostagem, processo biológico aeróbico de transformação do material orgânico em matéria orgânica humificada, com ingredientes do próprio cultivo, oriundos das podas, gramíneas, leguminosas verdes, esterco, entre outros resíduos aplicados na região do coroamento sob a copa da planta. Essa reposição pode ser também através de biofertilizantes, adubos orgânicos líquidos que contêm microrganismos vivos e uma composição variada de nutrientes, contendo macro e micronutrientes necessários à nutrição vegetal (BORGES et al., 2020).

#### **c) Policultivos associados**

Além das práticas orgânicas associadas aos cultivos com a finalidade de melhorar a biodiversidade e reduzir a entrada de insumos externos, outras atividades de manejo vegetal podem ser adotadas, que apresentam resultados biológicos muito importantes no cultivo da mangueira e contribuem significativamente no manejo orgânico/agroecológico desta fruteira. Dentre as quais se destacam:

- **Faixa de vegetação marginal:** Faixa estabelecida entre o limite do campo cultivado e a área plantada com outras culturas agrícolas, geralmente formam áreas de transição (ecótonos) com grande diversidade de espécies e são usadas preferencialmente por insetos predadores, podendo ser compostas por espécies nativas de ocorrência natural ou implantadas. A faixa de vegetação marginal pode ser composta de árvores, arbustos, plantas herbáceas com flores, incluindo as ornamentais, capim, entre outras (RIES; FAGAN, 2003).
- **Corredores de vegetação (ou corredor biológico):** São faixas de vegetação que circundam a propriedade, permitindo isolamento das áreas de cultivo convencional das circunvizinhas, utilizadas para divisão dos talhões de cultivo e apresentam múltiplas finalidades e funcionam como barreiras fitossanitárias, dificultando a livre circulação de pragas e doenças entre propriedades vizinhas e entre os talhões de cultivo, além de favorecerem a criação de microclimas mais apropriados para o cultivo e a formação de áreas de refúgio, pois, proporcionam o aumento da interface entre área com vegetação nativa, que serve de reservatório de inimigos naturais das pragas de culturas agrícolas (VENZON et al., 2019).
- **Bordas de cultivos:** Faixas de bordaduras com espécies cultivadas, geralmente são do tipo corredor linear que margeia as fileiras mais externas do cultivo e também servem como barreiras e quebra-vento. Este tipo de vegetação adjacente às margens da área cultivada é comumente usado como cercas-vivas, sendo constituídos de uma única ou poucas espécies (SUJII et al., 2010).

#### ✓ **Indução floral**

A prática da indução floral é uma das mais importantes nas regiões de cultivos de manga convencional, como é o caso do SVSF, a mesma permite uma produção voltada para o período das melhores janelas de exportação, se obtendo mais facilidade de comercialização e melhores preços. Sem o emprego dessa tecnologia, a produção de manga na região ficaria concentrada apenas no final do ano, não sendo possível produzir em escala de produção durante todos os meses do ano. Essa produção escalonada é muito importante para não haver redução de preços e manter empregos anualmente (EMBRAPA, 2010).

Essa prática demanda o uso de agroquímicos específicos não autorizados no manejo orgânico. No cultivo orgânico, além do manejo da irrigação provocando um estresse hídrico, recomenda-se a utilização do sulfato de potássio e o 'sulpomag', aplicados a 2% (20 g/L). No momento do déficit hídrico podem ser utilizadas pulverizações foliares de biofertilizantes, como a urina de vaca fermentada, aplicada sobre a copa, na concentração de 7% (70 mL/L), em quatro aplicações, uma a cada semana para quebrar a dormência das gemas e promover o florescimento (FONSECA; CASTRO NETO, 2020).

### ✓ **Manejo de doenças e pragas**

Para o controle de doenças em sistema orgânico de produção, é necessário o uso de métodos preventivos adequados à cultura e ao ambiente de produção. Nesse sentido, é importante adotar rotineiramente os princípios do manejo integrado, como a prevenção, monitoramento e intervenção, tendo-se sempre em mente que os métodos diretos de controle devem ser usados apenas em situações emergenciais.

A utilização de material propagativo sadio para instalação de novos plantios e escolha do local adequado se constituem como medidas preventivas importantes de controle de doenças da mangueira, além do uso de porta enxertos e variedades resistentes, condução adequada das plantas, manutenção da biodiversidade e identificação imediata da doença (BORGES et. al., 2003).

O controle das doenças fúngicas é importante e geralmente são inibidas quando o pomar tem maior ventilação e insolação, possibilitando a redução da umidade relativa no interior da copa, mas podem ser controladas organicamente com aplicações de calda bordalesa e caldas à base de enxofre. Enquanto que a malformação-floral e vegetativa (embonecamento) e a morte-descendente, podridão-seca ou seca dos ramos são minimizadas com a retirada e queima fora da área de cultivo das partes vegetais infectadas, bem como pela desinfestação de ferramentas com dióxido de cloro, e os ferimentos, protegidos com pasta bordalesa (CASTRO et al., 2019).

Nascimento et al. (2020) destacam que o controle de pragas em sistemas orgânicos torna-se um desafio, quando esses atingem níveis populacionais em que

medidas de controle precisam ser implementadas, para que não causem danos econômicos ao produtor.

Dessa forma, o monitoramento é fundamental para identificar sua presença no início, o que facilita a adoção de medidas de controle. O uso de extratos de plantas em pulverização, bem como de plantas armadilha ou repelentes são práticas adequadas ao sistema orgânico de produção. Quanto maior a biodiversidade na área de produção do pomar, menor será a pressão dos insetos-praga nessa cultura.

Assim, o consórcio com outras culturas de ciclo curto promove uma maior diversidade biológica por meio da interação inseto-planta, podendo ser ainda uma rica fonte de recursos naturais, haja vista que as plantas introduzidas ao sistema podem produzir compostos secundários que favorecem a sustentabilidade do agroecossistema (MATOS; SANTOS FILHO, 2020).

Dentre as pragas da mangueira, a mosca-das-frutas é o principal problema, principalmente no SVSF. O controle cultural, que coleta os frutos maduros embaixo das árvores para enterrar a uma profundidade de 30 a 40 cm, preventivamente, apresenta eficiência de até 70%. O adulto pode ser controlado com iscas à base de espinosade, molécula orgânica registrada no MAPA para agricultura orgânica. O controle biológico também é bastante utilizado no manejo orgânico, com o uso de predadores, patógenos, nematoides, bactérias e parasitoides, além da TIE – Técnica do Inseto Estéril, tecnologia essa disponível no SVSF (NASCIMENTO et al., 2020).

Várias pragas de menor importância no cultivo da mangueira podem causar danos na produção, a depender do grau de infestação e do estágio da cultura, como as formigas cortadeiras, o besouro-amarelo, o tripes, ácaros, entre outras, que atacam folhas, ramos e frutos da mangueira, e podem ser controladas com pulverização de caldas orgânicas específicas e produtos à base do nim indiano, entre outras formulações (MATOS; SANTOS FILHO, 2020).

Depois da fertilização química, o manejo de pragas e doenças é a prática que mais demandam agroquímicos, tornando-se um dos principais obstáculos para a produção orgânica de manga do SVSF, necessitando de pesquisas que venham a contribuir para o manejo alternativo de controle das enfermidades em manga.

## 2.2 PRINCIPAIS FUNGOS CAUSADORES DE PODRIDÃO PÓS-COLHEITA EM FRUTOS DE MANGA, NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

De acordo com pesquisadores da Embrapa Semiárido são encontrados uma grande diversidade de fitopatógenos causadores de podridões em pós-colheita de manga no semiárido brasileiro, que provocam perdas significativas na produção, principalmente nos períodos mais chuvosos, e segundo levantamento realizado em áreas produtoras de manga no Submédio do Vale do São Francisco, em dois períodos do ano, um chuvoso e outro seco, em diversas fases de crescimento dos frutos, observou-se que, independentemente do período avaliado e da fase de crescimento, os principais fungos prevalentes causadores de doenças pós-colheita foram: *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.; *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubi; *Neofusicoccum parvum* (Pennycook & Samuels) Crous, Slippers & AJL Phillips; e, *Alternaria alternata* (Fries) Keissler, (Batista et al., 2008), como descritos a seguir:

### 2.2.1 *Colletotrichum gloeosporioides*

O patógeno *C. gloeosporioides* causador da antracnose em vegetais é a principal doença da mangueira em todo o mundo, ocorrendo em todas as áreas produtoras, apresentando maior incidência em regiões com alta umidade e regime chuvoso prolongado (ROSSETTO, 2006; TERAO et al, 2016). No Brasil, está disseminada por todo o seu território, embora existam registros apenas em alguns Estados, como no Arquipélago de Fernando de Noronha, Distrito Federal, Maranhão, Minas Gerais, Pernambuco e São Paulo (MAPA, 2005). Segundo Terao et al. (2016), a podridão de antracnose é pouco comum nas regiões produtoras do semiárido nordestino, ocorrendo apenas quando a colheita coincide com períodos chuvosos. No período chuvoso esse patógeno incide com danos significativos em folhas, ponteiros, inflorescências e frutos da mangueira.

O patógeno causador da antracnose é o fungo *Glomerella cingulata* (fase perfeita) que pertence à subdivisão Ascomycotina, cuja fase imperfeita corresponde à espécie *C. gloeosporioides* que apresenta conídios hialinos e gutulados, uninucleados, arredondados nas extremidades e levemente curvos que são

disseminados na planta pela água de chuva e produzidos durante todo o ano, conforme pode ser observado nas Figuras 6 e 7, *G. cingulata* e *C. gloeosporioides*, respectivamente, em lesões novas ou velhas de folhas, ramos verdes ou secos, inflorescências mumificadas e nas raques desenvolvidas, sobrevivendo na forma saprofítica em restos vegetais da planta (ARAUZ, 2000; ROSSETO, 2006).

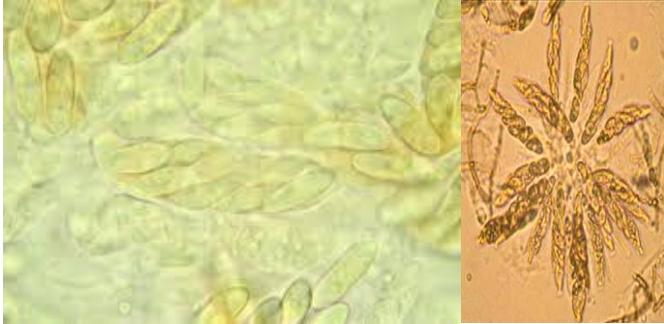


FIGURA 6. Acervos e conídios de *G. cingulata* (ROSSETO, 2006).



FIGURA 7. Conídios de *C. gloeosporioides* (ROSSETO, 2006).

A doença ocorre em regiões com temperatura oscilando entre 10 °C e 30 °C, e acima de 25 °C, é a ideal para a formação de apressórios do fungo, juntamente com alta umidade, acima de 90%, por no mínimo 12 h, ou quando as partes aéreas da planta ficam cobertas com água líquida por no mínimo 10 h (ZAMBOLIM; JUNQUEIRA, 2004).

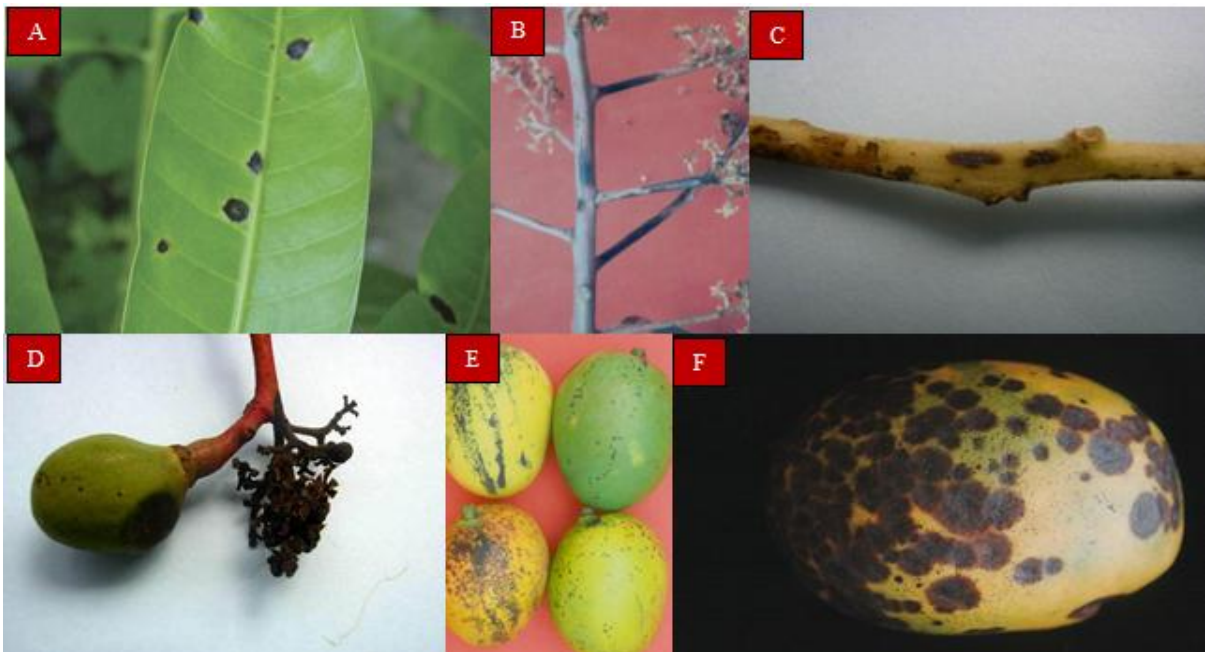


FIGURA 8. Sintomas de antracnose em manga: A – folha; B – inflorescência; C – ramo; D, E, F – frutos (ROSSETO, 2006).



Conforme a Figura 8, geralmente as folhas novas que emergem em períodos chuvosos são as mais susceptíveis, apresentando pequenas manchas escuras salientes, arredondadas ou irregulares, não delimitadas pela nervura, com halos cloróticos, podendo essas lesões aparecerem no ápice, nas margens e até mesmo no limbo foliar. Quando o clima é favorável evoluem rapidamente, coalescem, causando deformações na folha que fica retorcida, necrosada e crestada, com rupturas na porção lesionada (TERAO et al., 2016).

Os sintomas nos ramos novos apresentam manchas necróticas escuras, que podem apresentar exsudação de goma, seguidas de seca do ponteiro para a base. Nas inflorescências aparecem pequenas manchas de coloração marrom-escura, profundas e secas, com destruição de flores, que quando ataca severamente, pode causar a queima de toda a inflorescência, com raques e ramificações danificadas e quebradiças, causando a queda de frutos imaturos. Nos frutos manifestam-se, normalmente, com manchas escuras, um pouco deprimidas na epiderme da fruta, sendo comum a mancha de lágrima, que inicia a partir do pedúnculo, espalhando-se gradativamente pela superfície do fruto, marcando a disseminação pela água. Pode ocorrer, também, a podridão-peduncular, se estendendo para grandes lesões (TERAO et al., 2016).

Nos frutos, os períodos de maior suscetibilidade à antracnose são quando os mesmos são bem novos ou em maturação. A suscetibilidade destes frutos vai diminuindo com a idade até a 8ª semana (CHOUDHURY; COSTA, 2004). De acordo com Arauz (2000), no manejo da doença, deve-se desprender maior atenção aos períodos críticos de incidência que são o florescimento, frutos novos (especialmente na fase de chumbinho) e frutos no estágio de maturação. O patógeno pode ficar quiescente, vindo a se manifestar apenas na maturação.

Quanto ao controle, recomenda-se o plantio em locais de baixo índice pluviométrico anual e programar a indução floral, de maneira que a floração e a frutificação não coincidam com o período chuvoso. Também, deve ser feita uma associação de métodos culturais e químicos, como: maior espaçamento, podas leves, podas de limpeza retirando as fontes de inóculos, para aumentar a ventilação e insolação. Quimicamente, os fungicidas cúpricos de contato à base de cobre de mancozeb e os sistêmicos dos grupos químicos Triazol, Benzimidazol, Estrobilurina, Imidazol e Imidazolil-carboxamida são registrados para o controle da doença.

Recomenda-se o revezamento de aplicações para evitar resistência do patógeno, com aplicações no estágio mais susceptível da mangueira, do início da floração até a formação dos frutinhos. Não se recomenda o uso de fungicidas na pós-colheita, mas o tratamento hidrotérmico a 52 °C por 5 minutos, mostra-se eficiente na redução das podridões (TERAO et al., 2016).

### 2.2.2 *Lasiodiplodia theobromae*

O principal patógeno que provoca a podridão peduncular é o mesmo causador da morte descendente da mangueira (*L. theobromae*), que já foi constatado em vários países produtores de manga do mundo e sua importância é maior em condições semiáridas, ocorrendo em vários estados brasileiros, e no SVSF desde 1991 (TAVARES et al., 1991; TERAO et al., 2016).

Segundo Terao et al. (2016), a espécie *L. theobromae* apresenta crescimento vigoroso em meio de cultura, com micélio inicialmente de cor branca, tornando-se gradativamente cinza esverdeada a preta, com aspecto cotonoso (Figura 9), os conídios são hialinos, ovais, não-septados, de parede delgada e dupla quando imaturos, e na maturidade adquirem coloração pardo-escuro, com um septo transversal. A incidência desta doença

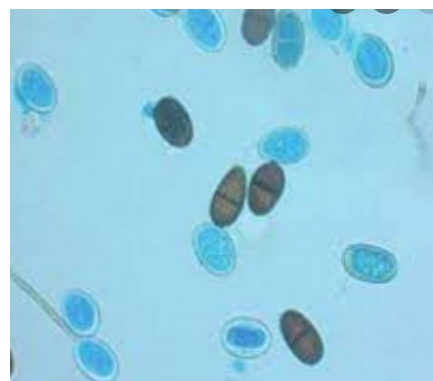


FIGURA 9. Conídios de *L. theobromae* (PICOS-MUÑOZ et al., 2015).

vem aumentando nos últimos anos na região, o que é empiricamente atribuído ao manejo fitotécnico da indução floral, já que ataques severos deste patógeno são relatados em condições de estresse, além do clima favorável com temperaturas próximas a 30 °C e umidade relativa do ar superior a 80%, atingidas no período chuvoso.

Esse patógeno provoca grandes lesões, observadas principalmente no pedúnculo, podendo ocorrer, também, em outra parte da fruta (Figura 10C). Havendo condições desfavoráveis de armazenamento, com temperatura e umidade relativa elevada, as lesões progridem rapidamente, apodrecendo toda a fruta (BATISTA et al., 2009). Geralmente essas podridões ocorrem após o embarque da

fruta, ocasionando prejuízos na exportação de manga e os tratamentos pós-colheita não têm sido eficientes (KIMATI et al., 2005).



FIGURA 10. Sintomas de morte descendente (A), rachaduras (B) e podridão peduncular (C) em manga, causados por *Lasiodiplodia theobromae* (EMBRAPA, 2010).

O patógeno causa a morte descendente, seca de ponteiros, podridão basal ou podridão peduncular da fruta (Figura 10 A,B,C). Pode infectar tanto na fase de produção em mudas, caule, ramos, folhas e flores, como na fase de pós-colheita, provocando o apodrecimento de frutas armazenadas. Nas frutas, o fungo penetra pelo pedúnculo ou ferimentos formando lesões escuras na base, com bordas definidas. Posteriormente, os tecidos lesados podem rachar, expondo a polpa da fruta. Por outro lado, o fungo pode permanecer quiescente nos tecidos da fruta e, após a colheita, ser ativado durante o período climatério, quando essa libera exsudatos que favorecem seu desenvolvimento, e causa o apodrecimento da mesma pela destruição dos tecidos. Nas inflorescências, ocorre o abortamento de flores e frutos imaturos, reduzindo drasticamente a produtividade do pomar (TERAO et al., 2016).

Para reduzir a incidência de *L. theobromae* no pomar, alguns cuidados devem ser adotados desde a sua implantação, como a utilização de mudas saudáveis. Na condução das plantas, devem ser realizadas podas sistemáticas de limpeza dos galhos com queima de inflorescências secas ou doentes. Plantas mortas devem ser eliminadas do pomar (TERAO et al., 2016). Após as podas, os ferimentos devem ser protegidos, principalmente com pasta cúprica e as ferramentas utilizadas devem ser periodicamente desinfestadas com hipoclorito de sódio a 2%. Determinadas práticas como o controle de insetos que possam causar ferimentos às plantas, uso racional

de retardantes de crescimentos e de indutores de floração, além do controle biológico, que vem sendo estudado, podem reduzir a incidência de *L. theobromae* no pomar (TAVARES, 2004).

Na perspectiva de reduzir as fontes de inóculos no pomar, em regiões de clima semiárido, os restos de cultura podem ser arrastados para a faixa entre linhas de plantio e triturados com roçadeiras, ficando fora do raio do microaspersor de irrigação, para prevenir o desenvolvimento dos patógenos nos restos de cultura. Produtos químicos como o difenoconazol, piraclostrobina e oxicloreto de cobre são recomendados para os períodos mais favoráveis ao desenvolvimento da doença. Não há recomendação de tratamento químico pós-colheita (TERAO et al., 2016).

### 2.2.3 *Neofusicoccum parvum*

Além de podridão mole e/ou peduncular em manga, o *N. parvum* pode causar morte descendente e queima de inflorescência (PLOETZ; FREEMAN, 2009), ocasionando grandes perdas na produção de manga, assim como *L. theobromae*. A colônia possui, inicialmente, um micélio aéreo cinza, e posteriormente de coloração mais escura, podendo apresentar desenvolvimento de estruturas estromáticas denominadas conidiomas. Em meio de cultivo se observa a fragmentação de hifas. Forma picnídios escuros que

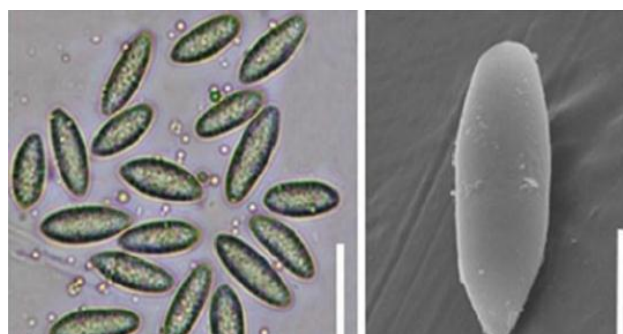


FIGURA 11. Conídios de *N. parvum* (PICOS-MUÑOZ et al., 2015).

produzem conídios hialinos, não-septados, granular, elíptico a fusóide (Figura 11), e, ocasionalmente, quando mais velhos adquirem a tonalidade marrom-claro, com 1-2 septos. São favorecidos por umidade relativa acima de 80% e temperaturas entre 20 °C e 25 °C (TERAO et al., 2016).

Quando a infecção ocorre a partir do pedúnculo, causa uma podridão conhecida como podridão peduncular. Essa podridão se desenvolve rapidamente tomando todo o fruto. Com o progresso da doença, se desenvolvem pequenas pontuações na superfície dos frutos que correspondem aos picnídios (estrutura de frutificação do patógeno), (Figura 12).



FIGURA 12. Sintomas de podridão em frutos de manga, causados por *Neofusicocum parvum* (BATISTA, 2009).

O sintoma de podridão peduncular aliado à presença de picnídios nas lesões do fruto pode ser confundido por aqueles incitados pelo fungo *L. theobromae*. O patógeno pode, também, desenvolver sintomas de manchas em frutos, com o surgimento inicial de uma pequena lesão, algumas vezes encharcadas, que progride para uma mancha marrom clara com bordos pouco definidos. Esses sintomas são comumente confundidos, pelos produtores, com aqueles da antracnose, causado pelo fungo *C. gloeosporioides* (BATISTA et al., 2009).

*N. parvum* é um fungo parasita de plantas que pode sobreviver saprofiticamente em órgãos mortos e mantidos no campo como os restos de cultura, tais como: panículas, ramos, frutos e folhas. Sob condição de cultivo da mangueira no Submédio do Vale do São Francisco, os esporos são liberados a partir dos picnídios presentes nos restos de cultura e órgãos infectados, graças a presença de umidade promovida pelos sistemas de irrigação (micro-aspersão ou aspersão) instalados no pomar, ou por ocorrência de chuvas (SILVA et al., 2009).

Após liberação dos esporos, estes podem ser disseminados pelo vento, respingos de água da chuva ou irrigação, germinam e infectam partes suscetíveis da planta. Quando materiais vegetais contaminados são mantidos na planta durante a ocorrência de chuvas, os esporos são disseminados ao longo do dossel da mangueira infectando partes sadias da planta. Infecção na inflorescência pode ocorrer na fase inicial do florescimento, quando o patógeno coloniza endofiticamente a inflorescência e o pedicelo até atingir o fruto, onde permanece quiescente até o amadurecimento (PLOETZ; FREEMAN, 2009).

Da mesma forma, os esporos podem infectar folhas e ramos, neste último caso, causando *dieback* (morte descendente) (SLIPPERS; WINGFIELD, 2007). A falta de um manejo adequado da mangueira, principalmente a não realização de podas de limpeza, remoção de restos florais, inclusive, afetados com malformação, eliminação de frutos infectados ligados ainda à planta-mãe, têm contribuído para o estabelecimento da doença no pomar. O patógeno é bastante agressivo quando os frutos estão maduros, podendo apresentar sintomas após três dias da inoculação, como constatado nos testes de patogenicidade.

O controle de podridões por *N. parvum* deve ser associado a medidas preventivas associadas a curativas. Dentre as preventivas se destacam as podas de limpeza; descartes de frutos, ponteiros, ramos e panículas infectadas; remoção dos restos de culturas mantidos fora do raio de ação da lâmina de irrigação do microaspersor, além da nutrição equilibrada das plantas. No controle curativo com agrotóxicos, por ser um patógeno recente, não há fungicidas recomendados para seu controle. Em testes *in vitro* em laboratório, resultados preliminares revelaram que moléculas fungicidas registradas para a mangueira e comumente aplicadas pelos produtores, não foram eficientes na inibição do crescimento micelial do fungo (BATISTA et al., 2009; TERAO et al., 2016).

#### **2.2.4 *Alternaria alternata***

Segundo Terao et al. (2016), a podridão de alternaria é uma doença que ocorre frequentemente em regiões semiáridas, apesar de ser muito importante na pós-colheita de manga em Israel, mas no Brasil é considerada de importância secundária. Fungo ainda pouco incidente no SVSF, apesar de ser bastante frequente em outros países produtores de manga.

Esta doença tanto é causada por *A. alternata*, como por *A. solani*, fungos patogênicos que sobrevivem em tecidos vivos na planta ou caídos no chão, com potencial para afetar a pré-colheita. O fungo forma conidióforos escuros, alongados, pouco ramificados e célula conidiogênica terminal ampuliforme, produzindo conídios em cadeia, de formato ovoide ou obclavado, marrom claro a marrom, multicelulares, com septos longitudinais, transversais e às vezes inclinados (Figura 13).

O fungo sobrevive em folhas, ramos e inflorescências infectadas deixadas no pomar, constituindo fontes de inóculo. A disseminação ocorre pelo vento, respingos de chuva e escoamento de orvalho. A infecção ocorre em períodos de elevada umidade relativa, permanecendo latente no fruto, desenvolvendo o sintoma com a maturação (TERAO et al., 2016).



FIGURA 13. Conídios de *Alternaria* sp. (TÓFOLI et al., 2015).

O patógeno afeta folhas, panículas e frutos. Nas folhas aparecem pontos pretos arredondados, mais visíveis na face inferior. No SVSF esse fungo causa a

queima de bordas de folhas, podendo ocorrer em toda a copa da planta. Os frutos são infectados durante o seu desenvolvimento e o fungo permanece quiescente até a colheita, que a depender das condições favoráveis

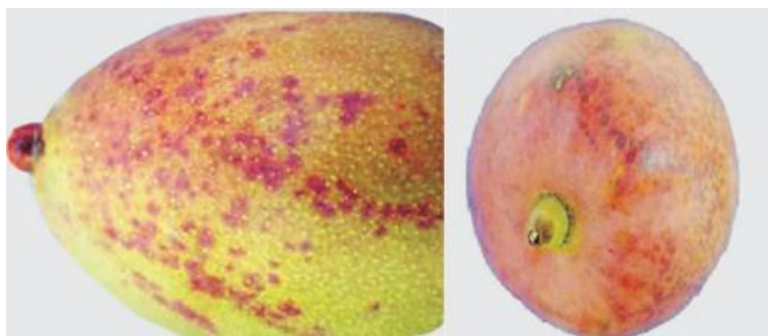


FIGURA 14. Sintomas de podridão em frutos de manga, causados por *Alternaria alternata* (TERAO et al., 2013).

ocorrem na forma de irritação das lenticelas (Figura 14), que adquirem coloração avermelhada característica, progredindo para pequenas lesões encharcadas que coalescem (TERAO et al., 2013).

Para o controle da doença recomenda-se eliminar restos de poda, inflorescências e frutos mumificados, remanescentes da estação anterior. Não existem ainda fungicidas registrados para o controle dessa doença no Brasil, mas em Israel, as aplicações de fungicidas para antracnose se mostram eficientes. Na pós-colheita, o tratamento hidrotérmico por aspersão de água aquecida tem apresentado resultados satisfatórios (TERAO et al., 2016).

### 2.2.5 Manejo alternativo de podridões pós-colheita

No manejo convencional de manga, a carga de agrotóxicos utilizados no controle das enfermidades é altíssima, tornando-se principal gargalo às exportações,

principalmente para o mercado europeu que é bastante exigente. Assim, o manejo alternativo com a substituição de agrotóxicos por defensivos orgânicos vem sendo bastante estudados. Vários tipos de controle tem se intensificado visando o manejo de podridões pós-colheita em manga, problema fitossanitário que demanda maior preocupação, sempre se buscando reduzir os resíduos químicos nos frutos para consumo *in natura* e demais outras formas de utilização desta fruta.

Buscando controlar antracnose na pós-colheita de manga 'Ubá', Lemos et al. (2013) testaram produtos alternativos aos agroquímicos, pulverizados em frutos maduros, suspensão de conídios de *C. gloeosporioides* ( $2,5 \times 10^5$  conídios.mL<sup>-1</sup>). Após a secagem ao ar, foram pulverizados com água destilada (testemunha), tween 20, Prochloraz, óleo de alho + tween 20, óleo de amêndoa + Leite em pó instantâneo (LPI), óleo de amêndoa de *A. aculeata* + tween 20, biofertilizante agro-mos® (100 µL.L<sup>-1</sup>), óleo de neen + tween 20, quitosana + tween 20 e biomassa cítrica + tween 20. Verificaram que o Prochloraz (1,10 mL de Sportak 450 EC/L de solução), o óleo de amêndoa de *Acrocomia aculeata* + leite em pó instantâneo (25 mL.L<sup>-1</sup> + 10 g LPI.L<sup>-1</sup>) e óleo de amêndoa (25 mL.L<sup>-1</sup>) + tween (8 mL/L de solução), têm bom potencial para controle da antracnose em manga 'Ubá'.

Com fins de verificar o efeito de produtos alternativos em mangas inoculadas com *L. theobromae* e a influência desses sobre o crescimento micelial do fitopatógeno, Lins et al. (2011), testaram vários produtos alternativos para controle desse patógeno. Mangas foram tratadas com fosfato de potássio (FP) (50, 100 e 150), ácido hidroxidobenzóico (AH) (5, 10 e 15), cloreto de cálcio (CC) (0,13, 0,26 e 0,39) (em milimolar), Luz ultravioleta (LUV) (10; 20 e 30 min.), extratos de alho (EA), melão-de-são-caetano (EM), casca de manga (ECM) (25, 50 e 75%) e água (testemunha). Após solidificação em placas de petri, depositaram-se no centro de cada placa, estruturas do fitopatógeno. Quarenta e oito horas após, mediu-se o diâmetro da colônia. Os melhores tratamentos foram FP (100 e 150 mmol), ECM (50 e 75%) e EA (50%).

São vários os produtos alternativos que vem sendo testados no controle de podridões pós-colheita em frutas (Guimarães, 2016), entre os quais podemos destacar: Extrato de própolis verde; Extrato de geoprópolis; Cravo da Índia (*Syzygium aromaticum*); Óleo de capim-limão (*Cymbopogon citratus*); Salvia (*Salvia officinalis* L.); Óleo de tomilho (*Thymus vulgaris*); Óleo de eucalipto comum



(*Eucalyptus globulus*); Extratos canela; Extrato de jurema preta; Bactérias (*Bacillus*) nativos isolados de plantas da Caatinga; e, Eco-Shot (*Bacillus amyloliquefaciens* cepa D-747).

Entre vários outros tipos de fungicidas naturais que já confirmaram efeitos satisfatórios no controle de doenças fúngicas, o extrato de própolis adicionado ao etanol, formando o 'Extrato Etanólico de Própolis' – EEP tem sido utilizado em concentrações de própolis de 16% a 30% adicionado ao etanol como controle alternativo de doenças fúngicas no cafeeiro, como relatam Pereira et al. (2001), ocorreu a redução da germinação de uredinosporos da ferrugem (*Hemileia vastratrix* L.) do cafeeiro em experimento *in vitro*. Quando testado em campo, o EEP reduziu a incidência da cercoporiose (*Cercospora coffeicola* L.) e da ferrugem em mais de 40% em relação à testemunha (PEREIRA et al., 2008).

Da mesma forma que o própolis, o extrato de geopropolis produzido pelas abelhas *Melipona* sp., apresentou ação antibacteriana em frutas, inibindo o seu desenvolvimento em até 100% em testes *in vitro* realizado na Universidade do Estado da Bahia – UNEB, em Juazeiro (BARROSO, 2018). De acordo com Carneiro Neto et al. (2018), esses testes *in vitro* abrem perspectivas para novos testes, inclusive contra a ação de fungos fitopatogênicos.

Pereira et al. (2016), ainda relatam outras ações importantes do EEP no controle da mancha de alternaria no tomateiro, a antracnose no feijoeiro, entre outras ações inibitórias de fungos em outras espécies.

Marcondes et al. (2014), ao testarem o efeito de extratos de plantas medicinais, *in vitro*, como o alho (*Allium sativum* L.); cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus* L.); alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.); capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf); orégano (*Origanum vulgare* L.); sálvia (*Salvia officinalis* L.); e pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), no controle de antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) na macieira e *Fusarium moniliforme* em sementes de milho, verificaram efeitos significativos na inibição do crescimento micelial dos fungos avaliados em relação à testemunha, se destacando principalmente o extrato de alho e o cravo da índia no controle do *C. gloeosporioides*.

Rozwalka et al. (2008) também comprovaram ações positivas com o uso de extrato aquoso e o óleo essencial de cravo-da-Índia e capim limão, que inibiram

em 100% o crescimento de *Glomerella cingulata* e *C. gloeosporioides* em goiaba, em testes *in vitro*.

O óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*) também já foi testado com efeito positivo na inibição ao desenvolvimento de fungos fitopatogênicos, como relatam Medice et al. (2007), que avaliaram o potencial de óleos essenciais de *Corymbia citriodora* (eucalipto citriodora) a 1%, *Cymbopogon nardus* (citronela) a 0,5% e *Thymus vulgaris* (tomilho) a 0,3%, na inibição da germinação de urediniósporos de *Phakopsora pachyrhizi* e na redução da severidade dos sintomas da ferrugem asiática, em casa-de-vegetação. Os autores constataram que os óleos inibiram em 100% a germinação dos urediniósporos. Todos os óleos retardaram a evolução da doença quando comparados com a testemunha. Os resultados indicam que esses óleos essenciais têm potencial para o controle da doença.

O óleo de *Eucalipto globulus* L. já foi testado em vários experimentos e tem demonstrada eficiência em atividade antifúngica. Fialho (2015), avaliando a ação de vários óleos essenciais, como o de canela, eucalipto, manjerona, melaleuca, menta piperita, orégano e tomilho branco, sobre a ação do míldio (*Plasmopara vitícola*) na videira, verificou que os óleos essenciais de canela e eucalipto foram os mais antifúngicos sobre *P. vitícola*.

Faria et al. (2010), avaliaram extratos aquosos de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) que apresenta propriedades inseticida, bactericida, fungicida e nematocida, e avaliaram o seu efeito no desenvolvimento *in vitro* de *Fusarium oxysporum*, em meio Batata-Dextrose-Ágar – BDA, sendo verificado que o extrato de *C. zeylanicum* não inibiu o crescimento micelial do patógeno, porém reduziu em 75% sua esporulação. Com isso, pode-se inferir que o extrato desta planta medicinal, aromática ou condimentar apresenta certo efeito na disseminação e sobrevivência de *F. oxysporum*.

Peixinho et al. (2017), avaliando o efeito fungicida de extrato de plantas medicinais da Caatinga, testaram os extratos de Boldo Baiano, Jurema Preta, Pata de Vaca e Pau-ferro no controle de *L. theobromae* em uva, no meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar – DBA, nas concentrações de 10%, 20% e 30% em todos os extratos e verificaram que os extratos de Pau-ferro, Pata de vaca, Jurema preta e Boldo baiano com concentrações de 30% inibiram o crescimento micelial, (Quadro 1), mas não inibiram a incidência e a severidade da doença.

Ramos et al. (2016), avaliando o efeito inibitório e a sobrevivência do fungo em função do tempo com óleos essenciais de neem, cravo da Índia, hortelã pimenta, melaleuca, limão, copaíba, eucalipto, gengibre, manjeriço, capim limão, canela e citronela, no controle *in vitro* de antracnose, linhagem padrão de *C. gloeosporioides*, (*Glomerella cingulata*, (Stoneman.) Spauld. & v. Schrenk, CCT 5177, em testes realizados no Laboratório de Microbiologia, da Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO), na cidade de Fernandópolis-SP, em 2014. Os autores verificaram que todos os óleos utilizados apresentaram inibição no desenvolvimento do patógeno, se destacando o óleo de *Melaleuca* com a menor concentração mínima inibitória e o óleo de neem que apresentou maior redução da carga microbiana em função do tempo de exposição.

Souza et al. (2019), também buscaram determinar o potencial fungicida de substâncias alternativas no controle do fungo *C. gloeosporioides*, causador da antracnose em caju, por meio de concentrações diferenciadas de óleos essenciais de Palma Rosa, Cravo, Canela, Lemongrass e Alecrim. Os testes *in vitro* inibitórios foram realizados no laboratório de fitossanidade da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul. Os autores verificaram que os óleos de canela e cravo foram os que apresentaram melhor eficiência.

Várias substâncias de origem natural de ação antimicrobiana têm sido utilizadas no controle de doenças de plantas, sobretudo às relacionadas a problemas na pós-colheita. O emprego de *Bacillus spp.*, no controle biológico tem apresentado bons resultados nas doenças pós-colheita, se destaca por formar endósporos e apresentar uma multiplicidade de mecanismos antagônicos (BETTIOL; MORANDI, 2009).

Oliveira et al. (2016), ao empregar o *Bacillus subtilis* sobre o isolado de *Colletotrichum musae* em teste *in vitro*, observaram que ocorreram diferenças significativas quanto a capacidade de inibir o crescimento micelial desse fungo, quando comparados à testemunha, atingindo índice de 74%.

As pesquisas com produtos alternativos para controle de microrganismos causadores de doenças em plantas têm aumentado consideravelmente, principalmente por dois motivos: o aumento da procura por alimentos vegetais sem resíduos químicos e resultados promissores baseados em substâncias orgânicas com princípios ativos antimicrobianos.

## 2.3 DESCRIÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS RECOMENDADAS E UTILIZADAS NO EXPERIMENTO

As substâncias utilizadas nessa fase do experimento foram selecionadas por apresentarem resultados promissores na inibição ao desenvolvimento de patógenos fúngicos, de acordo com a literatura e algumas delas, também por indicação da propriedade que disponibilizou a área de manga para a realização dos testes de campo, por possuir indícios de resultados eficientes fungicidas, além de indicação de responsáveis técnicos que trabalham na produção de manga.

- **Óleo Essencial de Melaleuca:** O óleo essencial de *Melaleuca altemifolia*, conhecido pelo nome popular de 'óleo de melaleuca' 'árvore de chá' e 'tea tree', pertence a família Myrtaceae, com composição química misturada de hidrocarbonetos terpênicos, principalmente monoterpenos, sesquiterpenos e de seus álcoois associados. Os principais componentes são: Terpinen-4-ol; gama-terpineno; alfa-terpineno; cineole; terpinoleno; cymene; pinene; terpineol; aromadendrene; candinene; limoneno; sabineno; globulol; e viridiflorol.

O Óleo de Melaleuca é um óleo essencial volátil obtido por destilação por arraste a vapor ou hidrodestilação das folhas. O óleo é um produto natural muito complexo, contendo uma mistura de mais de 40 componentes orgânicos, de grande importância medicinal, por possuir comprovada ação bactericida e antifúngica contra diversos patógenos humanos, devido ao seu principal constituinte ativo, o terpinen-4-ol, com comprovadas propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias, além de atividade antifúngica potente, atuando na inibição da membrana celular de fungos patogênicos (BASTISTUZZO et al., 2011). Foi verificada sua eficiência na inibição fúngica *in vitro* de *C. gloeosporioides* no mamão, em testes realizados em São Paulo, e também na inibição de outros patógenos fúngicos com resultados eficientes (RAMOS et. al., 2016).

- **Óleo Essencial de Gengibre:** O óleo essencial dos rizomas de *Zingiber officinale* Rosc., possui aplicação nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica. Geralmente é obtido pelo processo de hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger e apresenta compostos majoritários de  $\alpha$ -zingibereno, Canfeno,  $\alpha$ -farneseno,  $\beta$ -sesquifelandreno e Geraniol (CHAVES et al., 2016). Em testes com

concentrações inibitórias mínimas no desenvolvimento *in vitro* de *C. gloeosporioides* no mamão, o óleo de gengibre apresentou resultados satisfatórios (RAMOS et. al., 2016).

- **Óleo Essencial de Alecrim:** O óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* conhecida como alecrim, é constituído por uma mistura de componentes voláteis, o que caracteriza o odor típico, entre eles estão principalmente cineol, alfa-pineno e cânfora, e os não voláteis como o ácido caféico, diterpenos amargos, flavonoides e triterpenóides (LORENZI, 2008). Os constituintes do óleo essencial de alecrim são reconhecidos por apresentarem ação inseticida, antioxidante e antimicrobiana, mesmo que seja reconhecida a ação antimicrobiana de óleos de inúmeras plantas o mecanismo de ação não é conhecido, e o óleo essencial de alecrim se mostra eficiente na sua ação bactericida (CLEFF et al., 2012). Lee et al. (2016), testou com eficiência no controle de *Aspergillus flavus*, fungo responsável por produzir aflatoxinas em alimentos.
- **Óleo Essencial de Palmarosa:** O óleo essencial de *Cymbopogon martinii* é extraído da palmarosa, uma planta herbácea de ciclo perene, de fácil adaptação aos mais diversos climas e solos, possui atividades antifúngicas, antibacteriana e inseticida, comprovadas por diversos estudos (NETO et al., 2019; HILLEN et al., 2012; NASCIMENTO, 2017 e NAVEENKUMAR et al., 2017). Apresenta em sua composição química o geraniol, acetato de geranila, linalol e trans beta ocimene. Devido a maior concentração de geraniol, estudos químicos comprovam sua eficácia associado à defesa das plantas, contribuindo para a inibição do crescimento micelial dos fungos (MARTINS, 2014). Xavier et al. (2020), em testes no tratamento de sementes de soja verificaram sua eficiência na inibição *in vitro* de fungos fitopatogênicos.
- ***Bacillus subtilis*:** é um fungicida bactericida microbiológico que possui múltiplos modos de ação. Os lipopeptídeos produzidos pelo *Bacillus subtilis* QST713 presentes na formulação atuam na membrana celular das estruturas reprodutivas do fungo, provocando sua deformação e produzindo rupturas. O *B. subtilis* também age por competição de espaço e nutrientes na superfície vegetal da

planta e no solo, junto ao sistema radicular. De acordo com sua bula é indicado para o controle de vários patógenos fúngicos, como: *Alternaria dauci*, *Alternaria porri*, *Botrytis cinérea*, *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, dentre outros, podendo ser usado em várias culturas: abacate, berinjela, caju, caqui, goiaba, jiló, manga, mamão, maracujá, marmelo, nêspira, noz-pecã, pera, pêssigo, pimenta, pimenta-do-reino, pimentão e tomate (BAYER, 2020).

- **Extrato de canela:** Produto espanhol sob a responsabilidade da Arvensis Agro S.A., adjuvante para uso em recobrimentos em geral de frutos na pós-colheita, mas de acordo com a bula do produto é recomendado para frutas tropicais e temperadas, como cereais, frutíferas, ornamentais e hortaliças. É composto principalmente de extrato de cinamaldeído procedente de extrato de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) que apresenta propriedades inseticida, bactericida, fungicida e nematicida. Recomendado para os testes pela Fazenda Ibacem Agrícola. Faria et al. (2010), testando a eficiência de extrato de canela no desenvolvimento *in vitro* do fungo *Fusarium oxysporum*, verificaram que atuou significativamente na esporulação do patógeno testado.
- **Sanitizante microbiológico:** Sanitizante de amplo espectro fúngico no controle microbiológico, composto de biguanida, estabilizantes, coadjuvantes e água. Possui pH neutro, inodoro e livre de residuais. Indicado para as agroindústrias no setor de hortifrutícola, para processos de beneficiamento e tratamento pós-colheita no controle de microrganismos que trazem danos aos frutos. Indicado para banana, manga, melão e mamão, entre outras frutas. Produto de responsabilidade da Chesiquímica Ltda, recomendado pela Fazenda Ibacem Agrícola para testagem (CHESIQUÍMICA, 2021).
- **Extrato de neem:** Inseticida/Fungicida do grupo químico Tetranortriterpenoide, originado de compostos do óleo de Neem (*Azadirachta indica*), eficaz no controle de mosca-branca (*Bemisia tabaci* e *Bemisia argentifolii*) e oídio do feijoeiro (*Erysiphe polygoni*). A Azadiractina também possui ação sistêmica e as mudas das plantas podem absorver e acumular os compostos presentes para fazer a planta ficar resistente à pragas, interrompendo a reprodução dos insetos e

esteriliza os órgãos reprodutores. Possui composição concentrada de Azadiractina A, e de Azadiractina B (DALNEEM BRASIL, 2020). O produto foi recomendado para os testes pelo Verdão Produtos Agrícolas, loja do segmento agropecuário.

- **Fertilizante bioativador:** contém em sua formulação Nitrogênio, Potássio e extrato da alga *Ecklonia maxima*. Atua tanto via foliar como via radicular, reforçando o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular, com raízes vigorosas e saudáveis, melhora a resistência das plantas a períodos de estresse, confere às plantas maior resistência ao ataque de fungos e, especialmente, nematoides, e propicia um melhor aproveitamento da água e nutrientes do solo, sendo um produto ecológico e biodegradável (CAMPO EXPERT, 2021). Foi recomendado para testes pela assistência técnica da produção de manga da Fazenda Ebraz Exportadora Ltda, situada no Perímetro Irrigado de Maniçoba, Juazeiro-BA.
- **Nematicida microbiológico:** é um produto eficaz no combate aos nematóides, principalmente o nematóide das galhas, gênero *Meloidogyne*. Produto recomendado com ação comprovada na cultura de alface e de tomate (RIZOFLORES BIOTECNOLOGIA, 2021). Foi recomendado para os testes pelo Verdão Produtos Agrícolas, loja do segmento agropecuário.
- ***Bacillus amyloliquefaciens* Cepa IBSBF 3236:** Fungicida microbiológico registrado no Ministério da Agricultura, eficaz no controle de *Botrytis cinerea* (mofo cinzento) em todas as culturas, com ocorrência do alvo biológico (AGROLINKFITO, 2020). Foi utilizado por indicação da revenda de produtos agropecuários, Verdão Produtos Agrícolas, devido à ação fúngica desses bacilos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa realizada para o desenvolvimento deste trabalho de tese foi primeiramente de natureza bibliográfica e descritiva, apresentando informações sobre a importância do cultivo da mangueira de uma maneira geral: no mundo, no Brasil e na RIDE, relacionando o manejo com os principais problemas encontrados, com alternativas de produção, principalmente de maneira orgânica. Em seguida, procedeu-se a pesquisa investigatória experimental, baseada no principal objetivo do projeto, de maneira quantitativa, com a coleta de informações dos tratamentos e variáveis mediante técnicas estatísticas para avaliação no SISVAR - programa de análise de variância – ANAVA (Michel, 2005), como também de modo interdisciplinar, convergindo conhecimentos químicos, laboratoriais, biológicos e agrônômicos para dar resposta ao problema da temática.

Buscou-se atender a linha de pesquisa IV (convivência com o semiárido, inovações sociotécnicas e desenvolvimento), escolhida do PPGADT/UNEB, polo integrado a UNIVASF/UFRPE, com estudos iniciado em março de 2021 e finalizado em junho de 2022, desenvolvido em quatro etapas: coleta de frutos sintomáticos para isolamento de fungos, testes de avaliação da inibição fúngica, testes de inoculação em frutos, e testes preventivos em campo de produção, com análise de perdas.

#### 3.1 EQUIPE EXECUTORA

As etapas de execução da pesquisa contaram com a participação direta do Doutorando, auxiliado pelos mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada - PPGHI-UNEB, Thiago Francisco de Souza Carneiro Neto e Mylenna Nádja Ferreira de Sá, e os graduandos da UNEB, João Gabriel Caetano de Andrade e Yuri Felipe Borges Serqueira, bolsistas do Laboratório de Fitopatologia, sob a supervisão da orientadora, Profa. Dra. Ana Rosa Peixoto e do Coorientador Prof. Dr. Fábio Del Monte Coccozza.

Nas atividades de testagem em campo de produção teve a participação do Engenheiro Agrônomo Magno Bezerra da Silva, Responsável Técnico da Propriedade, e do Técnico em Agropecuária, coordenador de campo, Rogério



Gonçalves da Silva, funcionários da Fazenda Ibacem Agrícola, providenciando os materiais necessários, inclusive mão de obra para auxiliar nas aplicações, condução e colheita do experimento no campo de produção.

### 3.2 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo de avaliação da eficiência de substâncias naturais sustentáveis que apresentam efeitos antimicrobianos, especificamente fungicidas, foi desenvolvido em sua primeira, segunda e terceira etapa, no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS, Campus III da Universidade do Estado da Bahia – UNEB (Figura 15), no Laboratório de



Fitopatologia do Departamento, que se localiza a Av. Dr. Edgard Chastinet, s/n. São Geraldo, Juazeiro-BA.

FIGURA 15. CAMPUS III/DTCS/UNEB/JUAZEIRO/BA.

A UNEB, Campus de Juazeiro, é uma das pioneiras no estudo superior do SVSF, tendo como principal curso Engenharia Agrônoma, desde a década de 1960, formando profissionais dessa área responsáveis por grande parte do crescimento da fruticultura regional.

A quarta etapa da pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Ibacem Agrícola (Figura 16), em campo de produção de manga do manejo convencional, em pomar determinado (A – 417), cujas coordenadas geográficas são: Lat.: 9° 13' 23,27" S; Long.: 40° 1' 32,68" W, de acordo com o estágio fenológico da planta, iniciando os testes no início da floração, seguindo até a colheita.



FIGURA 16. Fazenda Ibacem Agrícola (Perímetro Irrigado de Curaçá – Juazeiro/BA).

A Empresa Ibacem Agrícola Comércio e Exportação Ltda., é uma das primeiras na produção de manga na RIDE, desde a década de 1980, aderindo ao mercado Norte Americano, principal importador de manga do Brasil em 1993.

São 510 ha de manga voltados à exportação e mais de 20 parceiros produtores desta fruta que exportam através da empresa Ibacem, participando de todos os mercados importadores: Estados Unidos, Mercado Europeu, MERCOSUL (Argentina, Chile e Uruguai), Canadá, Japão, Coréia do Sul e África do Sul, produzindo e exportando as quatro principais variedades de manga (Tommy Atkins, Palmer, Keitt e Kent).

Além da produção de manga, a Ibacem Agrícola também produz e exporta uvas de mesa, sem sementes, para vários mercados, como o Norte Americano e o Europeu, mas com menor importância que o mercado da manga.

Para a empresa participar do comércio internacional de manga e uva é necessário participar de vários processos de certificação, dentre as quais se destacam: Global Gap, Fair Trade, Sedex, Walmart, Rainforest Alliance, dentre outras, baseadas nas legislações trabalhistas, ambientais e segurança alimentar, em conformidade com as exigências do país produtor, país importador e mercado consumidor.

### 3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa realizada seguiu a metodologia utilizada pelo próprio doutorando por ocasião da pós-graduação *stricto sensu*, nível mestrado, concluída em 2008 no Programa de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada – PPGHI/UNEB, em que foram testados agrotóxicos fungicidas no controle de podridões pós-colheita em manga. Sendo que nos testes atuais, os agroquímicos foram substituídos por substâncias orgânicas fungicidas oriundas de óleos essenciais e extratos de plantas, além de bacilos, que nos últimos anos vêm sendo testados no controle de podridões fúngicas de diversos tipos de frutas.

Os óleos essenciais utilizados na pesquisa foram adquiridos no comércio de produtos orgânicos, sem marca definida, com fins de testagem no Laboratório de Fitopatologia do DTCS/UNEB. As demais substâncias foram adquiridas em lojas de produtos agropecuários e/ou cedidas por produtores de manga da região, sendo todas registradas para uso na produção frutícola da RIDE.

### 3.3.1 Etapa I: Isolamento dos patógenos

Consistiu na coleta de frutos de manga nos campos de produção, localizados no Semiárido do Sertão baiano, situados na RIDE, no primeiro semestre de 2021, que apresentavam sintomas característicos de podridão pós-colheita causados por *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Neofusicoccum parvum* e *Alternaria alternata*. Os frutos coletados foram isolados seguindo a metodologia proposta por Menezes e Assis (2004), para identificação dos patógenos fúngicos. Isso, tendo em vista que os maiores problemas identificados na pós-colheita em manga na região, são atribuídos a esses patógenos fúngicos.

Após os frutos serem coletados no campo e avaliados a severidade das lesões, buscando-se relacionar a sintomatologia com o patógeno, foi feito o isolamento dos mesmos no Laboratório de Fitopatologia, sendo mantidos à temperatura ambiente ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ) durante cinco dias, para avaliação do desenvolvimento dos patógenos.

No processo de isolamento foram retirados fragmentos dos locais lesionados e logo depois de desinfetados em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 2 minutos e colocados em álcool 40% por 1 minuto, foram enxaguados com água destilada e esterilizada. Após a desinfecção foi realizada a secagem em papel de filtro esterilizado e, em seguida, transferidos para as placas de petri com 8 cm de diâmetro, contendo como substrato o meio batata, dextrose e ágar – BDA. Seguindo os procedimentos, ocorreu a incubação em BOD durante 8 a 10 dias e fotoperíodos ajustados para cada patógeno até o surgimento das estruturas reprodutivas de cada fungo, com posterior repicagem e a transferência para outra placa de petri até sua completa purificação.

Os quatro fungos isolados foram inoculados em frutos de manga por meio da contaminação pela deposição do inóculo sobre ferimentos nos frutos, sendo realizado com agulha esterilizada, com suspensão na concentração de  $10^6$  conídios.mL<sup>-1</sup> com o objetivo de avaliar a sua patogenicidade ao produzir os sintomas característicos das enfermidades estudadas. Logo após a comprovação da sua virulência nos frutos testados, os patógenos foram cultivados em BDA - Batata-

Dextrose-Ágar e preservados em Água Destilada Esterilizada – ADE em recipientes à temperatura ambiente no laboratório ( $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

### 3.3.2 Etapa II: Teste de inibição *in vitro*

Após a preparação dos fitopatógenos e repicagem de esporos em placa de Petri com 8 cm de diâmetro (Figura 17), em quantidade suficiente para os testes *in vitro*, em meio de cultura BDA, no Laboratório de Fitopatologia, no período de maio a agosto de 2021, foram montados 36 (trinta e seis) tratamentos à base de óleos essenciais, extratos de plantas, complexos nutricionais e bacilos em concentrações diferentes, além da testemunha.



FIGURA 17. Repicagem de esporos para testes *in vitro*.

Foram preparadas as substâncias (princípios ativos) nas concentrações e tratamentos de acordo com o Quadro 1, adicionadas a 300 mL de meio de cultura BDA fundente, quantidade suficiente para as cinco repetições por tratamento, e vertida em placas de Petri de 8 cm de diâmetro. Após solidificação do meio na placa, foi depositado na superfície deste, um disco de 5 mm de diâmetro de meio, contendo o micélio de cada patógeno testado. Como testemunha foram utilizadas placas contendo apenas o meio BDA com o fungo. Finalmente, as placas foram mantidas em laboratório na temperatura ambiente  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

As substâncias testadas foram adquiridas no comércio de produtos naturais e em lojas de produtos agropecuários, em quantidades suficientes do

mesmo lote, para realizar todos os tratamentos *in vitro*, inoculação em frutos e preventivo no campo, evitando assim, problemas com lotes diferentes, que possam apresentar variação de concentrações.

Os tratamentos realizados na Etapa II (Quadro 1) têm a finalidade de identificar as substâncias que apresentam maior inibição no desenvolvimento dos patógenos isolados, posteriormente, serem utilizadas nas etapas III e IV, conforme o projeto de pesquisa.

Quadro 1. Substâncias orgânicas utilizadas nos tratamentos do teste *in vitro* de inibição fúngica.

| Tratamento | Substância                  | Concentração % | Tratamento | Substância                        | Concentração % |
|------------|-----------------------------|----------------|------------|-----------------------------------|----------------|
| T1         | Testemunha                  | 0              | .....      |                                   |                |
| T2         | Óleo essencial de Melaleuca | 0,50           | T20        | Sanitizante                       | 0,50           |
| T3         | OE Melaleuca                | 0,75           | T21        | Sanitizante                       | 1,00           |
| T4         | OE Melaleuca                | 1,00           | T22        | Sanitizante                       | 1,50           |
| T5         | OE Gengibre                 | 0,50           | T23        | Extrato canela + Sanitizante      | 0,25 + 0,50    |
| T6         | OE Gengibre                 | 0,75           | T24        | Extrato canela + Sanitizante      | 0,50 + 1,00    |
| T7         | OE Gengibre                 | 1,00           | T25        | Extrato canela + Sanitizante      | 0,75 + 1,50    |
| T8         | OE Alecrim                  | 0,50           | T26        | Extrato de neem                   | 0,20           |
| T9         | OE Alecrim                  | 0,75           | T27        | Extrato de neem                   | 0,30           |
| T10        | OE Alecrim                  | 1,00           | T28        | Extrato de neem                   | 0,40           |
| T11        | OE Palmarosa                | 0,50           | T29        | Fertilizante bioativador          | 0,03           |
| T12        | OE Palmarosa                | 0,75           | T30        | Fertilizante bioativador          | 0,05           |
| T13        | OE Palmarosa                | 1,00           | T31        | Fertilizante bioativador          | 0,07           |
| T14        | <i>Bacillus subtilis</i>    | 0,20           | T32        | Nematicida microbiológico         | 0,10           |
| T15        | <i>Bacillus subtilis</i>    | 0,30           | T33        | Nematicida microbiológico         | 0,20           |
| T16        | <i>Bacillus subtilis</i>    | 0,40           | T34        | Nematicida microbiológico         | 0,30           |
| T17        | Extrato canela              | 0,25           | T35        | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | 0,08           |
| T18        | Extrato canela              | 0,50           | T36        | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | 0,16           |
| T19        | Extrato canela              | 0,75           | T37        | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | 0,24           |

### 3.3.2.1 Montagem do experimento Etapa II

As substâncias testadas foram incorporadas proporcionalmente ao BDA fundente (40 a 45 °C), em Erlenmeyer graduado (Figura 18) antes de serem vertidas em placas de Petri (Figura 19), posteriormente as placas receberam discos de micélio, com 5 mm de diâmetro, dos patógenos isolados, contendo estruturas fúngicas, sendo um disco por placa (Figura 20).



FIGURA 18. Erlenmeyer com BDA

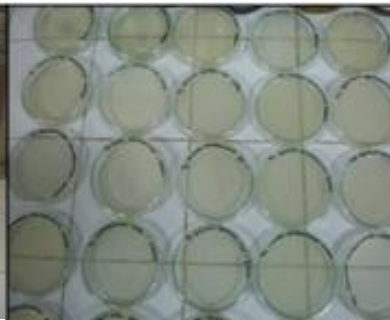


FIGURA 19. Placas de petri + BDA



FIGURA 20. Disco de micélio em placa

As avaliações foram realizadas através de medições do diâmetro das colônias (média de duas medidas diametralmente opostas), com auxílio de um paquímetro, a cada 24 horas até a testemunha atingir totalmente a placa (Figura 21), conforme metodologia proposta por Bettioli et al. (2012), adaptada para os patógenos testados.

Os quatro patógenos isolados foram incorporados aos trinta e sete tratamentos (Figura 22), em temperatura e umidade relativa ambiente, com cinco repetições para cada isolado testado; e cada repetição representada por uma placa de *Petri* em Delineamento Inteiramente Casualizado – DIC. Os melhores tratamentos *in vitro* foram selecionados para os testes de inoculação em frutos e aplicação preventiva no campo, na terceira e quarta etapa do trabalho, respectivamente.

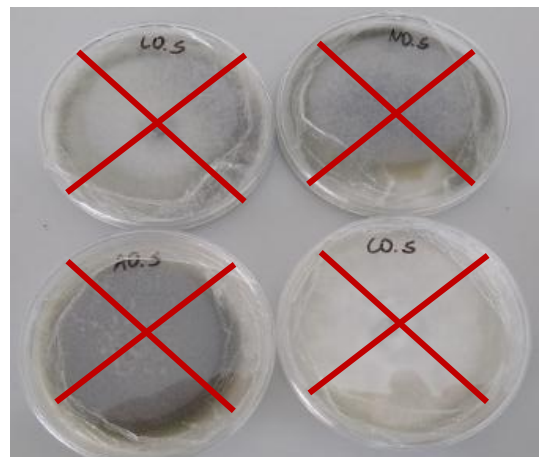


FIGURA 21. Testemunhas: L - *Lasiodiplodia*; N – *Neofusicocum*; A - *Alternaria*; C - *Colletotrichum*; após atingirem todo o diâmetro das placas.



FIGURA 22. Placas de *petri* com micélio fúngico em bancadas no Laboratório de Fitopatologia do DTCS/UNEB.

### 3.3.3 Etapa III: Teste de inoculação em frutos de manga

Após a determinação das substâncias que apresentaram maior inibição no crescimento dos patógenos nos testes *in vitro*, deu-se início a Etapa III, com a inoculação dos fungos nos frutos, com fins de se avaliar o controle curativo, ou seja, inibir as lesões nos frutos inoculados após aplicações por meio de pulverizações com as substâncias orgânicas, simulando um tratamento curativo pós-colheita.

Quadro 2. Substâncias orgânicas com cera de Carnaúba utilizadas nos testes de inoculação de fungos patogênicos em manga, variedade Tommy Atkins, realizadas no Laboratório de Fitopatologia do DTCS/UNEB.

| Trat. | Substância                | Concentração % | Trat. | Substância                        | Concentração % |
|-------|---------------------------|----------------|-------|-----------------------------------|----------------|
| T1    | Testemunha s/ cera        | 0              | T8    | Extrato de canela                 | 0,50           |
| T2    | Testemunha c/ cera        | 0              | T9    | Sanitizante                       | 0,50           |
| T3    | OE Melaleuca              | 0,50           | T10   | Sanitizante                       | 1,00           |
| T4    | OE Melaleuca              | 1,00           | T11   | Extrato de canela + Sanitizante   | 0,25 + 0,50    |
| T5    | OE Palmarosa              | 0,50           | T12   | Extrato de canela + Sanitizante   | 0,50 + 1,00    |
| T6    | OE Palmarosa              | 1,00           | T13   | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | 0,16           |
| T7    | <i>-Bacillus subtilis</i> | 0,40           |       |                                   |                |

Nota: Cada tratamento foi realizado para cada patógeno inoculado com 4 repetições.

Os testes de inoculação foram realizados no mês de setembro de 2021, em mangas sadias da variedade Tommy Atkins, provenientes da Fazenda Ibacem

Agrícola, consistindo em 13 (treze) tratamentos distribuídos em Delineamento Inteiramente Casualizado - DIC, sendo inoculados os quatro patógenos em quatro repetições, perfazendo 16 (dezesesseis) frutos por cada tratamento, conforme a distribuição apresentada no Quadro 2.

Os patógenos foram inoculados por meio de perfurações com agulha esterilizada e flambada (Figura 23), em três áreas do fruto (cada área com três furos) (Figura 24); logo após, com o auxílio de micropipeta graduada, foram inoculados nos locais perfurados a suspensão fúngica dos patógenos *C. gloeosporioides*, *L. theobromae*, *N. parvum* e *A. alternata*, de acordo com os tratamentos, no volume de 10 µL em cada local do fruto, na concentração de  $10^7$ .mL<sup>-1</sup> de conídios.



FIGURA 23. Realização de perfuração nos frutos para inoculação no Laboratório de Fitopatologia do DTCS/UNEB.



FIGURA 24. Perfurações nos frutos em diferentes áreas para inoculação dos patógenos no Laboratório de Fitopatologia do DTCS/UNEB.

Posterior a inoculação dos patógenos, os frutos foram acondicionados em sacos plásticos, proporcionando uma câmara úmida, para ofertar condições favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos, e armazenados a temperatura e



umidade relativa ambiente  $25 \pm 2$  °C e 50% UR, respectivamente. Após 24 horas de incubação dos fungos nos frutos, foram realizadas as pulverizações com os devidos tratamentos, de acordo com o Quadro 2, para cada patógeno inoculado.

Todos os frutos tratados foram incorporados a cera vegetal de carnaúba, recomendada para a pós-colheita em frutas na concentração de 25%. Na testemunha, foi utilizada a concentração de cera, mas sem os princípios ativos dos tratamentos. Foi também avaliada uma testemunha sem aplicação de cera.

A cera de Carnaúba produzida pela Chesy Química, de acordo com sua bula, contém como princípio ativo 'Emulsão de Carnaúba', aprovado para uso pós-colheita de frutas tropicais: mamão, melão, manga e abacate, com finalidade de reduzir a perda de peso por redução da umidade no fruto, por transpiração e respiração, retardando assim, o amadurecimento, protegendo e dando brilho.

Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram dispostos sobre as bancadas do laboratório de Fitopatologia do DTCS/UNEB (Figura 25), em temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C) e umidade relativa de 50%, sendo feita análises diárias de medição das lesões nos



FIGURA 25. Frutos inoculados e tratados na bancada do Laboratório de Fitopatologia do DTCS/UNEB.

frutos, com auxílio de paquímetro, avaliando o desenvolvimento dos patógenos nos variados tratamentos, quanto à incidência e severidade no fruto.

Para a realização do experimento foram necessários 208 frutos (13 tratamentos x quatro patógenos x quatro repetições), sendo consideradas as medições realizadas no final das observações, ou seja, após nove dias da inoculação dos patógenos nos frutos, verificou-se a incidência (Figura 26), pela contagem dos frutos que apresentaram podridões nos locais inoculados, e a severidade foi quantificada pela média de duas medições, diametralmente opostas, de cada lesão observada.



FIGURA 26. Frutos com sintomas após inoculação

### 3.3.4 Etapa IV: Teste preventivo em campo de produção de manga

Essa etapa consistiu em levar os tratamentos que proporcionaram maior inibição *in vitro* dos patógenos para serem testados em campo de produção de manga, aplicados desde o início da floração, que compreende o período do intumescimento das gemas florais ou aparecimento das primeiras florações (Figura 27), até próximo ao dia da colheita, devido esse estágio ser mais propício às infecções fúngicas. Considerando que a primeira pulverização ocorreu no dia 14 de dezembro de 2021 e a colheita em 31 de março de 2022, foram necessários oito aplicações em intervalos quinzenais, com as mesmas dosagens.

As pulverizações ocorreram via costal, com pulverizadores de capacidade total para 20 litros (Figura 28), aplicados cerca de 2,5 litros de calda por planta, o que corresponde em média a  $625 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , considerando que o espaçamento da área do teste é de 8 m x 5 m, ou seja, entre fileiras e plantas, respectivamente, totalizando 250 plantas por hectare.



FIGURA 27. Surgimento dos primeiros botões florais em mangueira em pomar da Ibacem Agrícola.



FIGURA 28. Aplicação das substâncias orgânicas no campo em frutos de manga.

O experimento foi realizado em mangueira cultivar Tommy Atkins, que apresenta em média, o ciclo da floração a colheita, 120 dias, sendo considerada uma variedade bastante susceptível às ocorrências de podridões pós-colheita.

Nessa etapa, foi utilizado o Delineamento em Blocos Casualizados - DBC, com seis tratamentos e quatro repetições, conforme o quadro 3:

Quadro 3. Substâncias orgânicas utilizadas nos tratamentos preventivos em campo de produção de manga na Fazenda Ibacem Agrícola, Distrito Irrigado de Curaçá – Juazeiro/BA.

| Tratamento | Substância   | Concentração (%) |
|------------|--|------------------|
| T1         | Testemunha (prova branca), sem princípio ativo   | 0                |
| T2         | Óleo essencial de Melaleuca alternado quinzenalmente com o óleo essencial de Palmarosa | 0,50 + 0,50      |
| T3         | Extrato de canela  | 0,50             |
| T4         | <i>Bacillus subtilis</i>   | 0,40             |
| T5         | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>  | 0,20             |
| T6         | Extrato de canela + <i>Bacillus subtilis</i>   | 0,50 + 0,40      |

Foram isoladas três fileiras de plantas na extremidade da parcela, sendo escolhidas 24 plantas (seis tratamentos e quatro repetições) aleatoriamente, ficando uma fileira como bordadura, separando a área experimental das demais fileiras de plantas que receberam os tratamentos fitossanitários normais pela propriedade, conforme esquema hipotético da Figura 29.

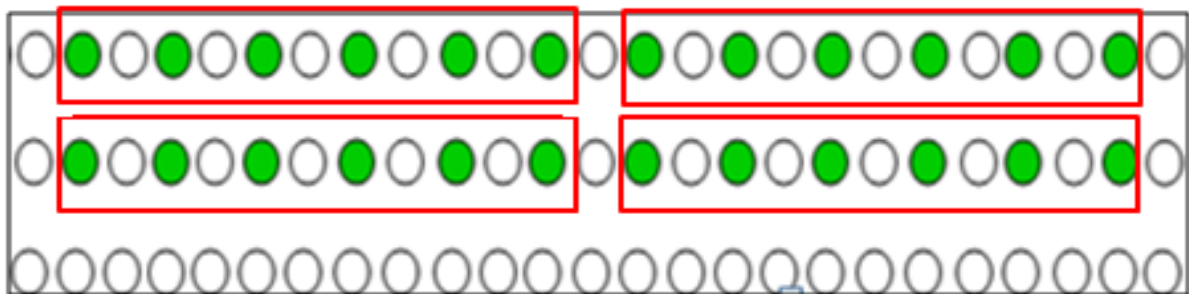


FIGURA 29. Esquema de distribuição das plantas (parcelas) em campo

Os quatro blocos de seis plantas foram sorteados aleatoriamente, em que todos os tratamentos estivessem em cada bloco, ou seja, foram distribuídos de modo inteiramente casualizado. Cada planta corresponde a uma parcela do tratamento e foi identificada no momento do sorteio (Figura 30).



FIGURA 30. Identificação de planta/parcela

A colheita ocorreu nove dias após a última aplicação, sendo retirados aleatoriamente, 40 (quarenta) frutos por parcela, escolhidas, nos dois lados da planta (Figura 31); retirados a uma altura média e identificados de acordo com a parcela (Figura 32) e o tipo de tratamento. Os frutos foram divididos em dois lotes: 50% expostos à

temperatura e umidade relativa ambiente ( $27^{\circ}\text{C}$  e 35%), em local sombreado e ventilado (Figura 33) e, 50% dos frutos acondicionados em contentores, em câmara fria, com temperatura e umidade relativa do ar ( $10^{\circ}\text{C}$  e 90%) controlada (Figura 34), pelo período de 15 dias, simulando o tempo de exportação.



FIGURA 31. Colheita de frutos de manga manual por parcela em pomar da Ibacem Agrícola.



FIGURA 32. Identificação de frutos de manga por tratamento/parcela em campo da Ibacem Agrícola.



FIGURA 33. Frutos de manga em condições ambientais ( $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e 30% UR).



FIGURA 34. Frutos de manga acondicionados em câmara fria ( $10^{\circ}\text{C}$  e 90% UR) na Ibacem Agrícola.

Após a saída da câmara fria, os frutos foram acondicionados em temperatura e umidade relativa do ar ( $26^{\circ}\text{C}$  e 52%) no packing house da fazenda e após a sua maturação, foi quantificada a incidência de podridões ocorridas. Depois de analisada a porcentagem de podridões por tratamento, foi realizado um levantamento estimado de perdas, de acordo com a produção real na área do teste, visando estimar a redução de perdas de frutos em relação a eficiência de cada tratamento. Em seguida, vários frutos foram levados ao Laboratório de Fitopatologia do DTCS/UNEB para identificação do patógeno causador da lesão observada, relacionando sintomatologia com o devido patógeno.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ISOLAMENTO DOS PATÓGENOS

Nessa fase do experimento foi observado que todos os patógenos isolados foram patogênicos quando testado em frutos de manga sadios, comprovando a patogenicidade dos mesmos.

### 4.2 INIBIÇÃO DE PATÓGENOS *IN VITRO*

No quadro 4, pode-se observar que os óleos essenciais de Melaleuca e Palmarosa, o *Bacillus subtilis*, o extrato de canela, o sanitizante e o *Bacillus amyloliquefaciens* foram os que mais se destacaram, com mais de 80% na inibição dos quatro patógenos testados, diferenciando significativamente da testemunha.

Os óleos essenciais (OE) de Melaleuca e Palmarosa já foram testados na inibição de patógenos fúngicos com resultados positivos. O OE de Melaleuca, de acordo com Ramos et al. (2016) proporcionou inibição significativa de antracnose (*C. gloeosporioides*), em linhagem padrão em testes *in vitro*. Enquanto que o OE de Palmarosa nas concentrações de 0,05 e 0,1%, inibiu com eficiência, os fungos de soja, *Phomopsis sp.*, *Fusarium solani*, *Sclerotium rolfsii* e *Macrophomina phaseolina* (Xavier et al., 2020); e, também apresentou ação fungicida sobre *C. orbiculare*, na antracnose no pimentão, podendo ser testados em programas de manejo sustentável desse patógeno (GUERRA et al., 2021).

O tratamento com extrato de canela, adicionado com o Sanitizante nas três concentrações, apresentou resultado satisfatório na inibição *in vitro*, confirmando resultados positivos encontrados por técnicos da Ibacem Agrícola, que aplicavam regularmente nas suas ações para manejo de doenças, em conjunto com a cera de carnaúba na pós-colheita da manga.

Os resultados positivos do *Bacillus subtilis* corroboram com os resultados encontrados por Oliveira et al. (2016), que verificaram inibição do crescimento micelial em testes *in vitro* na antracnose da banana (*Colletotrichum musae*). Da mesma forma que o *B. subtilis*, Mendes (2017), em teste de inoculação de fungos em mamão tratados com *Bacillus amyloliquefacies*, observou resultados positivos na

inibição de desenvolvimento de antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) no fruto; como também, o extrato de canela e o seu óleo essencial apresentaram inibição significativa em testes *in vitro* da antracnose (*C. gloeosporioides*) do Caju (SOUZA et al., 2019).

Quadro 4. Porcentagem de inibição *in vitro* de isolados fúngicos em placas de *petri* contendo BDA e fungicidas a base de substâncias orgânicas e minerais

| N.                                 | Tratamento                                     | C. g.*       | L. t.*       | N. p.*       | A. a.*       |
|------------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1                                  | Testemunha                                     | 0h           | 0g           | 0f           | 0k           |
| 2                                  | Melaleuca – 0,5%                               | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 3                                  | Melaleuca – 0,75%                              | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 4                                  | Melaleuca – 1,0%                               | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 5                                  | Gengibre – 0,5%                                | 18f,g        | 0g           | 2f           | 10i,j        |
| 6                                  | Gengibre – 0,75%                               | 21f          | 5g           | 2f           | 10i,j        |
| 7                                  | Gengibre – 1,0%                                | 16f,g        | 2g           | 2f           | 18i          |
| 8                                  | Alecrim – 0,5%                                 | 42e          | 8f,g         | 0f           | 5,5j,k       |
| 9                                  | Alecrim – 0,75%                                | 68c          | 99,5a,b      | 72b          | 29h          |
| 10                                 | Alecrim – 1,0%                                 | 88b          | 100a         | 67b,c        | 58g          |
| 11                                 | Palmarosa – 0,5%                               | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 12                                 | Palmarosa – 0,75%                              | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 13                                 | Palmarosa – 1,0%                               | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 14                                 | <i>Bacillus subtilis</i> – 0,2%                | 82b          | 70d          | 100a         | 83c          |
| 15                                 | <i>Bacillus subtilis</i> – 0,3%                | 81b          | 84b,c        | 100a         | 82c          |
| 16                                 | <i>Bacillus subtilis</i> – 0,4%                | 80b          | 87b,c        | 100a         | 84c          |
| 17                                 | Extrato de canela – 0,25%                      | 18f,g        | 78c,d        | 18e          | 100a         |
| 18                                 | Extrato de canela – 0,5%                       | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 19                                 | Extrato de canela – 0,75%                      | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 20                                 | Sanitizante – 0,5%                             | 100a         | 100a         | 100a         | 95a,b        |
| 21                                 | Sanitizante – 1%                               | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 22                                 | Sanitizante – 1,5%                             | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 23                                 | Extrato de canela – 0,25% + Sanitizante – 0,5% | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 24                                 | Extrato de canela – 0,5% + Sanitizante – 1,0%  | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 25                                 | Extrato de canela – 0,75% + Sanitizante – 1,5% | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 26                                 | Extrato de neen – 0,2%                         | 8g,h         | 54e          | 0f           | 0k           |
| 27                                 | Extrato de neen – 0,3%                         | 11f,g        | 19f          | 0f           | 0k           |
| 28                                 | Extrato de neen – 0,4%                         | 10g,h        | 11f,g        | 0f           | 0k           |
| 29                                 | Fertilizante bioativador – 0,03%               | 67c          | 57e          | 71b          | 71d,e        |
| 30                                 | Fertilizante bioativador – 0,05%               | 68c          | 55e          | 72b          | 73d          |
| 31                                 | Fertilizante bioativador – 0,06%               | 69c          | 58e          | 72b          | 69d,e,f      |
| 32                                 | Nematicida microbiológico – 0,1%               | 58c,d        | 0g           | 26e          | 63e,f,g      |
| 33                                 | Nematicida microbiológico – 0,2%               | 59c,d        | 2g           | 51d          | 69d,e,f      |
| 34                                 | Nematicida microbiológico – 0,3%               | 49d,e        | 11f,g        | 59c,d        | 61f,g        |
| 35                                 | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> – 0,08%      | 89a,b        | 90a,b        | 100a         | 87b,c        |
| 36                                 | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> – 0,16%      | 91a,b        | 92a,b        | 100a         | 90b,c        |
| 37                                 | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> – 0,25%      | 85b          | 92a,b        | 100a         | 86b,c        |
| <b>Coeficiente de Variação (%)</b> |  | <b>14,66</b> | <b>14,08</b> | <b>12,41</b> | <b>11,46</b> |

Nota: Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

\* C. g.: *Colletotrichum gloeosporioides*; L. t.: *Lasiodiplodia theobromae*; N. p.: *Neofusicoccus parvum*; A. a.: *Alternaria alternata*.

O sanitizante utilizado, devido a indicação da Fazenda Ibacem apresentou resultados condizentes com os indícios de redução de podridões observados por seus técnicos da área de qualidade.

O produto a base de extrato de neem, o óleo essencial de Gengibre e o nematicida microbiológico, apresentaram menor percentual de inibição, sendo eliminados dos testes seguintes, juntamente com o óleo essencial de Alecrim e o fertilizante bioativador; estes, apesar de terem apresentado inibição mediana, diferenciados estatisticamente da testemunha, não seguiram nas testagens posteriores, devido às limitações de quantidades de frutos para inoculação e número de plantas disponíveis para o teste de campo em produção.

O produto Nematicida microbiológico, com eficiência abaixo de 50% de inibição em média, nos patógenos testados e o fertilizante bioativador com eficiência mediana entre 60% e 70%, em média, por não serem de base orgânica não foram selecionados para os testes seguintes. Da mesma forma, não sendo selecionado por baixa eficiência na inibição dos patógenos, inferior a 15% em média, o extrato de neem contrariou os resultados de Ramos et al. (2016), em teste *in vitro*, com seu óleo essencial que, inibiu significativamente, o desenvolvimento de *C. gloeosporioides*, linhagem padrão.

O resultado apresentado pelo óleo essencial de Gengibre, com inibição média inferior a 10%, não corroborou com o experimento de Mendes (2017), em que, identificou eficiência de 44% na inibição do desenvolvimento de *C. gloeosporioides* em mamão. O óleo essencial de Alecrim, apresentou inibição média de 78% no T10 e superior a 60% no T9, entretanto, foi inferior a 10% no T8, embora sendo considerado resultado mediano na pesquisa em geral, não corrobora com os resultados encontrados por Souza et al. (2019), em teste de inibição de antracnose *in vitro* em Caju, que apresentaram baixa eficiência.

As Figuras 35, 36, 37 e 38 apresentam de forma gráfica, as porcentagens de inibição dos fungos *C. gloeosporioides*; *L. theobromae*; *N. parvum*; e, *A. alternata*, respectivamente, na dosagem mais eficiente das substâncias testadas, mostrando as tendências dos resultados da inibição por tratamento em relação à testemunha. Nas quais, se observa com mais facilidade os tratamentos que inibiram o crescimento micelial dos patógenos testados, definindo assim, os selecionados para

prosseguir nas etapas seguintes de experimentação, por ultrapassarem 80% de inibição.

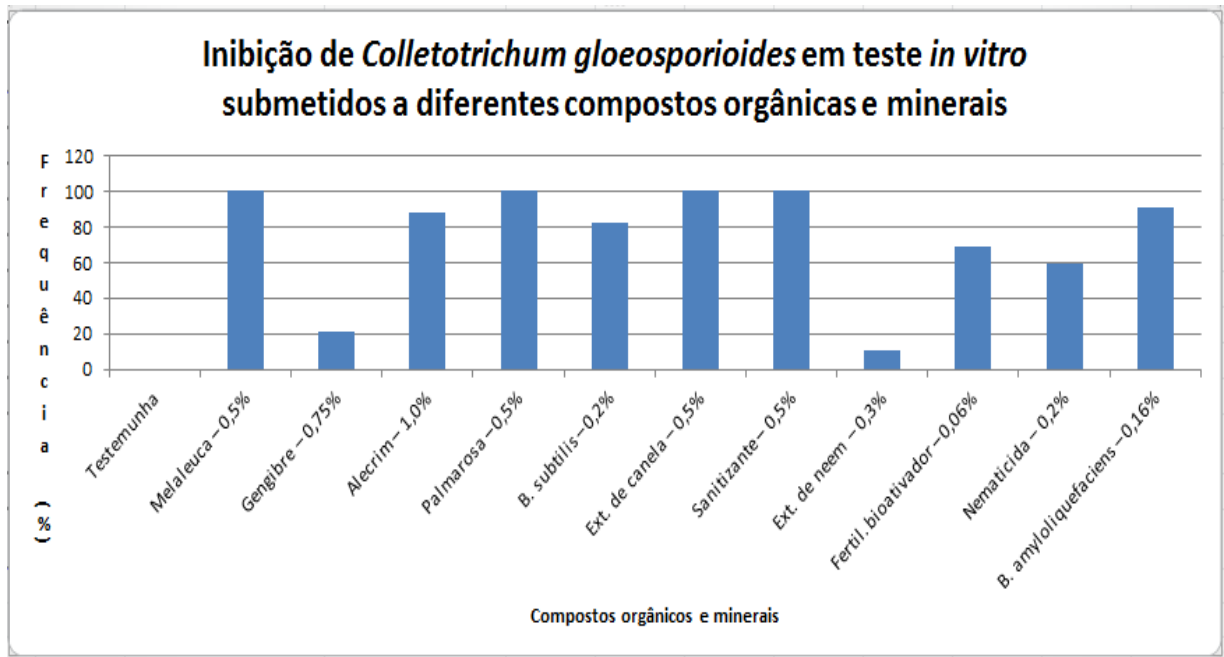


FIGURA 35. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais na inibição ao desenvolvimento de *C. gloeosporioides*

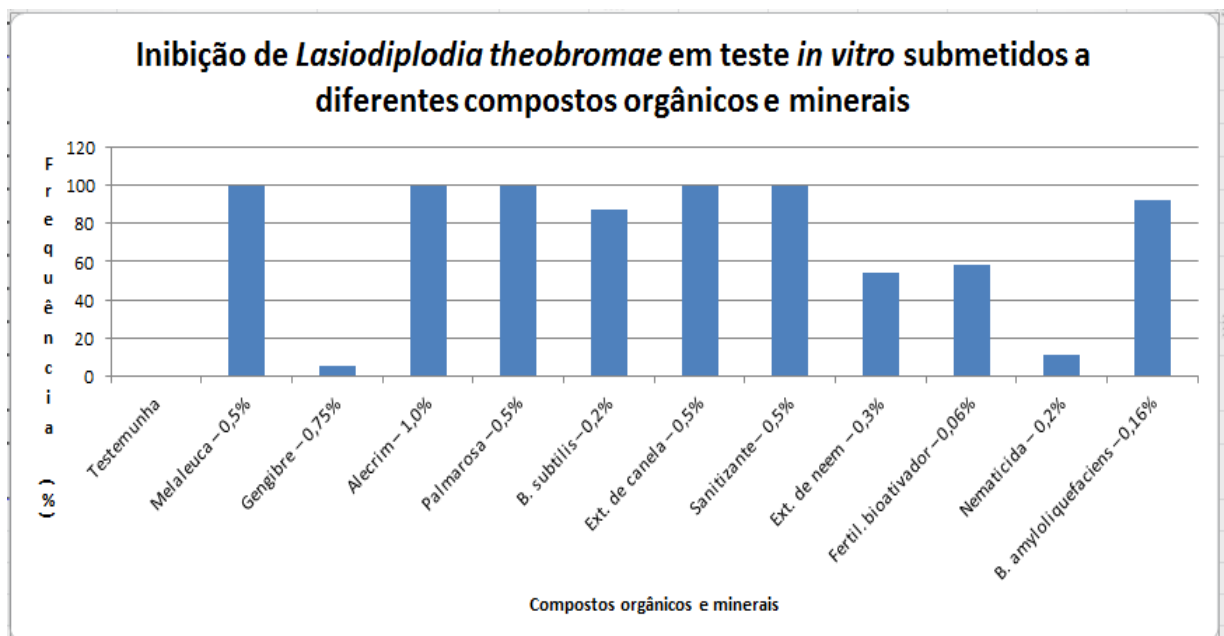


FIGURA 36. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais na inibição ao desenvolvimento- *L. theobromae*



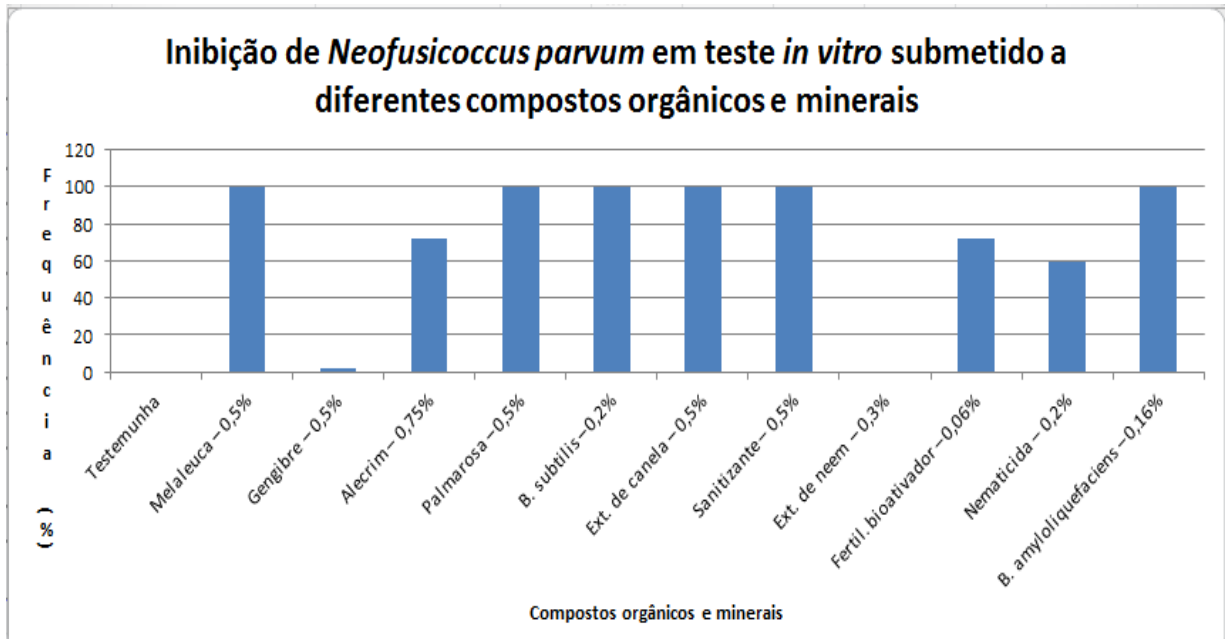


FIGURA 37. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais na inibição ao desenvolvimento *N. parvum*

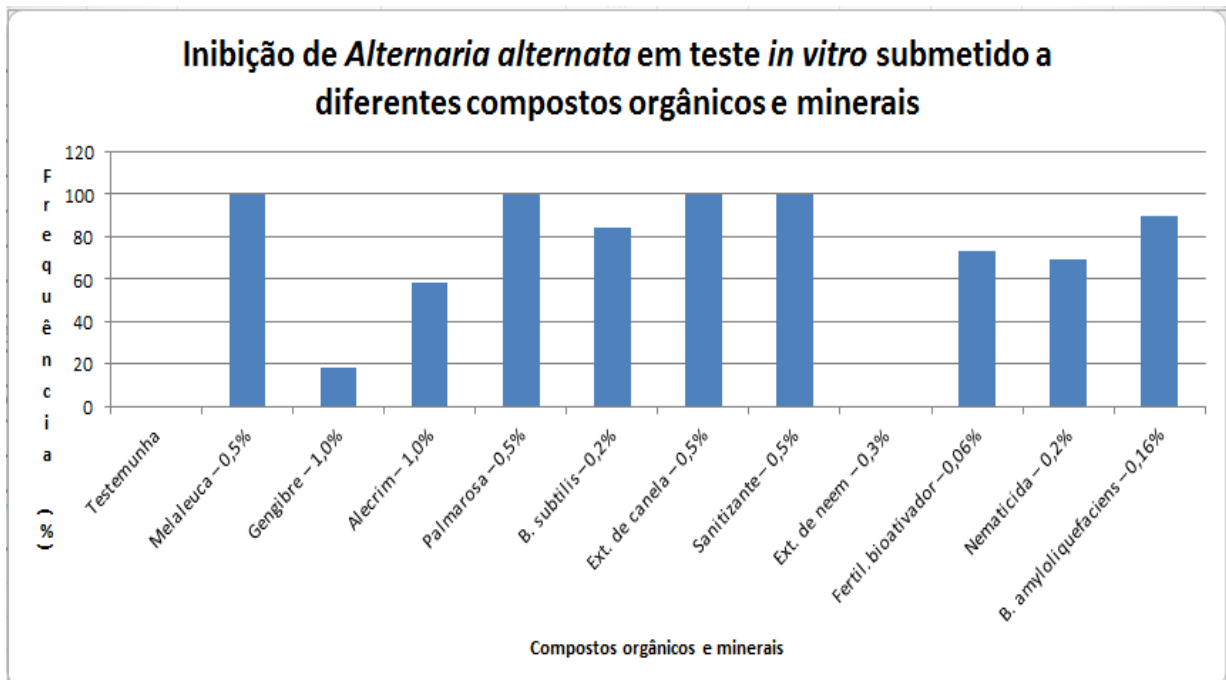


FIGURA 38. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais na inibição ao desenvolvimento *A. alternata*

#### 4.3 INOCULAÇÃO DE PATÓGENOS EM FRUTOS

Levando-se em consideração a grande quantidade de tratamentos realizados nos testes de inibição *in vitro*, e a dificuldade da logística para inoculação dos patógenos em frutos, principalmente, a quantidade necessária para suprir os quatro tipos de fungos em quatro repetições, houve a necessidade de limitações na utilização dos tratamentos que se destacaram da testemunha na etapa II, sendo selecionados apenas os que ultrapassaram 80% de inibição de todos os fungos testados com as menores dosagens de aplicação.

Com base nos dados apresentados no Quadro 5, se observou que o óleo essencial de Palmarosa (0,5%), em T5, reduziu significativamente, em relação a testemunha a porcentagem de incidência de *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de manga Tommy Atkins inoculados.

Os demais tratamentos não foram promissores significativamente, na redução da incidência ao desenvolvimento dos patógenos nos frutos após a inoculação.

Quadro 5. Porcentagem de incidência em pontos inoculados ativos, em frutos de manga Tommy Atkins, com isolados fúngicos em suspensão na concentração de  $10^7$ .mL<sup>-1</sup> de esporos e conídios e submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita.

| N.   | Tratamento                                     | C. g.*      | L. t.*       | N. p.*       | A. a.*       |
|--|--|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 1  | Testemunha (sem cera vegetal)                  | 67a         | 59a,b        | 51a          | 77a          |
| 2  | Testemunha (com cera vegetal)                  | 62a         | 64a,b        | 59a          | 70a          |
| 3  | Óleo Essencial Melaleuca – 0,5%                | 58a,b       | 62a,b        | 46a          | 83a          |
| 4  | Óleo Essencial Melaleuca – 1,0%                | 67a         | 67a          | 46a          | 83a          |
| 5  | Óleo Essencial Palmarosa – 0,5%                | 49b         | 57a,b        | 59a          | 75a          |
| 6  | Óleo Essencial Palmarosa – 1,0%                | 62a         | 57a,b        | 53a          | 83a          |
| 7  | <i>Bacillus subtilis</i> – 0,4%                | 67a         | 67a          | 55a          | 73a          |
| 8  | Extrato de canela – 0,5%                       | 64a         | 67a          | 60a          | 70a          |
| 9  | Sanitizante – 0,5%                             | 64a         | 62a,b        | 55a          | 75a          |
| 10   | Sanitizante – 1%                               | 67a         | 59a,b        | 55a          | 79a          |
| 11   | Extrato de canela – 0,25% + Sanitizante – 0,5% | 55a,b       | 59a,b        | 60a          | 60a          |
| 12   | Extrato de canela – 0,5% + Sanitizante – 1%    | 67a         | 45b          | 62a          | 55a          |
| 13   | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> – 0,16%      | 58a,b       | 62a,b        | 54a          | 60a          |
| <b>Coefficiente de Variação (%)</b>                    |  |             |              |              |              |
| <b>Dados transformados: <math>[X + 1]^{0,5}</math></b> |  | <b>8,12</b> | <b>12,71</b> | <b>18,49</b> | <b>16,87</b> |

Nota: Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

\* C. g.: *Colletotrichum gloeosporioides*; L. t.: *Lasiodiplodia theobromae*; N. p.: *Neofusicoccus parvum*; A. a.: *Alternaria alternata*.

Quanto a variável severidade (Quadro 6), a maior média das lesões foi observada na testemunha sem cera vegetal, comparada as médias dos demais tratamentos, transformadas em porcentagem. Foi verificado que os óleos essenciais de Melaleuca a 1% (T4) e Palmarosa a 0,5% (T5), o extrato de Canela a 0,5% (T8), o Sanitizante a 0,5% (T9) e o extrato de Canela + Sanitizante nas concentrações: 0,25% + 0,5% e 0,5% + 1% (T11 e T12), respectivamente, mais o *B. amyloliquefacies* a 0,16% (T13), apresentaram redução da severidade de *C. gloeosporioides* significativa, acima de 38%, em relação a testemunha sem cera vegetal, enquanto T5 reduziu significativamente (43%), também, da testemunha com cera vegetal.

Foi verificada também, a redução significativa da severidade em 21%, das lesões de *L. theobromae*, em relação às testemunhas, pelo extrato de Canela a 0,5% + Sanitizante a 1% (T12). Nos demais tratamentos, apesar de algumas reduções na severidade, não apresentaram diferenças significativas.

Quadro 6. Porcentagem de severidade média em centímetros nos frutos de manga Tommy Atkins, inoculados com isolados fúngicos em suspensão na concentração de  $10^7$ .mL<sup>-1</sup> de esporos e conídios e submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita.

| N.  | Tratamento                                     | C. g.*       | L. t.*       | N. p.*       | A. a.*       |
|---|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1   | Testemunha (sem cera vegetal)                  | 100a         | 100a         | 100a         | 100a         |
| 2   | Testemunha (com cera vegetal)                  | 87a,b        | 100a         | 100a         | 78a          |
| 3   | Óleo Essencial Melaleuca – 0,5%                | 71a,b,c      | 100a         | 66a          | 100a         |
| 4   | Óleo Essencial Melaleuca – 1,0%                | 62b,c        | 100a         | 73a          | 85a          |
| 5   | Óleo Essencial Palmarosa – 0,5%                | 44c          | 100a         | 100a         | 91a          |
| 6   | Óleo Essencial Palmarosa – 1,0%                | 71a,b,c      | 100a         | 96a          | 100a         |
| 7   | <i>Bacillus subtilis</i> – 0,4%                | 66a,b,c      | 100a         | 100a         | 90a          |
| 8   | Extrato de canela – 0,5%                       | 60b,c        | 100a         | 100a         | 75a          |
| 9   | Sanitizante – 0,5%                             | 60b,c        | 100a         | 100a         | 76a          |
| 10  | Sanitizante – 1%                               | 66a,b,c      | 100a         | 99a          | 98a          |
| 11  | Extrato de canela – 0,25% + Sanitizante – 0,5% | 52b,c        | 100a         | 97a          | 65a          |
| 12  | Extrato de canela – 0,5% + Sanitizante – 1%    | 56b,c        | 79b          | 91a          | 59a          |
| 13  | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> – 0,16%      | 50b,c        | 100a         | 94a          | 69a          |
| <b>Coefficiente de Variação (%)</b>       |  |              |              |              |              |
| <b>Dados transformados: [X + 1] ^ 0,5</b> |  | <b>23,68</b> | <b>21,21</b> | <b>30,84</b> | <b>24,62</b> |

Nota: Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

\* C. g.: *Colletotrichum gloeosporioides*; L. t.: *Lasiodiplodia theobromae*; N. p.: *Neofusicoccus parvum*; A. a.: *Alternaria alternata*.

Em trabalho de inoculação em frutos de mamão com *C. gloeosporioides*, avaliando a inibição do patógeno na pós-colheita, Mendes et al. (2020) observaram

que dentre vários produtos alternativos testados, em substituição a agrotóxicos, os *Bacillus subtilis* e *B. amyliquefaciens*, apesar de não serem os melhores tratamentos, apresentaram inibição no desenvolvimento do patógeno avaliado, em 25% e 31%, respectivamente. Da mesma forma, Oliveira et al. (2016), em testes *in vitro* e *in vivo* no controle alternativo de *Colletotrichum musae* em banana, verificaram dentre outras substâncias testadas, que o *B. subtilis*, apesar de apresentar 74% na inibição *in vitro*, não foi eficiente na inibição do fungo após a inoculação nos frutos de banana.

Guimarães (2016), também avaliando a eficiência do controle alternativo através do extrato de própolis verdes e óleos essenciais de *Thymus vulgaris*, *Cymbopogon citratus* e *Eucalyptus globulus* no combate ao *C. gloeosporioides* em manga variedade Palmer após inoculação do patógeno no fruto, verificou que a maior inibição (70%) foi conseguida com o extrato de própolis verde na concentração de 2,5%, e que todos os produtos testados se mostraram eficientes na manutenção da qualidade dos frutos inoculadas.

Na busca de eficiência de substâncias alternativas, Souza (2021), realizando testes preventivos e curativos *in vivo* em frutos de goiaba após a inoculação do patógeno *C. gloeosporioides*, agente causal da antracnose, verificou que os óleos essenciais de alecrim-pimenta e citronela apresentaram efeito na inibição total e parcial no crescimento micelial do fungo, sendo o tratamento mais promissor o que utilizou os óleos essenciais de forma combinada, tanto no método curativo como no preventivo.

A utilização ou não da cera de carnaúba não produziu efeito significativo no tratamento 'testemunha', nem nos testes de incidência (Quadro 5) e nem nos de severidade (Quadro 6).

As Figuras 39, 40, 41 e 42 demonstram tendências de ações das substâncias avaliadas, quanto a incidência e a severidade por cada patógeno testado.

As Figuras 39 e 40, embasadas pelos Quadros 5 e 6, observa-se que o tratamento com palmarosa a 0,5% reduziu significativamente, a incidência (13% a 18%) e a severidade (43% a 56%), a depender da testemunha, de *C. gloeosporioides*; e, o extrato de canela (0,5%) + sanitizante (1%), inibiram significativamente a incidência (14% a 19%) a depender da testemunha, e

severidade (21%) de *L. theobromae*, respectivamente, quando inoculados em frutos de manga, variedade Tommy Atkins .

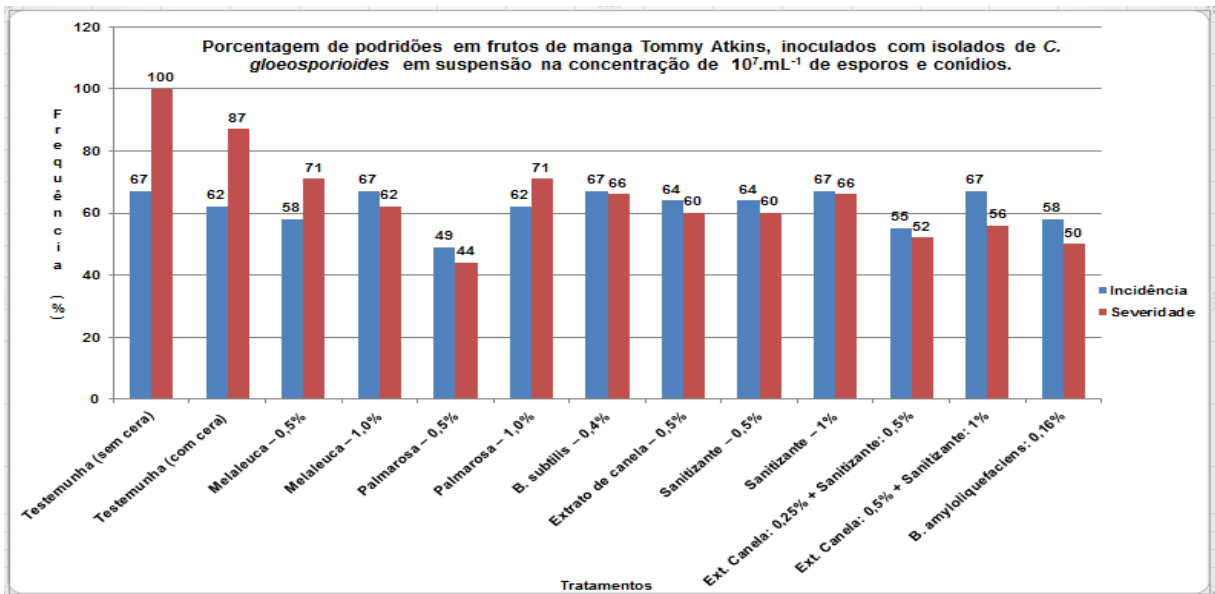


FIGURA 39. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais quanto à incidência e severidade em manga causada por *C. gloeosporioides*.

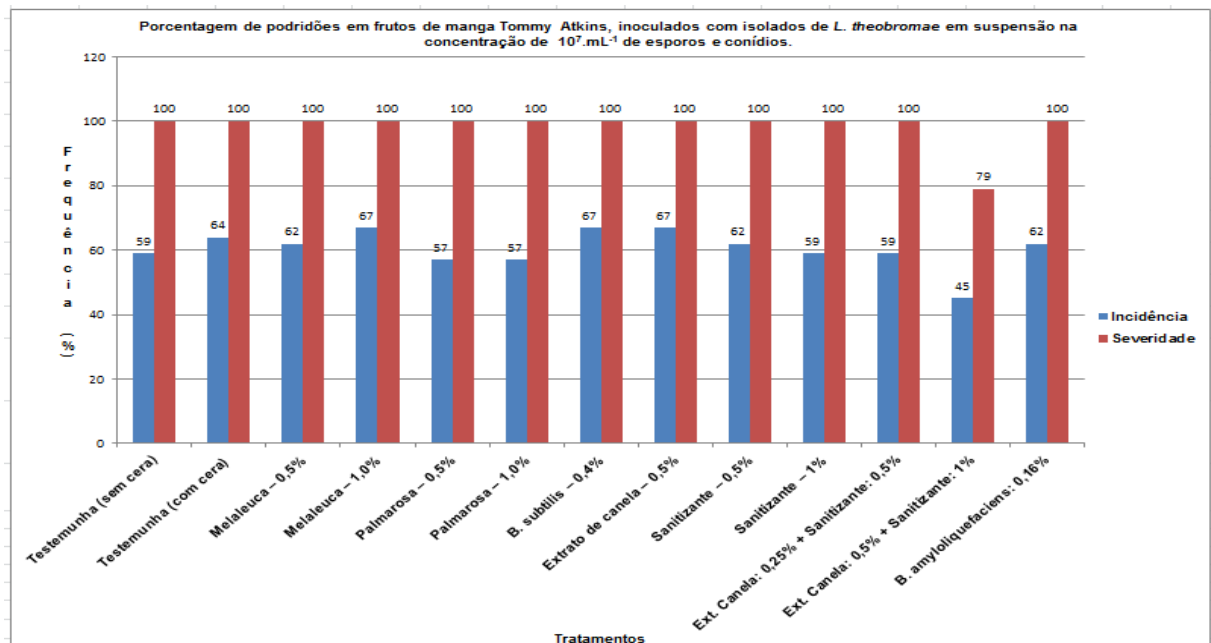


FIGURA 40. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais quanto à incidência e severidade em manga causada por *L. theobromae*.

Nas Figuras 41 e 42, que expõem os resultados de inibição dos patógenos *N. parvum* e *A.alternata*, respectivamente, não verificou-se redução significativa na incidência e severidade dos fungos avaliados, mesmo que, os tratamentos com OE de melaleuca (0,5% e 1%) reduziram a incidência (5% a 13%),

a depender da testemunha, e severidade (34% e 27%), respectivamente, de *N. parvum* (Figura 41), porém sem significância; enquanto que os tratamentos com extrato de canela (0,25% e 0,5%) + sanitizante (0,5% e 1%) e *B. amyloliquefaciens* (0,16%), reduziram sem significância a inibição da incidência (10% a 15%), e severidade (31% a 41%) de *A. alternata* (Figura 42).

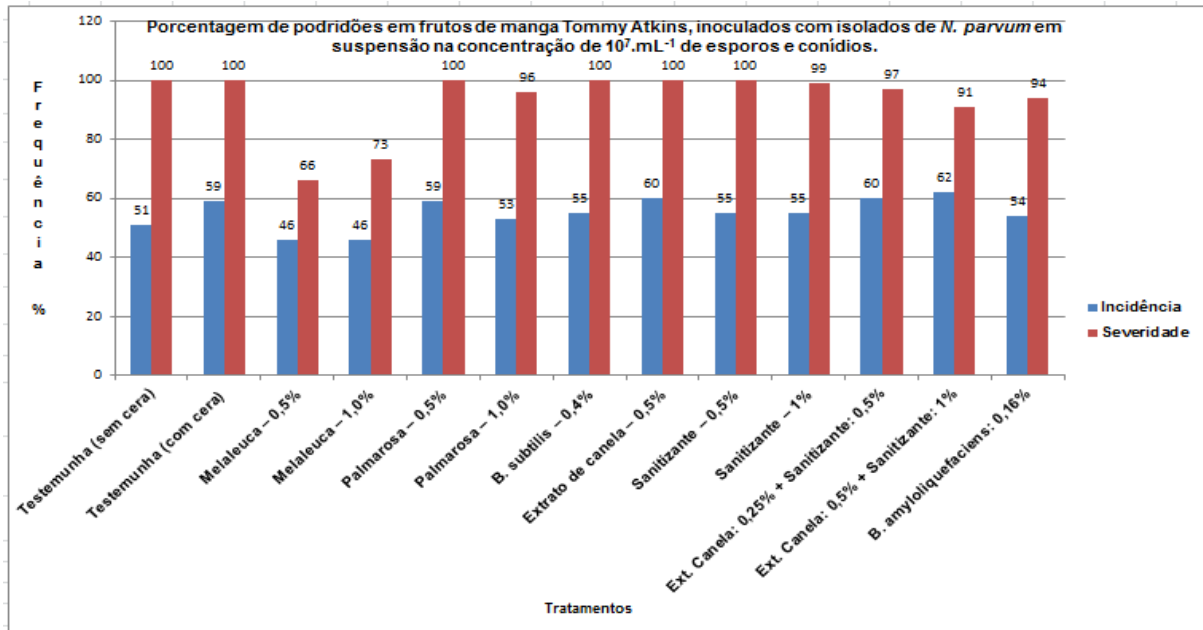


FIGURA 41. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais quanto à incidência e severidade em manga causada por *N. parvum*.

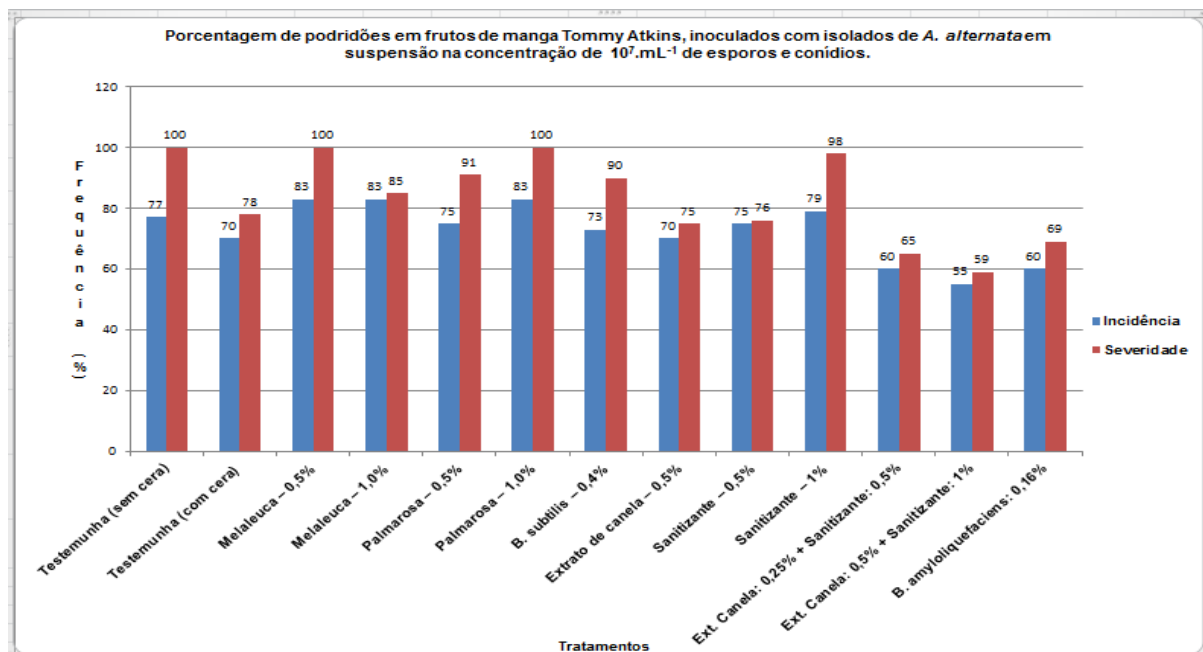


FIGURA 42. Avaliação de diferentes compostos orgânicos e minerais quanto à incidência e severidade em manga causada por *A. alternata*.

#### 4.4 TESTE DE CONTROLE PREVENTIVO EM CAMPO

Os testes preventivos, com pulverizações quinzenais, realizados na Fazenda Ibacem Agrícola, perfizeram um período de 108 dias; um pouco abaixo da média do estágio reprodutivo, do início da floração a colheita, da variedade Tommy Atkins que é em torno de 120 dias. Possivelmente, o ciclo foi acelerado devido às temperaturas médias no período ( $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), em pleno verão, com umidade relativa média de 67% e precipitações de 371,9 mm, bem distribuídas, favorecendo uma umidade relativa do ar elevada.

Provavelmente, a condição de temperatura e umidade relativa do ar, observada em campo e especificamente, durante o período de amadurecimento dos frutos, foi favorável ao desenvolvimento dos patógenos. Conforme pode ser observado no Quadro 7, ocorreu podridões nos frutos na área do teste acima de 65%. Quando as condições são favoráveis para o desenvolvimento de patógenos pode inviabilizar uma safra, causando prejuízos significativos ao produtor e podendo causar demissões de trabalhadores rurais em massa.

Quadro 7. Porcentagem de podridões em teste *in vivo* no manejo preventivo de fungos fitopatogênicos em manga, variedade Tommy Atkins na pré-colheita em pomar comercial da Ibacem Agrícola, no Perímetro Irrigado de Curaçá, no município de Juazeiro-Bahia.

| T           | PRINCÍPIO ATIVO  | FRUTOS SEM CÂMARA FRIA | FRUTOS COM CÂMARA FRIA | TOTAL        |
|-------------|--|------------------------|------------------------|--------------|
| 1           | Testemunha (s/ativo)                                       | 79a                    | 90a                    | 85a          |
| 2           | Óleo essencial de Melaleuca + Óleo essencial de Palmarosa* | 79a                    | 79a                    | 79a          |
| 3           | Extrato de canela  | 66a                    | 64a                    | 65a          |
| 4           | <i>Bacillus subtilis</i>                                   | 64a                    | 76a                    | 70a          |
| 5           | <i>Bacillus amiloliquefaciens</i>                          | 61a                    | 75a                    | 69a          |
| 6           | Extrato de Canela + <i>B. subtilis</i>                     | 58a                    | 85a                    | 72a          |
| <b>CV %</b> |  | <b>22,40</b>           | <b>16,81</b>           | <b>17,08</b> |

Nota: - Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

- 8 aplicações realizadas do início da floração até a colheita (início: 14/12/21; final: 22/03/22; colheita: 31/03/22).

- 20 frutos avaliados sem câmara e 20 frutos com câmara, no total de 40 frutos/parcela.

- Câmara Fria:  $10^{\circ}\text{C}$  de temperatura; e, 90% de UR.

\* Princípio ativo aplicado alternado (quinzenalmente).

De acordo com os dados apresentados no Quadro 7, as substâncias testadas, nas concentrações que se destacaram nos testes *in vitro*, aplicadas quinzenalmente em testes *in vivo* no campo, não apresentaram diferença significativa estatisticamente em relação a testemunha, mas todos os tratamentos apresentaram indícios de inibição no desenvolvimento dos patógenos, se destacando o Extrato de Canela a 0,5% (T3), que chegou a reduzir 20% no total das podridões observadas nos frutos, em relação a testemunha.

Os resultados encontrados levam a um direcionamento para se realizar novas testagens, com concentrações maiores e intervalos de aplicações menores, principalmente, em períodos que as condições meteorológicas sejam mais favoráveis ao desenvolvimento de patógenos fúngicos.

Silva (2017), testando a eficiência de vários óleos essenciais: girassol, alecrim, cravo e eucalipto, no controle da antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) do feijão caupi, após a inoculação nas folhas em casa de vegetação, verificou que o óleo de eucalipto nas concentrações de 0,5 e 1,%, e cravo na concentração de 2%, reduziram a severidade da doença e não causaram sintomas de fitotoxicidade.

Quanto as observações nos frutos colhidos e armazenados em câmara fria e sem câmara fria, verificou-se nos frutos submetidos ao frio e depois destinados a locais com temperatura ambiente aumento no número de frutos com podridões, com exceção, apenas do tratamento T3, em que não foi observado essa tendência. O incremento nas podridões em frutos submetidos ao frio foi observado por Souza et al. (2008). Os autores observaram diferença significativa entre esses frutos e aqueles que não passaram pela câmara fria.

Possivelmente, os frutos ao saírem da câmara fria a 10<sup>0</sup> C e levados a temperatura ambiente, acima de 25 <sup>0</sup>C, ocorre condensação, aumentando a umidade no entorno do fruto. Com isso, se fecha o triângulo da patogenicidade favorável a maioria dos patógenos fúngicos saprofitos; ou seja, o fruto amadurecendo, com altos teores de açúcares se constitui em seu meio de cultura, com temperatura favorável acima de 25% e umidade relativa superior a 50%, proporcionando o ambiente ideal para o desenvolvimento do patógeno.



A Figura 43 apresenta a relação das análises dos frutos não submetidos a câmara fria (20 frutos/parcela), frutos submetidos a câmara fria (20 frutos/parcela) e a avaliação total (40 frutos/parcela).

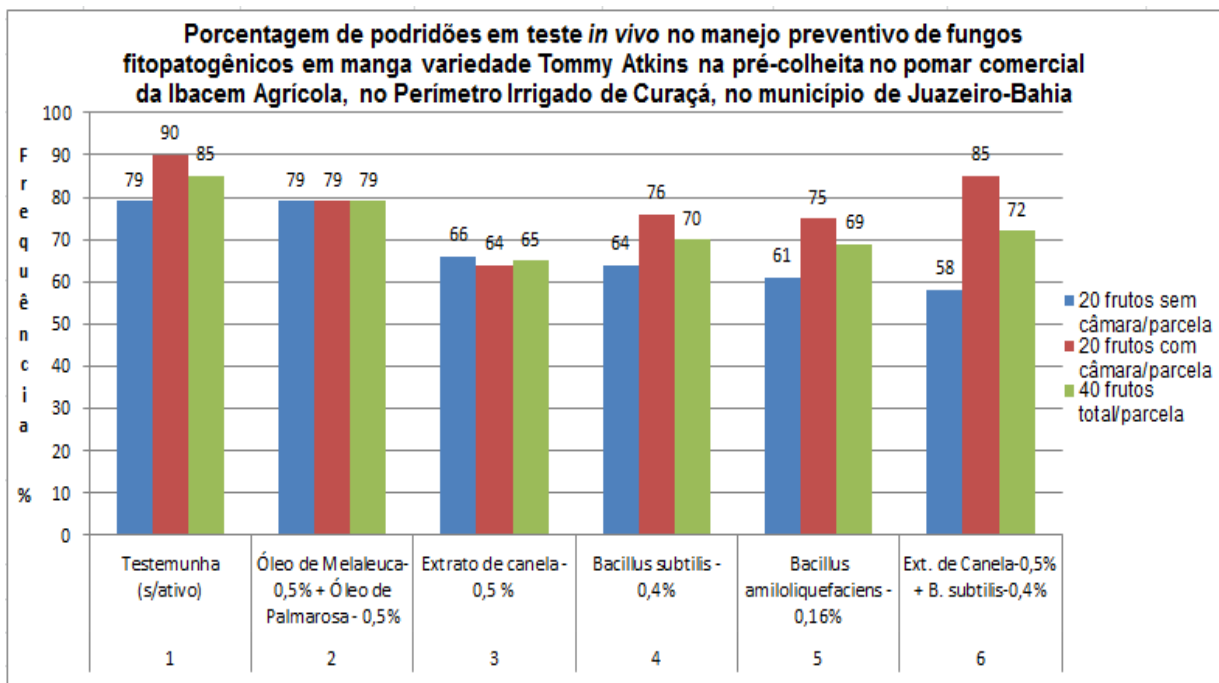


FIGURA 43. Eficiência do controle preventivo da podridão pós-colheita, em frutos de manga em condições de campo.

São poucos os trabalhos de pesquisa com controle preventivo sobre manejo alternativo de podridões pós-colheita em frutos. São encontradas mais pesquisas quando se trata de testes de inibição *in vitro*, mas, sobretudo, são encontradas pesquisas especificamente para o controle de *Colletotrichum gloeosporioides* em várias espécies de frutas, sendo necessário adequar os tratamentos para outras espécies de patógenos causadores de podridões, principalmente em manga. Até mesmo, alguns produtos alternativos registrados tratam apenas de metodologias de controle das podridões por antracnose, dificultando assim a discussão dos resultados encontrados com outros patógenos fúngicos. Assim, esses resultados, por serem pioneiros, servirão de base para futuros estudos.

Buscando estimar a perda por podridões na área testada, foram utilizados os dados apresentados no Quadro 07, e levando-se em consideração as porcentagens de podridões em cada tratamento, estimou-se a redução de perda por

tratamento, relacionando com a produção total de toda a área colhida, conforme apresentado no Quadro 08.

Foi registrada na área 'A.417', local dos testes de campo, uma produção de 402.814 kg, distribuídos nos 9,6 ha de área, perfazendo uma produtividade de 41,96 toneladas por hectare ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Quadro 8. Estimativa de perda por podridões na área 'A.417' da Ibacem Agrícola, relacionada aos tratamentos realizados, considerando a produção de 402,8 t. e 41,96 t/ha.

| T | PRINCÍPIO ATIVO                        | PERDAS<br>% | PERDAS<br>(t/ha) | ESTIMATIVA<br>DE PERDA<br>(t) | DIFERENÇA DA<br>TESTEMUNHA<br>(t) |
|---|--|-------------|------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Testemunha (s/ativo)                   | 85          | 35,7             | 342,4                         | -                                 |
| 2 | Óleo de Melaleuca + Óleo de Palmarosa* | 79          | 33,1             | 318,2                         | 24,2                              |
| 3 | Extrato de canela                      | 65          | 27,3             | 261,8                         | 80,6                              |
| 4 | <i>Bacillus subtilis</i>               | 70          | 29,4             | 282,0                         | 60,4                              |
| 5 | <i>Bacillus amiloliquefaciens</i>      | 69          | 29,0             | 277,9                         | 64,5                              |
| 6 | Ext. de Canela + <i>B. subtilis</i>    | 72          | 30,2             | 290,0                         | 52,4                              |

Pelos dados apresentados no Quadro 8, observa-se que todos os tratamentos realizados apresentaram redução de perdas por podridão em relação a testemunha, se destacando o extrato de canela (0,5%) que reduziu em 20% as podridões, representando uma redução estimada de 80,6 toneladas nas perdas.

Esses estudos demonstram que os tratamentos de campo realizados, apesar de não apresentarem resultados satisfatórios, com redução significativa nas podridões observadas, mas indicaram uma determinada ação dos compostos orgânicos naturais testados no controle dos fungos causadores de podridões em manga.

Na Figura 44 observa-se o total de perdas por tratamento, demonstrando a incidência em alta escala dos fungos na área testada, sendo confirmada a baixa eficiência das substâncias utilizadas, mesmo assim, se verifica redução, apesar de não significativa, mas imprime uma ação dos tratamentos frente ao controle das podridões, como mostra T3 em relação aos demais, e principalmente à testemunha, pois reduziu a perda considerável de frutos (80,6 t.) estimativamente, considerando o total da produção em toda a área do teste.

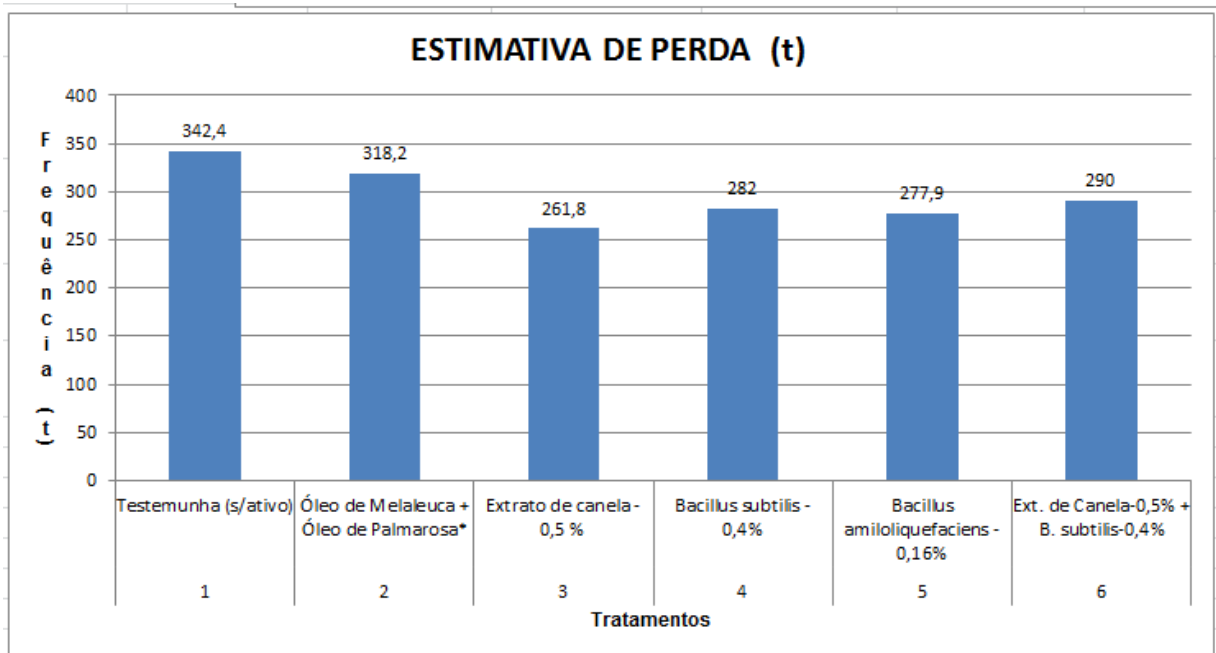


FIGURA 44. Redução estimada de perdas por podridões em manga em relação à testemunha.

#### 4.5 IDENTIFICAÇÃO DE PATÓGENOS ENCONTRADOS NO CAMPO APÓS AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO



Figura 45. Grupo de frutos de manga Tommy Atkins selecionados nos testes de campo na Ibacem Agrícola para identificação dos patógenos no Laboratório de Fitopatologia-DTCS/UNEB.

Após a avaliação da incidência das podridões nos frutos submetidos ao tratamento *in vivo* no campo de produção, os seis grupos de frutos selecionados com sintomas, de acordo com a semelhança das lesões (Figura 45), para identificação dos patógenos no Laboratório de Fitopatologia, e relacionar a lesão

ocorrida com seu devido patógeno, foi observado apenas a presença de *C. gloeosporioides*, nas lesões pertencentes aos grupos 1, 2 e 3, conforme Figura 46.

Os materiais analisados nos demais grupos de lesões não esporularam, apresentaram bastantes picnídios vazios, não sendo possível identificar o patógeno causador da infecção. Os grupos de lesões 4 e 5 são sugestivos de infecções provocadas por *L. theobromae* e/ou *N. parvum*, e o grupo 6, podendo ser uma evolução de infecções de *A. alternata*, mas não foram confirmados. Possivelmente, pode ter ocorrido em laboratório, temperaturas mais baixas, não favoráveis ao desenvolvimento desses patógenos, inibindo a esporulação. Enquanto que, o patógeno causador da antracnose, por ser favorecido com temperaturas de 10 a 30 °C, tenha desenvolvido satisfatoriamente em laboratório.

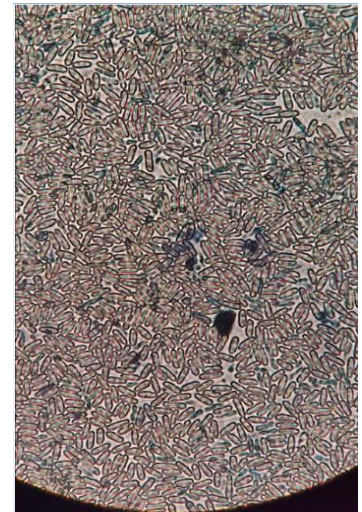


Figura 46. Esporos de *C. gloeosporioides*.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente pesquisa foi realizado o desenvolvimento de uma tecnologia alternativa, baseada no uso de substâncias naturais fungicidas, para auxiliar no controle de fungos causadores de podridões pós-colheita em manga, sem o emprego de agrotóxicos, visando propor uma técnica para ser utilizada pelos produtores de manga, que buscam migrar para a produção orgânica/agroecológica.

No segundo momento, os testes de inibição *in vitro* com OE de Melaleuca, OE de Palmarosa, Extrato de Canela, Sanitizante; *B. subtilis* e *B. amyloliquefacies*, ocorreram de maneira satisfatória, com redução superior a 80% ao desenvolvimento dos patógenos *C. gloeosporioides*; *L. theobromae*; *N. parvum*; *A. alternata*, diferindo significativamente da testemunha.

Dando seguimento ao planejado, na terceira etapa, em testes *in vivo*, com a inoculação dos fungos isolados em frutos de manga no estágio três (III) de maturação, da escala de zero (0) a cinco (V), os resultados encontrados não foram satisfatórios, devido a grande quantidade de lesões observadas. O OE de Palmarosa (0,5%) reduziu significativamente, a incidência do patógeno *C. gloeosporioides*; enquanto que o Extrato de Canela + Sanitizante reduziu significativamente a incidência de *L. theobromae*.

O OE de Palmarosa (0,5%) diferiu estatisticamente na severidade de *C. gloeosporioides* em relação às duas testemunhas, enquanto que o Extrato de Canela (0,5%), Sanitizante (0,5%), Extrato de Canela + Sanitizante (0,25% + 0,5% e 0,5% + 1%) e *B. amyloliquefaciens* (0,16%), reduziram significativamente somente em relação à testemunha sem cera vegetal. O Extrato de Canela + Sanitizante (0,5% + 1%) diferiu de maneira significativa a severidade de *L. theobromae* nos frutos inoculados.

A ação inibitória do OE de Melaleuca se deve a presença do constituinte ativo, terpinen-4-ol, com comprovadas propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias, além de atividade antifúngica. Enquanto que, o OE de Palmarosa se destaca devido à presença do geraniol, com comprovada eficácia na defesa das plantas, contribuindo para a inibição do crescimento micelial dos fungos. Quanto aos *Bacillus*, seja o *B. subtilis* (QST713), atuam na membrana celular das estruturas reprodutivas do fungo, provocando sua deformação e produzindo rupturas; e, o *B.*

*amyloliquefaciens* (Cepa IBSBF 3236), fungicida microbiológico. Ambos são registrados no MAPA no controle biológico de várias culturas, principalmente patógenos fúngicos.

Após as observações dos testes de inoculação *in vivo* em laboratório, seguiu para a etapa quatro IV, com pulverizações preventivas *in vivo* no campo de produção, se destacando todas as substâncias: OE de Melaleuca + OE de Palmarosa, Extrato de Canela, *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens* e Extrato de Canela + *B. subtilis*, que apesar dos tratamentos não diferirem significativamente, mas reduziram o número de podridões em relação à testemunha. Sendo que o tratamento T3, baseado no extrato de canela se verificou a menor incidência, com redução de 20% em relação à testemunha, de podridões em campo, possivelmente devendo-se ao fato da presença do cinamaldeído, constituinte do extrato de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) que apresenta propriedades inseticida, bactericida, fungicida e nematicida.

O Sanitizante, que apresentou bons resultados nos testes de inibição *in vitro* e nos testes de inoculação não foi selecionado para o teste de campo por sair da indicação de uso pela Fazenda Ibacem Agrícola na pós-colheita em manga.

Assim, pela quantidade de podridões observadas nessa última etapa, em todos os tratamentos, as substâncias naturais testadas, nas respectivas concentrações e intervalos de aplicações não devem ser recomendadas, devido ao fato que os resultados, com alto índice de perdas, conforme as estimadas calculadas, levando-se em consideração a produção obtida na área do teste, pois seja no cultivo convencional ou orgânico, o ideal é que as perdas sejam as mínimas possíveis, considerando que os custos de produção são elevados. Perdas acima de 10%, segundo produtores de manga, pode comprometer o resultado satisfatório da safra.

Vale salientar que a pesquisa por ser conduzida em pomar de manga convencional, possivelmente os patógenos presentes sejam mais resistentes, dificultando o controle, devido ao manejo químico em demasia nos anos anteriores, como também o aumento das precipitações favoreceram o desenvolvimento dos patógenos.

Dessa forma, vários dos produtos avaliados mostraram resultados eficientes em determinadas fases dos testes, indicando que os mesmos devem ser

mais investigados, principalmente quanto à concentração das dosagens e intervalos de aplicação no campo, pois as doses utilizadas respeitou-se o princípio da economicidade, ou seja, foram utilizadas as menores concentrações que apresentaram resultados significativos nos testes *in vitro*, e quanto ao intervalo de aplicações, seguiu-se o recomendado com outras substâncias não orgânicas.

Os resultados preventivos no campo demonstram que esse manejo deve ser melhorado, principalmente com dosagens mais concentradas e em intervalos menores, possivelmente sete dias, especialmente quando testados em períodos favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos, pois as pesquisas quanto a essa tecnologia *in vivo*, preventivamente no campo são pioneiras, necessitando da realização de mais testagens semelhantes, visando melhorar a eficiência desses fungicidas naturais, e podendo assim ganhar espaço no manejo de transição convencional para o orgânico/agroecológico no cultivo da mangueira.

Portanto, baseado em revisões e na pesquisa, se observa a importância do manejo preventivo com retirada das áreas e posterior destruição de todas as fontes de inóculos fúngicos encontradas logo após a colheita, com fins de reduzir as infecções dos pomares para as próximas safras, e no início da floração pulverizar as áreas com substâncias a base de Melaleuca, Palmarosa, Canela, *B. subtilis* e *B. amyloliquefacies* em intervalos semanais nos períodos mais propícios ao desenvolvimento do patógeno, e quinzenais nos menos favoráveis, até a colheita, em sistemas orgânicos de produção, enquanto se aguarda comprovações científicas mais acuradas na busca de uma maior eficiência dos produtos em intervalos, concentrações e número de aplicações que venham a reduzir a incidência dos patógenos fúngicos na pós-colheita em manga.

Pois, todo tipo de manejo preventivo é importante, para que se obtenham resultados produtivos satisfatórios, mas respeitando a legislação ambiental vigente, buscando produzir com sustentabilidade ambiental, e considerando que nos pomares de manga da região se encontram facilmente focos de infecções de fungos causadores de infecções, principalmente, *C. gloeosporioides*, conforme identificação de lesões em laboratório, necessita-se apenas de condições ambientais favoráveis, como ocorreu no período dos testes de campo, para inviabilizar completamente uma safra.

## REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2016: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comercio, 2016. p.130-131.

AGROLINKFITO. **Bula: Quartz SC**. 2020. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/quartz-sc\\_10758.html](https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/quartz-sc_10758.html). Acesso em: dez./2021.

ALTIERI, M.A. **Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture**. CRC Press, 2018. Disponível em: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Agroecology%3A%20The%20Science%20of%20Sustainable%20Agriculture&publication\\_year=2018&author=M.A.%20Altieri](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Agroecology%3A%20The%20Science%20of%20Sustainable%20Agriculture&publication_year=2018&author=M.A.%20Altieri). Acesso em: jan./2021.

ANDRADE, P.F.S. **Fruticultura: análise da conjuntura**. Governo do Paraná. Secretaria de Agricultura e do Desenvolvimento. (Prognóstico, 2020).

ARAUZ, L.F. Mango anthracnose: economic impact and current options for integrated management. **Plant Disease**. American Phytopathological Society, v.84, n.6, p.600-611, 2000.

BARROSO, K.A. **Ocorrência de Pectobacterium aroidearum no Brasil e manejo da podridão mole em alface**. 2018. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura Irrigada) – Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, 2018.

BASTISTUZZO, J.A.O.; ITAYA, M; ETO, Y. Formulário Médico Farmacêutico. São Paulo: **Pharmabooks**, 2011. 4 Ed.

BATISTA, D.C.; BARBOSA, M.A.G.; COSTA, V.S.O.; SILVA, F.M.; TERAQ, D. **Diagnose e perdas na cadeia produtiva da manga causadas por Neofusicoccum parvum**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. 7p. (Embrapa Semiárido. Comunicado Técnico, 140).

BATISTA, D.C.; TERAQ, D.; MAGALHÃES, E.E. Avaliação precoce de infecções quiescentes de fungos causadores de podridão em manga. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 31, 2008, Campinas. **Anais...** Botucatu: Summa Phytopathologica: Unesp, 2008. v. 34. p. S56-S56.

BAYER S.A. **Bula Serenade**. 2020. Disponível em: [https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-10/serenade0820.pdf](https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/serenade0820.pdf). Acesso em: mar./2022.

BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 341 p, 2009.

BETTIOL W.; MORANDI, M. A.; PINTO, Z.; PAULA JR, T.J.; CORRÊA, É.; MOURA, A.; LUCON, C.M.; COSTA, J.; BEZERRA, J.L. **Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas**. São Paulo: Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente. 2012. 155p.



BORGES, A.L.; SALVIANO, A. M.; GIONGO, V.; SILVA, D.J. **Preparo e manejo do solo no cultivo da mangueira**. IN: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Orgânico de Produção de Manga para a Região da Chapada Diamantina, Bahia. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas – BA, 2020. (Sistema de Produção 49).

BORGES, A. L.; TRINDADE, A. V.; SOUZA, L. S.; SILVA, M. N. B. **Preparo e manejo de solo**. IN. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo Orgânico de Fruteiras Tropicais - Manejo do Solo e da Cultura. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas – BA, 2003. (Circular Técnica 64).

BRASIL. **Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento do Polo Petrolina e Juazeiro - Lei Complementar N.º 113, de 19/09/2001; Decreto N.º 4 366, de 9/09/2002**. BRASÍLIA-DF. GOVERNO FEDERAL/MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. 2002.

CAMARGO, P. **Fundamentos da transição agroecológica: racionalidade ecológica e campesinato**. São Paulo, Agrária, N° 7, 2007.

CAMPO EXPERT. **Vitanica® RZ**. 2021. Disponível em: <https://www.compo-expert.com/pt-BR/produtos/vitanica-rz>. Acesso em: dez./2021.

CARNEIRO NETO, T.F. de S.; BARROSO, K.A.; REBOUÇAS, P.L.O.; SIQUEIRA, K.M.M. de; PAZ, C.D. da; PEIXOTO, A.R. Potencialidades do geoprópolis de abelhas nativas da Caatinga. 2018. IN: SANTOS, C.A.B.; ANDRADE, W.M. de; SILVA, J.S.B. da. (ORG.). **Sustentabilidade do Bioma Caatinga**. Paulo Afonso-BA, SABEH, 2018. 154 p. (E-BOOK).

CASTRO, A. P. C.; TAVARES, P. F. S.; ARAÚJO, C. P.; PAZ, C. D. GAVA, C. A. T. (2019). Avaliação de campo semicomercial de formulações de levedura para controle da cárie pós-colheita de manga causada por fungos botriosferiaceos na produção orgânica. Periódico Capes. **International Journal of Fruit Science**. Volume 20, Edição 2. 2019.

CHESIQUEMICA. **Sanitizantes**. 2021. Disponível em: <http://www.chesiquimica.com.br/>. Aceso em: dez./2021.

CI ORGÂNICOS – Centro de Inteligência. **Manga orgânica de Petrolina para o mercado europeu**. Out./2016. Disponível em: <https://ciorganicos.com.br/noticia/organicos-de-petrolina-para-o-mercado-europeu/>. Acesso em: jul./2020.

CHOUDHURY, M.M.; COSTA, T.S. **Perdas na cadeia de comercialização da manga**. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido, 41p, 2004. (Série documento n.º 186).

CHAVES FCM; KANO K; SANTOS MS; SILVA TMP; CHAGAS EC; OLIVEIRA MR; GAMA, PE. Composição química do óleo essencial de gengibre em diferentes condições de armazenamento. In: Congresso Brasileiro De Olericultura, 54. **Anais...** Recife: ABH. 2016.

CLEFF, M.B.; MEINERZ, A.R.M.; MADRID, I.; FONSECA, A.O.; ALVES, G.H.; MEIRELES, M.C.A.; RODRIGUES, M.R.A. Perfil de suscetibilidade de leveduras do gênero *Candida* isoladas de animais ao óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.14, n.1, p.43-49, 2012.

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba. **Investimentos nos Perímetros Públicos Irrigados**. 2018. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/noticias/2018>. Acesso em: jul./2020.

COSTA, J.G.; SANTOS, C.A.F. **Cultivo da Mangueira: Cultivares**. Embrapa Semiárido. Sistemas de produção. 2004. Disponível em: [http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema\\_producao/spmanga/cultivares.htm](http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmanga/cultivares.htm). Acessado em: Fev./2022.

DALNEEM BRASIL. **Fitoneem**. 2020. Disponível em: [https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-10/fitoneem0920.pdf](https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/fitoneem0920.pdf). Acesso em: dez./2021.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo Orgânico de Fruteiras Tropicais - Manejo do Solo e da Cultura**. Embrapa Semiárido. Sistema de Produção, 2 - 2ª edição. 2010. Versão Eletrônica. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/884451/1/CultivodaMangueira.pdf>. Acesso em: jan./2021.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2016. Disponível em: [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org). Acesso em: jun./2020.

FARIA, C.M.D.R.; CAVALLIN, I,C.; MARCONDES, M,M,; FARIA, M,V,; RESENDE, J,V. Atividade antifúngica de *Cinnamomum zeylanicum* Blume. sobre *Fusarium oxysporum*, agente causal de podridão de raízes em diversas culturas olerícolas. 28: S3528-S3531, **Horticultura Brasileira**. 2010.

FIALHO, R.O. **Viabilidade e eficiência de óleos essenciais no manejo do míldio da videira (*Vitis spp.*)**. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Engenharia Campus de Ilha Solteira. Ilha Solteira - SP. 2015. (Dissertação de Mestrado).

FLORI, J.E.; PINTO, J.M.; CALGARO, M.; MOUCO, M.A. do C.; ALVES, F.M. Produção orgânica de manga no Submédio São Francisco na safra 2009/2010. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – Vol 6, N. 2, Dez 2011.

FONSECA, N.; CASTRO NETO, M.T. **‘Exigências climáticas no cultivo da mangueira’**. **‘Implantação do pomar’**. **‘Práticas culturais’**. IN: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Orgânico de Produção de Manga para a Região da Chapada Diamantina, Bahia. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas – BA, 2020. (Sistema de Produção 49).

GLIESSMAN, S. R. (2005). **Agroecology and Agroecosystems**. The Earthscan Reader in Sustainable Agriculture. Earthscan, London, 2005. pp. 104-114.

GUERRA, M.S.; BARBOSA, M.S.; VIEIRA, G.H.C. Uso de óleos essenciais no controle do fungo *Colletotrichum orbiculare* (Berk. & Mont.) Arx (1957). Santa Catarina. **Acta Biológica Catarinense**, Jul-Set;8(3):4-12. 2021.

GUIMARÃES, J.E.R. **Produtos naturais no controle da antracnose e na qualidade pós-colheita de mangas 'Palmer'**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016. 123p. (Tese doutorado).

GUTERRES, I. **Agroecologia militante: contribuições de Enio Guterres**. São Paulo: Expressão Popular, 2006.

HILLEN, T. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos in vitro e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 14, (3), 439-445. 2012.

HJORTH, K.; JOHANSEN, K.; HOLEN, B.; ANDERSSON, A.; CHISTENSEN, H.B.; SIIVINEN, K.; TOOME, M. Pesticide residues in fruit and vegetables from South America: a Nordic project. **Food Control**, Philadelphia, v. 22, p.1.701-1.706, 2011.

IBGE. **Censo frutícola do Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: dez./2021.

IBRAF. **Comparativo das exportações brasileiras de frutas frescas: 2010/2009**. São Paulo, 2011. Disponível em: [http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/Comparativo\\_das\\_Exportações\\_Brasileiras\\_de\\_Frutas\\_frescas\\_2010-2009.pdf](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/Comparativo_das_Exportações_Brasileiras_de_Frutas_frescas_2010-2009.pdf). Acesso em: jun./2020.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, p.457-465, 2005.

LEE, L.T.; MARTINAZZO, A.P.; TEODORO, C.E.S.; GARCIA, S.A.; RODRIGUES JUNIOR, R.O. **Potencial fungitóxico do óleo essencial de alecrim no controle do *Aspergillus flavus***. XIII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas 21, 22 e 23 de setembro de 2016.

LEMONS, L.M.C.; COUTINHO, P.H.; SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L.; CECON, P.R. Controle da antracnose na pós-colheita de manga 'ubá' com o uso de produtos alternativos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 4, p. 962-970, Dezembro 2013.

LINS, S.R.O.; OLIVEIRA, S.M.A.; ALEXANDRE, E.R.; SANTOS, A.M.G.; OLIVEIRA, T.A.S.; Alternative control of stem-end rot in mango. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 3, p. 121-126, 2011.

LORENZI, H. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008, 544p.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 52, de 15 de março de 2021**. MAPA/Brasília-DF, 2021.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sislegis – Sistema de Legislação**. Brasília – DF, atualizado 2005. Disponível em: [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br). Acessado em: mar./2021.

MARCONDES, M.M.; MARTINS MARCONDES, M.; BALDIN, I.; MAIA, A.J.; LEITE, C.D.; FARIA, C.M.D.R. Influência de diferentes extratos aquosos de plantas medicinais no desenvolvimento de *Colletotrichum gloeosporioides* e de *Fusarium moniliforme*. Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, v.16, n.4, p.896-904, 2014.

MARTINS, M.B.G.; MARTINS, A.R.; TELASCRÊA, M.; CAVALHEIRO, A.J. Caracterização anatômica da folha de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (Poaceae) e perfil químico do óleo essencial. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, 06(03), 20-29. 2014.

MATOS, A.P.; SANTOS FILHO, H.P. **Manejo de doenças no cultivo da mangueira**. IN: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Orgânico de Produção de Manga para a Região da Chapada Diamantina - BA. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas – BA, 2020. (Sistema de Produção 49).

MEDICE, R.; ALVES, E.; ASSIS, R.T.; MAGNO-JUNIOR, R.G.; LOPES, H.A.G.L. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. **Ciência e Agrotecnologia**, 31: 83-90. 2007.

MENDES, H.T.A.; SÃO JOSÉ, A.R.; ANJOS, D.N.; BOMFIM, M.P.; NOVAIS, Q.S. Controle alternativo da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) em frutos de mamão ‘Sunrise solo’. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n.5, p.30331-30346, may. 2020. ISSN 2525.

MENDES, H.T.A. **Controle alternativo *in vitro* e *in vivo* da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) em mamão ‘Sunrise Solo’**. Vitória de Conquista-BA. PPGA/UNEB. 2017. 84p. (Tese).

MENEZES, M.; ASSIS, S.M.P. **Guia prático para fungos fitopatogênicos**. 2ed. Recife PE. UFRPE, Imprensa Universitária. 2004. 183p.

MICHEL, M.H. **Metodologia e Pesquisa Científica: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos**. São Paulo: Atlas, 2005.

NASCIMENTO, A. S.; FONSECA, N.; CRUZ, M. A.; ASSIS, D. P.; FLORI, J. E. **Manejo de pragas no cultivo da mangueira**. IN: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Orgânico de Produção de Manga para a Região da Chapada Diamantina, Bahia. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas – BA, 2020. (Sistema de Produção 49).

NASCIMENTO, D.M. **Efeito do tratamento de sementes de pimentão com óleos essenciais sobre o controle de *Colletotrichum gloeosporioides* e potencial fisiológico das sementes**. Botucatu. 64p. 2017.

NAVEENKUMAR, R.; MUTHUKUMAR, A.; SANGEETHA, G.; NEHA, K.V. Antifungal activity of plant oils against major seed-borne fungi of rice. *ORYZA - An International Journal on Rice*. 53(3), 174-180. 2017.

NETO, A.C.R.; NAVARRO, B.B.; CANTONA, L.; MARASCHING, M.; PIERO, R.M.D. Antifungal activity of palmarosa (*Cymbopogon martinii*), tea tree (*Melaleuca alternifolia*) and star anise (*Illicium verum*) essential oils against *Penicillium expansum* and their mechanisms of action. *LWT - Food Science and Technology*, 105, 385–392. 2019.

OLIVEIRA, E.S.; VIANA, F.M.P.; MARTINS, M.V.V. Alternativas a Fungicidas Sintéticos no Controle da Antracnose da Banana. *Summa Phytopathologica*, v.42, n.4, p.340-350, 2016.

PAUNGFOO-LONHIENNE, C.; VISSER, J.; LONHIENNE, T.; SCHMIDT, S. Past, present and future of organic nutrients. *Plant and Soil*, 359 (1-2), 2012. pp.1-18.

PEIXINHO, G.S.; SANTOS, C.M.G.; RIBEIRO, V.G.; AMORIM, E.P.R.; BISPO, J.S.; CARVALHO, V.N. Avaliação da eficiência de extratos de plantas nativas da caatinga sobre o controle da podridão seca (*Lasiodyplodia theobromae*) em cachos da videira cv. Itália. *Summa Phytopathologica*, v.43, n.2, p.155-157, 2017.

PEREIRA, C.S.; ARAUJO, A.G.; GUIMARÃES, R.J.; PAIVA, L. C. **Uso da própolis como inibidor da germinação de esporos de *Hemileia vastatrix***. Mensagem Doce (Associação Paulista de Apicultores, Criadores de Abelhas Melíferas Europeias), v. 64, p. 22-24, 2001.

PEREIRA C.S.; GUIMARÃES, R.J.; POZZA E.A.; SILVA, A.A. Controle da cercosporiose e da ferrugem do cafeeiro com extrato etanólico de própolis. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 55, n. 5, p. 369-376, 2008.

PEREIRA, C.S.; MATTE, W.D.; VENÂNCIO, P.H.B. Aplicação de extrato de própolis na agricultura. Alta Floresta, MT, UNEMAT – ISSN 1677-6062, *Revista de Ciências Agroambientais*, v.14, n.1, p.143-156, 2016.

PLOETZ, R.C.; FREEMAN, S. **Foliar, floral and soilborne diseases**. In: LITZ, R. E. (Ed.) *The mango: botany, production and uses*. 2nd ed. Wallingford: CABI, 2009. p. 231-302.

PICOS-MUÑOZ, P.A.; GARCÍA-ESTRADA, R.S.; LEÓN-FÉLIX, J.; SAÑUDO BARAJAS, A.; ALLENDE-MOLAR, R. *Lasiodiplodia theobromae* en Cultivos Agrícolas de México: Taxonomía, Hospedantes, Diversidad y Control. Volumen 33, Número 1, **Revista Mexicana de Fitopatología**, 2015. 21p.

PINTO, J.M.; COELHO, E.F.; SIMÕES, W.L. **Irrigação no cultivo da mangueira**. IN: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Orgânico de Produção de Manga para a Região da Chapada Diamantina, Bahia. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas – BA, 2020. (Sistema de Produção 49).

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. 1, p.605-612, 2016.

RIES, L.; FAGAN, W.F. Habitat edges as a potential ecological trap for an insect predator. **Ecol. Entomol.**, v.28, p.567-572, 2003.

RIZOFLORA BIOTECNOLOGIA. **Rizotec**. 2021. Disponível em: [https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-10/rizotec.pdf](https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/rizotec.pdf). Acesso em: dez./2021.

ROSSETTO, C.J. **Doenças da Mangueira - Antracnose**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/AntracnoseManga/Antracnose.htm>>. Acessado em: mar./2021.

ROZWALKA, L.C.; LIMA, M.L.R.Z. da C.; MIO, L.L.M. de.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. Santa Maria, **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.301-307. 2008.

SILVA, H.A.O. **Óleos essenciais no controle da antracnose em feijão Caupi**. Universidade Federal da Paraíba-João Pessoa-PB. Ciências Agrárias: agronomia. 2017. (Trabalho de Conclusão de Curso).

SILVA, F. M.; TERAQ, D.; BARBOSA, M. A. G. ; BATISTA, D. C. Restos vegetais da mangueira e sua importância como fonte de inóculo em diferentes sistemas de manejo. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 4., 2009, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009, p. 114-121 (Embrapa Semiárido, Documentos, 221).

SLIPPERS, B. WINGFIELD, M. Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. **Fungal Biology Reviews**, [Maryland Heights], v. 21, p. 90-106, 2007.

SUJII, E.R.; VENZON, M.; MEDEIROS, M.A.; PIRES, C.S.S.; TOGNI, P.H.B. **Práticas culturais no manejo de pragas na agricultura orgânica**. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. (Ed.). Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica. Viçosa: EPAMIG, p.143-168. 2010.

SOUZA, T.R.M. **Óleos essenciais de alecrim-pimenta e capim citronela no controle da antracnose da goiaba**. Universidade Federal do Ceará - Centro de Ciências Agrárias. Fortaleza. 51p. 2021. (Dissertação de Mestrado).

SOUZA, A.C.; VIEIRA, G.H.C.; NEVES, L.M. Uso de óleos essenciais no controle do *Colletotrichum gloeosporioides* causador da antracnose no caju. Goiânia-GO, Centro Científico Conhecer. **Enciclopédia Biosfera**, - v.16 n.29; p. 1709. 2019.

SOUZA, E.M.; PEIXOTO, A.R.; KARASAWA, M. **Racionalização no uso de fungicidas em pré-colheita para o manejo de podridões em manga (*Mangifera indica* L.), no Submédio São Francisco**. Programa de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada da Universidade do Estado da Bahia (PPHI/UNEB/DTCS). Juazeiro-BA. 2008. (Dissertação de Mestrado).

TAVARES, S.C.C.H. **Cultivo da Mangueira**. Sistemas de Produção, 2. Versão Eletrônica. Embrapa Semi-Árido. Julho/2004. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/Cultivodamangueira/doencas.htm>. Acessado em: mar./2021.

TAVARES, S.C.C.H.; MENEZES, M.; CHOUDHURY, M.M. Infecção da mangueira por *Botryodiplodia theobromae* Pat., na região semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v.13, n.4, p.163-166, 1991.

TERAO, D.; BATISTA, D.C.; RIBEIRO, I.J.A. **Doenças da mangueira**. In: AMORIM L.; RESENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Eds.). Manual de Fitopatologia. 5. ed. Ouro Fino - MG: Agronômica Ceres. 2016. Pp.526-27.

TERAO, D.; BATISTA, D.C.; BARBOSA, M.A.G. **Doenças em Pós-Colheita de Manga**. Petrolina-PE. Dezembro, 2013. (Circular Técnica on line, 105).

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J., FERRARI, J,T. Alternaria spp. em oleráceas: sintomas, etiologia, manejo e fungicidas. **Biológico**, São Paulo, v.77, n.1, p.21-34, jan./jun., 2015

VALE, A. Pesquisadores desenvolvem primeiro sistema orgânico de manga do país. **Revista da Fruta**. 2020. Disponível em: <https://www.revistadafruta.com.br/artigos-tecnicos/pesquisadores-desenvolvem-primeiro-sistema-organico-de-manga-do-pais,365196.jhtml>. Acesso em: jan./2021.

VALEEXPORT – Associação de Produtores e Exportadores de Hortifrutigranjeiros e Derivados do Vale do São Francisco. **Relatório anual de exportação**. Petrolina-PE, 2022.

VALEEXPORT – Associação de Produtores e Exportadores de Hortifrutigranjeiros e Derivados do Vale do São Francisco. **Relatório anual de exportação**. Petrolina-PE, 2019.

VENZON, M.; TOGNI, P.H.B.; CHIGUACHI, J.A.M.; PANTOJA, G.M.; BRITO, E.A. S.; SUJII, E.R. Agrobiodiversidade como estratégia de manejo de pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.40, n.305, 2019. pp.21-29.

VILELA, G.F.; MANGABEIRA, J.A.C.; MAGALHÃES, L.A.; TÔSTO, S.G. **Agricultura orgânica no Brasil**: um estudo sobre o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos. Campinas: Embrapa Territorial, 2019. 20p.

VIRGINIA, A.; ZAMORA, M.; BARBERA, A.; CASTRO-FRANCO, M.; DOMENECH, M.; GERÓNIMO, E.; COSTA, J. Agricultura industrial e sistemas de transição agroecológica: Uma análise comparativa dos resultados de produtividade, matéria orgânica e glifosato no solo. **Agricultural Systems**, Volume 167, 2018. pp. 103-112. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez86.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0308521X17310454?via%3Dihub>. Acesso em: jan./2021.

XAVIER, A.L.S.; FRANÇA, K.R.S.; CARDOSO, T.A.L. Efeito do óleo essencial de palmarosa (*Cymbopogon martinii*) sobre fungos fitopatogênicos em sementes de soja. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, e4529108660, 2020.

ZAMBOLIM, L.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Manejo Integrado de Doenças da Mangueira**. UFV-MG, EMBRAPA-CPAC-DF, 2004. Disponível em: [http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/ensino/pos/Palestras\\_William/Livromanga\\_pdf/12\\_manejointegradodedoe ncao mangueira.pdf](http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/ensino/pos/Palestras_William/Livromanga_pdf/12_manejointegradodedoe ncao mangueira.pdf). Acessado em: mar./2021.