



Universidade Federal do Tocantins  
Câmpus de Gurupi  
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

PRISCILA FONSECA COSTA

**EFEITO DE DIFERENTES ÓLEOS ESSENCIAIS ASSO-  
CIADOS A BIOFILMES NO CONTROLE DA ANTRAC-  
NOSE EM QUALIDADE DE FRUTOS DO MAMOEIRO**

GURUPI - TO  
2017





Universidade Federal do Tocantins  
Câmpus de Gurupi  
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

PRISCILA FONSECA COSTA

## **EFEITO DE DIFERENTES ÓLEOS ESSENCIAIS ASSO- CIADOS A BIOFILMES NO CONTROLE DA ANTRAC- NOSE EM QUALIDADE DE FRUTOS DO MAMOEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Gil Rodrigues Dos Santos

GURUPI - TO  
2017






**Universidade Federal do Tocantins  
Câmpus de Gurupi  
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**


**ATA nº 07/2017**

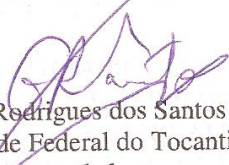
**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE PRISCILA FONSECA COSTA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**

Aos 19 dias do mês de outubro do ano de 2017, às 14:30 horas, no(a) Sala de defesa do Bloco PG-PV, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Orientador Dr. Gil Rodrigues dos Santos, do Câmpus Universitário de Gurupi/ Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dra. Talita Pereira de Souza Ferreira, do Câmpus Universitário de Gurupi/ Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dr. Ildon Rodrigues do Nascimento, do Câmpus Universitário de Gurupi / Universidade Federal do Tocantins, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de PRISCILA FONSECA COSTA, intitulada " EFEITO DE DIFERENTES ÓLEOS ESSENCIAIS ASSOCIADOS A BIOFILMES NO CONTROLE DA ANTRACNOSE EM QUALIDADE DE FRUTOS DO MAMOEIRO". Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo parecer favorável à aprovação, habilitando- a ao título de *Mestre em Produção Vegetal*.

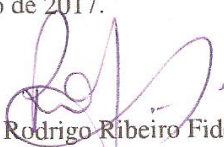
Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

  
Dra. Talita Pereira de Souza Ferreira.  
Primeiro examinador

  
Dr. Ildon Rodrigues do Nascimento  
Segundo examinador

  
Dr. Gil Rodrigues dos Santos  
Universidade Federal do Tocantins  
Orientador e presidente da banca examinadora

Gurupi, 19 de outubro de 2017.

  
Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis  
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal

## AGRADECIMENTOS

À Deus por me dar forças, paciência e sabedoria.

Aos meus pais Maria Rosa e Antoniel pelo incentivo, apoio e amor durante toda minha vida, fonte de inspiração para alcançar meus objetivos. A minha irmã Patrícia Rosa e avó Maria pelo incentivo e orações.

Ao Professor Dr. Gil Rodrigues dos Santos pela orientação, ensinamentos, paciência, confiança, amizade e principalmente pela enorme contribuição para a realização deste trabalho.

Aos companheiros(as) do laboratório de fitopatologia Dalmácia, Prof.<sup>a</sup> Talita, Rosângela, Mateus, Vanilza, Patrícia, João Henrique, Pedro, João Vinicius, Oziel e Eduardo, por compartilharem o conhecimento, as vitórias e dificuldades durante toda a minha trajetória neste curso;

Aos amigos Tânia Mara, Rodrigo Robson, Flávio e Rozinalva pela amizade e incentivo.

À todos os professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da UFT;

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de estudos.

Agradeço a todos que contribuíram de forma direta e indireta para a realização deste trabalho.

À todos, MUITO OBRIGADA!





# **EFEITO DE DIFERENTES ÓLEOS ESSENCIAIS ASSOCIADOS A BIOFILMES NO CONTROLE DA ANTRACNOSE EM QUALIDADE DE FRUTOS DO MAMOEIRO**

## **RESUMO**

A cultura do mamão exerce uma grande importância para a fruticultura nacional em função de aspectos sociais e econômicos, destacando o Brasil como um dos grandes produtores mundiais da fruta. Entre os fatores biológicos destacam-se a ação de fitopatógenos que provocam grandes prejuízos em condições de campo e também em pós-colheita. Com isso, aumenta-se a procura por novos produtos de base natural que auxiliem na redução dessas perdas. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes óleos essenciais associados a biofilmes no controle da antracnose do mamoeiro e na melhoria da qualidade dos frutos em pós-colheita. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em todos os ensaios. Dentre os tratamentos, biofilmes foram utilizados: gelatina, parafina e óleo de girassol os quais foram incorporados aos óleos essenciais de noni (*Morinda citrifolia*), Alecrim pimenta (*Lippia sidoides*) e seus respectivos compostos majoritários representados pelo ácido octanóico e timol. Após os tratamentos e decorridos 24 h, os frutos foram inoculadas com discos de 6 mm de diâmetro de *C. gloeosporioides*, e mantidos em câmara úmida por dez dias em temperatura ambiente de  $27 \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Os óleos essenciais apresen-

taram eficiência significativa na inibição da germinação de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides*. O controle da doença, foi avaliado de acordo com a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), onde constatou-se que o biofilme mais eficiente foi o de parafina com noni. Verificou-se que todos os óleos essenciais reduziram a germinação de conídios de *C. gloeosporioides*, em função do aumento das concentrações. Com relação ao crescimento micelial observou-se que os óleos essenciais de noni e lippia obtiveram maior efeito inibitório. Na avaliação da perda de massa dos frutos foram observados menores perdas no tratamento utilizando parafina incorporado ao óleo essencial de alecrim pimenta e parafina incorporado ao óleo essencial de noni. Com relação à influência do tratamento sobre o período de amadurecimento dos frutos o óleo de girassol + noni seguido de óleo de girassol + ácido octanóico mantiveram os frutos sem amadurecer por maior tempo. Através dos resultados foi possível concluir que os biofilmes incorporados com óleos essenciais são uma opção viável para o controle de *C. gloeosporioides* em mamão e para manutenção de sua qualidade pós-colheita.

**Palavras chaves:** *Colletotrichum gloeosporioides*, *Carica papaya*, atividade antifúngico, Óleos essenciais.

## ABSTRACT

## EFFECT OF ESSENTIAL OILS ASSOCIATED TO BIOFILMS IN THE AFTER-HARVEST ANTHRACNOSIS CONTROL AND IN THE QUALITY OF PAPAYA FRUIT

The papaya culture has great importance for national fruit growing due to its social and economic aspects, highlighting Brazil as one of the world's great fruit producers. Among the biological factors are the action of phytopathogens that cause great damage in field conditions and also in post-harvest. This will increase the demand for new natural-based products to help reduce these losses. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of different essential oils associated with biofilms in the papaya anthracnose control and in the post-harvest quality of fruits. A completely randomized design was used in all trials. Among the treatments, biofilms were used: gelatin, paraffin and sunflower oil which were incorporated into the essential oils of noni (*Morinda citrifolia*), rosemary pepper (*Lippia sidoides*) and their respective major compounds represented by octanoic acid and thymol. After treatments and after 24 h, the fruits were inoculated with disks of 6 mm diameter of *C. gloeosporioides*, and kept in a humid chamber for ten days at room temperature of  $27 \pm 3^{\circ}\text{C}$ . The essential oils presented significant efficiency in the inhibition of the conidial germination of *Colletotrichum gloeosporioides*. Disease control was assessed according to the Area Under the Disease Progression Curve (AACPD), where it

was found that the most efficient biofilm was paraffin with noni. It was verified that all the essential oils reduced the germination of conidia of *C. gloeosporioides*, due to the increase of the concentrations. Regarding mycelial growth, it was observed that the essential oils of noni and lippia had a greater inhibitory effect. In the evaluation of the loss of mass of the fruits were observed lower losses in the treatment using paraffin incorporated into the essential oil of rosemary pepper and paraffin incorporated into essential oil of noni. Regarding the influence of the treatment on the ripening period of the fruits, the sunflower oil + noni followed by sunflower oil + octanoic acid maintained the fruits without maturing for a longer time. Through the results it was possible to conclude that biofilms incorporated with essential oils are a viable option for the control of *C. gloeosporioides* in papaya and for maintenance of its post-harvest quality.

**Keywords:** *Colletotrichum gloeosporioides*, antifungal activity, *Carica papaya*, oils essential.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
1.1	A CULTURA DO MAMOEIRO.....	17
1.2	PRINCIPAIS DOENÇAS FÚNGICAS DO MAMOEIRO.....	18
1.3	ANTRACNOSE, CAUSADA PELO FUNGO <i>COLLETOTRICHUM</i> <i>GLOEOSPORIOIDES</i> .....	20
1.4	ÓLEOS ESSENCIAIS.....	22
1.4.1	<i>Uso de extratos de plantas ou óleos no controle da</i> <i>antracnose do mamoeiro</i> .....	26
<b>2</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>35</b>
<b>3</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>47</b>
4.1	OBJETIVO GERAL.....	47
4.2	Objetivos Específicos.....	47
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS 49</b>	
5.1	EXTRAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS.....	49
5.2	ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ALECRIM-PIMENTA E NONI.....	50
5.3	OBTENÇÃO DOS ISOLADOS DE ANTRACNOSE.....	51
5.4	AGRESSIVIDADE DOS ISOLADOS DE <i>COLLETOTRICHUM</i> <i>GLOEOSPORIOIDES</i> A FRUTOS DE MAMOEIRO.....	52
5.5	TESTES DA FITOTOXICIDADEZ DOS ÓLEOS ESSENCIAIS A FRUTOS DE MAMÃO.....	53
5.6	AÇÃO FUNGISTÁTICA <i>IN VITRO</i> DOS ÓLEOS ESSENCIAIS A ANTRACNOSE.....	54
5.7	EFICÁCIA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS E SEUS RESPECTIVOS COMPOSTOS MAJORITÁRIOS ASSOCIADOS A DIFERENTES BIOFILMES NA PROTEÇÃO CONTRA A ANTRACNOSE.....	56
5.8	EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS ASSOCIADOS A DIFERENTES BIOFILMES NA PERDA DE PESO E NO TEMPO DE PRATELEIRA DE FRUTOS DE MAMOEIRO.....	58
5.9	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	60
	AS MÉDIAS DOS DADOS RELATIVOS À CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS	

E ÀS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS FORAM COMPARAD PELO TESTE TUKEY, AO NÍVEL DE 5% DE SIGNIFICÂNCIA, SENDO OS DADOS SOBRE O ESTUDO DE VIDA DE PRATELEIRA REPRESENTADO EM FIGURAS.....	60
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>63</b>
6.1 ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE LIPPIA E NONI.....	63
6.2 AGRESSIVIDADE DOS ISOLADOS DE <i>COLLETOTRICHUM GLOESPORIOIDES</i> AOS FRUTOS DE MAMOEIRO.....	66
6.3 GERMINAÇÃO DE CONÍDIOS DE <i>C. GLOESPORIOIDES</i> EM FUNÇÃO DE DOSES CRESCENTES DE ÓLEOS ESSENCIAIS.....	67
6.4 FITOTOXIDEZ DOS ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE OS FRUTOS DE MAMOEIRO.....	71
6.5 EFICÁCIA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS E SEUS RESPECTIVOS COMPOSTOS MAJORITÁRIOS ASSOCIADOS A DIFERENTES BIOFILMES APLICADOS NO CONTROLE PROTETIVO DA ANTRACNOSE EM FRUTOS DE MAMOEIRO.....	73
<b>7 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS ASSOCIADOS A DIFERENTES BIOFILMES NA DESIDRATAÇÃO E NO TEMPO DE PRATELEIRA DE FRUTOS DE MAMOEIRO.....</b>	<b>77</b>
7.1. DESIDRATAÇÃO DE FRUTOS REVESTIDOS COM BIOFILMES INCORPORADOS COM ÓLEOS ESSENCIAIS.....	77
7.2. EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS ASSOCIADOS A DIFERENTES BIOFILMES NA QUALIDADE DE FRUTOS DE MAMOEIRO E NO CONTROLE DA ANTRACNOSE EM PÓS COLHEITA DE FRUTOS COM INFECÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL.....	79
<b>8 CONCLUSÕES.....</b>	<b>89</b>
<b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>91</b>
<b>anexos.....</b>	<b>97</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> CONSTITUENTES QUÍMICOS DE ALECRIM-PIMENTA ( <i>LIPPIA SIDOIDES</i> ) E NONI ( <i>MORINDA CITRIFOLIA</i> L.) IDENTIFICADOS EM SEUS RESPECTIVOS ÓLEOS ESSENCIAIS EXTRAÍDOS A PARTIR DE FOLHAS E FRUTOS COLETADOS EM GURUPI, TOCANTINS, 2017.....	63
<b>TABELA 2.</b> AGRESSIVIDADE DOS ISOLADOS DE <i>C. GLOEOSPORIOIDES</i> AOS FRUTOS DE MAMOEIRO APÓS SETE DIAS DE INOCULAÇÃO.....	66
<b>TABELA 3.</b> TESTE DE FITOTOXICIDADE EM FRUTOS DE MAMÃO COM DUAS CONCENTRAÇÕES DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE NONI ( <i>MORINDA CITRIFOLIA</i> ), CAPIM-LIMÃO ( <i>CYMBOPOGON CITRATUS</i> ), MASTRUZ ( <i>CHENOPODIUM AMBROSIOIDES</i> L.), CITRONELA ( <i>CYMBOPOGON NARDUS</i> ) E ALECRIM-PIMENTA ( <i>LIPPIA SIDOIDES</i> ), SENDO DUAS TESTEMUNHAS (ÁGUA E ÁGUA+TWEEN 1%).....	71
<b>TABELA 4.</b> PERDA DE ÁGUA EM FRUTOS DE MAMOEIRO SUBMETIDOS A TRATAMENTOS COM DIFERENTES BIOFILMES INCORPORADOS À ÓLEOS ESSENCIAIS DE NONI E ALECRIM-PIMENTA.....	78
<b>TABELA 5.</b> TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°BRIX) E FIRMEZA DE POLPA EM FRUTOS DE MAMÃO SOB DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS SOBRE A CASCA APÓS 12 DIAS DE ARMAZENAMENTO.....	80
<b>TABELA 6.</b> PERDA DE MASSA DE FRUTOS DE MAMOEIRO EM FUNÇÃO DO TEMPO (DIAS) SEM E COM INOCULAÇÃO DE <i>COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES</i> SOBRE A CASCA, E APLICAÇÃO DE TRATAMENTOS COM AÇÃO FUNGISTÁTICA.....	86

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1:** GERMINAÇÕES *IN VITRO* DE CONÍDIOS DE *COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES* COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE CAPIM-LIMÃO, CITRONELA, LIPPIA, MASTRUZ E NONI APÓS 48 HORAS DE INCUBAÇÃO..... 68
- FIGURA 2:** ÍNDICE DE VELOCIDADE DE CRESCIMENTO MICELIAL (IVCM) DE *COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES* EM FUNÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÓLEOS ESSENCIAIS..... 69
- FIGURA 3:** FITOTOXICIDADE DE CINCO CONCENTRAÇÕES DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE NONI (*MORINDA CITRIFOLIA*), CAPIM-LIMÃO (*CYMBOPOGON CITRATUS*), MASTRUZ (*CHENOPODIUM AMBROSIOIDES* L.), CITRONELA (*CYMBOPOGON NARDUS*) E ERVA-CIDREIRA (*LIPPIA SIDOIDES*) APLICADOS EM FRUTOS DE MAMOEIRO..... 72
- FIGURA 4:** ÁREA ABAIXO DA CURVA DE PROGRESSO DA DOENÇA (AACPD) ANTRACNOSE EM FRUTOS DE MAMOEIRO SUBMETIDOS À APLICAÇÃO DE FUNGICIDA, BIOFILMES COM INCORPORAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE NONI (*MORINDA CITRIFOLIA*), LIPPIA (*LIPPIA SIDOIDES*) E SEUS COMPOSTOS MAJORITÁRIOS..... 74
- figura 5:** período de amadurecimento de frutos de mamoeiro em função de diferentes tratamentos com óleos de girassol e lippia associados a diferentes biofilmes..... 83



# 1 REFERENCIAL TEÓRICO

## 1.1 A cultura do mamoeiro

De origem tropical, o mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma espécie pertencente à família Caricaceae, sendo cultivado até 32° de latitude Norte ou Sul encontrando no Brasil ótimas condições para o seu desenvolvimento e produtividade (SCHMILDT et al., 2005). É uma espécie herbácea, semi-perene, com sistema radicular pivotante e a raiz principal bastante desenvolvida. As raízes são distribuídas em maior quantidade nos primeiros 30 cm do solo. Possuem caule cilíndrico, com 10 a 30 cm de diâmetro, ereto, do qual surgem folhas dispostas de forma alternadas. As folhas são grandes, com 20 a 60 cm, glabras, com pecíolos longos e ocos (DANTAS & CASTRO NETO, 2000).

Da planta do mamoeiro extraem-se látex que contém papaína, que é enzima com propriedades digestivas empregada em culinária (digestão amaciamento de carnes), em indústria (cerveja, queijo, chicletes, couro) e em farmacêutica (produtos para dispepsias). Da folha, fruto e sementes extraem-se um alcaloide – a carpina – empregado em medicina como ativador do músculo cardíaco. O fruto tem a polpa saborosa, aromática e suave a qual é consumida ao natural, só ou em mistura com polpas de outros frutos, sob forma de purês, cremes gelados cubos cristalizados, sucos. Processada

a polpa compõe doces, geleias, compotas, polpa congelada e aguardente (Secretaria da Agricultura, Irrigação e reforma Agrária-SEA-GRI, 2008).

A cultura do mamão exerce uma grande importância para a fruticultura nacional em função de aspectos sociais e econômicos, destacando o Brasil como um dos grandes produtores mundiais da fruta (FAO, 2013). Apesar da importância do mamão para a cadeia produtiva da fruticultura nacional, considerando o período entre os anos de 2011 a 2014, a quantidade produzida e a área plantada reduziram em torno de 13,5% e 10%, respectivamente. A produtividade média também foi afetada nesse período, reduzindo em 5%, passando de 52,1 t/ha para 50,0 t/ha. A redução desses parâmetros pode estar relacionada ao aumento da incidência de doenças na cultura e à redução de áreas consideradas com aptidão favorável ao cultivo do mamão.

Dentre as enfermidades que atacam o mamoeiro, notadamente as doenças causadas por fungos têm grande impacto na qualidade dos frutos e na produtividade da cultura. A produtividade reduz consideravelmente quando são realizados plantios em áreas já anteriormente ocupadas pela cultura (RUGGIERO et al., 2011).

## **1.2 Principais doenças fúngicas do mamoeiro**

Vilas Boas (2002), destaca que os frutos do mamoeiro, após a colheita, estão sujeitos a danos, podendo ser de natureza fisiológi-

ca, patológicas e danos causados por insetos e roedores. Embora o ataque de microrganismos (fungos, bactérias) seja provavelmente a mais séria causa de perdas pós-colheita, deve-se enfatizar que danos físicos e fisiológicos predispoem os frutos, frequentemente, ao ataque patológico. Logo, possivelmente, a mais simples causa de danos em pós-colheita em frutos é a deterioração causada por microrganismos, principalmente fungos (VILAS BOAS, 2002).

De acordo com Benato et al., (2001) um dos fatores que afetam drasticamente a qualidade do mamão é a ocorrência de podridões, dentre as quais destaca-se a antracnose, causada por *C. gloeosporioides*, sendo considerada a principal doença dos frutos no Brasil, Havaí, e outras regiões produtoras do mundo. Outros prejuízos são causados por *Phoma caricae-papayae*, *Rhizopus stolonifer*, *Alternaria alternata*, *Lasioidiploidia theobromae* e *Fusarium oxysporum*. Nas regiões Nortes litorâneas do Espírito Santo e Sul da Bahia, a elevada incidência da antracnose, nos meses mais quentes e úmidos do ano (outubro a março), tem limitado a comercialização dos frutos, tanto para o mercado interno, quanto para a exportação, sendo que esta época coincide com a maior produção de frutos (MARIN, 2004).

Oliveira et al., (2011), destacam que dentre as principais doenças fúngicas do mamoeiro estão: antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz), que infecta principalmente, os frutos desenvolvendo-se as lesões na fase de maturação, tornando-os inadequados

para a comercialização; mancha foliar (*Phoma caricae-papayae*) que infecta folhas e frutos, podendo originar a chamada podridão peduncular a medida que as lesões envelhecem; mancha-de-corynespora (*Corynespora cassiicola*), a doença pode ocorrer nas folhas, pecíolos e frutos; Podridão de Phytophthora ou gomose (*Phytophthora palmivora*), infecta o caule, as raízes e os frutos, tendo uma ampla gama de hospedeiros; podridão peduncular, sendo considerado um complexo de vários fungos responsáveis pelas podridões da fruta em pós-colheita, destacando-se os gêneros *Colletotrichum*, *Phoma* e *Phomopsis*. Estes fungos são difíceis de distinguir nos frutos em estágios iniciais de pós-colheita, exceto por observações microscópicas.

Os problemas com a incidência de doenças têm aumentado drasticamente, devido ao desenvolvimento de patógenos resistentes à fungicidas e pela retirada de alguns produtos do mercado. No entanto, observa-se uma busca constante dos consumidores por frutos livres de resíduos de produtos químicos.

### **1.3 Antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides***

O fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.), é o agente causal da antracnose, responsável por infectar cerca de 1000 espécies de plantas, ocasionando limitações na produção de várias frutas e hortaliças nas regiões tropicais e subtropicais. Dentre as espécies de

plantas atacadas pelo patógeno encontra-se o mamoeiro (*Carica papaya* L.), o abacateiro (*Persea americana* Mill.), a fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.) (Bonett et al., 2011), a manga (*Mangifera indica* L.) (Fischer et al., 2009), o maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) (Fischer et al., 2007), a pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) (Mafacioli et al., 2006), a pimenta (*Capsicum* spp.), o jiló (*Solanum gilo*) e o pimentão (*Capsicum annuum* L.).

Em frutos, os sintomas da antracnose apresentam diâmetros variáveis com presença de esporos e massa alaranjada. A alta umidade aliada ao clima quente causa prejuízos aos comerciantes e consumidores. Essa infecção pode chegar a 100% se não for realizado um controle adequado (JÚNIOR & MELLO, 2006). Nas anonáceas, a antracnose também conhecida por "podridão-negra" é a doença de maior importância. Sua incidência ocorre desde as folhas até os frutos, acarretando perdas que variam entre 53% a 70% dos frutos (JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 2014). A antracnose acarreta prejuízos à produção de frutíferas como a pinha (*Annona squamosa* L.) e a graviola (*Annona muricata* L.), que atualmente vem obtendo grande importância econômica em diversas regiões do mundo, incluindo o Brasil (KAMEI et al., 2014).

A antracnose normalmente expressa os seus sintomas com maior incidência no período da maturação, porém os frutos podem ser infectados ainda no campo, onde essa infecção pode permanecer latente, sem a demonstração de sintomas até o início da maturação

dos frutos. A doença pode ser classificada de duas formas, antracnose latente, tendo como origem a infecção quiescente e a não latente, onde o patógeno invade os frutos ainda verdes por meio dos ferimentos que ocorrem durante o transporte (Pinho et al., 2010). É caracterizada por manchas que ocasionam podridão aos frutos, e este dano pode provocar a desintegração e decomposição dos tecidos (ROZWALKA et al., 2008).

#### **1.4 Óleos essenciais**

Os óleos essenciais são produtos obtidos de partes de plantas mediante destilação por arraste com vapor d'água, bem como os produtos obtidos pela prensagem dos pericarpos de frutos cítricos. De forma geral são substâncias orgânicas voláteis, as quais são muito conhecidas pelo aroma que caracteriza certas plantas (MARTINS et al., 2000).

A composição química dos óleos essenciais é a mistura de várias moléculas orgânicas, tais como álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres, fenóis e hidrocarbonetos, mas sempre há predominância de uma sobre as outras, tendo, normalmente um composto majoritário (CARDOSO et al., 2000; NEGRAES, 2003). Pesquisas com óleos essenciais revelam a existência de uma grande quantidade de compostos secundários tais como alcaloides, terpenos, flavonoides e esteroides que podem ser utilizados para controlar fitopatógenos (SILVA et

al., 2005).

Os óleos essenciais são muito utilizados na área de alimentos, cosméticos e farmacêuticos. Os óleos essenciais puros frequentemente apresentam toxicidade elevada tanto que se recomenda sua utilização em dosagens pequenas (CARDOSO et al., 2000). Nas plantas estes óleos desenvolvem funções que estão relacionadas com a sua volatilidade, agindo na proteção contra predadores e patógenos, na atração de polinizadores, perda de água, aumento da temperatura e também desempenhando funções ecológicas, especialmente como as de inibidores de germinação. Tais características tornam as plantas produtoras de óleos essenciais poderosas fontes de agentes biocidas, sendo amplamente estudadas na agricultura, principalmente devido às atividades bactericidas, inseticidas e fungicidas (CRAVEIRO & MACHADO, 1986).

A literatura tem registrado a eficiência de óleos essenciais, na inibição do desenvolvimento de vários fitopatógenos de natureza fúngicas, inibindo o crescimento micelial e também induzindo a lise e evacuação do citoplasma. A inibição do crescimento do fungo promovida por óleo essencial frequentemente envolve a indução de mudanças na composição da parede celular, destruição na membrana plasmática e desorganização na estrutura mitocondrial entre outros (KISHORE & PANDE, 2007).

Várias espécies de plantas medicinais são ótimas produtoras de óleos essenciais, além de algumas já terem sido testadas no con-

trole de fungos. O tomilho (*Thymus vulgaris* L.) pertence à família Labiatae, originário da Europa tem no seu óleo essencial, vários compostos como: timol, carvacol, cimol, linalol, cimeno e pineno (Martins et al., 2000). Na literatura não há relatos de toxicologia desta planta (MARTINS et al., 2000; NEGRALES, 2003). O óleo de tomilho reduziu a severidade de *Phakopsora pachyrhizi* em casa de vegetação (Medice et al., 2007), e em trabalho realizado por Pereira (2006), mostrou eficiente no controle de *Cercospora coffeicola*.

O cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) é muito utilizado como planta medicinal, onde as partes mais utilizadas são os botões florais e o óleo essencial (NEGRAES, 2003). Chalfoun et al. (2004) avaliaram o efeito in vitro do óleo essencial de cravo da índia nas concentrações de 200, 400, 600 e 800 mg/mL, sobre o desenvolvimento micelial dos fungos *Rhizopus* sp., *Penicillium* spp., *Eurotium repens* e *Aspergillus niger* e constaram uma inibição do desenvolvimento dos fungos a partir da concentração de 600 mg/mL, exceto para o fungo *Penicillium* spp. que foi verificado na concentração de 800 mg/mL.

O capim-limão (*Cymbopogon curatus*) também conhecido por capim-cidreira, capim-cidrô e erva-cidreira é uma planta de origem Asiática que pertence à família Poaceae (CASTRO & RAMOS, 2003). É uma planta que produz uma boa quantidade de óleo essencial e este é muito utilizado como aromatizante em perfumaria e cosmética, porém, seu maior uso é na indústria farmacêutica para



síntese de compostos importantes (GUIMARÃES & CARDOSO, 2007). O citral é o seu principal constituinte químico, seguido por outros compostos, como o mirceno além de vários aldeídos, cetonas e álcoois (PEREIRA, 2006). O óleo essencial de capim-limão inibiu totalmente o crescimento micelial do fungo *Rhizoctonia solan*, na concentração de 250 ppm e dos fungos *C. gloeosporioides* e *Fusarium oxysporum*, na concentração de 500 ppm (GUIMARÃES & CARDOSO, 2007). Em trabalho realizado por Marques et al., (2003) o óleo essencial de capim limão a 1,0 e 1,5% inibiu o crescimento de *C. gloeosporoides*, em 18,6 e 19,9% respectivamente, em frutos de mamão.

Todas essas plantas citadas anteriormente produzem várias substâncias as quais podem ter efeito fungistático ao patógeno causador da antracnose no mamoeiro.

A fumigação continua sendo o método mais comum de controle no tratamento quarentenário. Os fumigantes são, na maioria das vezes, mais baratos e de fácil uso, mas tendem a ser substituídos por outros métodos de controle, devido ao seu efeito nocivo sobre o meio ambiente e sobre a saúde pública (Chitarra & Chitarra, 2005).

Os óleos essenciais por serem substâncias voláteis podem exercer uma ação fumigante contra os fungos incidentes na pós-colheita de frutos, sendo uma alternativa no controle de doenças. E sua ação como fumigante já foi comprovada em vários trabalhos (LEE et al., 2007; PIMENTEL, 2007).

Para que estudos sobre controle da antracnose possam ser realizados durante a fase de pós-colheita, é preciso desenvolver uma metodologia de inoculação que envolva o estágio de maturação do fruto, a fim de simular as condições reais de tratamento. Existem várias metodologias de inoculação de *C. gloeosporioides* em frutos de mamão, mas não há relação com o estágio de maturação. Andrade et al. (2007), feriram superficialmente frutos de mamão com uma agulha esterilizada, e com auxílio de um cotonete embebido em uma suspensão de  $2 \times 10^6$  conídios/mL de *C. gloeosporioides* espalhou inóculo sobre o ferimento. Garcia et al. (2008) feriram frutos de mamão com uma agulha e sobre o ferimento inocularam uma suspensão de  $1 \times 10^6$  conídios/mL de *C. gloeosporioides*.

#### **1.4.1 Uso de extratos de plantas ou óleos no controle da antracnose do mamoeiro**

Trabalhos realizados utilizando óleos essenciais no controle de doenças de pós-colheita apresentam alguns resultados promissores. De acordo com estudos realizados no combate de doenças em pós-colheita do maracujazeiro-amarelo, o fungo *C. gloeosporioides*, se mostrou o mais resistente dentre os isolados testados, e seu desenvolvimento foi mais rápido em frutos maduros comparados aos frutos verdes. Porém, os óleos das plantas medicinais capim-santo (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf.), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) e alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.), em concen-

trações específicas, se mostraram eficazes no controle do patógeno *C. gloeosporioides* em frutos (AQUINO et al., 2012).

Segundo Celoto et al. (2008), os extratos também se mostraram eficazes na inibição do crescimento micelial e na germinação de esporos de *C. gloeosporioides* (Penz.) em isolado de mamão. Os extratos aquosos e hidroetanólicos de melão-de são-caetano e extrato hidroetanólico de eucalipto, tem uma inibição satisfatória do crescimento micelial, já os extratos aquosos de *Luffa acutangula*, *Eucalyptus citriodora* (eucalipto), *Chenopodium ambrosioides* (erva-de-santa-maria) e *Bauhinia forficata* (pata de vaca), e os extratos hidroetanólicos de *Ruta graveolens* (arruda), *Eucalyptus citriodora* (eucalipto), *Zingiber officinale* (gingibre) e *Chenopodium ambrosioides* (erva-de-santa-maria) apresentaram a inibição acima de 90% em relação a germinação de esporos de *C. gloeosporioides*. Carne-lossi et al. (2009), também avaliaram os óleos essenciais de *Cymbopogon citratus* (capim-limão), *Eucalyptus citriodora* (eucalipto), *Mentha arvensis* (menta) e *Artemisia dracunculus* (estragão) em frutos de mamão onde verificaram que estes também são potentes no controle do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, podendo ser sugerido como uma opção no controle da antracnose, reduzindo assim o uso de fungicidas convencionais.

Em pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*) no período de pós-colheita, Sousa, et al. (2012), avaliaram "in vitro" os efeitos inibitórios dos óleos essenciais de sementes de uva (*Vitis vinifera* L.),

eucalipto (*Eucalyptus* spp), andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), babaçu (*Orbignya phalerata*, Mart.), coco (*Cocos nucifera*), nim (*Azadirachta indica*), copaíba (*Copaifera langsdorffii*.), amêndoa (*Prunus amygdalus* Batsch), pau rosa (*Aniba rosaeodora*) e hortelã (*Mentha* sp), sobre o fungo *C. gloeosporioides*. Os autores constataram que os óleos de hortelã, pau rosa, nim e de copaíba inibiram em maior grau o crescimento do fungo nas concentrações (0,2% - 0,4% - 0,6% - 0,8% e 1 %), já os óleos de andiroba, eucalipto e coco apresentaram capacidade de inibição em concentrações a partir de 1 %, enquanto que os óleos de babaçu, sementes de uva e amêndoa não diferiram de forma significativa entre si.

De acordo com Botelho et al. (2009), o extrato de alho se mostrou eficaz em todas as doses testadas no controle da antracnose em videira, reduzindo de forma eficaz o crescimento micelial do fungo *Elsinoe ampelina*, patógeno responsável pela antracnose em videiras. Já Silva, et al. (2012), avaliaram o efeito do extrato aquoso de cinamomo (*Melia azedarach* L.) sobre *Elsinoe ampelina*, obtendo também um efeito satisfatório na inibição do crescimento micelial e na germinação do fungo. Em campo, ocorreu redução da severidade da doença, sendo o seu controle conseguido em nível de 50% sobre a antracnose.

Outras espécies com propriedades microbianas são do gênero *Piper* (Piperaceae). Bastos e Albuquerque (2004) observaram em suas pesquisas "in vitro", o efeito fungitóxico do óleo de *Piper*

*aduncum* sobre o fungo *Colletotrichum musae*, agente causal da antracnose em pós-colheita nos frutos de banana, onde obtiveram como resultado 100% de inibição no crescimento micelial e na germinação, reduzindo também a incidência e a gravidade da doença com relação à podridão de frutos, obtendo seu melhor desempenho com óleo em concentração a 1,0%, sendo seu controle parecido ao fungicida de origem química benomyl.

Junqueira et al. (2004), avaliaram os efeitos de extrato de sucupira e do óleo de soja no controle da antracnose em pós-colheita de manga. Foi observado um aumento do tempo de permanência da manga Palmer nas prateleiras, quando o óleo de soja isolado ou misturado com fungicida benomyl ou tiabendazol a 22°C ou 40°C se mostrou eficaz no combate a antracnose. Tais fungicidas sem o efeito do óleo de soja não foram eficazes com relação à conservação dos frutos. O extrato de sucupira (*Pterodon pubescens* Benth), também se mostrou eficiente na conservação dos frutos e no controle da antracnose, porém nas concentrações em que foram utilizadas, ocasionou leves queimaduras aos frutos.

Entre outras plantas com efeitos fungitóxicos sobre os fungos *C. gloeosporioides* (Penz) e *Glomerella cingulata*, responsáveis pela antracnose em pós-colheita nos frutos de goiaba destacadas por Rozwalka et al. (2008), encontram-se as plantas medicinais e aromáticas: alfavaca/manjeriço (*Ocimum basilicum*), calêndula (*Calendula officinalis*), bardana (*Arctium lappa*, *A. minus*), alecrim (*Ros-*

*marinus officinalis*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), camomila (*Chamomilla recutita*), marcela (*Achyrocline satureioides*), funcho (*Foeniculum vulgare*), quebra-pedra (*Phyllanthus sp.*), sabugueiro (*Sambucus nigra*), lípia (*Lippia alba*), cavalinha (*Equisetum sp.*), gengibre (*Zingiber officinale*), tagetes (*Tagetes minuta*), hortelã (*Mentha piperita*) e tansagem (*Plantago australis* e *P. major*). Na forma de óleos essenciais, extratos aquosos e decoctos, apresentaram propriedades fungitóxicas inibindo total ou parcialmente o crescimento in vitro de ambos os fungos.

Em plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.), Bonaldo et al. (2004), concluíram que o extrato aquoso de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) possui grande potencial no controle da antracnose em pepino, causada pelo patógeno *Colletotrichum lagenarium*, já que este possui a capacidade de induzir maior resistência e também por sua atividade antifúngica direta.

De acordo com Santos et al. (2014), o extrato de aroeira (*Schinus terebinthifolius*), in vitro possui um efeito fungitóxico capaz de inibir o desenvolvimento de diversos fungos, incluindo o fungo *C. gloeosporioides*, porém, o extrato aquoso e hidrolato de sementes de aroeira, não apresentaram efeitos favoráveis em nenhuma das concentrações testadas no combate a este fungo em goiaba.

Em frutos de laranja, Toffano et al. (2012), utilizaram extratos aquosos do flavedo de *Citrus aurantifolia* cv. *Tahiti*, *Lentinula edodes*, *Agaricus subrufescens* e albedo de *Citrus sinensis* com o ob-

jetivo de induzir a resistência do fruto ao fungo da antracnose e ao bolor verde. De acordo com os estudos, ficaram evidentes que estes não são indutores de resistência quando utilizados em frutos de laranja Valência.

### **1.5. Uso de biofilme e revestimento na conservação de frutos pós-colheita**

As frutas e hortaliças *in natura* são altamente perecíveis e vários são os problemas relacionados à sua conservação, que vêm desde o momento em que são colhidas, quando se dá início a uma série de processos que influenciam na qualidade do produto e nas suas conseqüentes perdas até o consumidor. Segundo VILA (2004), entre esses processos destacam-se a degradação e síntese de pigmentos, conversão do amido em açúcares, redução da firmeza, degradação de pectinas e alteração na atividade enzimática.

As perdas de frutas podem ser divididas em 10% no campo, 50% no manuseio e transporte, 30% nas centrais de abastecimento e comercialização e 10% nos supermercados e na casa dos consumidores. Dentre técnicas de manuseio adequado para o aumento da vida útil pós-colheita de frutos e hortaliças cita-se, de uma forma geral, o controle de parâmetros que definem o ambiente de armazenamento, com destaque para a temperatura, umidade relativa e atmosfera (DURIGAN, 1999).

O recobrimento de frutas e hortaliças consiste em envolvê-

los numa película que gera modificação das pressões parciais dos gases no interior do produto (THOMPSON, 2002). Essa modificação ocorre devido ao balanço entre o consumo de  $O_2$  e a liberação de  $CO_2$  no processo respiratório dos frutos e a permeabilidade do filme a estes gases (NEUWALD et al., 2005). A velocidade deste processo respiratório, por sua vez, pode ser reduzida pelo uso de baixas temperaturas em níveis adequados ao tipo de produto, promovendo o retardo da perda de textura e de outros fatores que envolvem a qualidade (CENCI, 2006).

Os biofilmes são filmes finos, preparados de materiais biológicos, que agem como barreiras a elementos externos e, consequentemente, podem proteger o produto embalado de danos físicos e biológicos aumentando sua vida útil; quanto ao aspecto físico, os biofilmes não são pegajosos, são brilhantes e transparentes, melhoram o aspecto visual dos frutos e, não sendo tóxicos, podem ser ingeridos juntamente com o produto. Quando desejado, o biofilme pode ser removido com água e apresenta-se também como um produto comercial de baixo custo (HENRIQUE et al., 2008).

Visando melhorar a conservação dessa fruta, tem se empregado a armazenagem frigorificada, com reduzida eficiência, dado aos problemas com injúria por frio (Fagundes et al., 2006). Outra opção é o uso da atmosfera controlada (Vidrih et al., 1990), mas com custo de implantação muito elevado. Filmes plásticos com atmosfera passiva parecem conservar os frutos por 45 dias, evitando o



dano por frio (Tibola et al., 2005).

Nesse sentido, procurando-se alternativas de baixo custo que melhorem a conservação e apresentação do produto, tendo vários deles como as ceras (Caron et al., 2003) e os biofilmes (Henrique & Cereda, 1999; Vicentini et al., 1999), têm sido estudados visando aumentar o brilho, reduzir a transpiração, o murchamento e enrugamento da casca.

## 2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. M.; UESUGI, C. H.; UENO, B.; FERREIRA, M. A. S. V. Caracterização morfo-cultural e molecular de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* patogênicos ao mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 21-31, 2007.

AQUINO, C. F.; SALES, N. L. P.; SOARES, E. P. S. Chemical characterization and action of essential oils in the management of anthracnose on passion fruits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1059-1067, 2012.

BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. **Fitopatologia brasileira**, v. 29, n. 5, p. 555-557, 2004.

BENATO, E. A.; CIA, P.; SOUZA, N. L. Manejo de doenças de frutas pós-colheita. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 9, p. 403-440, 2001.

BONALDO, S.M.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R. et al. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de pepino contra *Colletotrichum lagenarium*, pelo extrato aquoso de *Eucalyptus citriodora*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 128-134, 2004.

BONETT, L. P.; ALMEIDA, A.; GONÇALVES, R. G. A. Morfocultural characterization and cross infection *Colletotrichum gloeosporioides* causes anthracn. **Ambiência**, v. 6, n. 3, p. 451-463, 2011.

BOTELHO, R.V.; MAIA, A. J.; PIRES, E. J. P. et al. Efeito do extrato de alho na quebra de dormência de gemas de videiras e no controle in vitro do agente causal da antracnose (*Elsinoe ampelina* Shear). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 096-102, 2009.

CARDOSO, M. G.; GAVILANES, M. L.; MARQUES, M. C. S.; SHAN, A.Y. K. V; SANTOS, B. R.; OLIVEIRA, A. C. B.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, A. L. S. **Óleos essenciais**. Lavras: UFLA, 2000. 42 p.

CARNELOSSI, P. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S. et al. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 4, p. 399-406, 2009.

CARON, Vanessa Cristina; JACOMINO, Angelo Pedro; KLUGE, Ricardo Alfredo. Conservação de cenouras 'Brasília' tratadas com cera. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 21, n. 4, p. 597-600, 2003.

CASTRO, L. O.; RAMOS, R. L. D. **Principais gramíneas produtoras de óleos essenciais**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2003. 28 p. (Boletim FE-

PAGRO, 11).

CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. de F. S.; SACRAMENTO, L. V. S. et al. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008.

CENCI, S. A. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. 1a ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 67-80, 2006.

CHALFOUN, S. M.; PEREIRA, M. C.; RESENDE, M. L.; ANGÉLICO, C. L.; SILVA, R. A. Effect of powdered spice treatments growth, sporulation and production of aflatoxin by toxigenic fungi. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 856-862, 2004.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CRAVEIRO, A. A.; MACHADO, M.I.L. De aromas, insetos e plantas. **Ciência Hoje**, v. 4, n. 23, p. 54-63, 1986.

DANTAS, J. L. L., CASTRO NETO, M. T. (2000). Aspectos botânicos e fisiológicos. **In: Trindade, A.V. (org) Mamão Produção: aspectos técnicos**. Cruz das Almas: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 11-14. (Frutas do Brasil, 3).

DURIGAN, José Fernando. Uso da modificação da atmosfera no controle de doenças. **Summa phytopatológica**, v. 25, n. 1, p. 83-88, 1999.

FAGUNDES, Angela Fuentes; DABUL, Audrei Nisio Gebieluca; AYUB, Ricardo Antonio. Aminoethoxivinilglicina no controle do amadurecimento de frutos de caqui cv. Fuyu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 73-75, 2006.

FAO. Statistics Division, 2016. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em: 25/08/2017.

FISCHER, I. H.; ARRUDA, M. C.; ALMEIDA, A. M et al. Doenças pós-colheita em variedades de manga cultivadas em Pindorama, São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 352-359, 2009.

FISCHER, I. H.; ARRUDA, M. C.; ALMEIDA, A. M. et al. Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá-amarelo de cultivo convencional e orgânico no centro-oeste paulista. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 254-259, 2007.

GARCIA, R.; ALVES, E. S. S.; SANTOS, M. P.; VIÉGAS-AQUIJE, G. M. F.; FERNANDES, A. A. R.; SANTOS, R. B.; VENTURA, J. A.; FERNANDES, P. M. B. Antimicrobial activity and potential use of monoterpenes as tropical fruits preservatives. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 39, n. 1p.163-168, 2008.

GUIMARÃES, Luiz Gustavo de Lima. Estudo da estabilidade e do efeito fungitóxico do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf). 2007.

HENRIQUE, C. M. Utilização do ethephon e da película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão Siciliano (*Citrus limon* (Linn) Burn). 1999. 161 f. **Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Botucatu**, 1999.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos de amidos modificados de mandioca. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 28, n. 1, p. 231- 240. 2008.

JÚNIOR, H. J. T.; MELLO, M. B. A.; JÚNIOR, N. S. M. Caracterização morfológica e fisiológica de isolados de *Colletotrichum* sp. causadores de antracnose em solanáceas. **Crops**, v. 32, n. 1, p. 71-79, 2006.

JUNQUEIRA, N. T. V.; CHAVES, R. C.; NASCIMENTO, A. C. et al. Efeito do óleo de soja no controle da antracnose e na conservação da manga cv. Palmer em pós colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 222-225, 2004.

JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNQUEIRA, K. P. **Principais doenças de ano-**

**náceas no Brasil: descrição e controle.** v. 36, edição especial, e., p. 055-064, 2014.

KAMEI, S. H.; COSTA, J. F. O.; NETTO, M. S. B. et al. Identification and characterization of *Colletotrichum* species associated with anthracnose of annonaceous crops in the state of Alagoas, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. SPE1, p. 209-216, 2014.

KISHORE, G. K.; PANDE, S. Evaluation of essential oils and their components for broad-spectrum antifungal activity and control of late leaf spot and crown rot disease in peanut. **Plant Disease**, Quebec, v. 91, n. 4, p. 375-380, 2007.

LEE, S. L.; CHOI, G. J.; JANG, K. S.; LIM, H. K.; CHO, K. Y.; KIM, J. C. Antifungal activity of five plant essential oils as fumigant against postharvest and soil borne plant pathogenic fungi. **Plant Pathology Journal**, Honolulu, v. 23, n. 2, p. 97-102, 2007.

MAFACIOLI, R.; TESSMANN, D. J.; SANTOS, A. F.; et al. Caracterização morfofisiológica e patogenicidade de *Colletotrichum gloeosporioides* da pupunheira. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 2, p. 113-117, 2006.

MARIN, SÉRGIO LUCIO DAVID. Mamão papaya—produção, pós-colheita e mercado. **CEP**, v. 60120, p. 002, 2004.

MARQUES, S. S.; SANTOS, M. P.; ALVES, E. S. S.; VILCHES, T. T. B.; SANTOS, R. B.; VENTURA, J. A.; FERNANDES, P. M. B. Uso de óleos essenciais no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose em frutos de mamoeiro. In: **Papaya Brasil**. 2003. P. 591-593.

MARTINS, E.R.; CASTRO, D.M. de; CASTELLANI, D.C.; DIAS, J.E. **Plantas medicinais**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 220 p.

MEDICE, R. A.; ASSIS, R. T.; MAGNO JÚNIOR, R. G.; LOPES, E. A. G. L. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. **Ciência Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 83-90, 2007.

NEGRAES, P. **Guia de A-Z de plantas**: condimentos. São Paulo: Bei Co-

municação, 2003. 267 p.

NEUWALD, D.A.; GIEHL, R.F.H.; SESTARI, I.; et al. Avaliação de filmes de polietileno para a conservação de caqui „Fuyu“ sob refrigeração. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.11, n.1, p.95-99, 2005.

OLIVEIRA, A. A R.; SANTOS FILHO, H. P.; MEISSNER FILHO, P. E. **Manejo de doenças do mamoeiro**. Curso de manejo de doenças-Embrapa Mandioca e Fruticultura. Vitória da Conquista-BA, 2011.

PEREIRA, A. A. **Efeito inibitório de óleos essenciais sobre o crescimento de bactérias e fungos**. 2006. 58 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras, 2006.

PEREIRA, R. B. **Extrato de casca de café e óleo de tomilho no controle de *Cercospora coffeicola* Berk & Cooke em cafeeiro**: 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia/fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Lavras, 2006.

PIMENTEL, F.A. **Avaliação fungitóxica e caracterização química dos óleos essenciais e extratos obtidos após diferentes processos de extração de Cipó Vick (*Tanaecium nocturnum*) e João Brandim (*Piper psicatorum*)**. 2007. 178 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2007.

PINHO, D. B.; MIZOBUTSI, E. H.; SILVA, S. O. E. Avaliação de genótipos de bananeira à *Colletotrichum musae* em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 786-790, 2010.

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

RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D.; DURIGAN, J. F. Mamão, uma história de sucesso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33 n.1especial, 2011.

SANTOS, M.C.; OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G.; OLIVEIRA, L. F. M. et al. Per-

fil volátil e potencial fungitóxico do hidrolato e extrato de sementes e folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 2, p. 284-289, 2014.

SCHMILDT, E. R.; TEIXEIRA, S. L.; SCHMILDT, O. Estabelecimento e multiplicação in vitro do mamoeiro 'Sunrise Solo Line 72/12' e 'Tainung 01'. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória, ES: INCAPER, 2005. p. 221-224.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. 2008. **Cultura: mamão**. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br>> Acesso em: 25/08/2017.

SILVA, C. M.; BOTELHO, R. V.; FARIA, C. M. R. D. Use of aqueous extract of chinaberry to control grapevine anthracnose. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 4, p. 312-318, 2012.

SILVA, I. D; TAKATSUKA, F. S.; ROCHA M. R.; CUNHA, M.G. Efeito do extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vog.) sobre o desenvolvimento de fungos e bactérias fitopatogênicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 2, p. 109-115, 2005.

SOUSA, R. M. S; SERRA, I. M. R. S; MELO, T. A. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 1, p. 42-47, 2012.

THOMPSON, J.F. Storage Systems. In: KADER, A.A. (ed.). Postharvest technology of horticultural crops. Oakland: University of California, p.113-134, 2002.

TIBOLA, Casiane Salete et al. Inibição da ação do etileno na conservação de caquis (*Diospyrus kaki* L.) 'Fuyu'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, 2005.

TOFFANO, L.; FISCHER, I. H.; BLUMER, S. et al. Potential of flavedo (epicarp) from *Citrus aurantifolia* cv. Tahiti on the control of green mold and anthracnose in citrus. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 1, p. 61-66, 2012.



VICENTINI, Nívea Maria; CEREDA, Marney Pascoli; CÂMARA, FL de A. Revestimentos de fécula de mandioca, perda de massa e alteração da cor de frutos de pimentão. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 3, p. 713-716, 1999.

VIDRIH, Rajko; SIMČIČ, Marjan; HRIBAR, Janez. **Storing of persimmon fruit under controlled atmosphere conditions**. 1990.

VILA, Mariana Teixeira Rodrigues. **Qualidade pós-colheita de goiabas' Pedro Sato'armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras.

VILAS, BOAS. EV de B. Tecnologia de processamento mínimo de banana, mamão e kiwi. **Seminário Internacional de pós-colheita e processamento mínimo de frutas e hortaliças**, p. 1-7, 2002.

## **EFEITO DE DIFERENTES ÓLEOS ESSENCIAIS ASSOCIADOS A BIOFILMES NO CONTROLE DA ANTRACNOSE EM QUALIDADE DE FRUTOS DO MAMOEIRO**

### **3 INTRODUÇÃO**

O Brasil é o segundo produtor mundial de mamão (*Carica papaya* L.), com uma produção de 1.517.696 t ano<sup>-1</sup>, situando-se entre os principais países exportadores, principalmente para o merca-

do europeu (IBGE, 2016). É considerada como uma das fruteiras mais cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Seus frutos, conhecidos como mamão ou papaya são excelentes fontes de cálcio, pró-vitamina A e vitamina C (ácido ascórbico), por isso são amplamente utilizados em dietas alimentares (Serrano e Cattaneo, 2010).

Segundo Silva (2012), o mamoeiro (*C. papaya* L.) é uma das frutíferas mais propensas ao ataque de fitopatógenos, desde as fases de pré até a pós-colheita. As perdas que surgem após a colheita, causam grandes prejuízos no período da comercialização (Dantas et al., 2003).

Dentre as doenças que atacam o mamoeiro a Antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. é a mais importante devido aos danos que pode ocasionar na produtividade e qualidade dos frutos. O patógeno pode infectar os frutos em qualquer estágio de desenvolvimento, mas principalmente em frutos maduros. As lesões começam com a formação de pontos negros, que vão aumentando de tamanho até transformar-se em lesões deprimidas, com até 5cm de diâmetro. A penetração do fungo ocorre por ferimentos causados na superfície dos frutos por insetos ou injúrias mecânicas. O seu controle tem sido alcançado por meio de um contínuo programa de pulverização química (Kimati et al., 2005).

O uso de fungicidas durante o desenvolvimento do fruto é

uma das maneiras mais efetivas de controle da antracnose (Liberato e Zambolim, 2002), porém é considerado um problema, visto que além de contaminações por resíduos químicos, alguns tratamentos podem afetar o processo de amadurecimento natural dos frutos. Também deve ser considerado que o uso permanente de fungicidas pode levar ao aparecimento de variações resistentes de fitopatógenos (Gomes et al., 2011). O uso intensivo de produtos químicos para controlar doenças em plantas e frutos vem causando prejuízos ao meio ambiente e selecionando espécies de fungos com resistência a fungicidas. Assim, justifica-se, portanto, a busca por métodos alternativos de controle, no qual se incluem o controle biológico e a indução de resistência em plantas pelo uso de extratos vegetais e óleos essenciais, dentre outros (Stangarlin et al., 1999; Schwanestrada e Stangarlin, 2005).

Considerando-se a diversidade de substâncias que existem nas plantas e a possibilidade de se encontrarem novas substâncias antifúngicas, as quais poderiam ser utilizadas diretamente pelo produtor, por meio do cultivo da planta "fungicida", preparo e aplicação direta do extrato na planta cultivada. Outra possibilidade é a identificação de substância(s) nos extratos vegetais, com característica fungicida, as quais podem servir de modelo para a síntese de novos fungicidas em um breve futuro (CELOTO, 2008).

A procura por novos agentes antimicrobianos, a partir de plantas, é intensa por causa da crescente resistência dos microrganismos

mos patogênicos frente aos produtos sintéticos. Trabalhos desenvolvidos com extratos brutos ou óleos essenciais, obtidos a partir de plantas medicinais têm indicado o potencial dos mesmos no controle de fitopatógenos (Cunico et al., 2003). Plantas medicinais possuem compostos secundários, considerados não-vitais às plantas, mas com função de proteção contra pragas e doenças e atração de polinizadores, que tanto podem ter ação fungitóxica, ação antimicrobiana direta, como também eliciadora, ativando mecanismos de defesa nas plantas (ação antimicrobiana indireta) (STANGARLIN et al., 1999). No período de desenvolvimento e após sua colheita, a resistência natural dos frutos geralmente diminui, facilitando a ação de microrganismos que provocam infecções e o desenvolvimento de doenças. Normalmente, nos frutos, as doenças causadas por fungos usualmente são provenientes de infecções latentes e o aumento da incidência e/ou severidade da doença. Desta forma, é de suma importância que ocorra a proteção de tecidos da planta hospedeira durante os períodos de suscetibilidade através de produtos naturais que possam ativar os mecanismos de resistência. Esta medida de controle pode ser considerada uma estratégia eficaz a ser inserida nos programas de manejo integrado de doenças.

O fruto de noni (*Morinda citrifolia* L.) é consumido há milênios na medicina popular polinésia devido aos benefícios nutricionais e terapêuticos. O consumo de noni cresceu vertiginosamente no Brasil nos últimos anos em decorrência das atividades biológicas

atribuídas a ingestão do suco da fruta (Palioto et al, 2015). Já o alecrim-pimenta (*L. sidoides*) é considerada uma planta medicinal muito utilizada sendo o potencial de seu óleo essencial como agente antimicrobiano (Guimarães et al, 2017).

Com isso tem sido empregado o uso de óleos essenciais como medida de controle de doenças que visam minimizar os riscos de poluição e ainda é pouco estudado, aliado a esses utilizam-se biofilmes. Desta forma, surge como uma alternativa possível de ser empregada no sistema de produção sustentável e possibilita várias alternativas de uso devido à grande diversidade de plantas existentes na flora brasileira.

Diante desta perspectiva, objetiva-se avaliar a ação antifúngica dos óleos essenciais de noni, citronela, capim-limão, mastruz e alecrim-pimenta de uso isolado ou associados a biofilmes, no controle da antracnose em qualidade pós-colheita de frutos de mamoeiro.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo Geral**

Avaliar o efeito de diferentes óleos essenciais associados a biofilmes no controle da antracnose em qualidade de frutos do mamoeiro.

### **4.2 Objetivos específicos**

Testar a agressividade de isolados de *Colletotrichum gloeospo-*

*rioides*, inoculados em frutos de mamoeiro;

Avaliar a fitotoxicidade de óleos essenciais de plantas medicinais em frutos de mamoeiro;

Avaliar a ação fungistática, *in vitro*, de óleos essenciais de plantas medicinais contra *C. gloeosporioides*;

Avaliar a eficácia de óleos essenciais e seus compostos majoritários aplicados no controle protetivo e curativo da antracnose em frutos;

Avaliar o efeito de diferentes biofilmes associados aos óleos essenciais e seus compostos majoritários no controle da antracnose do mamoeiro e na qualidade de frutos em pós-colheita.

## **5 MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal do Tocantins – UFT, Campus de Gurupi, durante os meses de agosto de 2016 a outubro de 2017.

### **5.1 Extração dos óleos essenciais**

As plantas medicinais foram coletadas no Município de Gurupi, em quintais, hortas e na Estação Experimental do Campus de Gurupi. Foram utilizadas as seguintes plantas, bem como as suas partes



na extração: Frutos de noni (*Morinda citrifolia*) e folhas das plantas de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.), citronela (*Cymbopogon nardus*) e alecrim pimenta (*Lippia sidoides*). Para extração do óleo dos frutos de noni foram coletados frutos maduros e para as demais espécies foram usadas folhas desidratadas à temperatura ambiente. Para a extração do óleo essencial usou-se o método de hidrodestilação, de acordo com a metodologia descrita por Castro et al., (2010), utilizando-se o aparelho Clevenger. O sobrenadante foi retirado com o auxílio de uma micropipeta e posteriormente depositado em frasco âmbar estéril, identificado e armazenado à  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , até a sua utilização.

## **5.2 Análises cromatográficas de óleos essenciais de alecrim-pimenta e noni**

As análises qualitativas foram realizadas por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massa CG-EM. O cromatógrafo utilizado foi o modelo Shimadzu GC-2010 equipado com detector seletivo de massa modelo QP2010 Plus, sendo o equipamento operado nas seguintes condições: coluna capilar de sílica fundida RTX-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu\text{m}$  de espessura de filme); com a seguinte programação da temperatura na coluna: 60 – 240  $^{\circ}\text{C}$  (3  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ); temperatura do injetor: 220  $^{\circ}\text{C}$ ; gás carreador hélio; injeção com taxa de split (1:100) com volume injetado de 1

$\mu\text{L}$  de uma solução 1:1000 em hexano. Para o espectrômetro de massas (EM), foram utilizadas as seguintes condições: energia de impacto de 70 eV; temperatura da fonte de íons e da interface: 200 °C. Foi injetada, nas mesmas condições das amostras, uma série homóloga de n-alcenos ( $\text{C}_9\text{H}_{20}$  .....  $\text{C}_{26}\text{H}_{54}$ ).

Os constituintes foram identificados comparando-se seus espectros de massas com aqueles dos bancos de dados das bibliotecas Nist e Wiley 229, e também por meio da comparação entre os seus índices de retenção calculados com aqueles presentes na literatura (Adams, 2007).

A quantificação dos teores dos compostos, expressa em porcentagem tendo como base a normalização de áreas, foi obtida por meio de um cromatógrafo gasoso equipado com um detector de ionização de chamas (DIC), utilizando-se um aparelho Shimadzu GC-2010, nas seguintes condições experimentais: coluna capilar RTX-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu\text{m}$  de espessura de filme); temperatura do injetor: 220 °C; temperatura do DIC: 300 °C; programação da coluna: temperatura inicial de 60 °C com uma taxa de aquecimento de 3 °C/min até 240 °C, em seguida, passando para uma taxa de aquecimento de 10 °C/min até 300 °C, permanecendo nessa temperatura por 10 min.; gás de arraste nitrogênio (1,18 mL  $\text{min}^{-1}$ ); taxa de split 1:50; pressão na coluna de 115 KPa e volume injetado de 1  $\mu\text{L}$ , diluído em hexano (1:100 v/v).

### 5.3 Obtenção dos isolados de antracnose

Para a realização dos estudos foram feitos isolamentos do patógeno a partir de frutos de mamão, cultivares Havai e Formosa, com sintomas da antracnose, naturalmente infectados por *C. gloeosporioides*, anexo (figura 1 e figura 2). Estes frutos foram adquiridos no comércio local do município de Gurupi, Tocantins. Os frutos foram levados ao laboratório onde com o auxílio de um bisturi flameado foram retirados pedaços de lesões com 0,5 cm de comprimento. Em seguida, foi feita assepsia mergulhando-se os tecidos em álcool (50%), por 30 segundos, e depois, em hipoclorito de sódio, a 1%, durante 40 segundos, com posterior lavagem em água estéril, por três vezes consecutivas. Na sequência, os pedaços foram transferidos para placas de Petri contendo meio de cultura BDA e mantidos em sala de incubação sob temperatura controlada de  $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , e fotoperíodo de 12 horas. Para o preparo do meio foram acrescentados 500 mg L-1 de antibiótico Ampicilina para evitar contaminação por bactérias. Foram vertidos 20 mL de meio de cultura por placa de Petri. No centro da placa foi colocado um disco de 6 mm de diâmetro de meio BDA contendo micélio e conídios do fungo. As placas foram vedadas com filme plástico PVC, cada isolado foi identificado com o código CG – *Colletotrichum gloeosporioides* e a numeração referente ao isolado, em seguida, foram colocadas à temperatura de  $27^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{ C}$ . Posteriormente, foram armazenadas na Coleção Mico-

lógica do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi.

#### **5.4 Agressividade dos isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* a frutos de mamoeiro**

Para o teste de agressividade, inicialmente foi realizada a repiçagem para a manutenção da cultura utilizando placas de Petri de 90 x 15 mm, com meio de cultura BDA (batata, dextrose e ágar). Posteriormente foram adquiridos no comércio local de Gurupi, frutos da cv. Formosa, uniformes em tamanho e estágio de maturação. Estes foram lavados com sabão neutro e enxaguados em água destilada esterilizada (ADE) por duas vezes. Cada isolado foi inoculado separadamente, na superfície do fruto "com e sem ferimento", por meio de discos de micélio de 6 mm de diâmetro. Os ferimentos foram feitos previamente na casca dos frutos, com bisturi esterilizado e em seguida depositados sobre a casca do fruto discos de micélio, anexo (figura 3). Em seguida, os frutos inoculados foram colocados em bandejas previamente lavadas com água e sabão e colocadas em câmara úmida a  $85\% \pm 3\%$  UR constante proporcionada por um umidificador e temperatura de  $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Para avaliação da agressividade foi medido o diâmetro da lesão no local inoculado após sete dias por meio de um paquímetro digital.

#### **5.5 Testes da fitotoxicidez dos óleos essenciais a frutos de mamão**

Para verificar a concentração de óleo essencial que não causasse danos aos frutos foram realizados testes preliminares de fitotoxicidade com as concentrações de 5% e 20% dos óleos essenciais diluídos em Tween 80 (2%) distribuindo 200 µL da solução na superfície do fruto com auxílio de hastes flexíveis de algodão. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado de  $(5 \times 2) + 2$ , em quatro repetições, sendo o fator A, representado pelos óleos essenciais de noni (*Morinda citrifolia*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.), citronela (*Cymbopogon nardus*) e alecrim pimenta (*Lippia sidóides*). O fator B, foi representado por duas doses de óleos essenciais, sendo respectivamente 5% e 20%. Foram utilizadas duas testemunhas, sendo uma aplicando-se apenas água nos frutos e na outra, aplicou-se solução de água + Tween 80 (a 2%). Após 48 horas foi feita a avaliação visual observando a presença de fitotoxicidade. Posteriormente, após a constatação de presença de fitotoxicidade nos frutos, na dosagem mais alta, foi realizado o teste com as concentrações crescentes variando de 1%, a 5% de todos os óleos diluídos em Tween 80 (a 1%), anexo (figura 4 e 5). Após 48 horas foi realizada a avaliação da fitotoxicidade por meio de uma escala de notas, proposta por Goes, (2004), em porcentagem, de danos ocorridos na casca dos frutos, em que: 0 (zero) – frutos com ausência de sintomas de fitotoxicidade; 1- frutos com sintomas leves (frutos com leves pontuações diminutas, pouco perceptíveis, sem restrição ao mercado de frutas frescas); 2 – frutos com sinto-

mas moderados (frutas com pontuações pequenas e visíveis, localizadas, às vezes em confluência, porém aceitas com restrição para o mercado de frutas frescas), 3 – frutos com sintomas severos (pontuações escuras bem visíveis, ocupando espaços variáveis no fruto, rejeitados para mercado de frutas frescas).

## **5.6 Ação fungistática *in vitro* dos óleos essenciais a antracnose**

Para o teste *in vitro*, usou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial de (5x7), sendo cinco óleos essenciais: noni (*M. citrifolia*) capim-limão (*C. citratus*), mastruz (*C. ambrosioides* L.), citronela (*C. nardus*) e alecrim pimenta (*L. sidóides*), e sete concentrações (0, 1000, 2000, 4000, 6000, 8000 e 10000 ppm). Cada repetição constituiu-se de uma placa de Petri, de 9 cm de diâmetro, com meio BDA. Adotou-se como testemunha a concentração 0 ppm (BDA mais solução estoque).

Para obtenção das soluções dos óleos essenciais, preparou-se, inicialmente, uma solução estoque, contendo 99 mL de água destilada esterilizada e 1 mL de Tween 80® (monoleato de sorbitano polioxietileno) a 1% (v/v). Os óleos essenciais foram distribuídos na superfície da placa de Petri contendo meio de cultura com auxílio de uma alça tipo Drigalsky. Após a distribuição, um disco de 6 mm de

diâmetro de BDA contendo micélio do fungo foi colocado no centro das placas. Em seguida placas foram vedadas com filme plástico PVC, identificadas e incubadas à temperatura de  $\pm 27\text{ }^{\circ}\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas. O efeito dos óleos essenciais sobre o crescimento micelial do fitopatógeno foi realizada com quatro medições aos (2, 4, 6, e 8 dias de incubação) de duas medidas diametralmente opostas do diâmetro micelial, utilizando-se um paquímetro digital, com esses dados foi obtido o cálculo do índice de velocidade de crescimento micelial, conforme a seguinte fórmula, descrita por Oliveira

(1991), onde: 
$$\text{IVCM} = \frac{\sum(\mathbf{D} - \mathbf{D}_a)}{\mathbf{N}}$$
, em que: IVCM= índice de velocidade de crescimento micelial; D= diâmetro médio atual da colônia;  $\mathbf{D}_a$  = diâmetro médio da colônia do dia anterior; N= número de dias após a inoculação.

Também foram feitas análises *in vitro* do efeito dos cinco óleos essenciais testados sobre a inibição dos conídios da antracnose. Após a extração dos óleos foram realizadas diluições nas concentrações de 0% (testemunha), 500, 1000, 2000, 3000, 4000 e 5000 ppm. Os conídios foram imersos em pequenos frascos contendo as doses descritas, em seguida foram colocados em lâminas e mantidas em câmara úmida em uma caixa gerbox por 48 h. Em seguida, considerou-se como germinado quando o mesmo atingiu cerca de 1, 5 vezes o tamanho do comprimento do conídio e com formação de apressório. Foram contados um total de 200 conídios por cada trata-

mento e os valores foram expressos em percentagem.

### **5.7 Eficácia dos óleos essenciais e seus respectivos compostos majoritários associados a diferentes biofilmes na proteção contra a antracnose**

Os frutos da cv. Formosa, foram adquiridos no comércio local da cidade de Gurupi, Tocantins. Todos os frutos foram selecionados quanto ao tamanho, cor, ausência de danos mecânicos e defeitos visando uniformização. Antes dos tratamentos, os frutos foram lavados com sabão neutro, enxaguados por duas vezes em água destilada esterilizada (ADE) e deixados para secar à temperatura ambiente. Foi preparada 30 mL de solução de cada óleo, sendo suficiente para o recobrimento dos frutos por tratamento via pulverização. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial de 4 x 4, sendo o fator a = quatro biofilmes e o fator b, representado por dois óleos essenciais e dois compostos majoritários. Os tratamentos biofilmes foram: Cêra de carnaúba; gelatina sem sabor, incolor, parafina e óleo de girassol, e água como testemunha. Todos os biofilmes receberam incorporação dos óleos essenciais de noni e lippia, a 3% e também seus respectivos compostos majoritários, o Ácido octanóico (2,5%) e o Timol (7,5%). Para cada tratamento foram empregados 3 frutos, sendo que cada fruto constituiu uma repetição. Durante o preparo as soluções dos biofilmes foram mantidas líquidas, por aquecimento



periódico, para que a pulverização cobrisse toda a superfície dos frutos. Para o tratamento com óleo de girassol seguiu-se a metodologia descrita por Junqueira (2004). Em seguida, os frutos foram postos para secar e após a secagem, foi realizada a inoculação sem ferimento dos frutos, com o fitopatógeno *C. gloeosporioides* pela deposição de disco de micélio (6 mm de diâmetro) em três pontos opostos na região equatorial do fruto. Posteriormente, os frutos foram acondicionados em bandejas, seguindo a metodologia adaptada de Evangelista (2014) e Benincá (2014). Após o recobrimento dos frutos com os tratamentos e a inoculação estes foram mantidos em câmara úmida sob umidade relativa variando de 80 – 90% e temperatura ambiente de  $27 \pm 3$  °C.

As avaliações foram realizadas periodicamente a cada 48 horas, até o amadurecimento (ponto ótimo de consumo e fim da vida útil. A perda de massa fresca (PMF) foi obtida pela diferença entre o peso inicial, utilizando-se balança digital, semi-analítica, com precisão de 0,05g. e o final expresso em porcentagem. Avaliou-se também a concentração de sólidos solúveis totais (°Brix) determinado no suco dos frutos, utilizando-se refratômetro manual, tipo Atago, com escala de 0 a 32 °Brix (Carvalho et al., 1990). A determinação da severidade da antracnose foi realizada a cada dois dias totalizando quatro avaliações. Para isso foi quantificado o diâmetro das lesões (mm) e posteriormente calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme a equação apresentada por Camp-

bell & Madden (1990).

## **5.8 Efeito dos óleos essenciais associados a diferentes biofilmes na perda de peso e no tempo de prateleira de frutos de mamoeiro**

Os frutos utilizados nos ensaios da cv. Formosa, foram adquiridos no comércio local e produzidos em pomares no Estado do Tocantins. Todos apresentavam coloração e aspecto "de vez", ou seja, anterior à fase de maturação. Os mesmos foram lavados com sabão neutro e enxaguados em água destilada esterilizada ADE. Após a secagem foram aplicados as soluções contendo cada tratamento com o auxílio de um borrifador manual. Imediatamente após os tratamentos, os frutos foram acondicionados em bandejas de plástico e armazenados a  $27 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa variando de 72 a 85%.

Para o estudo da desidratação os frutos tiveram os seguintes tratamentos: testemunha (água estéril), Cêra de Carnaúba + *L. sidoides*, Gelatina + *L. sidoides*, Parafina + *L. sidoides*, Óleo de Girassol + *L. sidoides*, Cêra de Carnaúba + *M. citrifolia*, Gelatina + *M. citrifolia*, Parafina + *M. citrifolia* e Óleo De Girassol + *M. citrifolia*. A medição da desidratação foi feita a cada dois dias após aplicação do tratamento e em última etapa, após oito dias do tratamento, pela medição da massa dos frutos, com auxílio de uma balança digital.

Destes foram selecionados 3 tratamentos com melhor desempenho e adicionados os óleos essenciais de noni (*Morinda citrifolia*)

e alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) e seus compostos majoritários ácido octanóico e timol, respectivamente, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições, em esquema fatorial  $(3 \times 4) + 1$ , sendo o fator A = biofilmes e fator B = óleos essenciais e dois compostos majoritários, e água como a testemunha.

A vida útil pós-colheita dos frutos foi definida através de três variáveis: a perda de massa (desidratação), a mudança na coloração da casca e o tempo de vida útil que o fruto apresentou a contar do dia de instalação até não estar mais em condições de ser comercializado e/ou consumido (início da senescência).

A perda de massa foi realizada a cada dois dias do tratamento, com auxílio de uma balança digital. A cor da casca foi determinada mediante comparação com a escala de cores da Frutiséries 7 (Brasil, 2000), cujos estádios de maturação variam de 0 a 5, sendo: 0 (100% verde); 1 (até 15% da superfície amarela); 2 (até 25% da superfície amarela); 3 (até 50% da superfície amarela); 4 (50% a 75% da superfície amarela), e 5 (76 a 100% da superfície amarela). A concentração de sólidos solúveis totais ( $^{\circ}$ Brix) foi determinado no suco dos frutos, utilizando-se refratômetro manual, tipo Atago, com escala de 0 a  $32^{\circ}$ Brix (Carvalho et al., 1990). A firmeza da polpa foi determinada realizando-se uma inserção no fruto nas regiões mediana, com penetrômetro de bancada SoilControl/USA, modelo PDBF-200, com ponteira de 8mm, sendo expressa em newton.

## 5.9 Análises estatísticas

As médias dos dados relativos à caracterização dos frutos e às características físicas e químicas foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando-se o *software* SISVAR (FERREIRA, 2014). Sendo os dados sobre o estudo de vida de prateleira representado em figuras

As avaliações da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e para a perda de massa com e sem inoculação submetidos à aplicação de fungicida, biofilmes com incorporação dos óleos essenciais de noni (*Morinda Citrifolia*), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) e seus compostos majoritários foram comparados pelo teste de Scott-Knott ( $p = 0,05$ ) utilizando-se o *software* SISVAR (FERREIRA, 2014).



## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Análises cromatográficas de óleos essenciais de lippia e noni

De acordo com a análise cromatográfica dos óleos essenciais de alecrim-pimenta e noni (Tabela 1), verifica-se que na constituição química foi identificado o constituinte majoritário timol (92,68 %), para o óleo essencial de alecrim-pimenta. Com relação à composição do noni, o ácido octanóico (82,24 %) foi o constituinte majoritário.

**Tabela 1.** Constituintes químicos de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) e noni (*Morinda citrifolia* L.) identificados em seus respectivos óleos essenciais extraídos a partir de folhas e frutos coletados em Gurupi, Tocantins, 2017.

---

#### Óleo essencial de alecrim-pimenta

---

<b>Composto</b>	<b>TR (min)</b>	<b>IR</b>	<b>(%)</b>
$\alpha$ -tujeno	5,915	924	0,051
$\alpha$ -terpineno	8,680	1014	0,091
$\rho$ -cimeno	8,944	1020	1,162
$\gamma$ -terpineno	10,176	1054	0,250
cis-sabineno hidratado	10,656	1065	0,102
4-terpineol	15,19	1174	0,453
Timol metil éter	17,264	1232	0,430
Timol	20,075	1289	92,684
(E)-cariofileno	25,369	1417	2,235
$\alpha$ -humuleno	26,849	1452	0,134
Óxido de cariofileno	31,878	1582	0,617

### Óleo essencial de noni

<b>Composto</b>	<b>TR (min)</b>	<b>IR</b>	<b>(%)</b>
3-methyl-3-buten-1-yl acetate	4,583	888	_*
2-heptanone	4,992	897	-
Methyl hexanoate	5,774	922	-
Hexanoic acid	7,634	987	8,26
Ethyl hexanoate	7,974	999	2,48
Methyl octanoate	12,713	1123	-
Octanoic acid	15,603	1177	82,24
Ethyl octanoate	15,803	1196	-
Isopentyl hexanoate	18,537	1259	1,60
3-methyl-2-butenyl hexanoate	19,983	1292	-
Não identificado	24,026	-	-
3-methylbutyl octanoate	26,897	1457	4,25
3-metilbut-2-enil octanoate	28,226	1489	-

TR= Tempo de retenção; IR=

## Índice de retenção

Segundo (Darrow & Bowers, 1997) o teor de metabólitos secundários é variável em plantas em função à diversos fatores. Entre eles, encontra-se a composição genética da planta. A variação sazonal dos metabólitos secundários pode ser causada por demandas fisiológicas como crescimento, defesa e reprodução, de modo que, pode ser influenciada por diversidades no meio ambiente como estresse hídrico, luz, deficiência de nutrientes, temperaturas extremas, poluição e a presença e/ou ausência de microrganismos patogênicos. O estudo desta variação é muito importante, pois permite conhecer o período em que alguns constituintes estão em maior proporção, podendo estar relacionado com a resistência ou susceptibilidade a ataques por microrganismos ou insetos herbívoros.

Gonçalves et al. (2015), avaliando o potencial fungitóxico dos óleos essenciais de *Lippia sidoides*, e de seus componentes majoritários, sobre o crescimento micelial dos fitopatógenos *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*, tiveram resultados contrários constatando que os componentes majoritários obtidos foram o carvacrol (33,27%) e o 1,8-cineol (24,41%). Já Costa et al. (2005), quando trabalhando com *L. sidoides*, encontrou o timol como constituinte químico majoritário com um valor de 43,5%. A composição dos componentes secundários nas plantas é resultado



do balanço entre a sua formação e transformação que ocorrem durante o crescimento em decorrência principalmente de três fatores: genéticos, ambientais, e das técnicas de cultivo (Castro et al., 2002).

Com relação ao óleo de noni, os estudos são mais escassos. Resultados semelhantes foram encontrados por Dalcin et al. (2017), durante análise de compostos presentes no óleo essencial de frutos de noni. Pôde - se observar neste estudo que o ácido octanóico foi o componente majoritário, correspondendo a 82,24%. Osorio (2016) também obtiveram resultados semelhantes, identificando o ácido octanóico com um teor médio de 64,03%.

### **6.1 Agressividade dos isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* aos frutos de mamoeiro**

Foram 30 isolados de *C. gloeosporioides* testados destes, o CG2 foi o mais agressivo causando maior lesão nos frutos com e sem a presença de ferimento na casca do fruto. De um total de 30 isolados avaliados 17 causaram doença com ferimentos na casca dos frutos, mas apenas o CG2 e CG29 foram capazes de causar a antracnose sem o ferimento. Treze isolados não foram capazes de provocar sintomas de antracnose, mesmo com a abertura de ferimentos e neste caso, podem ser considerados como não patogênicos (Tabela 2). Acredita-se que, neste caso, mesmo estando presentes as lesões, estes não seriam os isolados patogênicos, causadores da antracnose,

mas sim, apenas microrganismos associados aos tecidos necróticos dos frutos.

**Tabela 2.** Agressividade dos isolados de *C. gloeosporioides* aos frutos de mamoeiro após sete dias de inoculação.

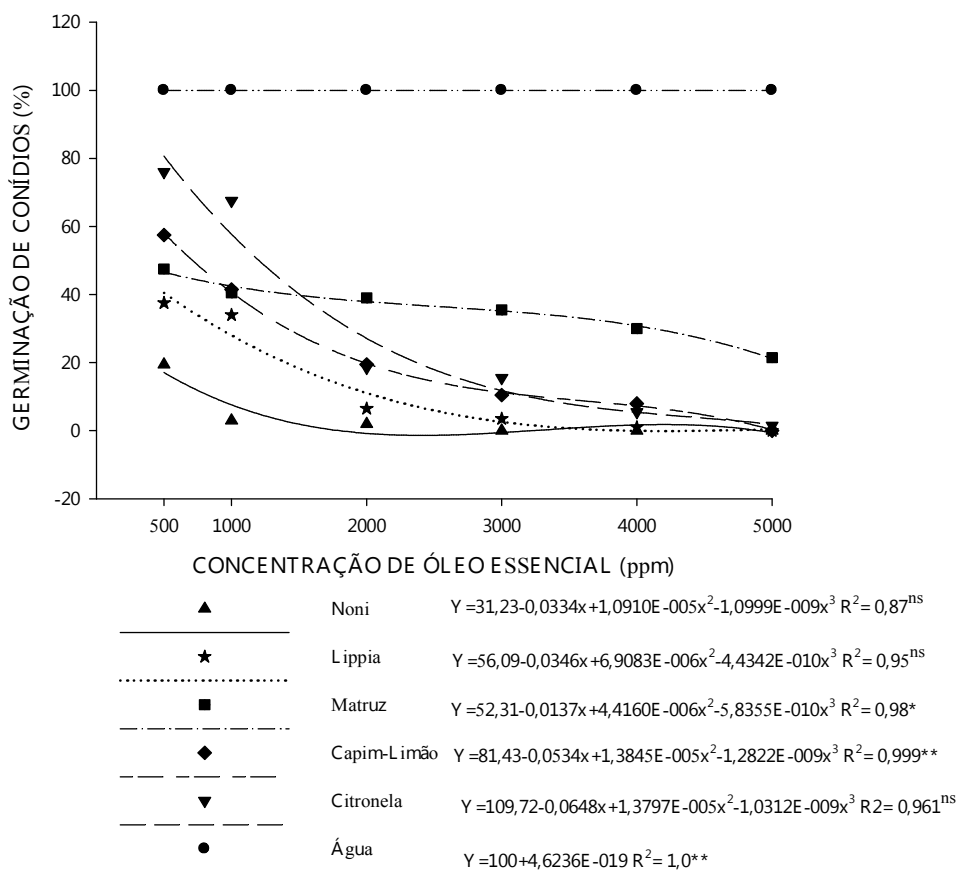
Isolados	CF	SF	Isolados	CF	SF	Isolados	CF	SF
CG 1	+	-	CG 11	-	-	CG 21	+	-
CG 2	+++	++	CG 12	-	-	CG 22	+	-
CG 3	++	-	CG 13	-	-	CG 23	+	-
CG 4	++	-	CG 14	-	-	CG 24	+	-
CG 5	++	-	CG 15	-	-	CG 25	+	-
CG 6	++	-	CG 16	-	-	CG 26	+	-
CG 7	++	-	CG 17	-	-	CG 27	+	-
CG 8	-	-	CG 18	-	-	CG 28	+	-
CG 9	-	-	CG 19	-	-	CG 29	+	+
CG 10	-	-	CG 20	-	-	CG 30	+	-

CG: isolados de *C. gloeosporioides*; CF: Com fermento na casca do fruto; SF: Sem fermento; -: não patogênico; + :pouco agressivo; ++ :agressivo e +++ : muito agressivo.

### 6.3 Germinação de conídios de *C. gloeosporioides* em função de doses crescentes de óleos essenciais

Verificou-se que todos os óleos essenciais reduziram a germinação de conídios de *C. gloeosporioides* conforme o aumento das concentrações (Figura 1). Os óleos essenciais de noni, inibiram totalmente a germinação de conídios a partir da concentração de 3000

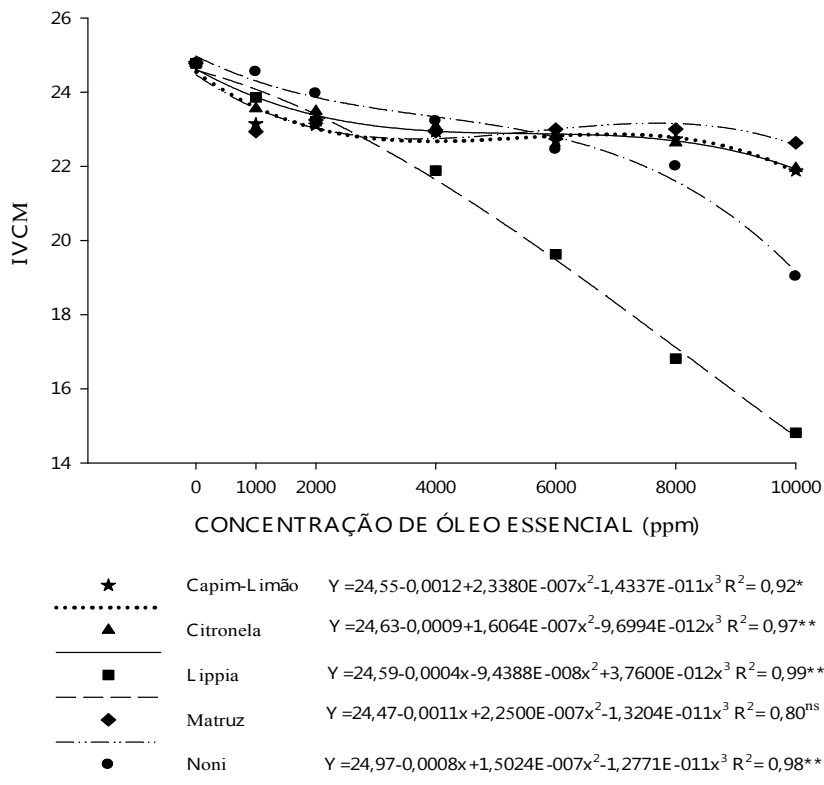
ppm. Alecrim-pimenta e capim-limão, inibiram completamente na maior concentração (5000 ppm). Já o óleos essenciais de mastruz e citronela foram menos eficientes, não inibindo totalmente a germinação dos conídios na maior concentração.



**Figura 1:** Germinações *in vitro* de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides* com diferentes concentrações dos óleos essenciais de capim-limão,

citronela, alecrim-pimenta, mastruz e noni após 48 horas de incubação. ns = não significativo, \* = 5% e \*\* = 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Observa-se que dentre os óleos testados, o noni e o alecrim-pimenta tiveram maior efeito inibitório no crescimento micelial do patógeno (Figura 2), sendo que o óleo essencial de alecrim-pimenta destacou-se em relação aos demais e provocou considerável inibição do micélio fúngico já a partir da concentração de 4.000 ppm, enquanto que o óleo essencial de noni teve efeito destacado dos demais apenas a partir da concentração de 6.000 ppm.



**Figura 2:** Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) de *Colletotrichum gloeosporioides* em função de diferentes concentrações de óleos essenciais em oito dias de avaliação. ns = não significativo, \* = 5% e \*\* = 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A concentração de 1.000 ppm demonstrou menor capacidade de inibição para todos os óleos essenciais testados com seus valores de IVCM maiores que 22,9. Já os óleos essenciais de capim-limão,

citronela e mastruz apresentaram menor efeito inibitório, sendo verificados valores na maior concentração (10000 ppm) variando de 21,9 a 22,6, demonstrando desta forma, que todas as concentrações dos óleos essenciais inibiram o crescimento das hifas do fungo, porém em menor intensidade do que os óleos essenciais de alecrim-pimenta e noni.

Segundo Franchi et al. (2008), os frutos de noni possuem mais de 160 constituintes já identificados, dentre estes destaca-se asperulosido, escopoletina e antraquinonas, além de vitaminas e vários aminoácidos. Esses compostos encontrados nos frutos de noni podem diminuir ou dependendo da concentração inibir totalmente o crescimento micelial de alguns fungos. Corroborando com esses resultados, Sahoo et al. (2012) observaram potencial fungitóxico no extrato de folhas de noni sobre algumas espécies fúngicas de *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Rhizopus oryzae*, *Helminthosporium* sp., *Curvularia* sp. e *Sclerotium* sp., considerados alguns importantes fitopatógenos em diversas culturas.

#### **6.4 Fitotoxidez dos óleos essenciais sobre os frutos de mamoeiro**

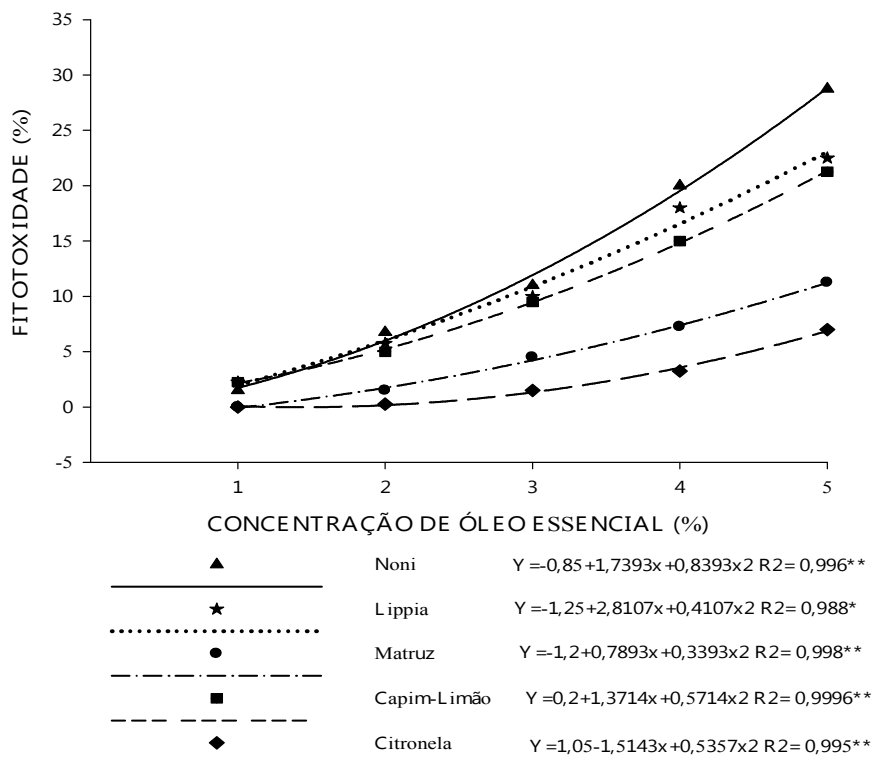
De um modo geral verificou-se que as concentrações de 5 e 20 % dos óleos essenciais provocaram fitotoxidez nos frutos de mamoeiro (Tabela 3). Foram observadas injúrias nos frutos, variando de descolorações leves ou mais fortes, indo até a necroses e morte dos tecidos. Estes sintomas foram mais evidentes na concentração de

20%, para todos os óleos. Os óleos essenciais de alecrim-pimenta, mastruz e capim-limão apresentaram efeito fitotóxico igual ou inferior a 5%. Já as concentrações de 20% apresentaram marcantes efeitos de fitotoxicidade, chegando a atingir valores superiores a 90% para os óleos essenciais de alecrim-pimenta e noni.

**Tabela 3.** Teste de fitotoxicidade em frutos de mamão com duas concentrações de óleos essenciais de noni (*Morinda citrifolia*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.), Citronela (*Cymbopogon nardus*) e alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), sendo duas testemunhas (água e água+Tween 1%).

Concentração	Capim-Limão ( <i>Cymbopogon citratus</i> )	Citronela ( <i>Cymbopogon nardus</i> )	Alecrim-pimenta ( <i>Lippia sidoides</i> )	Mastruz ( <i>Chenopodium ambrosioides</i> L.)	Noni ( <i>Morinda citrifolia</i> )
5%	2,25 (±0,0)	16,25 (±0,06)	2,25 (±0,01)	3,50 (±0,01)	7,50 (±0,01)
20%	10,50 (±0,02)	30,00 (±0,04)	100,00 (±0,00)	11,25 (±0,03)	90,25 (±0,04)
Testemunha: Água = 0% de fitotoxicidez					
Testemunha: Água + Tween 1% = 0% de fitotoxicidez					

Na avaliação das doses variando de 1 a 5%, pode-se verificar que a concentração até o limite de 3%, provocou menor quantidade de injúria do que as concentrações de 4 e 5% (Figura 3). Portanto, definiu-se a concentração de 3% (no qual causou apenas leves sintomas de fitotoxicidade, bem menores do que a 5%) para ser utilizada nos demais ensaios com o uso de cinco diferentes biofilmes, com a agregação dos óleos essenciais a estes biofilmes.

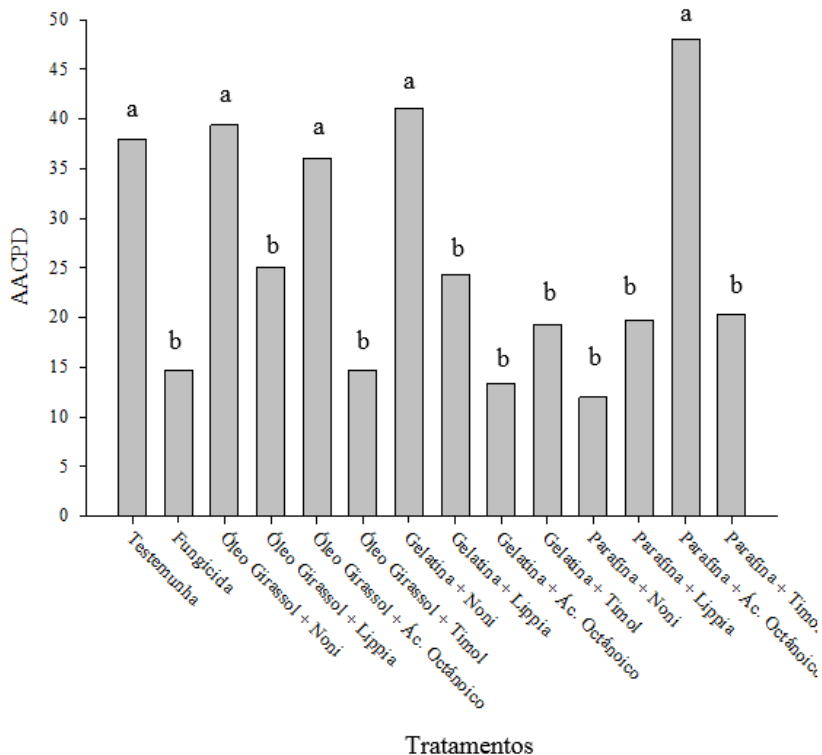


**Figura 3:** Fitotoxicidade de cinco concentrações de óleos essenciais de noni (*Morinda citrifolia*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.), citronela (*Cymbopogon nardus*) e alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) aplicados em frutos de mamoeiro. \* = 5% e \*\* = 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

## 6.5 Eficácia dos óleos essenciais e seus respectivos compostos majoritários associados a diferentes biofilmes aplicados no controle protetivo da antracnose em frutos de mamoeiro



Para o progresso da doença dos frutos tratados e inoculados após 24 h (Figura 4), foi observado diferenças significativas entre os tratamentos. Maior Área Abaixo da Curva de Progresso de Doença (AACPD) foi observada nos tratamentos óleo de girassol + noni, óleo de girassol + ácido octanóico, gelatina + noni e parafina + ácido octanóico demonstrando menor eficácia no controle desta doença diferindo dos demais tratamentos que foram mais eficazes, em que se observou um menor valor de AACPD. Este resultado demonstrou que a maior ação de controle do patógeno pode estar relacionado à combinação de constituintes químicos presentes no biofilme e/ou outros constituintes no óleo do que uma simples ação isolada de um composto majoritário.



**Figura 4:** Área Abaixo da Curva de Progresso da antracnose em frutos de mamoeiro submetidos à aplicação de fungicida, biofilmes com incorporação dos óleos essenciais de noni (*Morinda Citrifolia*), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) e seus compostos majoritários. Letras iguais acima das colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ( $p = 0,05$ ).

Acredita-se que a interação entre todos os compostos do óleo essencial de noni e/ou ao biofilme promoveram um efeito inibitório

potencial que foi responsável pela redução da AACPD. Como o ácido octanóico quando associado à gelatina promoveu melhor controle da doença, demonstrando que o efeito poderá ser aumentado sob influência do biofilme. Este efeito pôde ser observado tanto para os óleos essenciais de lippia e noni associados aos diferentes biofilmes testados.

Trabalhos semelhantes avaliando o potencial de óleos essenciais no controle de pós-colheita de fitopatógenos já foram relatados. Carnelossi et al. (2009), avaliando óleos essenciais no controle pós-colheita de *C. gloeosporioides* em mamão, observaram menor área com lesão abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e menor severidade para os frutos tratados com óleo de *C. citratus*.

Todos os tratamentos com incorporação do óleo essencial de *L. sidoides* não diferiram estatisticamente. Os resultados encontrados diferem de Zillo (2017) que trabalhando com óleo essencial de *L. sidoides* associado à película de carboximetilcelulose no controle do *C. gloeosporioides*, demonstrou capacidade de reduzir a severidade da doença.

Verificou-se na literatura que há uma carência de informações a respeito da utilização do óleo essencial de noni e seu composto majoritário associado a biofilmes com atividades antifúngicas em relação ao controle de doenças em frutos.

## **7 EFEITO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS ASSOCIADOS A DIFE-**

## **RENTES BIOFILMES NA DESIDRATAÇÃO E NO TEMPO DE PRATELEIRA DE FRUTOS DE MAMOEIRO**

### **7.1. Desidratação de frutos revestidos com biofilmes incorporados com óleos essenciais**

Para todos os tratamentos houve perda de massa progressiva até a finalização do experimento, aos 8 dias (Tabela 4). Os resultados obtidos mostram que no revestimento usando parafina + lippia houve uma menor perda de massa comparando-se com os demais tratamentos, diferindo estatisticamente da testemunha. Resultado semelhante foi encontrado quando se usou parafina + noni. O tratamento dos frutos com parafina + lippia não diferiu estatisticamente do revestimento com óleo de girassol + noni, no período de 4 e 6 dias de armazenamento. Com relação ao tratamento com óleo de girassol + noni não diferiu estatisticamente do parafina + noni. Por outro lado nos tratamentos com carnaúba + lippia, carnaúba + noni, gelatina + lippia, gelatina + noni e óleo de girassol + lippia houve uma maior perda de massa, atingindo valores próximo a 20% do peso em relação à massa inicial durante o armazenamento, enquanto nos frutos do tratamento testemunha houve a maior perda de massa, chegando os frutos a perderem 23% do peso inicial em apenas oito dias de armazenamento.

A aplicação dos biofilmes gera acúmulo de  $\text{CO}_2$  e diminuição do  $\text{O}_2$  disponível para os frutos, reduzindo assim as taxas respirató-

rias e a produção de etileno, com isso atrasando o processo de maturação dos frutos (Chitarra e Chitarra, 2005).

**Tabela 4.** Perda de água em frutos de mamoeiro submetidos a tratamentos com diferentes biofilmes incorporados à óleos essenciais de noni e alecrim-pimenta.

Tratamentos	Dias Após Aplicação				
	2	4	6	8	
	(%)	(%)	(%)	(%)	Brix°
Testemunha	5,3 a*	8,1 a	13,6 a	22,6 a	11,0 ab
Cera de Carnaúba + <i>Lippia sidoides</i>	4,0 ab	6,1 ab	11,6 ab	19,7 ab	11,3 ab
Gelatina + <i>Lippia sidoides</i>	4,9 a	7,9 a	11,5 ab	19,5 ab	11,5 ab
Parafina + <i>Lippia sidoides</i>	3,1 b	4,4 b	7,3 b	7,8d	10,6 ab
Óleo de Girassol + <i>Lippia sidoides</i>	3,9 ab	5,7 ab	9,7 ab	17,4 ab	12,0 ab
Carnaúba + <i>Morinda citrifolia</i>	3,7 ab	6,0 ab	11,6 ab	20,2 ab	9,1 b
Gelatina + <i>Morinda citrifolia</i>	3,6 ab	5,7 ab	9,9 ab	16,6 ab	10,5 ab
Parafina + <i>Morinda citrifolia</i>	3,6 ab	5,3 ab	8,8 ab	9,8cd	10,8 ab
Óleo De Girassol + <i>Morinda citrifolia</i>	3,5 ab	4,1 b	7,4 b	14,3 bc	13,0 a

\*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em um trabalho semelhante Oliveira et al. (2011) evidenciaram que o filme permite a livre permeação do vapor d'água proveniente do fruto para a atmosfera, sendo que o próprio filme perde seu conteúdo de água, em percentuais que podem chegar a 80% de sua massa inicial, em 24 horas.

De um modo geral, os frutos com revestimento (Tabela 4),

não diferiram estatisticamente da testemunha para os valores de sólidos solúveis, havendo diferença estatística apenas no tratamento com cera de carnaúba + noni, no qual se pode observar um valor menor que a testemunha. Resultados semelhantes foram encontrado por Carnelossi (2009), em que os frutos tratados com óleos essenciais e inoculados com *C. gloeosporioides*, 24 horas após os tratamentos, não apresentaram diferenças significativas entre si, para os valores de sólidos solúveis totais.

## **7.2. Efeito dos óleos essenciais associados a diferentes biofilmes na qualidade de frutos de mamoeiro e no controle da antracnose em pós colheita de frutos com infecção natural e artificial**

Observou-se que todos os tratamentos aplicados nos frutos de mamão, tiveram valores médios de sólidos solúveis totais (SST) semelhantes estatisticamente, ou seja, ao comparar o teor de sólidos solúveis da testemunha com os demais tratamentos, verificou-se que não houve diferença significativa (Tabela 5).

**Tabela 5.** Teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) e firmeza de polpa em

frutos de mamão sob diferentes tratamentos aplicados sobre a casca após 12 dias de armazenamento

Tratamento	SST °Brix	Firmeza (Newton)
Testemunha	9,67 <sup>ns</sup>	2,7b
Óleo de girassol + Noni	8,2	7,9 <sup>a</sup>
Óleo de girassol + Lippia	9,7	4,0ab
Óleo de girassol + Ác. Octanóico	10,3	6,2ab
Óleo de girassol + Timol	9,0	6,0ab
Gelatina + Noni	8,3	3,1b
Gelatina + Lippia	9,7	5,1ab
Gelatina + Ác. Octanóico	9,3	4,1ab
Gelatina + Timol	9,7	4,6ab
Parafina + Noni	7,3	2,5b
Parafina + Lippia	8,3	3,7b
Parafina + Ác. Octanóico	8,7	2,7b
Parafina + Timol	8,7	5,0ab
CV%	14,56	30,47

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. ns - Não significativo. Firmeza: Dados transformados pela raiz quadrada.



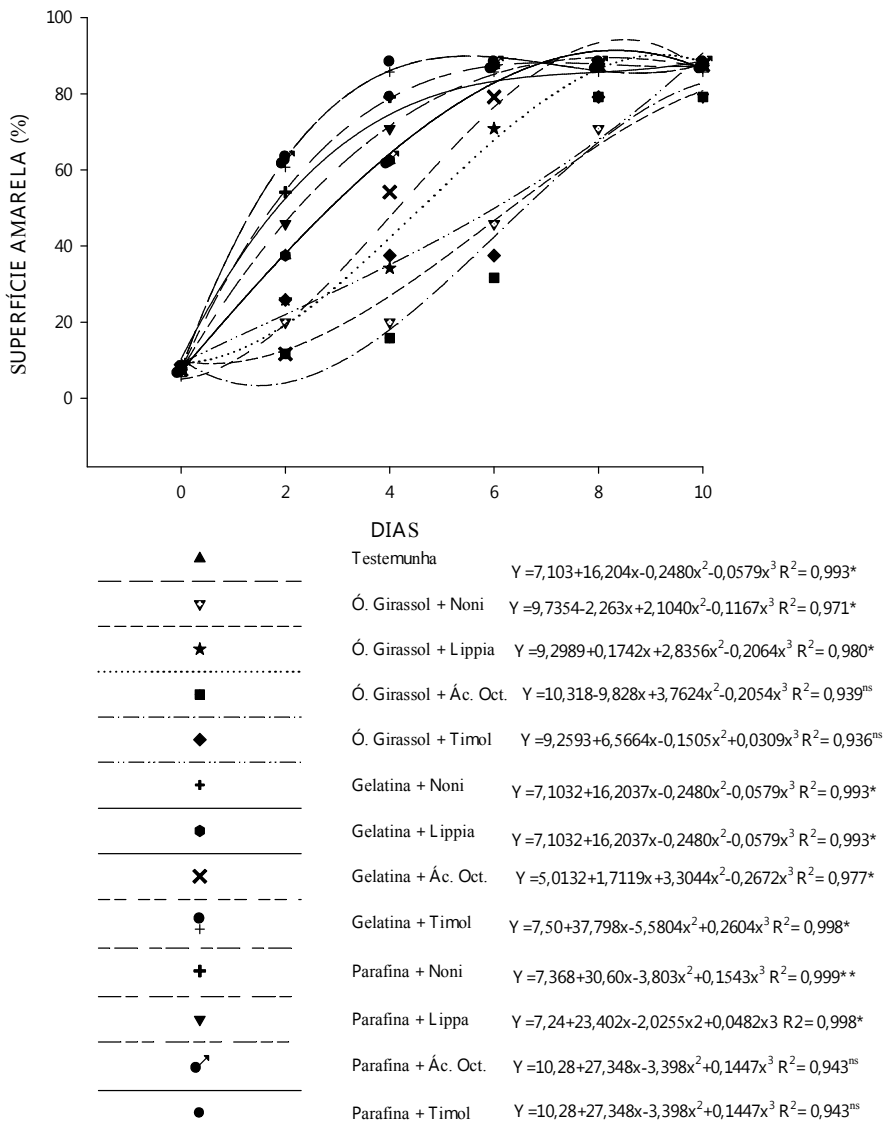
Resultados contrários ao presente trabalho foram encontrados por Haertel (2013) que ao trabalhar com frutos de morango com aplicação de diferentes tipos de composição de revestimento (sendo dois deles: 5 % gelatina + 1% sorbitol + 3 % óleo de canola e 5 % gelatina + 1% sorbitol + 6 % óleo de canola) e o tratamento controle, observou-se que em todos os tratamentos aplicados, o SST ao final do experimento apresentaram valores inferiores ao início do experimento, com exceção apenas para o tratamento controle, no qual observou-se aumento do teor de SST na amostra.

Evangelista et al. (2014) avaliaram cinco tratamentos, que consistiram de diferentes aplicações de películas comestíveis sobre os frutos de tomate, observaram diferença significativa para os teores de sólidos solúveis (SS) entre os tratamentos.

Com relação à variável firmeza dos frutos (Tabela 5), houve diferença estatística entre os tratamentos. Os tratamentos com óleo de girassol, de um modo geral, proporcionaram maior firmeza de polpa, principalmente quando em mistura com o óleo de Noni. Este tratamento se mostrou superior à testemunha e aos tratamentos com: Gelatina + Noni, Parafina + Noni, Parafina + Lippia e Parafina + Ác. Octanóico. Os demais tratamentos tiveram firmeza semelhante durante o período de armazenamento, tanto quando comparado ao melhor tratamento (Óleo de girassol + Noni) como a testemunha. Acredita-se que o óleo de girassol associado aos outros tratamentos, principalmente com o Noni se mostrou superior devido o fator dele

conter substâncias como os lipídeos, que reduz a permeabilidade do fruto, diminuindo a taxa respiratória e de amadurecimento. Este resultado corrobora com Bem-Yehoshua (1987), quando avaliou o uso de outras substâncias, em maçã, também verificou que o óleo mineral e a parafina reduzem a permeabilidade da epiderme, diminuindo a taxa respiratória e de amaciamento da polpa e retardando as alterações na cor da casca.

O óleo de girassol associados ao óleo essencial de noni e óleo de girassol associados ao ácido octanóico foram os que mantiveram a cor amarela normal dos frutos por maior tempo, visto que os mesmos até o período de 10 dias de armazenamento não haviam alcançado a maturação completa testemunha a qual já a partir do sexto dia se encontrava completamente amadurecida (Figura 5). É possível verificar que os tratamentos com óleo de girassol mantiveram a cor esverdeada da casca até aos seis dias decorridos do tratamento.



**Figura 5:** Período de amadurecimento de frutos de mamoeiro em função de diferentes tratamentos com óleos de girassol e lippia associados a dife-

rentes biofilmes. ns = não significativo, \* = 5% e \*\* = 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Os frutos entram em processo de maturação antes mesmo de serem colhidos, sendo que sua maturação aumenta progressivamente dias após a colheita, devido aos processos fisiológicos dos frutos, que aumenta a transpiração e respiração, acelerando assim a maturação fisiológica dos mesmos. Este processo pode ser observado na figura 5, durante o amadurecimento de frutos de mamoeiro. No presente trabalho verificou-se que o uso de biofilmes incorporados a óleos essenciais pode ajudar a retardar a maturação dos frutos, aumentando assim o tempo de prateleira.

Com relação à perda de massa (Tabela 6), em frutos sem inoculação, verificou-se que todos os tratamentos tiveram perda de massa de forma constante, ou seja, com o passar dos dias foram perdendo massa. As maiores perdas de massa foram verificadas ao final do armazenamento, a testemunha com 13,89% e os frutos tratados com óleo de girassol + timol com 12,16%, gelatina + noni com 11,44%, gelatina + ác. octanóico com 10,50% e gelatina + lippia com 10,04% diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

Resultado semelhante foi encontrado em frutos inoculados (Figura 6), onde todos os frutos tratados perderam massa progressivamente, conforme aumentou o tempo de armazenamento. Nos tratamentos parafina + lippia e parafina + noni verificou-se diferença es-

tatística na qual a menor perda de massa foram observados nestes tratamentos ao final do armazenamento. A partir do décimo dia não foi mais possível realizar as avaliações, pois os frutos se encontravam em estado avançado de deterioração, devido à maior severidade da doença provocada pelo fungo nos frutos inoculados. Também verificou-se que a perda de massa não é provocada necessariamente devido às lesões provocadas pelo patógeno, mas sim, principalmente devido à desidratação.

**Tabela 6.** Perda de massa de frutos de mamoeiro em função do

tempo (dias) sem e com inoculação de *Colletotrichum gloeosporioides* sobre a casca, e aplicação de tratamentos com ação fungistática.

Tratamento	Peso inicial (kg)	Dias				
		2	4	6	8	10
		%				
Sem inoculação						
Testemunha	0,849	1,26 a	6,28 a	6,28 a	11,46 b	13,89 b
Óleo girassol + Timol	1,064	3,07 a	6,02 a	6,70 a	9,84 b	12,16 b
Gelatina + Timol	0,880	1,36 a	3,83 a	7,16 a	9,47 b	11,44 b
Gelatina + Noni	1,043	0,42 a	1,95 a	5,15 a	5,21 a	11,22 b
Gelatina + Ác. Octánoico	1,197	0,56 a	1,25 a	4,37 a	7,60 a	10,50 b
Gelatina + Lippia	1,265	0,82 a	1,66 a	4,93 a	7,51 a	10,04 b
Parafina + Timol	1,019	0,79 a	2,13 a	4,74 a	7,23 a	9,39 a
Óleo girassol + Ác. Octánoico	0,927	0,65 a	1,29 a	4,10 a	6,62 a	9,06 a
Parafina + Noni	0,874	0,99 a	2,55 a	5,76 a	7,13 a	8,46 a
Óleo girassol + Lippia	1,066	1,03 a	1,84 a	3,84 a	5,91 a	7,78 a
Parafina + Ác. Octánoico	1,035	0,58 a	1,64 a	3,77 a	5,28 a	7,05 a
Óleo girassol + Noni	1,303	0,66 a	1,64 a	3,27 a	5,12 a	6,85 a
Parafina + Lippia	1,038	0,84 a	2,02 a	3,57 a	5,17 a	6,52 a

Com inoculação						
Gelatina + Ác. Octánoico	0,997	2,34 a	4,08 a	5,69 a	7,32 b	-
Óleo girassol + Noni	1,055	3,03 a	3,16 a	4,74 a	6,76 b	-
Óleo girassol + Lippia	0,963	1,66 a	2,77 a	4,22 a	6,64 b	-
Gelatina + Lippia	1,097	2,19 a	3,04 a	4,74 a	6,63 b	-
Testemunha	1,045	3,00 a	3,89 a	5,04 a	6,57 b	-
Parafina + Timol	0,838	2,63 a	4,06 a	5,49 a	6,49 b	-
Gelatina + Noni	0,874	2,29 a	3,28 a	5,03 a	6,18 b	-
Óleo girassol + Ác. Octánoico	1,057	1,77 a	2,71 a	4,54 a	5,90 b	-
Gelatina + Timol	0,832	1,96 a	4,05 a	4,93 a	5,85 b	-
Parafina + Ác. Octánoico	0,969	2,13 a	3,44 a	4,37 a	5,61 b	-
Óleo girassol + Timol	1,099	1,18 a	2,18 a	3,85 a	5,31 b	-
Fungicida	0,955	2,37 a	3,21 a	4,05 a	5,30 b	-
Parafina + Lippia	1,145	1,69 a	2,15 a	2,44 a	3,84 a	-
Parafina + Noni	1,106	1,45 a	1,93 a	2,71 a	3,77 a	-

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-knott ( $p = 0,05$ ).

Carnelessi et al. (2009), obtiveram resultados semelhantes trabalhando com óleos de *Cymbopogon citratus* (capim limão), *Eucalyptus citriodora* (eucalipto), *Mentha arvensis* (menta) e *Artemisia dracunculus* (estragão), onde se verificou perda de massa significativa nos tratamentos, sendo que as maiores perdas nos frutos de mamoeiro ocorreram nos tratamentos com óleo essencial de *E. citriodora* e *C. citratus*, quando comparados com os demais tratamentos.

Corroborando com os resultados acima descritos, Vieira et al. (2009) trabalhando com manga Tommy Atkins, observaram que a adição de óleo de girassol em revestimento, possibilitou que os frutos adquirissem uma aparência levemente brilhosa, o que poderia influenciar a escolha do consumidor dos frutos in natura.

Outro estudo de aplicação de revestimento em manga Tommy Atkins foi feito por Ribeiro et al. (2009) que avaliaram a qualidade da fruta inteira, após a aplicação de revestimentos com diferentes concentrações de dextrina associadas ou não a fonte lipídica. O uso dos revestimentos reduziu a perda de massa das frutas, sendo que a concentração de 2% contendo óleo de girassol atrasou a maturação.





## 8 CONCLUSÕES

Os óleos essenciais apresentaram eficiência significativa na inibição da germinação de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides*, com uma menor eficácia do mastruz.

As concentrações dos óleos aplicadas sobre o fruto devem ser iguais ou inferiores a 3%, devido à fitotoxidez provocada sobre a casca.

Os tratamentos de óleo de girassol+timol, gelatina+ácido octanóico e parafina+noni obtiveram resultados semelhantes ao tratamento com fungicida no controle da antracnose.

Pôde-se observar que a desidratação dos frutos ao longo do tempo diminuiu significativamente quando submetidos aos tratamentos de parafina+*Lippia sidoides* e parafina+*Morinda citrifolia*.

Há uma alteração da velocidade de maturação dos frutos em função dos tratamentos, sendo o óleo de girassol + noni e óleo de girassol + ácido octanóico foram os que mantiveram a cor amarela normal dos frutos por maior tempo.

A ação dos tratamentos foram eficazes no controle da antracnose em frutos de mamoeiro, aumentando assim a proteção e tempo de prateleira dos mesmos.



## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R.P. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. 4th ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2007. 804p.

BENINCÁ, Thalita Dal Toé et al. Pós-colheita de goiabeira serrana: enzimas ligadas ao escurecimento de polpa, revestimentos comestíveis e compostos bioativos. 2014.

BEN-YEHOSHUA, S. Transpiration, water stress, and gas exchange. **Postharvest physiology of vegetables**, v. 1987, p. 113-170, 1987.

BRASIL. Ministério da integração nacional. **Mamão**. Brasília, 2000. 8p. (FrutiSéries, 7).

Campbell, C. Lee, and Laurence V. Madden. **Introduction to plant disease epidemiology**. John Wiley & Sons. 1990.

CARNELOSSI, P. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; ITAKO, A.T.; MESQUINI, R. M. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 4, p. 399-406, 2009.

CARVALHO, C.R.L. et al. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1990. 121p. (Manual Técnico).

CASTRO, D. M.; MING, L. C.; MARQUES, M. O. M. Composição fitoquímica dos óleos essenciais de folhas de *Lippia alba* (Mill.)N.E.Br. em diferentes épocas de colheita e partes do ramo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 4, n. 2, p. 75-79, 2002.

CASTRO, H. G.; PERINI, V. B. M.; SANTOS, G. R.; LEAL, T. C. A. B. Avaliação do teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.) em diferentes épocas de colheita. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2 p. 308-314, 2010.

CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; SACRAMENTO, L. V. S.; CELOTO, F. J. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Revistas Científicas de América Latina**, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008.

COSTA, J. G. M. et al. Chemical-biological study of the essential oils of *Hyptis martiusii*, *Lippia sidoides* and *Syzygium aromaticum* against larvae of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 4, p. 304-309, 2005.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CUNICO, M.M. et al. Estudo da atividade antifúngica de *Ottonia martiana* Miq., Piperaceae: um teste in vivo. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 77-82, 2003.

DALCIN, M. S.; CAFÉ-FILHO, A. C.; SARMENTO, R. A.; NASCIMENTO, I. R.; FERREIRA, T. P.S.; AGUIAR, R. W. S.; SANTOS, G. R. Evaluation of essential oils for preventive or curative management of melon gummy stem blight and plant toxicity. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 11, n. 26, p. 426-432, 2017.

DANTAS, S. A. F.; OLIVEIRA, S. M. A.; MICHEREFF, S. J.; NASCIMENTO, L. C.; GURGEL, L. M. S.; PESSOA, W. R. L. S. Doenças fúngicas pós-colheita em mamões e laranjas comercializados na Central de Abastecimento do Recife. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 5, p. 528-533, 2003.

DARROW K, BOWERS MD. Phenological and population variation in iridoid glycosides of *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae). *Biochem Syst Ecol* 1997; 24:1-11.

DE LIMA GUIMARÃES, Luiz Gustavo et al. Óleo essencial de *Lippia sidoides* nativas de Minas Gerais: Composição, estruturas secretoras e atividade antibacteriana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, 2014.

EVANGELISTA, R. M.; GOUVEIA, A. M. S.; CORRÊA, C. V.; CARDOSO,

A. I. I. Uso de películas comestíveis e gelatina na conservação de frutos de mini tomate orgânico 'Sweet grape'. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 15, n. 2, p. 168-176, dez. 2014.

FRANCHI, L. P.; GUIMARÃES, N. N.; LEHMANN, M.; ANDRADE, H. H. R.; CUNHA, K. S. Ausência de efeito tóxico-genético de *Morinda Citrifolia* (noni) em células somáticas de *Drosophila melanogaster*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 5, n. 3, p. 46-53, 2008.

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

GOES, A.; MARTINS, R. D.; REIS, R. F. Efeito de fungicidas cúpricos, aplicados isoladamente ou em combinação com mancozeb, na expressão de sintomas de fitotoxicidade e controle da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 237-240, 2004.

GOMES, E. C. S. **Extrato de Allamanda blanchetti na indução de fitoalexinas em sorgo e resistência em videira 'Superior Seedless' contra Uncinula necator**. 2011. 90 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Área de Concentração em Agricultura Tropical) – Universidade Federal da Paraíba, Areias, 2011.

GONÇALVES, A. H. et al. Atividade fungitóxica in vitro dos óleos essenciais de *Lippia sidoides* Cham., *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. e de seus constituintes majoritários no controle de *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. **Rev. bras. plantas med**, v. 17, n. 4, supl. 3, p. 1007-1015, 2015.

HAERTEL, A. O. S. **Compostos bioativos e características físico-químicas de morangos cv. Camarosa minimamente processados submetidos a revestimentos à base de gelatina, xantana e óleo de canola**. 2013. 96f. Dissertação (Mestrado em nutrição e alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE, 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 06 agosto de 2017.

JUNQUEIRA, N. T. V. et al. Efeito do óleo de soja no controle da antracnose e na conservação da manga cv. Palmer em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 26, n. 2, p. 222-225, 2004.

KIMATI, H. AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 10-11.

LIBERATO, J.R. e ZAMBOLIM, L. **Controle das doenças causadas por fungos, bactérias e fitonematóides em mamoeiro**. Viçosa. p. 1023-1169. 2002.

OLIVEIRA, J.A. **Efeito do tratamento fungicida em sementes e no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) e pimentão (*Capsicum annum* L.)**. 1991. 111p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Fitossanidade) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1991.

OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS FILHO, H. P.; MEISSNER FILHO, P. E. Manejo de doenças do mamoeiro. In: **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 5, 2011, Porto Seguro. Inovação e sustentabilidade: anais. Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011.

OSORIO, P. R. A. **Caracterização morfológica, molecular e controle alternativo da ferrugem da teca (*Olivea neotectonae*) com óleos essenciais**. 2016. 125 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Gurupi, 2016.

PALIOTO, G. F. et al. Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni) cultivados no Paraná. **Rev. bras. plantas med**, v. 17, n. 1, p. 59-66, 2015.

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M.A. C.; TRINDADE, D.C. G.; SANTOS, A. C. N.; AMARIZ, A. Uso de revestimentos à base de dextrina na conservação pós-colheita de manga '*Tommy atkins*'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 31, n. 2, p. 343-351, 2009.

SAHOO, K.; DHAL, N. K.; SAHOO, S. L.; LENKA, S. S. Comparative phytochemical and antimicrobial study of *Morinda pubescens* sm. and *Morinda citrifolia* L. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 4, n. 3, 425-429, 2012.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L.S. et al. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: Fealq, 2005. p.125-32.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 657-959, 2010.

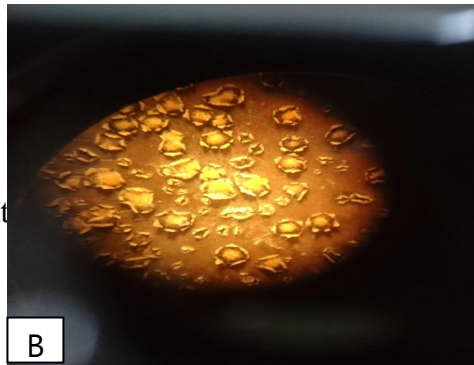
SILVA, Fábio Júnio A. Levantamento de doenças em frutos de mamoeiro comercializados no município de Areia-PB e uso de métodos alternativos de controle da podridão penducular. 2014.

SILVA, N. A. et al. Caracterização química do óleo essencial da erva cidreira (*Lippia alba* (Mill.) NE Br.) cultivada em Ilhéus na Bahia. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 3, p. 52-55, 2006.

STANGARLIN, J. R. et al. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 2, n. 11, p. 16-24, 1999.

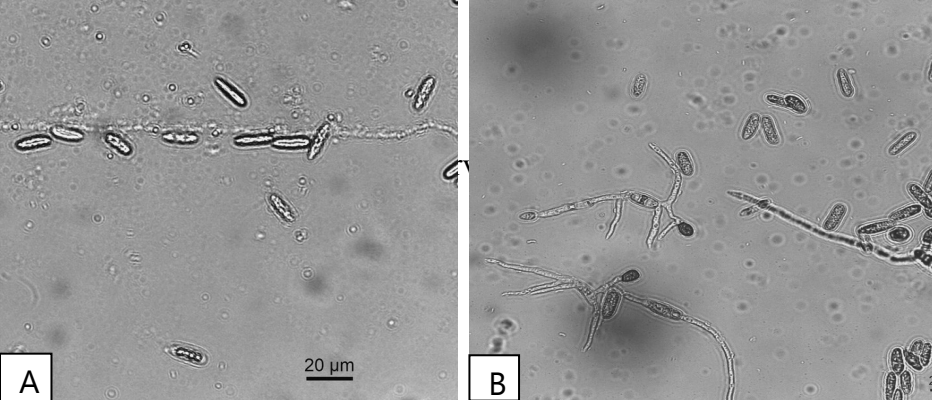
VIEIRA, E. L.; PEREIRA, M. E. C.; SANTOS, D. B. dos; LIMA, M. A. C. Aplicação de biofilmes na qualidade da manga, '*Tommy atkins*'. **Magistra**, v. 21, n. 3, p. 165-170, 2009.

ZILLO, R. R. **Óleo essencial associado à película de carboximetilcelulose no controle da antracnose e seu efeito na vida útil de mamão (*Carica papaya* L.)**. 2017. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba, 2017.



fru-





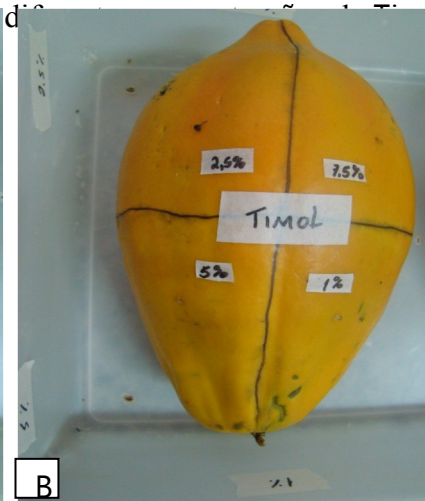
**Figura 2.** (A) Conídios de *Colletotrichum gloeosporioides*; (B) Conídios germinando e mostrando formação de apressórios, de cor mais escura e formato típico da espécie *C. gloeosporioides*.

**Figura 3.** Fruto de mamoeiro inoculado com ferimento (direita) e sem ferimento (esquerda) com o isolado CG2, de *C. gloeosporioides* demonstrando lesões típicas de antracnose.



**Figura 4.**

(A) Fruto de mamoeiro tratado com diferentes concentrações de Timol. (B) Fruto de



**A**

**B**

Fi  
çõ  
re  
tra



**Figura 6.** Frutos de mamoeiro tratados e acondicionados em bandejas.

