

ALINE ELLEN DUARTE DE SOUSA

**ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS VEGETAIS NO
CONTROLE DE PODRIDÃO-POR-FUSARIUM EM MELÃO E
FUSARIOSE EM ABACAXI**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido (UFERSA), como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Agronomia: Fitotecnia,
com área de concentração em
tecnologia e fisiologia pós-colheita de
frutos e hortaliças tropicais.

ORIENTADOR: Prof. D. Sc. Ebenézer de Oliveira Silva

MOSSORÓ-RN
2010

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de
classificação e catalogação da Biblioteca “Orlando
Teixeira” da UFERSA**

S729a Sousa, Aline Ellen Duarte de.

Atividade antifúngica de óleos vegetais no controle de podridão *por fusarium* em melão e *fusariose* em abacaxi. / Aline Ellen Duarte de Sousa. -- Mossoró, 2011. 97f.: il.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de concentração em Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

Orientador: Prof. D. Sc. Ebenezzer de Oliveira Silva

Co-orientador: Andreia Hansen Oster

1. Plantas medicinais. 2. *Fusarium pallidoroseum*. 3. *Fusarium subglutinans*. I. Título.

CDD: 581.634

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza
CRB-15/452

ALINE ELLEN DUARTE DE SOUSA

**ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS VEGETAIS NO CONTROLE DE
PODRIDÃO-POR-FUSARIUM EM MELÃO E FUSARIOSE EM ABACAXI.**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural do
Semi-Árido (UFERSA), como
parte das exigências para obtenção
do título de Mestre em Agronomia:
Fitotecnia, com área de
concentração em tecnologia e
fisiologia pós-colheita de frutos e
hortaliças tropicais.

APROVADA EM: 22/02/2010



Prof. D. Sc. Ebenezer de Oliveira Silva
Embrapa Agroindústria Tropical e Prof. UFERSA
Orientador



D. Sc. Andréia Hansen Oster
Embrapa Agroindústria Tropical
Coorientador



Dr. Paulo Roberto Gagliardi
Bolsista DCR/EMBRAPA/FUNCAP

A *DEUS*, o meu *SENHOR* e *SALVADOR*, que permitiu que o Seu único filho morresse na cruz por nós. Sempre presente em minha vida. Em todas as minhas angústias e aflições, Ele esteve ao meu lado, me ergueu e capacitou. Aguardo ansiosa o momento de Te encontrar. Obrigada meu *REI*. A vitória é nossa pelo sangue de *JESUS*.

DEDICO.

À minha mãe, *Eliene Duarte Ferreira*, a quem eu amo, pelo amor, dedicação e confiança, que sonhou comigo e me ajudou a tornar meus objetivos possíveis.

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

Ao Amado de minha'lma, meu Senhor por ter me concedido o dom da vida, por estar sempre presente nos meus caminhos, guiando-me, iluminando-me, pela paciência, amor e inspiração, pela força, pelas vitórias alcançadas. A Ti meu Senhor, digno de toda honra e de toda glória, todo louvor e adoração.

Aos professores da UFERSA pela cooperação e ensinamentos.

À Embrapa Agroindústria Tropical por permitir o uso dos equipamentos e instalações dos laboratórios durante a realização do trabalho.

Ao Banco do Nordeste, pelo apoio financeiro à pesquisa.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

As empresas Agrícola Famosa e Itaueira Agropecuária pela concessão dos frutos.

Ao Dr. Ebenézer de Oliveira Silva, pela valiosa oportunidade de tê-lo como orientador, pelo acolhimento, atenção e amizade.

À Pesquisadora Andréia Hansen Oster, pela co-orientação, paciência e fundamental participação que permitiu a realização deste trabalho.

Ao estimado Dr. Paulo Roberto Gagliardi, pela dedicação, amizade, tranquilidade e dicas essenciais durante a realização deste trabalho.

Ao Dr. Flávio Pimentel, Dr. Kirley e a Hilton César pela concessão e ajuda nas análises dos óleos essenciais.

A Fernando Aragão e a Zeca pelo apoio e dicas no desenvolvimento do trabalho.

Ao professor Glauber Henrique, meu amigo, pelos conselhos e, claro, pelas análises estatísticas.

Aos meus pais Eliene Duarte Ferreira e Gilson Roque de Sousa e ao meu irmão Alan Daniel Duarte de Sousa, pela dedicação, confiança e principalmente pelo amor. Por terem acreditado em mim, apoiando-me em todos os momentos de minha vida.

A Aristótelis Marzille de Queiroz, que nunca hesitou em me ajudar, sempre me acompanhou, sempre atento, carinhoso e me deu forças nos momentos mais árduos desta caminhada.

Às minhas avós Maria Cícera da Silva e Damiana Lucena, pelo carinho e sabedoria, transmitindo conforto ao meu coração.

A todos os meus familiares que me apoiaram e acreditaram que chegaria a conquistar este título.

A Rafaela Paula Melo, a “Rafinha”, amiga e irmã em Cristo, por ter emprestado os ouvidos para eu desabafar e louvar nos momentos de aflições e por ter me ajudado na instalação e análises do experimento.

A Norma Danielle pela amizade e acolhimento, me ajudando a superar a saudade de casa, quando tudo em Fortaleza era novo pra mim.

A Patrício Ferreira e Marcelo, que transformaram os momentos de saudades, dificuldades e sufoco em momentos agradáveis e alegres, ajudando-me a descontraír.

A Alan Bernard, pela compreensão e ajuda na realização da dissertação.

Aos meus colegas estagiários e funcionários do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita, pelo companheirismo, em especial, Márcia, Juliana, Leirson, Rafaela, Ravena, Cecília, Tarcio, Kellina, Vitor, Milena, Nádia e Nara.

Aos colegas do Laboratório de Fisiologia Vegetal e Patologia Pós-colheita, Amanda, Reyvany, Fábio, Elisangela, Ingrid e Rômulo, que fizeram parte da minha história na Embrapa.

DADOS BIOGRÁFICOS DA AUTORA

ALINE ELLEN DUARTE DE SOUSA, filha de Eliene Duarte Ferreira e Gilson Roque de Sousa, nasceu no dia 09 de Maio de 1984 no Município de Mossoró-RN, onde concluiu o 1º grau em 1998, no Colégio Menino Deus. Em 2001, concluiu o 2º grau na Escola Estadual Professor Abel Freire Coelho. Em 2002, ingressou no curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, concluindo em 2007. Em março de 2008, na mesma universidade iniciou o curso de mestrado, como bolsista do CNPq, finalizando em fevereiro de 2010.

RESUMO

SOUSA, Aline Ellen Duarte de. **Atividade antifúngica de óleos vegetais no controle de podridão-por-fusarium em melão e fusariose em abacaxi**. 2010. 97f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2010.

A utilização de óleos essenciais de plantas medicinais tem mostrado resultados promissores no controle de patógenos de plantas. Entretanto, sabe-se que grande parte da flora brasileira ainda não foi estudada, sendo de grande importância a descoberta de novos compostos químicos, a partir de plantas, capazes de controlar o desenvolvimento de fitopatógenos. O presente trabalho objetivou avaliar *in vitro* e *in vivo*, o efeito dos óleos essenciais de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.), *Ocimum* sp., manjerição (*Ocimum micranthum*), elixir paregórico (*Ocimum selloi*), laranja (*Citrus sinensis*), pimenta de macaco (*Piper aducum*) e capim-santo (*Cymbopogon citratus* Stapf.), como forma de controle de doenças causadas pelos fungos *Fusarium pallidorozeum* e *Fusarium subglutinans*, em frutos de melão e abacaxi, respectivamente. No teste *in vitro*, os óleos foram adicionados ao meio BDA nas concentrações de 0, 500, 1500 e 3000 $\mu\text{L L}^{-1}$. Avaliou-se o crescimento micelial dos patógenos e germinação de esporos. Nos testes *in vivo*, os frutos foram inoculados usando suspensão de esporos e discos de micélio. Após 24 horas os frutos de melão foram submersos nas soluções dos tratamentos por dez segundos. Para o abacaxi, os tratamentos foram aplicados antes e após a inoculação, como tratamento preventivo e curativo. Os resultados mostram que no teste *in vitro* os óleos de capim-limão, alecrim-pimenta, alfavaca-cravo e manjerição apresentaram potencial inibidor sobre o desenvolvimento micelial e germinação de esporos de *Fusarium pallidorozeum* e *F. subglutinans*. No teste *in vivo* todos os óleos essenciais testados causaram queimaduras e depressões nos frutos de melão. Em infrutescências de abacaxi, como tratamento curativo, houve controle de 100% da incidência de *F. subglutinans* com os óleos de alecrim-pimenta e alfavaca-cravo em todas as concentrações. Já como tratamento preventivo, os óleos de alecrim-pimenta e manjerição, controlou controlaram em 100% a incidência de *F. subglutinans* a partir da concentração de 1500 $\mu\text{L L}^{-1}$.

Palavras-chave: *Fusarium pallidorozeum*, *Fusarium subglutinans*, óleos essenciais, plantas medicinais.

ABSTRACT

SOUSA, Aline Ellen Duarte de. Antifungal activity of plant oils under rot control per fusarium in melon and fusariose in pineapple. 2010. 97f. Dissertation (Master in Agronomy: Crop Science) - Universidade Federal Rural do Semi-Arid (UFERSA), Mossoro, 2010.

The use of essential oils of medicinal plants has shown promising results in controlling plant pathogens, even though much of the Brazilian flora has not yet been studied. The discovery of new chemical compounds from plants that can control the development of plant pathogens is of great importance especially for use in post-harvest. The present study evaluated *in vitro* and *in vivo*, the effect of essential oils of rosemary-pepper (*Lippia sidoides* Cham.), Basil, clove (*Ocimum gratissimum* L.), *Ocimum* sp., Basil (*Ocimum micranthum*), paregoric (*Ocimum selloi*), orange (*Citrus sinensis*), pepper jack (*Piper aducum*) and grass (*Cymbopogon citratus* Stapf.), as alternatives for the control of diseases caused by *Fusarium subglutinans* and *Fusarium pallidorozeum* in melon and pineapple. In *in vitro* tests, the oils were added to PDA at concentrations of 0, 500, 1500 and 3000 mL L⁻¹. We evaluated the mycelial growth of pathogens and spore germination. In *in vivo* tests, fruit were inoculated using a spore suspension and mycelial discs. After 24 hours, melon fruits were submerged in solutions of treatments for ten seconds. With the pineapple, the treatments were applied before and after inoculation as a preventive and curative treatment. In *in vitro* test, oils of lemongrass, rosemary, pepper, basil, clove and basil showed inhibitory potential on mycelial growth and spore germination of *Fusarium pallidorozeum* and *F. subglutinans*. In *in vivo* test all essential oils, in concentrations, caused burns and depressions in the melon. As a curative treatment of pineapple, the oils of rosemary-pepper and basil-clove at all concentrations completely controlled the incidence of *F. subglutinans*. As a preventive treatment, rosemary, pepper and basil were used. This control occurred at concentrations of 1500 mL L⁻¹.

Keywords: *Fusarium pallidorozeum*, *Fusarium subglutinans*, essential oils, medicinal plants.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1	Relação das espécies vegetais com suas denominações científica e vulgar, e parte da planta utilizada para extração dos óleos essenciais. Fortaleza, CE, 2009.....
	36
Tabela 2	Composição química dos óleos essenciais de capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i>), alecrim-pimenta (<i>Lippia sidoides</i>), laranja (<i>Citrus sinenses</i>), pimenta-de-macaco (<i>Piper aduncum</i>), alfavaca-cravo (<i>Ocimum gratissimum</i>), manjerição (<i>Ocimum micrathum</i>), elixir-paregórico (<i>Ocimum selloi</i>) e <i>Ocimum</i> sp. Fortaleza, CE, 2009.....
	44
Tabela 3	Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium pallidorozeum</i> submetido à aplicação de óleos essenciais de capim-santo (<i>Cymbopogon citratus</i>), alecrim-pimenta (<i>Lippia sidoides</i>), laranja (<i>Citrus sinenses</i>), pimenta-de-macaco (<i>Piper aduncum</i>), alfavaca-cravo (<i>Ocimum gratissimum</i>), manjerição (<i>Ocimum micrathum</i>), elixir-paregórico (<i>Ocimum selloi</i>) e <i>Ocimum</i> sp., após 8 dias. Fortaleza, CE, 2009.....
	48
Tabela 4	Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium pallidorozeum</i> submetido a diferentes concentrações de óleos essenciais de capim-santo (<i>Cymbopogon citratus</i>), alecrim-pimenta (<i>Lippia sidoides</i>), laranja (<i>Citrus sinenses</i>), pimenta-de-macaco (<i>Piper aduncum</i>), alfavaca-cravo (<i>Ocimum gratissimum</i>), manjerição (<i>Ocimum micrathum</i>), elixir-paregórico (<i>Ocimum selloi</i>) e <i>Ocimum</i> sp., após oito dias. Fortaleza, CE, 2009.....
	56
Tabela 5	Efeito dos óleos essenciais de capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i>), alecrim-pimenta (<i>Lippia sidoides</i>), alfavaca-cravo (<i>Ocimum gratissimum</i>) e manjerição (<i>Ocimum micrathum</i>) sobre a porcentagem de germinação de esporos de <i>Fusarium pallidorozeum</i> , após sete dias. Fortaleza, CE, 2009.....
	57
Tabela 6	Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium subglutinans</i> submetido à aplicação de óleos essenciais de capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i>), alecrim-pimenta (<i>Lippia sidoides</i>), laranja (<i>Citrus sinenses</i>), pimenta-de-macaco (<i>Piper aduncum</i>), alfavaca-cravo (<i>Ocimum gratissimum</i>), manjerição (<i>Ocimum micrathum</i>), elixir-paregórico

	(<i>Ocimum selloi</i>) e <i>Ocimum</i> sp., após oito dias. Fortaleza, CE, 2009.....	58
Tabela 7	Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium subglutinans</i> submetido a diferentes concentrações de óleos essenciais de capim-santo (<i>Cymbopogon citratus</i>), alecrim-pimenta (<i>Lippia sidoides</i>), laranja (<i>Citrus sinenses</i>), pimenta-de-macaco (<i>Piper aduncum</i>), alfavaca-cravo (<i>Ocimum gratissimum</i>), manjerição (<i>Ocimum micrathum</i>), elixir-paregórico (<i>Ocimum selloi</i>) e <i>Ocimum</i> sp., após oito dias. Fortaleza, CE, 2009.....	59
Tabela 8	Efeito dos óleos essenciais de capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i>), alecrim-pimenta (<i>Lippia sidoides</i>), alfavaca-cravo (<i>Ocimum gratissimum</i>) e manjerição (<i>Ocimum micrathum</i>) sobre a porcentagem de germinação de esporos de <i>Fusarium subglutinans</i> , após sete dias. Fortaleza, CE, 2009.....	67

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium pallidorozeum</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i>). Fortaleza, CE, 2009.....	49
Figura 2 Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium pallidorozeum</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de alecrim-pimenta (<i>Lippia sidoides</i>). Fortaleza, CE, 2009.....	50
Figura 3 Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium pallidorozeum</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de pimenta-de-macaco (<i>Piper aduncum</i>). Fortaleza, CE, 2009.....	51
Figura 4 Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium pallidorozeum</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de alfavaca-cravo (<i>Ocimum gratissimum</i>). Fortaleza, CE, 2009.....	52
Figura 5 Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium pallidorozeum</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de manjerição (<i>Ocimum micrathum</i>). Fortaleza, CE, 2009.....	53
Figura 6 Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium pallidorozeum</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de <i>Ocimum</i> sp. Fortaleza, CE, 2009.....	54
Figura 7 Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium subglutinans</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i>). Fortaleza, CE, 2009.....	60
Figura 8 Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium subglutinans</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de alecrim-pimenta (<i>Lippia sidoides</i>). Fortaleza, CE, 2009.....	61

Figura 9	Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium subglutinans</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de laranja (<i>Citrus sinenses</i>), Fortaleza, CE, 2009.....	62
Figura 10	Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium subglutinans</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de pimenta-de-macaco (<i>Piper aduncum</i>). Fortaleza, CE, 2009.....	63
Figura 11	Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium subglutinans</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de alfavaca-cravo (<i>Ocimum gratissimum</i>). Fortaleza, CE, 2009.....	64
Figura 12	Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium subglutinans</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de manjerição (<i>Ocimum micrathum</i>). Fortaleza, CE, 2009.....	64
Figura 13	Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium subglutinans</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de elixir-paregórico (<i>Ocimum selloi</i>). Fortaleza, CE, 2009.....	65
Figura 14	Crescimento micelial (mm) de <i>Fusarium subglutinans</i> submetido a diferentes concentrações do óleo essencial de <i>Ocimum</i> sp. Fortaleza, CE, 2009.....	66

SUMÁRIO

Página

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 Doenças pós-colheita	20
2.1.2 <i>Fusarium pallidorozeum</i>	21
2.1.3 <i>Fusarium subglutinans</i>	22
2.2 Óleos essenciais no controle de doenças de plantas	24
2.2.1 <i>Cymbopogon citratus</i>	29
2.2.2 <i>Citrus sinensis</i>	30
2.2.3 <i>Lippia sidoides</i>	31
2.2.4 <i>Ocimum</i> sp.....	32
2.2.5 <i>Piper aducum</i>	34
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1 Local do Experimento	35
3.2 Obtenção dos isolados.....	35
3.2.1 Obtenção dos isolados de <i>Fusarium pallidorozeum</i>	35
3.2.2 Obtenção dos isolados de <i>Fusarium subglutinans</i>	36
3.3 Espécies de plantas utilizadas para obtenção do óleo essencial	36
3.4 Extração do óleo	36
3.5 Composição química dos óleos.....	37
3.6 Efeito dos óleos essenciais sobre o crescimento micelial de <i>Fusarium pallidorozeum</i> e <i>Fusarium subglutinans</i>	38
3.7 Efeito dos óleos essenciais sobre a germinação dos esporos de <i>Fusarium pallidorozeum</i> e <i>Fusarium subglutinans</i>	39

3.8 Inoculação do <i>Fusarium pallidorozeum</i> e aplicação dos óleos em frutos de melão.	40
3.9 Inoculação do <i>Fusarium subglutinans</i> e aplicação dos óleos em infrutescências de abacaxi.	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1 Composição química.....	42
4.2 Efeito de óleos essenciais no crescimento micelial e germinação de esporos de <i>Fusarium pallidorozeum</i> in vitro.....	48
4.3 Efeito de óleos essenciais no crescimento micelial e germinação de esporos de <i>Fusarium subglutinans</i> in vitro.	57
4.4 Efeito de óleos essenciais na incidência de <i>Fusarium pallidorozeum</i> em frutos de melão.	67
4.5 Efeito de óleos essenciais na incidência de <i>Fusarium subglutinans</i> em infrutescências de abacaxi.	69
5 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS.....	72
ANEXOS	88

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de frutas tropicais e, graças às suas condições de solo e de clima diversificadas, pode também dedicar-se ao plantio de fruteiras de clima temperado e subtropical, produtos com elevado potencial para o mercado externo (MORGADO et al., 2004).

Em 2008, o Brasil exportou mais de 888 mil toneladas de frutas frescas, dentre as quais destacam-se: melão, manga, banana, maçã, uva, limão, melancia, mamão, laranja e abacaxi, entre outras. Deste total, de acordo com o IBGE (2009), a cultura do melão (*Cucumis melo* L) obteve a maior porcentagem, com 24% das exportações, o que corresponde a 211,7 mil toneladas da fruta (IBRAF, 2009). Neste mesmo ano o Brasil produziu 340,4 mil toneladas desta cultura (IBGE, 2009). O melão, portanto, se destaca por sua grande expressão na exportação e contribuição na balança comercial de frutas frescas brasileiras (ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2003).

Outra cultura que merece destaque mundial em termos de produção é a do abacaxi (*Ananas comosus* L.) e segundo dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (2009), o Brasil é o segundo maior produtor mundial de abacaxi, perdendo apenas para a Tailândia.

O clima, o solo e a disponibilidade de água para irrigação, aliados à grande oferta e ao custo da mão de obra, conferem à região Nordeste vantagens comparativas para a fruticultura, em relação às demais regiões do Brasil, assegurando a sua liderança na produção e exportação de frutas tropicais. A localização privilegiada reduz o tempo e o custo do transporte para a América do Norte e Europa, um fator de competitividade importante quando se trata de produtos altamente perecíveis (GOBETH, 2009).

O Nordeste brasileiro é responsável por aproximadamente 93% da produção nacional de melão. O Estado do Ceará é o maior produtor dessa região, com 54%, destacando-se também os estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Bahia. Em relação ao abacaxi, a região Nordeste também se destaca com 45% da

produção brasileira, sendo a Paraíba, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte os maiores produtores desta fruta (IBGE, 2009).

Apesar de o Brasil possuir grande oferta de produtos agrícolas com preços acessíveis e consumidor definido (SILVA et al., 2005), o volume de exportação ainda é pequeno. O fraco desempenho do país no comércio internacional de frutas frescas é resultado de uma combinação de fatores externos, representados pelas barreiras comerciais e fitossanitárias impostas aos seus produtos, e pelas deficiências internas de organização da produção e comercialização (LACERDA et al., 2004). Além disso, o volume das perdas na pós-colheita de frutas tropicais é muito elevado, estimado em 10 milhões de tonelada/ano, correspondendo a 30-40% da produção (IBRAF, 2009).

Especificamente, perdas pós-colheita são aquelas que ocorrem em virtude da falta de comercialização ou de consumo do produto em tempo hábil. Nos trópicos as perdas de frutas e hortaliças atingem montantes expressivos, devido às condições ambientais favoráveis, que permitem o desenvolvimento de pragas e doenças (OLIVEIRA et al., 2006).

As causas mais sérias de perdas de produtos na fase de pós-colheita são as infecções causadas por microrganismos favorecidos por danos físicos e fisiológicos, que predispõem os tecidos à colonização por patógenos podendo ocasionar uma rápida e extensa infecção no hospedeiro (OLIVEIRA et al., 2006). Observações realizadas em locais destinados à comercialização de frutas e hortaliças incitam preocupação fundamental em relação a perdas significativas decorrentes de podridões patológicas, que se refletem na redução do período de comercialização, desclassificação e descarte de produtos, comprometendo o aspecto econômico das culturas (ROZWALKA, 2003).

Os patógenos em pós-colheita, principalmente os quiescentes, causam grandes transtornos aos atacadistas, varejistas e, principalmente aos importadores de frutas, uma vez que os sintomas das doenças irão aparecer durante o armazenamento e o transporte, em frutos aparentemente sadios, podendo causar grandes perdas (SOMMER, 1982).

As doenças pós-colheita são responsáveis por grandes perdas no agronegócio do melão no Nordeste brasileiro (TERAO et al., 2006). Inúmeros patógenos têm sido associados às podridões de frutos de melão (HUANG et al., 2000). Um tipo de podridão pós-colheita tem sido observado comumente ocorrendo em plantios de meloeiro no Estado do Rio Grande do Norte. A infecção ocorre ainda no campo (pré-colheita) e a penetração do patógeno se dá na região do corte do pedúnculo. Mesmo após a transferência para as câmaras frias, o patógeno continua a sua patogênese, podendo destruir totalmente o fruto ou causar lesões que afetam sua comercialização (COLARES, 2000). O patógeno associado ao apodrecimento do fruto do meloeiro foi identificado como sendo o *Fusarium pallidoroseum* (Cooke) Sacc. (GADELHA, 2002).

No abacaxi, por sua vez, o *Fusarium subglutinans* Nelson, Tousson & Marasas é o agente causal da fusariose, presente nas principais regiões produtoras do país, provocando perdas elevadas na produção de infrutescências (ALVES, 2009). A fusariose é considerada uma doença de grande importância econômica. Quando afeta os abacaxis, a porcentagem de infecção varia com a época de produção, podendo ser superior a 80%, caso o desenvolvimento da infrutescência ocorra em períodos favoráveis à incidência da doença (MATOS et al., 2001).

A redução das perdas pós-colheita causadas por microrganismos, na cadeia produtiva de frutas, representa, portanto, um grande desafio, pois o uso de fungicidas químicos ainda é um dos métodos mais utilizados (SKANDAMIS et al., 2001). A necessidade de se prolongar o período de armazenamento sem perdas de frutos em decorrência de problemas fitossanitários, fez com que a utilização de tratamentos em pós-colheita com o uso de defensivos agrícolas aumentasse nos últimos anos. Entretanto há uma grande limitação sobre aspectos de segurança dos mesmos em função dos possíveis efeitos carcinogênicos e teratogênicos, bem como toxicidade residual (SKANDAMIS et. al., 2001). O apelo por alimentos frescos, de baixa energia, saudáveis, nutritivos e de alta qualidade é cada vez maior (MAISTRO, 2001). As exigências do consumidor têm aumentado com relação à qualidade de produtos *in natura* (CARVALHO et al., 2009).

Atualmente, existe a preocupação dos consumidores com possíveis resíduos agroquímicos nas frutas, estimulando, desta forma, o estudo de métodos alternativos para a redução de pragas e doenças constituindo importante desafio para a agricultura moderna (MALGARIM et al., 2006).

Assim, o manejo integrado de doenças tornou-se componente fundamental da produção na fruticultura moderna (ZAMBOLIM, 2002). A Produção Integrada de Frutas (PIF) propõe-se a apoiar os produtores na obtenção de padrões de produção ecologicamente correta, segundo procedimentos estabelecidos por normas técnicas específicas. Para tanto, são realizados monitoramentos de pragas e doenças, do estado nutricional da planta e do aparecimento de populações de pragas e patógenos resistentes a agrotóxicos. Tal procedimento possibilitou a redução de 37% no uso de inseticidas e 20% no de fungicidas. Essa redução significativa no uso de agrotóxicos contribui para a proteção ambiental, e diminui os custos de produção, sem afetar a produtividade e qualidade dos frutos (MATOS; REINHARDT, 2007).

A qualidade certificada de frutas passou a ser uma exigência dos mercados importadores os quais por meio de programas e legislações específicas realizam o controle e a fiscalização permanente de toda cadeia produtiva no país exportador (NAKA, 2009). Tais procedimentos visam à segurança alimentar e proteção ambiental, pela extinção ou substituição do uso de produtos químicos (agrotóxicos) por produtos biológicos ou fitorreguladores.

Dentro do contexto atual de busca de tecnologias de produção menos agressivas ao homem e ao meio ambiente, o uso de produtos naturais tem assumido importância maior na área de proteção de plantas. Neste sentido, as plantas medicinais e aromáticas, com seus princípios ativos antimicrobianos, tornam-se promissoras no controle das doenças de plantas (OLIVEIRA et al., 2008).

Os óleos essenciais vegetais são considerados fontes para o desenvolvimento desses novos produtos naturais. A utilização de óleos essenciais de plantas medicinais tem mostrado resultados promissores no controle de patógenos de plantas (GUIRALDO et al., 2004). Entretanto, sabe-se que grande parte da flora brasileira ainda não foi estudada, sendo de grande importância a

descoberta de novos compostos químicos a partir de plantas capazes de controlar o desenvolvimento de fitopatógenos, (STANGARLIN et al., 1999).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar *in vitro e in vivo*, o efeito dos óleos essenciais de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.), *Ocimum* sp., manjerição (*Ocimum micranthum*), elixir paregórico (*Ocimum selloi*), laranja (*Citrus sinensis*), pimenta de macaco (*Piper aducum*) e capim-santo (*Cymbopogon citratus* Stapf.), no controle de doenças causadas pelos fungos *Fusarium pallidoseum* e *Fusarium subglutinans*, em frutos de melão e abacaxi.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Doenças pós-colheita

Uma doença é infecciosa quando é causada por agentes como fungos, bactérias, vírus e nematóides e que implique na transmissibilidade da condição enferma de um indivíduo a outro numa população considerada. Por patógeno, considera-se o agente causal da doença infecciosa e por inóculo todo ou parte do patógeno capaz de iniciar crescimento ou multiplicação. Neste sentido, o patógeno não é doença e sim um componente desta. (MACHADO, 1987).

O processo de infecção inicia-se por um ou poucos patógenos específicos, seguido por maciça infecção de patógenos invasores secundários, geralmente fracos ou saprófitas, que surgem após a infecção primária. Esses patógenos, quaisquer que sejam, podem agredir os tecidos susceptíveis, desempenhando importante função na patologia pós-colheita, pois aumentam notadamente o dano provocado ou iniciado pelos patógenos (OLIVEIRA et al., 2006).

Os patógenos, em geral, diferem em suas respostas ao hospedeiro, ao ambiente, às várias medidas de controle e no tempo e na forma de infecção (OLIVEIRA et al., 2006). Portanto, o conhecimento de condições favoráveis aos fitopatógenos na interação patógeno-hospedeiro é imprescindível. Assim, o estágio fenológico em que o hospedeiro se torna mais suscetível, a faixa de temperatura e porcentagem de umidade relativa do ar, para o estabelecimento da doença devem ser definidos para cada patossistema (BORGES NETO et al., 2000).

As doenças pós-colheita podem iniciar no campo, durante a ontogenia do fruto, ou surgirem depois da colheita, com a maturação fisiológica (SENHOR et al., 2009), podendo ser expressos no período de transporte e armazenamento.

As infecções que ocorrem durante ou após a colheita, em geral, são decorrentes de danos mecânicos ocorridos na colheita ou nas operações de manuseio, e se desenvolvem principalmente no ponto de destaque da planta (fruta ou hortaliça) (OLIVEIRA et al., 2006).

Na fitopatologia, os fungos são considerados, os principais agentes causais de doenças em plantas (MACHADO, 1987). Os fungos são mais frequentemente envolvidos com as podridões de frutos e destacam-se como importantes agentes de doenças pós-colheita, sendo o grupo de microorganismos de maior frequência e atividade (BOOTH; BURDEN, 1986), responsável por 80% a 90% do total de perdas causadas por agentes microbianos (GULLINO, 1994).

A colonização por fungos pode produzir diversos efeitos que depreciam a qualidade da fruta e da hortaliça, como manchas que afetam o aspecto visual, podridões que provocam alterações na consistência e no sabor, e micotoxinas que tornam os produtos inviáveis para o consumo humano (DINIZ, 2002).

Os fungos estão entre os inimigos naturais que podem sofrer influência na aplicação de agrotóxicos, e que devido à sua grande diversidade e sua intensa capacidade de multiplicação, oferecem uma ampla oportunidade para selecionar linhagens resistentes (GHINI; KIMATI, 2000).

2.1.2 *Fusarium pallidoroseum*

O fungo *Fusarium pallidoroseum* pertence à classe dos Ascomycetes, ordem Hypocreales e família Hypocreaceae, sem estágio sexual conhecido. Forma micélio abundante e uniforme em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), inicialmente branco a salmão, tornando-se bege com a idade. Não forma massas de esporos centrais (LESLIE; SUMMERELL, 2006). Os microconídios são esparsos ou ausentes. Os macroconídios são de dois tipos: aqueles originados do micélio aéreo são principalmente retos, com três a cinco septos, e medem 7,5-35 µm, enquanto os originados em esporodóquios são curvos, possuem uma célula pé, apresentam de três a sete septos e medem 20-46 x 3-5,5. Os clamidósporos são presentes, mas podem ser esparsos, são marrons e ocorrem sozinhos ou em cadeias curtas (NELSON et al., 1983).

A disseminação é realizada pelo contato direto do fruto com o solo contaminado, e também pelo pó que se levanta do solo durante os trabalhos de manejo. É comumente encontrado no solo e em restos de plantas nas regiões

tropicais e subtropicais. Tipicamente, existe como saprófita, mas pode atuar como patógeno fraco, causando deterioração de plantas, podridão de raízes, podridão de frutos pós-colheita ou deterioração de folhas em grande variedade de plantas, podendo também fazer parte de um complexo de doenças associados a outros fungos e nematóides (OLIVEIRA et al., 2006).

A podridão-de-fusário é uma das doenças mais comuns de pré e pós-colheita que afetam as cucurbitáceas. Considerada uma das principais causas de perdas de melões do tipo Cantaloupe, mas também afeta vários outros (DIAS; TERAQ, 2006). A infecção pode inviabilizar carregamentos inteiros de frutos antes que cheguem ao mercado exportador (FREIRE, 2006).

As lesões são produzidas em qualquer parte do fruto, mas são mais frequentes na zona da abscisão peduncular. Inicialmente, ocorre o aparecimento de pequena lesão encharcada, acompanhada de intenso crescimento micelial cottonoso branco (DIAS; TERAQ, 2006). Internamente, os frutos infectados apresentam lesões marrons, cuja seção de corte revela uma podridão esponjosa e seca, com um halo branco (BRUTON; DUTHIE, 1996). Os ferimentos facilitam a penetração de *F. pallidroseum* nos frutos de meloeiro, que também pode ocorrer por aberturas naturais, incluindo as lenticelas e também por fissuras na epiderme associadas com o desenvolvimento da rede em frutos do tipo cantaloupe (BRUTON; ZHANG; MILLER, 1998). Havendo condições ambientais favoráveis, observa-se rápida evolução no tamanho da lesão, com aparecimento de fissuras, constituindo a porta de entrada para saprófitos oportunistas, que colonizam rapidamente, destruindo completamente o fruto (DIAS; TERAQ, 2006).

Temperaturas variando entre 20°C e 30°C são as mais favoráveis ao crescimento micelial, esporulação e germinação de esporos de *F. pallidroseum*. Em estudo envolvendo um isolado de *F. pallidroseum* patogênico a melão, o máximo crescimento micelial e esporulação foram a 30°C, sendo que temperaturas de 10°C (mínima) e 40°C (máxima) inibiram totalmente o crescimento do fungo, apesar de não serem letais (TERAQ, 2003).

2.1.3 *Fusarium subglutinans*

O *Fusarium subglutinans* é pertencente à ordem Moniliales, família Tuberculariaceae (GÓES, 2005). O fungo recebe outras denominações tais como *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* (Luc) C. Moreau, *Fusarium sacchari* var. *subglutinans* (Wollenw & Reinking) Nirenberg, *Fusarium guttiforme* Nirenberg & O' Donnel e *Fusarium subglutinans* f.sp. *ananas* Ventura, Zambolim & Gilb (MATOS et al., 2000; OLIVEIRA, 2008; GOES, 2005).

Em meio de cultura BDA o *F. subglutinans* forma um micélio branco flocoso, que pode se tornar violeta-acinzentado. Os macroconídios são fusiformes, de paredes delgadas, contêm 3 a 5 septos, possuem as dimensões 32-53 µm x 3-4,5µm e são produzidos em monofiálides formadas diretamente em conidióforos ramificado em esporodóquios e os microconídios unicelulares, ovais e hialinos, medindo 8-12µm x 3-4,5µm são normalmente produzidos em abundância a partir de polifiálides (MICHEREFF, 2009).

A forma mais eficiente de disseminação do *Fusarium subglutinans* f.sp. *ananas* é por meio da utilização de mudas infectadas e as transportadas de uma região para outra ou até mesmo dentro do mesmo pomar (GOES, 2005; MATOS, 2003). Porém, a disseminação ocorre também por meio do vento, chuva e insetos, e entre os insetos a broca do fruto (*Thecla basalides* Geyer) tem importante participação na disseminação do patógeno (MATOS, 2003).

Outros insetos colaboram para a disseminação do *Fusarium* tais como *Aphis mellifera*, *Bitoma* sp., *Bombus* sp. *Lagria villosa*, *Libindus dichrovus*, *Pollistes* sp. e *Trigona spinipes* (GOES, 2005; MATOS, 2003)

A doença causada por este fungo em plantas de abacaxi é a fusariose. O fungo infecta todas as partes da planta (caule, bainha das folhas, raízes, mudas e infrutescências) e os sintomas podem ser observados em diversas fases do desenvolvimento da mesma, tais como, plantas em desenvolvimento vegetativo, plantas em frutificação; e infecções em material \propagativo, ou seja, em mudas (MATOS et al., 2000; GOES, 2005).

Os sintomas mais evidentes e de maior importância comercial são os sintomas observados em infrutescências. Em abacaxis ainda verdes observa-se

exsudação de goma na superfície dos frutinhos. Esses sintomas ocorrem devido ao apodrecimento dos lóculos do ovário os quais se apresentam cheios de goma, que é forçada para fora ocorrendo a exsudação da mesma através dos frutinhos atacados. Há uma tendência de amarelecimento precoce. Com a evolução da doença, as partes lesionadas das infrutescências perdem a rigidez, encolhem e tornam-se deformadas. Infrutescências em estádios mais avançados de desenvolvimento e maturação, quando doentes, apresentam as áreas externas correspondentes aos tecidos infectados com coloração parda a marrom. No estágio final, podem ser totalmente afetadas, perdem a rigidez e mumificam, podendo ocorrer um crescimento rosado do fungo nos tecidos mais externos (MATOS et al., 2000; MATOS, 2003).

As condições climáticas mais adequadas para o desenvolvimento da doença favorecendo a incidência e a severidade da mesma é a umidade relativa e as precipitações elevadas na fase do florescimento. As temperaturas da região devem se situar entre 15°C e 25°C (GOES, 2005; MATOS et al., 2000).

2.2 Óleos essenciais no controle de doenças de plantas

O controle de doenças na pós-colheita tem sido feito indiscriminadamente pela aplicação de agrotóxicos, muitos dos quais não são registrados para a cultura, o que representa um risco à população (OLIVEIRA et al., 2006). No entanto, a restrição ao uso de fungicidas em pós-colheita tem crescido nos últimos anos (BENATO, 2003). Na fruticultura moderna, o manejo integrado de doenças tornou-se componente fundamental da produção (ZAMBOLIM, 2002). As exigências do mercado mundial de alimentos têm ampliado as barreiras fitossanitárias em busca de produtos livres ou com baixos níveis de resíduos de agrotóxicos, com qualidade mercadológica e produzidos sem causar maiores danos ao meio ambiente.

De modo geral, as podridões pós-colheita são de difícil controle (MORANDI, 2002; ZAMBOLIM, 2002). As estratégias de controle de doenças pós-colheita em frutos compreendem: a) redução do inóculo, pela eliminação de restos de cultura, manejo e tratamento fitossanitário adequados em pré-colheita,

sanitização de caixas, equipamentos, água de lavagem de frutos e câmaras de armazenamento, seleção rigorosa dos frutos evitando danos mecânicos; b) supressão do desenvolvimento de podridões e c) prevenção e erradicação (ECKERT; OGAWA, 1985).

Devido à crescente resistência dos microrganismos patogênicos frente aos produtos sintéticos, a procura por novos agentes antimicrobianos a partir de plantas é intensa (CUNICO et al., 2003). As plantas medicinais possuem compostos secundários, compostos não vitais às plantas, mas com função de proteção contra pragas e doenças e atração de polinizadores, que tanto podem ter ação fungitóxica, ação microbiana direta, como eliciadora, ativando mecanismos de defesa nas plantas, ou seja, ação antimicrobiana indireta (BONALDO, 2004; BASTOS; ALBUQUERQUE, 2004). Trata-se de fitoalexinas produzidas pelas plantas em resposta aos estresses físicos, químicos ou biológicos, sendo capazes de impedir ou reduzir a atividade de agentes patogênicos (PURKAYASTHA, 1995). Mais de 300 fitoalexinas já foram caracterizadas entre diferentes classes de compostos químicos tais como, cumarina, diterpeno e flavonoide, entre outras, tendo sido identificadas em mais de 20 famílias de vegetais superiores (SMITH, 1996).

A utilização destes métodos de controle de doenças em pós-colheita constitui importante desafio para a agricultura moderna e tem merecido atenção especial pela necessidade em disponibilizar alimentos livres de agrotóxicos (BASTOS; ALBURQUERQUE, 2004).

As plantas medicinais e aromáticas com seus princípios ativos antimicrobianos têm proporcionado controle de doenças tão eficiente quanto o controle com o uso de fungicidas, com a vantagem de não prejudicar o homem e o meio ambiente (COUTINHO et al., 1999).

Vários extratos brutos e óleos essenciais de plantas já foram testados sobre fungos fitopatogênicos em diversos trabalhos (TAKATSUKA et al., 2003; BALBI-PEÑA et al., 2006; PEREIRA et al., 2006), sendo que a utilização de óleos essenciais de plantas medicinais tem mostrado resultados promissores no controle de patógenos de plantas (GUIRALDO et al., 2004; SCHWAN-ESTRADA et al., 2003).

Os óleos essenciais são compostos orgânicos de estrutura química heterogênea (SARTORATTO et al., 2004). Trata-se de misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, com baixo peso molecular, geralmente odoríferas e líquidas, constituídos, na maioria das vezes, por moléculas de natureza terpênica. Frequentemente apresentam odor agradável e marcante (SIMÕES; SPITZER, 1999; SAITO; SCRAMIN, 2000).

São considerados óleos por serem, geralmente, líquidos de aparência oleosa à temperatura ambiente; por apresentarem volatilidade, são conhecidos como óleos voláteis e são chamados de essências, devido ao aroma agradável e intenso da maioria de seus representantes. São conhecidos também por óleos etéreos, sendo esta denominação referente ao fato dos mesmos serem solúveis em solventes orgânicos apolares, como o éter (VITTI; BRITO, 2003).

Outras características que podem ser identificadas nos óleos essenciais são: sabor, geralmente ácido e picante; quanto à cor, quando recentemente extraídos, os óleos são geralmente incolores ou ligeiramente amarelados, poucos são aqueles que apresentam cor, como o óleo volátil camomila, que tem coloração azulada; em relação à estabilidade, normalmente os óleos essenciais são instáveis, principalmente na presença de ar, luz, calor, umidade e metais; a maioria dos óleos essenciais possui índice de refração e são opticamente ativos, propriedades estas usadas na sua identificação e controle da qualidade (VITTI; BRITO, 2003).

Os óleos essenciais são originados do metabolismo secundário das plantas e possuem composição química complexa (GONÇALVES et al., 2003; SILVA et al., 2003), são principalmente constituídos de terpenos, porém, há alguns derivados dos fenilpropanoides. Os terpenos são constituídos de duas ou mais unidades isoprênicas, sendo cada molécula de isoprênico formada por cinco átomos de carbono (C5). De acordo com o tamanho da molécula, os terpenoides recebem denominação diferente: compostos formados por duas unidades isoprênicas (C10) são classificados como monoterpenos (mentol, limoleno, linalol e citral); os compostos formados por três unidades isoprênicas (C15) são classificados como sesquiterpenos (β -selineno e β -cariofileno); compostos formados por quatro unidades isoprênicas (C20) são os diterpenos e os compostos formados por seis

unidades isoprênicas (C₃₀) são classificados como triterpenos. Os monoterpenos e os sesquiterpenos são os compostos de ocorrência mais frequente na natureza, sendo os primeiros mais facilmente encontrados. São também responsáveis por grande parte das atividades biológicas dos óleos essenciais (MORAIS et al., 2009).

Siqui et al. (2000) ressaltam que esses óleos constituem os elementos essenciais contidos em muitos órgãos vegetais e estão relacionados com diversas funções necessárias à sobrevivência vegetal exercendo papel fundamental na defesa contra microrganismos.

Entre os constituintes dos óleos essenciais, alguns apresentam maior concentração, e são conhecidos como componentes principais ou componentes majoritários. O componente principal é o constituinte desejado, e é o fator pelo qual ocorre exploração econômica das plantas produtoras de óleo. Aqueles que se apresentam em baixíssimas concentrações são conhecidos como componentes-traço (DORAN, 1991). Lorenzi (2002) encontrou em óleo essencial extraído das folhas de alfavaca-cravo 73,3% de eugenol, 12,1% de 1,8 cineol, 2,3% de β -cariofleno, 2,1% de (Z)-ocimeno. Folhas de *Mentha piperita* (hortelã) apresentaram como compostos majoritários do óleo essencial o mentol, a mentona e apenas traços de mentofurona (VOIRIN et al., 1990). O 1,8-cineol ou eucaliptol é o componente principal do óleo de *Eucalyptus globulus*, apresentando concentração média de 80%. No entanto, este componente também está presente no óleo de bergamota como componente-traço, com concentração em torno de 0,002 % (DORAN, 1991).

A composição química dos óleos essenciais é determinada por fatores genéticos, porém, outros fatores podem acarretar alterações significativas na produção dos metabólicos secundários. O ambiente no qual o vegetal se desenvolve e o tipo de cultivo influem na composição química dos óleos essenciais (SIMÕES; SPITZER, 2000). Variações de temperatura são responsáveis pelas alterações dos metabólicos secundários, podendo ocorrer aumento do teor dos óleos em temperaturas elevadas ou em dias muito quentes, pode-se observar perda excessiva dos mesmos. A intensidade luminosa influencia a concentração bem como a composição dos óleos essenciais. A radiação solar influencia no processo

fotossintético e conseqüentemente na formação de esqueletos de carbono indispensáveis à produção dos metabólicos secundários. Diversos outros fatores como: sazonalidade, estágio de desenvolvimento da planta, horário de corte, estresse hídrico, nutrição e armazenamento influenciam na composição química dos óleos essenciais (MORAIS et al., 2009).

A composição e concentração dos óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) variaram em diferentes regiões: nas condições de cultivo da Grécia foram identificados os seguintes componentes majoritários: α -pineno (24,1%), seguido pela cânfora (14,9%), 1,8-cineol (9,3%), canfeno (8,9%), α -terpineol (8,8%) e borneol (8,0%) (PITAROKILI et al., 2008). Já no Estado do Rio Grande do Sul, vinte compostos no óleo de alecrim foram observados, sendo os compostos majoritários: α -pineno (40,55 a 45,10%), 1,8-cineol (17,40 a 19,35%), canfeno (4,73 a 6,06%) e verbenona (2,32 a 3,86%) (ATTI-SANTOS et al., 2005).

Os óleos essenciais são geralmente produzidos por estruturas secretoras especializadas, tais como: pelos glandulares, células parenquimáticas diferenciadas, canais oleíferos ou em bolsas específicas. Tais estruturas podem estar localizadas em algumas partes específicas ou em toda a planta. Assim, podemos encontrar os óleos essenciais: na parte aérea, como na menta; nas flores, como é o caso da rosa e do jasmim; nas folhas, como ocorre nos eucaliptos e no capim limão; nos frutos, como na laranja e no limão; na madeira como no sândalo e no pau-rosa; nas cascas do caule, como ocorre nas canelas; nas raízes, como se observa no vetiver; nos rizomas, como no gengibre; nas sementes, como na noz moscada. Os autores comentam ainda que os óleos essenciais obtidos de diferentes órgãos de uma mesma planta podem apresentar composição química, caracteres físico-químicos e odores distintos. (SIMÕES; SPITZER, 1999).

Os óleos essenciais podem ser obtidos mediante diferentes processos, dependendo da localização no vegetal, quantidade e das características requeridas para o produto final. Os processos usuais são: prensagem ou expressão; destilação por arraste a vapor; extração com solventes voláteis e CO₂ supercrítico (SEMEN; HIZIROGLU, 2005).

David et al. (2007) ressaltaram que os esforços na busca de substâncias ativas, que possam aumentar a produção de óleos essenciais são de grande importância. Os autores ainda afirmaram que a importação de matéria-prima nessa área chega a 80% representando considerável evasão de divisas para o país.

2.2.1 *Cymbopogon citratus*

Cymbopogon citratus Stapf, o popular capim-santo, é espécie originária da Índia. Foi introduzida no Brasil possivelmente já no tempo colonial e era utilizada como planta ornamental, sendo encontrada em todo o país (GOMES, 2001; CASTRO; RAMOS, 2003), é conhecida pelo seu uso na medicina popular e no plantio em curvas de nível e cordões de contorno para prevenção da erosão. Assume diferentes denominações populares conforme a região em que se encontra: capim-limão (MG), capim-santo (BA), erva-cidreira (SP) e outros como: capim-catinga, capim-de-cheiro, capim-cidrão, capim-cidilho, capim-cidro e capim-ciri.

Pertence à família Poaceae (Gramineae) e se constitui em uma erva perene, que forma touceiras compactas e robustas de até 1,2 metros de altura, com rizoma semi-subterrâneo e sua propagação é assexuada por divisão de touceiras e realizada a campo (COSTA et al., 2005).

A espécie é cultivada para produção comercial de óleo essencial, conhecido internacionalmente como “lemongrass” (MARTINAZZO et al., 2007). Essa essência é largamente empregada como agente aromatizante em perfumaria, indústria cosmética e alimentícia por seu forte odor de limão, bem como para obtenção do citral, seu principal constituinte.

A aplicação do óleo essencial de *C. citratus* (capim-limão) vem sendo estudada em vários trabalhos como opção no controle fitossanitário de *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum musae*, *Colletotrichum gloeosporioide*, *Stenocarpella maydis* e *Penicillium digitatum* (BORGES et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2009; MATTOS et al., 2009; JUNIOR et al., 2009).

Pereira et al. (2007) testando diferentes concentrações de óleo essencial de *C. citratus* sobre os fungos *C. musae* e *C. gloeosporioides*, causadores da podridão

da banana, encontraram inibição em 100% do crescimento micelial do *C. gloeosporioides* na concentração de 1000 μ L/L a 1500 μ L/L e do *C. musae* na concentração de 1500 μ L L⁻¹.

A atividade do óleo essencial de capim-limão no crescimento micelial de *F. oxysporum* e *C. musae* foi verificada por Borges et al., (2009). Os autores avaliaram diferentes concentrações (250, 500, 750 e 1000 μ L L⁻¹) e constataram que o óleo aplicado na concentração de 1000 ppm foi eficiente pra inibir o crescimento dos patógenos.

Acredita-se que o efeito dos óleos contra estes patógenos deve ser devido à presença de vários compostos com ação antimicrobiana (JUNIOR et al., 2009). O citral (47% a 85%), o componente majoritário do *C. citratus*, é uma mistura de isômeros geranial (α -citral), e neral (β -citral) (SIDIBE et al., 2001). Batista-Pereira et al. (2006) afirmaram que em menor proporção já foram identificados outros compostos como: canfeno, citronelal, citronelol, farnesol, geraneol, limoneno, linalol, mentol, α -pineno, β -pineno e terpineal.

Marques et al. (2003) trabalhando com *C. gloeosporioides*, agente causal da antracnose em frutos de mamão, verificaram que o óleo essencial de *C. citratus* e o seu componente majoritário, o monoterpeno citral, foram eficientes na inibição “*in vitro*” e “*in vivo*” do crescimento micelial de *C. gloeosporioides*. Para este mesmo patógeno, Guimarães et al. (2007) avaliaram o efeito do óleo essencial de capim-santo e de seus componentes (citral e mirceno). A concentração mínima inibitória encontrada foi de 500 μ L L⁻¹, para o óleo essencial e também para o citral, inibindo em 100% o crescimento micelial.

2.2.2 *Citrus sinensis*

O limoeiro pertence à família Rutaceae, originária da região tropical e subtropical da Ásia e do arquipélago Malaio, ocorre desde a Índia, norte da China, Nova Guiné até Austrália. É uma espécie cultivada em todos os continentes e foi introduzida na América pelos portugueses e espanhóis (ABREU, 2006).

As frutas cítricas são as mais cultivadas no mundo, sendo a laranja a principal delas. A produção de laranjas e a industrialização do suco estão concentradas em quatro países, sendo o Brasil o primeiro deles, respondendo por um terço da produção mundial da fruta e quase 50% do suco fabricado. Aproximadamente 70% são processados e 30% vão para o consumo interno (BIZZO et al., 2009).

Derivados de óleos essenciais de laranja são usados em perfumaria, sabonetes e na área farmacêutica em geral, além de materiais de limpeza, em balas e bebidas. O óleo essencial de laranja foi responsável por 86% das exportações, o de limão 8%, os de lima 3%, outros cítricos 2% (como toranja, cidra, tangerina, entre outros) e os de bergamota por aproximadamente 1%, em conjunto (BIZZO et al. 2009).

A utilização do óleo essencial de laranja em estudos contra o desenvolvimento de insetos e microorganismos em algumas plantas vem sendo observada. A atividade inseticida do óleo essencial da casca de *C. sinensis* foi verificada por Astolfi et al. (2007) sobre *Sitophilu. Zeamais*, uma das pragas mais destrutivas em grãos armazenados em todo o mundo, indicando eficácia de 100% com a concentração de 0,5% (v/p) de óleo.

Estudos realizados por Caccioni et al. (1998), com óleos essenciais de *Citrus sinensis*, *Citrus aurantium*, *Citrus deliciosa*, *Citrus paradisi*, *Citrus limon* e híbridos Citrange no controle dos fungos de pós-colheita *Penicillium italicum* e *P. digitatum*, mostraram que existem respostas variáveis entre os óleos dessas espécies, sendo que os de citrange e o de limão, foram os que apresentaram maior eficiência. Embora o limoneno seja o principal componente dos citros, variando de 60,20 a 95,29%, não houve correlação positiva entre quantidade de limoneno e inibição do fungo, e sim na quantidade de monoterpenos. Os óleos de *Citrus sinensis* foram os que apresentaram menor eficiência.

2.2.3 *Lippia sidoides*

A *Lippia sidoides* Cham. (MENDONÇA, 1997) é uma planta que ocorre na região Nordeste do Brasil, principalmente na área abrangida pelos municípios de Mossoró-RN e Tabuleiro do Norte-CE, onde é conhecida popularmente como alecrim, alecrim-pimenta e estrepa-cavalo (LEAL et al., 2003).

O taxon genérico *Lippia* (Verbenaceae) inclui aproximadamente 200 espécies de ervas, arbustos e de árvores de pequeno porte, sendo caracterizado pela presença de óleos essenciais com atividade antimicrobiana (MENDONÇA, 1997). O óleo essencial obtido de suas folhas é constituído de timol (50 a 60%) e carvacrol (5 a 8%), pode ser extraído tanto das folhas secas como frescas, tem odor forte e sabor aromático picante (CRAVEIRO, 1981). Possui ação antimicrobiana contra diversos patógenos (*Colletotrichum gloesporioides*, *C. musae*, *Penicillium digitatum* e *Fusarium oxysporum*) (OLIVEIRA et al., 2009; MATTOS et al., 2009; JUNIOR et al., 2009). Estudos realizados por Matos et al. (2004) demonstraram que o óleo essencial de *L. sidoides* apresenta forte atividade antimicrobiana sobre os fungos *Sacharomyces cerevisiae*, *Cryptococcus neoformans* e *Aspergillus flavus*. Gadelha et al. (2003) constataram a eficiência do óleo de *L. sidoides* no controle de *Fusarium* sp durante o tratamento pós-colheita do pedúnculo de melão (*Cucumis melo* L.) cv Orange Flesh como preventivo nas concentrações de 20000 $\mu\text{L L}^{-1}$ e 40000 $\mu\text{L L}^{-1}$ como curativo.

2.2.4 *Ocimum* sp

O gênero *Ocimum* contém cerca de 30 espécies nativas dos trópicos e subtropicais, algumas delas também encontradas em regiões temperadas (VIEIRA; SIMON, 2000). Neste gênero destaca-se a espécie *Ocimum gratissimum* L., conhecido como alfavacão, alfavaca e alfavaca-cravo, largamente utilizada na medicina popular por possuir óleo essencial rico em eugenol, um fenilpropanoide com propriedade bactericida (MARTINS et al., 2009). Já Mendes et al., (2005) classificam o óleo essencial de *O. gratissimum* em três grupos químicos: eugenol, geraniol e timol.

Estudos recentes têm verificado a bioatividade do óleo essencial de *O. gratissimum* sobre organismos de elevada patogenicidade, como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus* spp, *Pseudomonas aeruginosae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis* (MATASYOH et al., 2007). A atividade destes óleos sobre os fungos *Colletotrichum musae*, *Penicillium digitatum* e *Fusarium oxysporum* também foi verificada em algumas pesquisas (BORGES et al., 2009; MATTOS et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2009).

Ocimum micranthum Willd, uma erva nativa das planícies da Europa Central, América do Sul e Índias Ocidentais, é utilizada localmente em bebidas e sopas (BRAGA, 1992). É uma importante fonte de óleos essenciais, presente em folhas, inflorescências e sementes, largamente utilizados pela indústria farmacêutica, por conter eugenol, metileugenol, e linalol, também utilizados pela indústria de alimentos e perfumes (LORENZI; MATOS, 2002). Extratos da planta são usados na medicina tradicional, no tratamento de problemas das vias respiratórias, reumatismo, paralisias, epilepsia e doenças mentais, para o tratamento de febre, distúrbios de estômago e disenteria. A decocção da planta também é usada para distúrbios nervosos, dores de ouvido, cólicas e convulsões em crianças, bem como para menstruação dolorosa (BRAGA, 1992), além de conter compostos biologicamente ativos que são utilizados naturalmente como inseticidas, nematocidas além de apresentarem ação antimicrobiana. (SILVA et al., 2004).

Ocimum seloi Benth é um subarbusto perene, ereto, ramificado, de 40-80 cm de altura, nativo do Brasil, conhecido popularmente como elixir paregórico, atroveran ou alfavaquinha. Suas folhas são simples e opostas. As flores são pequenas, de cor branca, dispostas em racemos terminais curtos. Os frutos são aquênios de cor escura que não se separam facilmente da semente. Multiplicam-se tanto por sementes como por estacas, desenvolvendo-se bem em solos ricos em matéria orgânica e drenados (PEREIRA; MOREIRA, 2009).

Estudos etnobotânicos realizados com *O. seloi* revelaram que a planta é utilizada, por via oral, na medicina popular, em distúrbios digestivos e para o tratamento de inflamações, como gastrite e bronquite (VIEIRA; SIMON, 2000). É empregada tipicamente para aliviar dores nas pernas (PANIZZA, 1997).

Possui folhas aromáticas, cujo óleo essencial apresenta como principais constituintes químicos: estragol, anetol e cariofileno. Na medicina caseira são utilizadas como antidiarreico, antiespasmódico e anti-inflamatório, além de ação comprovada como repelente de insetos (LORENZI; MATOS, 2002).

2.2.5 *Piper aduncum*

A família Piperaceae tem cerca de 12 gêneros e 1400 espécies distribuídas em todas as regiões tropicais e subtropicais. No Brasil ela é representada por cinco gêneros e aproximadamente 460 espécies. *Piper aduncum* L. é um arbusto (3-8 m), comumente encontrada no sudeste do Brasil. (SOUZA; ROSA, 2004; KAPLAN et al., 1998).

As espécies do gênero *Piper* são amplamente aplicadas na medicina popular em função das propriedades antimicrobianas exibidas por seus constituintes (NASCIMENTO et al., 2008). No gênero *Piper*, os constituintes químicos mais comuns são as amidas, destacando-se as isobutilamidas, piperidina e pirrolidina (SENGUPTA; RAY 1987). Outro grupo de compostos potencialmente ativos e não menos importantes, que estão presentes em proporções consideráveis, são os fenilpropanoides, incluindo-se entre eles: monolignolides como o apiol, miristicina, eugenol, safrol, dímeros de fenilpropanoides e dilapiol (BERNARD et al., 1995).

Silva e Bastos (2007), avaliando *in vitro*, a atividade fungitóxica de diferentes concentrações do óleo essencial extraído de dez espécies de *Piper* coletadas na região Amazônica, encontraram 100% de inibição na germinação de basidiósporos de *Crinipellis perniciosus*, agente causal da vassoura-de-bruxa do cacaueiro. Bastos e Albuquerque (2004), testando o óleo essencial de pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*) sobre os conídios de *Colletotrichum musae*, observaram 100% de inibição da germinação dos esporos utilizando concentrações do óleo acima de 100µL/L.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Patologia Pós-colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, localizado na cidade de Fortaleza, Estado do Ceará.

3.2 Obtenção dos isolados

3.2.1 Obtenção dos isolados de *Fusarium pallidoroeseum*

O fungo *Fusarium pallidoroeseum* foi isolado de frutos de melão com sintomas de podridão-por-Fusarium, identificado e cultivado em placas de Petri contendo meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) a 28°C por seis dias. A identidade do patógeno foi confirmada por meio dos “postulados de Kock” (AMORIN E SALGADO, 1995). Primeiramente, foi realizado o isolamento do fungo retirando-se fragmentos da área de transição entre o tecido sadio e o tecido doente. Os fragmentos foram desinfestados superficialmente utilizando-se álcool 70% e solução de hipoclorito de sódio 4% (NaClO). Terminada esta operação, o material foi lavado duas vezes consecutivas com água destilada e esterilizada e, acondicionado em placas de Petri contendo o meio BDA. Após obter-se a colônia, o fungo foi reinoculado em frutos sadios a fim de verificar a presença de sintomas iguais aos anteriormente observados.

Discos de 5 mm foram retirados das bordas das culturas e transferidos para placas de Petri com o mesmo meio para a condução do experimento. Uma outra parte foi mantida em água destilada de acordo com a metodologia descrita por Castellani (1967) e armazenada na coleção de fungos do Laboratório de Patologia de Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical para posterior utilização.

3.2.2 Obtenção dos isolados de *Fusarium subglutinans*

Da mesma forma, infrutescências de abacaxi trazidas do Estado da Paraíba para a sede da Embrapa Agroindústria Tropical apresentando os sintomas da fusariose foram utilizadas para a obtenção do isolado de *F. subglutinans*. A identidade do patógeno foi confirmada por meio dos postulados de Kock. O isolado foi mantido em meio de cultura BDA e posteriormente utilizado nos experimentos.

3.3 Espécies de plantas utilizadas para obtenção do óleo essencial

Na Tabela 1, estão relacionadas as espécies vegetais utilizadas para a extração dos óleos essenciais utilizados nos experimentos.

Tabela 1 - Relação das espécies vegetais com suas denominações científica e vulgar, e parte da planta utilizada para extração dos óleos essenciais. Fortaleza, CE, 2009.

Nome científico	Nome vulgar	Parte da planta
<i>Citrus sinenses</i>	Laranja	Casca
<i>Cymbopogon citratus</i>	Capim-limão	Folhas
<i>Lippia sidoides</i>	Alecrim-pimenta	Folhas
<i>Ocimum gratissimum</i>	Alfavaca-cravo	Folhas e inflorescências
<i>Ocimum</i> SP	-	Folhas e inflorescências
<i>Ocimum micranthum</i>	Manjerição	Folhas e inflorescências
<i>Ocimum selloi</i>	Elixir-paregórico	Folhas e inflorescências
<i>Piper aduncum</i>	Pimenta-de-macaco	Folhas

3.4 Extração do óleo

O material foi coletado no Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza/CE. A colheita foi realizada no 1º semestre de 2009, no período da manhã (8h). Após a colheita, as folhas foram submetidas às operações de seleção e lavagem, separando-se as partes da planta e descartando-se

os materiais injuriados. As partes desejadas para extração do óleo foram cortadas e utilizadas no processo de destilação.

A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação em aparelho *Clevenger* modificado marca Coperglass e acoplado a balões de 3L. Nesse aparelho, foram adicionados 200 gramas do material vegetal fresco picado juntamente com água destilada, durante quatro horas. O tempo de extração adotado foi contado a partir do início da ebulição. A massa de óleo obtida foi pesada em balança analítica com precisão (Bioprecisa $\pm 0,1$ mg) e posteriormente armazenada a 18°C em frasco de vidro âmbar com tampa rosqueável.

3.5 Composição química dos óleos

A análise da composição química dos óleos foi realizada por meio de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) e cromatografia em fase gasosa com detector de ionização por chama (CG-DIC). A análise por CG-EM foi realizada em um instrumento Shimadzu QP-2010 (Kioto, Japão), com impacto de elétrons a 70 eV, coluna DB-5MS metilpolisiloxano (30 m x 0,25 mm x 1,0 μm ; J&W Scientific Inc., Folsom, EUA), modo de injeção com divisão de fluxo de 1:100, durante toda a corrida (30,3 min), gás carreador hélio com fluxo de 1,20 mL.min⁻¹ (53,5 Kpa) e velocidade linear constante de 42 cm.s⁻¹, temperatura do injetor 230°C, temperatura da linha de transferência 260°C. A temperatura inicial do forno cromatográfico foi de 70°C com rampa de aquecimento de 4°C.min⁻¹ até 180°C por 27,5 min, seguida por rampa de aquecimento de 25°C.min⁻¹ até 250°C, ao término da corrida. A identificação dos compostos foi realizada pela análise dos padrões de fragmentação exibidos nos espectros de massas, tendo sido confirmada por comparação dos seus espectros de massas com aqueles presentes na base de dados fornecida pelo equipamento (NIST – 147.198 compostos), bem como pela comparação dos seus índices de retenção com os de compostos conhecidos, obtidos por injeção de uma mistura de padrões contendo uma série homóloga de alcanos C₇-C₂₂, e dados da literatura (LINSTROM, 2010)

A análise por CG-DIC foi realizada num instrumento Varian CP-3800 (Palo Alto, EUA), com detector de ionização por chama (DIC), coluna CP-Sil 8 CB de fase estacionária metilpolisiloxano (30 m x 0,25 mm x 0,25 μ m; Varian Inc., Palo Alto, EUA), modo de injeção com divisão de fluxo de 1:50, durante toda a corrida (30,3 min), gás carreador hidrogênio com fluxo constante de 1,5 mL.min⁻¹, temperatura do injetor 230°C, temperatura do detector 260°C. A temperatura inicial do forno cromatográfico foi de 70°C com rampa de aquecimento de 4°C.min⁻¹ até 180°C por 27,5 min, seguida por rampa de aquecimento de 25°C.min⁻¹ até 250°C, ao término da corrida. A contribuição de cada composto volátil na mistura foi dada pela área relativa (%) do seu respectivo pico no cromatograma registrado por DIC.

3.6 Efeito dos óleos essenciais sobre o crescimento micelial de *Fusarium pallidoroeseum* e *Fusarium subglutinans*.

A atividade antifúngica das concentrações dos óleos essenciais foi avaliada por meio da inibição do crescimento micelial do patógeno. Utilizaram-se, para cada óleo essencial das espécies vegetais, as concentrações de 0 μ L L⁻¹, 500 μ L L⁻¹, 1500 μ L L⁻¹ e 3000 μ L L⁻¹, adicionadas em meio de cultura BDA. A testemunha consistiu do disco do fungo cultivado em meio BDA sem a adição de óleo. Cada óleo foi misturado com o detergente Twin 20 na proporção de 1:1 e adicionado ao meio de cultura BDA com temperatura máxima de 45°C, e em seguida vertido em placas de Petri de 9 cm de diâmetro. Cada placa foi inoculada, no centro, com um disco de 5 mm de diâmetro, contendo micélios da cultura. As placas foram lacradas, identificadas e incubadas em câmara BOD à temperatura de 25°C sob fotoperíodo em de 12h por 8 dias para *F. pallidoroeseum* e 12 dias para *F. subglutinans*.

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 8 x 3 (oito óleos x três concentrações) com cinco repetições, em que cada placa correspondeu a uma repetição. A avaliação do efeito das diferentes

concentrações de óleo essencial sobre o crescimento micelial foi realizada quando o crescimento micelial da testemunha cobriu totalmente a superfície do meio de cultura na placa, medindo-se o diâmetro da área de crescimento micelial em dois eixos ortogonais (média das duas medidas diametricamente opostas). Os dados obtidos nesse estudo foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

3.7 Efeito dos óleos essenciais sobre a germinação dos esporos de *Fusarium pallidoroseum* e *Fusarium subglutinans*.

A atividade antifúngica das diferentes concentrações dos óleos essenciais nas concentrações de 0 $\mu\text{L L}^{-1}$, 500 $\mu\text{L L}^{-1}$, 1500 $\mu\text{L L}^{-1}$ e 3000 $\mu\text{L L}^{-1}$, foi avaliada por meio da inibição da germinação dos esporos dos fungos. A suspensão de esporos foi obtida adicionando-se água destilada estéril às culturas fúngicas em placas de Petri e, posteriormente, com auxílio da alça de *Drigauski* realizou-se a raspagem na superfície da colônia para remover os esporos do micélio sem ferir o meio. Em seguida filtrou-se a suspensão em gaze de camada dupla para reter o micélio que foi removido juntamente com os esporos. A concentração de esporos foi determinada com auxílio de hemacitômetro e ajustada para $2,0 \times 10^2$ ufc/mL.

Cada óleo foi misturado com o detergente Twin 20 na proporção de 1:1 e adicionado ao meio de cultura BDA com temperatura máxima de 45°C, e em seguida vertido em placas de Petri. Adicionou-se, então, 0,1 mL da suspensão previamente ajustada para as placas de Petri contendo o meio de cultura BDA com as diferentes concentrações dos óleos, espalhando-a uniformemente sobre a superfície do meio com o auxílio da alça de Drigalski. Em seguida, as placas foram lacradas, identificadas e incubadas em câmara BOD à temperatura de 25°C sob fotoperíodo de 12h por 8 dias.

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3 (quatro óleos x três concentrações) com cinco repetições, em que cada parcela correspondeu a uma placa. A avaliação foi feita pela contagem dos esporos germinados e os resultados expressos em porcentagem. Os dados

obtidos nesse estudo foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.8 Inoculação do *Fusarium pallidoseum* e aplicação dos óleos em frutos de melão.

Os frutos de melão Gália, provenientes da Empresa Exportadora Agrícola Famosa, localizada no município de Icapuí, Estado do Ceará, foram colhidos nos meses de outubro e novembro de 2009, os quais foram imediatamente encaminhados ao Laboratório de Patologia Pós-Colheita. No laboratório os frutos foram desinfestados com álcool etílico 70% e inoculados com *F. pallidoseum*. A suspensão de esporos de *F. pallidoseum* produzidos a partir de colônias puras do fungo foi ajustada para a concentração de $1,0 \times 10^6$ esporos/mL. As inoculações foram realizadas de duas formas: uma utilizando discos de papel de filtro embebido na suspensão de esporos acondicionados em quatro pontos equidistantes na superfície dos frutos sem ferimentos. O outro procedimento de inoculação foi realizado mergulhando uma tesoura na suspensão de esporos e cortando imediatamente o pedúnculo do fruto. Após os procedimentos descritos, os frutos foram armazenados em temperatura ambiente ($29 \pm 3^\circ \text{C}$) e umidade relativa de $65 \pm 2\%$ por aproximadamente 24 horas. Após esse período, os frutos foram imersos em solução contendo óleo (as concentrações dos óleos usadas foram às mesmas do teste *in vitro*), Twin 20 (proporção 1:1) e água. Os frutos foram transferidos para uma sala de incubação com temperatura máxima diária de $30 \pm 2^\circ \text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$ por seis dias. O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4×2 (quatro óleos x três concentrações). Para cada tratamento óleo/concentração foram empregadas três repetições, em que cada parcela correspondeu a um fruto.

3.9 Inoculação do *Fusarium subglutinans* e aplicação dos óleos em infrutescências de abacaxi.

As infrutescências de abacaxi da variedade ‘Pérola’ provenientes da Itaueira Agropecuária, localizada no Município de Aracati, Estado do Ceará, foram

colhidas em janeiro de 2010 e imediatamente encaminhadas ao Laboratório de Patologia de Pós-Colheita. No laboratório os abacaxis foram desinfestados em solução com hipoclorito de sódio a 4% e em seguida inoculados com *F. subglutinans*. Suspensão de esporos de *F. subglutinans* produzidos a partir de colônias puras do fungo foram ajustadas para a concentração de $1,0 \times 10^6$ esporos/mL.

Os óleos foram aplicados de duas formas (24 horas antes e 24 horas depois da inoculação com o patógeno). A inoculação foi realizada através de ferimentos nos pedúnculos das infrutescências realizados com um furador, logo após, discos de papel de filtro embebidos a suspensão de esporos foram afixados no local dos ferimentos. Os abacaxis foram transferidos para uma sala de incubação com temperatura máxima diária de $30 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$ por oito dias.

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $4 \times 2 \times 2$ (quatro óleos x três concentrações x duas formas de inoculação). Para cada tratamento foram empregadas cinco repetições, em que cada parcela correspondeu a uma infrutescência. A avaliação foi feita mediante a porcentagem de incidência do patógeno. Os dados obtidos nesse estudo foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição química

A composição química dos óleos essenciais testados neste trabalho está caracterizada na Tabela 2. Observam-se números variáveis de constituintes identificados, com alguns óleos apresentando número mínimo de substâncias, como ocorreu com o óleo essencial da laranja com apenas seis componentes e o capim-limão com nove componentes identificados. Nos demais óleos, quantidades maiores de substâncias foram identificadas, como é o caso do alecrim-pimenta e *Ocimum* sp. com 22 componentes, manjerição com 25 e elixir-paregórico com 28 constituintes.

Apesar da quantidade variável das substâncias, sempre uma ou duas prevalecem em maior quantidade nos óleos essenciais e outros em menores quantidades. A atividade antifúngica destes óleos essenciais pode estar associada à presença de um destes compostos ou da ação sinérgica de dois ou mais compostos presentes (SILVA; BASTOS, 2007).

No óleo essencial extraído das folhas de capim-limão, os maiores componentes identificados foram o citral (geranial com 46,65% e neral com 34,05%) e o β -mirceno (8,91%). Brito (2007) observou que o óleo essencial extraído também de folhas frescas desta mesma espécie apresentou como compostos majoritários geranial (α – citral) com 40,55%, neral (β – citral) com 28,36% e mirceno com 24,21%.

A composição das folhas do óleo essencial de alecrim-pimenta mostrou o timol como componente majoritário (63,80%), seguido de β -cariofileno (10,71%) e para-cimeno (6,92%). Nas folhas do alecrim-pimenta Matos (2002) encontrou até 4,5% de óleo essencial rico em timol, que é seu componente ativo majoritário e o responsável pelo seu cheiro característico. O óleo essencial de alecrim-pimenta, de acordo com vários autores, apresenta a seguinte composição química: monoterpenos (carvacrol, p-cimeno, timol, α -felandreno) e sesquiterpenos (β -

cariofileno, α -cariofileno, α -copaeno) (LE MOS et al., 1990; TERBLANCHÉ; KORNELIUS, 1996).

Para o óleo essencial extraído da casca de laranja observou-se que o limoneno é o que está presente em maior quantidade chegando a 92,82%, seguido do linalol (1,93%) e β -mirceno (1,59%). Abreu (2006) identificou apenas três substâncias no óleo essencial extraído da casca da laranja sendo o maior componente o limoneno (96,86%), seguido do mirceno (2,27%) e α -pineno (0,52%).

Tabela 2 - Composição química dos óleos essenciais de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), laranja (*Citrus sinenses*), pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), manjerição (*Ocimum micrathum*), elixir-paregórico (*Ocimum selloi*) e *Ocimum* sp, Fortaleza, CE, 2009.

Componente	Capim-limão	Alecrim-pimenta	Laranja	Pimenta-de-macaco	Alfavaca-cravo	Manjeriçã	Elixir-paregórico	Ocimum sp.
(E)-bergamoteno	0,41							
(E)-cinamato de metila								54,86
(E)-dihidro- α -terpineol					0,16			0,38
(E)- α -bergamoteno						0,17	2,75	
(Z)-cinamato de metila								8,03
(Z)-geraniol	3,70							
(Z)- β -ocimeno	0,24			1,15				
1,10-di-epi-cubenol							0,31	
1,8-cineol		1,33			17,81	1,32	3,58	16,70
4-terpineol		1,08					2,53	0,60
4-tujanol		0,25					0,36	
6-metil-5-hepten-2-ona	0,53							
7-epi- α -selineno				0,51				0,51
acetato de bornila							0,19	
<i>allo</i> -aromadendreno					0,15	0,76	0,19	
Anisol		0,95						
Aromadendreno		0,67						
Biciclogermacreno		1,79		0,77		7,26	0,32	
Borneol						0,23		
Canfeno								
Cânfora							0,72	
Cubenol							0,31	
Dilapiol				83,00				
Elemicina						13,17		

TABELA 2, cont..."							
Espatulenol		0,34			0,40		
Estragol						50,15	
Eugenol				57,66	42,77		
Geranial	46,45						
germacreno A				0,56	1,28	0,25	
germacreno B			0,15				
germacreno D		0,33	1,34	1,77	0,79	1,14	0,24
Globulol					0,22		
Guaiol			0,38		0,21		
Isoterpinoleno						0,10	
Limoneno		0,42	92,82			0,30	2,80
Linalool	0,85		1,93	0,29	0,96	28,14	
metil-eugenol					2,95		
Mirceno		1,15		0,44			0,31
Neral	34,05						
Nerolidol			0,73				
Ocimeno							0,34
Octanal							
óxido de cariofileno		1,00	0,19	0,62	0,61		0,24
para-cimeno		6,92					
Sabineno				0,51		0,08	0,31
Timol		63,80					
Valerianol					0,40	2,21	
α -cariofileno		0,49	0,66	0,71	2,49	0,32	0,81
α -copaeno			0,42	0,15			0,55
α -eudesmol					0,33		
α -felandreno			0,05				
α -guaieno							2,61
α -muuroleno			0,47				
Cont...							

TABELA 2, cont..."

α -pineno		0,41	0,31	0,12	0,47	0,21		0,62
α -selineno					2,25			0,12
α -terpineno		0,89						
α -terpineol			0,43		1,05		0,40	2,10
α -tujeno		0,68						
β -bourboneno					0,17			
β -cariofileno	0,18	10,71		4,37	4,52	10,4		0,43
β -chamigreno						0,15		
β -elemeno					0,69	6,71	0,64	
β -guaiano							0,2	
β -mirceno	8,91		1,59				0,19	
β -ocimeno								
β -pineno		0,56		0,57	1,44	0,17	0,30	1,57
β -selineno		0,41			6,11	2,04	0,26	
γ -cadineno		0,37			0,17			
γ -elemeno								
γ -terpineno		2,52					0,56	0,21
δ -3-careno			0,73					
δ -cadineno				2,14			1,02	
δ -elemeno						1,00		
δ -guaiano								3,20
Outros*	4,68	3,34	1,78	2,98	2,30	3,00	2,15	2,46

* Componentes não identificados

O óleo essencial de pimenta-de-macaco apresentou como componente principal o dilapiol com 83% deste constituinte. Fazolin et al. (2007) estudando as propriedades fungicidas deste óleo e outras piperáceas, verificaram que o óleo de pimenta-de-macaco apresentou esse mesmo constituinte como componente majoritário (73,97%).

O óleo de alfavaca-cravo foi extraído das folhas e inflorescências e em sua composição foi identificado em maiores quantidades o eugenol (57,66%), 1,8 cineol (17,81%), o β -selinemo (6,11%) e β -cariofileno (4,52%). Lorenzi (2002) encontrou em óleo essencial extraído apenas das folhas de alfavaca-cravo 73,3% de eugenol, 12,1% de 1,8 cineol, 2,3% de β -cariofileno, 2,1% de (Z)-ocimeno.

No óleo essencial de manjerição os compostos majoritários encontrados foram: eugenol (42,77%), elimicina (13,17%), β -cariofileno (10,4%) e biciclogermacreno (7,26%). Silva et al., (2004) determinando a composição desta espécie de manjerição por meio de diferentes métodos de extração observaram que o eugenol predominou em todos os métodos.

Em relação ao óleo essencial de elixir-paregórico extraído das folhas e inflorescência pode-se verificar que os componentes identificados em maiores quantidades foram o estragol, o linalol e 1,8-cineol com 50,15%, 28,14% e 3,58%, respectivamente. Da mesma forma, o maior componente encontrado por Martins et al. (1997) em folhas e flores de elixir- paregórico foi o estragol.

Na identificação dos componentes majoritários extraídos das folhas de *Ocimum* sp verificou-se a presença de (E)-cinamato de metila (54,86%) e 1,8-cineol (16,70%). Rosas et al., (2004) identificaram 32 componentes no óleo essencial das folhas de manjerição, dos quais os principais foram (E)-cinamato de metila (50,8%), carvona (12,4%), limoneno (8,3%), (Z)-cinamato de metila (5,7%), (Z)-b-farneseno (5,5%) e linalol (5,4%). O (E)-cinamato de metila também é o principal componente de outras espécies de *Ocimum* tais como *O. basilicum* e *O. americanum* (VIEIRA; SIMON, 2000).

4.2 Efeito de óleos essenciais no crescimento micelial e germinação de esporos de *Fusarium pallidoroeseum* in vitro.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3 observa-se que alguns óleos essenciais testados apresentaram índices variáveis de inibição do desenvolvimento micelial do *F. pallidoroeseum* quando comparados à testemunha. Ao verificar o efeito entre os óleos nota-se que os óleos essenciais de capim-limão, alecrim-pimenta, alfavaca-cravo, manjerição e *Ocimum* sp. apresentaram melhores resultados na redução do crescimento micelial, constituindo assim, os melhores tratamentos. Já o óleo essencial extraído da casca de laranja e o óleo de pimenta-de-macaco não mostraram efeito significativo de inibição.

Tabela 3 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium pallidoroeseum* submetido à aplicação de óleos essenciais de capim-santo (*Cymbopogon citratus*), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), laranja (*Citrus sinenses*), pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), manjerição (*Ocimum micrathum*), elixir-paregórico (*Ocimum selloi*) e *Ocimum* sp., após 8 dias. Fortaleza, CE, 2009.

Óleos essenciais	<i>F. pallidoroeseum</i>
Testemunha	52.77 A
Laranja	44.75 AB
Elixir paregórico	29.44 B
Pimenta-de-macaco	19.6 AB
Alfavaca-cravo	15.8 C
<i>Ocimum</i> sp.	11.9 C
Manjerição	8.4 C
Capim-limão	3.8 C
Alecrim-pimenta	2,8 C

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade

Com a aplicação de diferentes concentrações do óleo essencial de capim-limão o crescimento micelial de *F. pallidoroeseum* (Tabela 4) não diferiu entre as concentrações utilizadas. Pôde-se observar semelhança de comportamento deste com o óleo de alecrim-pimenta, mostrando distinção de resultados apenas para a concentração de 500 $\mu\text{L L}^{-1}$, na qual foi observada uma paralisação no crescimento até o primeiro e segundo dias de avaliação para os óleos de alecrim-pimenta e capim-limão, respectivamente. Porém, nas demais concentrações utilizadas (1500 e

3000 $\mu\text{L L}^{-1}$) o fungo não se desenvolveu durante todo o período de avaliação, causado por um provável efeito fungitóxico destes dois óleos (Figura 1 e Figura 2, ANEXO I).

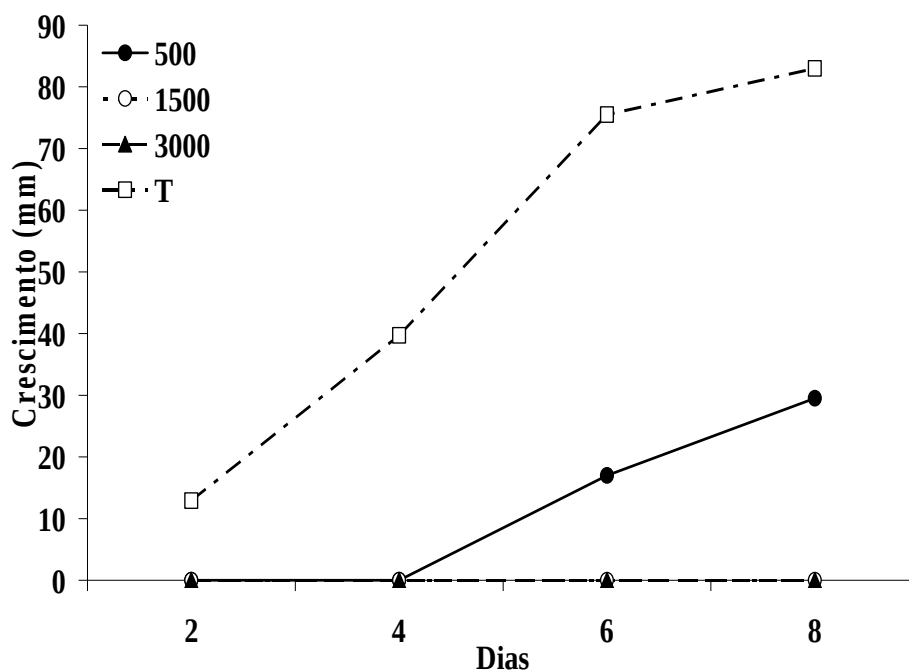


Figura 1 – Crescimento micelial (mm) de *Fusarium pallidoroseum* submetido a diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*). Fortaleza, CE, 2009.

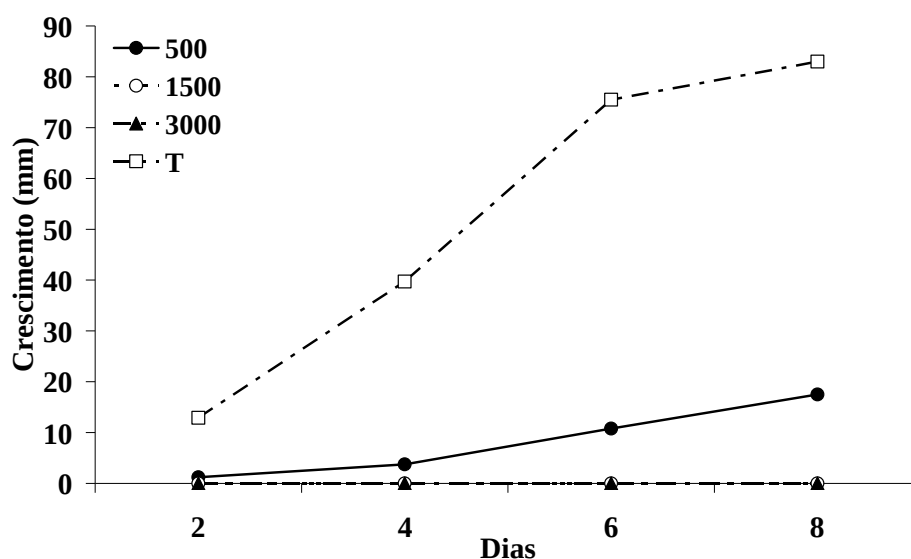


Figura 2 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium pallidorozeum* submetido a diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*). Fortaleza, CE, 2009.

A propriedade antifúngica do capim-santo e alecrim-pimenta pode ser atribuída, principalmente, aos componentes majoritários destas plantas. Segundo Matos (2000) e Matos et al. (2004), as ações antimicrobianas comprovadas desses óleos são atribuídas aos constituintes geranial e neral (citril) para o capim-santo, e timol e carvacrol para o alecrim-pimenta. Alzate et al. (2009) ao avaliarem o efeito dos componentes majoritários destes óleos revelaram que o citral com $300\mu\text{L L}^{-1}$ e o timol com $125\mu\text{L L}^{-1}$ inibiram completamente o crescimento micelial de *Colletotrichum acutatum*.

O óleo essencial de *C. sinensis* não apresentou efeito significativo na inibição do crescimento micelial de *F. pallidorozeum* nas concentrações avaliadas (Tabela 3). Esses resultados estão de acordo com outros estudos em que esse óleo é pouco eficiente na inibição de microorganismos, ou tenham especificidade por algum fungo ou bactéria (ABREU, 2006; CACCIONI et al., 1998). Por outro lado Altolf et al. (2007) verificaram eficácia de 100% sobre *Sitophilus zeamais*. Na concentração de $3000\mu\text{L L}^{-1}$, observaram-se alterações na coloração do micélio do *F. pallidorozeum*. Como as substâncias encontradas nos óleos apresentam grupo

alcoólico, carbonilas e duplas ligações, pressupõe-se haver uma oxidação, ou os compostos foram metabolizados em outras substâncias, provocando alteração de cor dos micélios fúngicos (SALGADO et al., 2001).

No tratamento utilizando óleo essencial de pimenta-de-macaco observou-se que apesar de não apresentar diferença estatística entre as concentrações, houve diminuição do crescimento em relação à testemunha (Figura 3, ANEXO I). Lobato et al. (2007) avaliaram o efeito do óleo essencial de pimenta-de-macaco ($5000 \mu\text{L L}^{-1}$) e observaram redução de 68% da infestação de *Macrophomina phaseolina* em sementes de feijão. Borges (2007) trabalhando com o mesmo óleo verificou que houve redução na germinação de urediniósporos de *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da ferrugem da soja em 71%. O efeito antimicrobiano do óleo de pimenta-de-macaco nestes patógenos pode ser atribuído ao componente dilapiol.

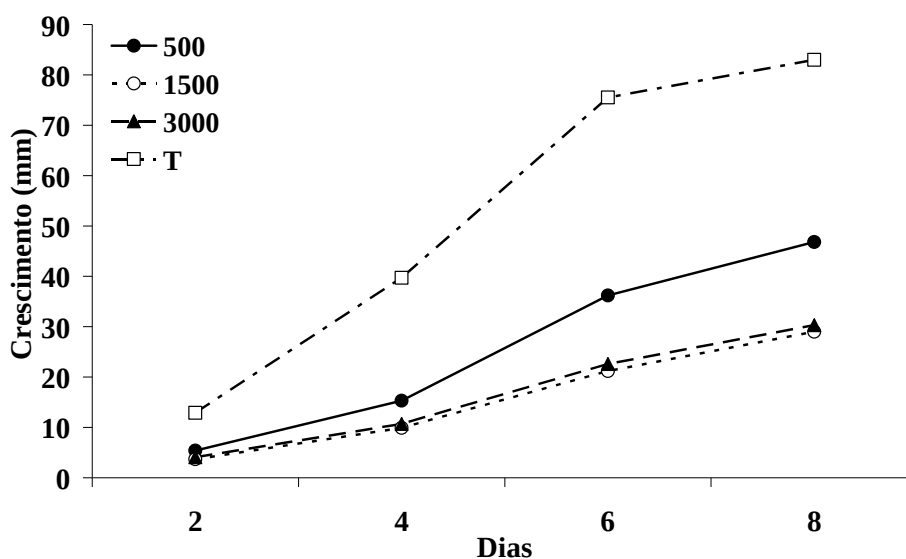


Figura 3 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium pallidoroeseum* submetido a diferentes concentrações ($0 \mu\text{L L}^{-1}$, $500 \mu\text{L L}^{-1}$, $1500 \mu\text{L L}^{-1}$, $3000 \mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*). Fortaleza, CE, 2009.

Os óleos de alfavaca-cravo e manjerição nas concentrações de 1500 e 3000 $\mu\text{L L}^{-1}$ apresentaram os melhores resultados inibindo em 100% o crescimento

micelial do *F. pallidoroseum* conforme Figuras 4, 5 e ANEXO I. Junior et al., (2009) estudaram a atividade inibitória *in vitro* no crescimento de *C. gloeosporioides* do óleo de alfavaca-cravo e verificaram uma inibição de 100% a partir da concentração de $1000 \mu\text{L L}^{-1}$. Resultados semelhantes foram observados por Borges et al. (2009) para *C. musae* e *F. oxysporum* quando utilizado o óleo essencial de manjerição. Ambas as espécies vegetais possuem como componente majoritário identificado o eugenol. O eugenol foi identificado por Faria et al. (2006) como composto ativo do óleo de alfavaca cravo, apresentando atividade antifúngica sobre *Penicillium chrysogenum* e *Alternaria* sp. isolados de tomate.

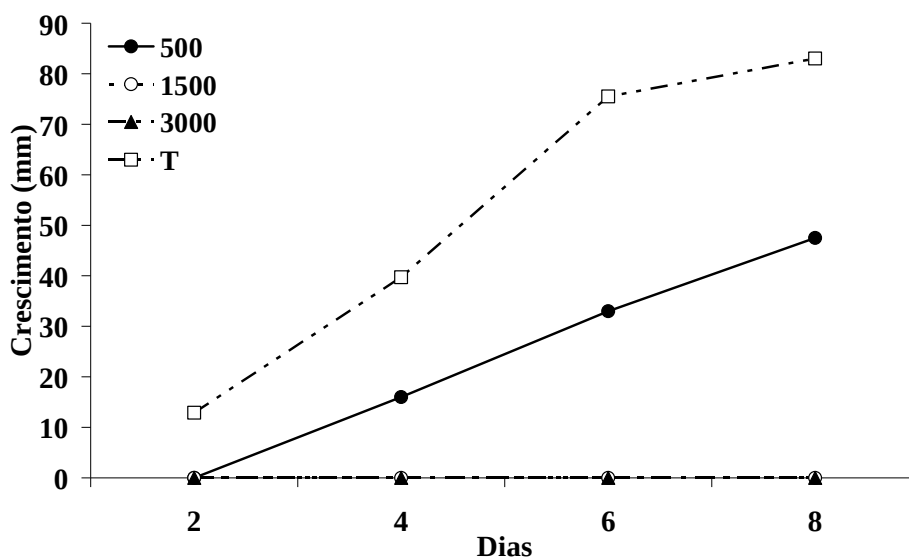


Figura 4 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium pallidoroseum* submetido a diferentes concentrações ($0 \mu\text{L L}^{-1}$, $500 \mu\text{L L}^{-1}$, $1500 \mu\text{L L}^{-1}$, $3000 \mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*). Fortaleza, CE, 2009.

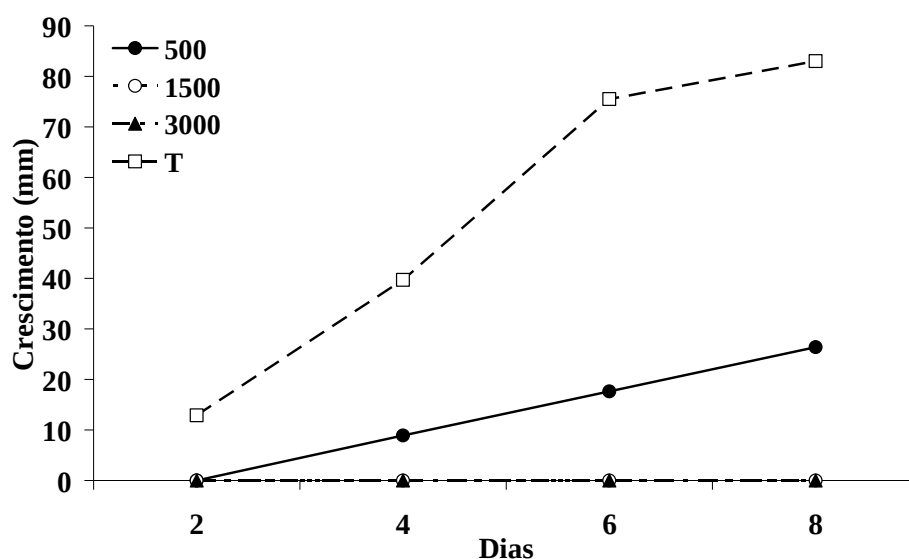


Figura 5 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium pallidoroeseum* submetido a diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum micrathum*). Fortaleza, CE, 2009.

O óleo de elixir-paregórico não apresentou efeitos significativos sobre o crescimento micelial de *F. pallidoroeseum*, não diferindo estatisticamente da testemunha (Tabela 4).

O óleo de *Ocimum* sp. quando aplicado na concentração de $1500\mu\text{L L}^{-1}$ apresentou efeito fungitóxico sobre *F. pallidoroeseum* até o segundo dia de avaliação. Porém, esse mesmo óleo na concentração de $3000\mu\text{L L}^{-1}$ inibiu completamente o crescimento deste patógeno (Figura 6, ANEXO I). A inibição do crescimento do *F. pallidoroeseum* pode ser atribuída à presença do componente majoritário deste óleo, o (E)-cinamato de metila.

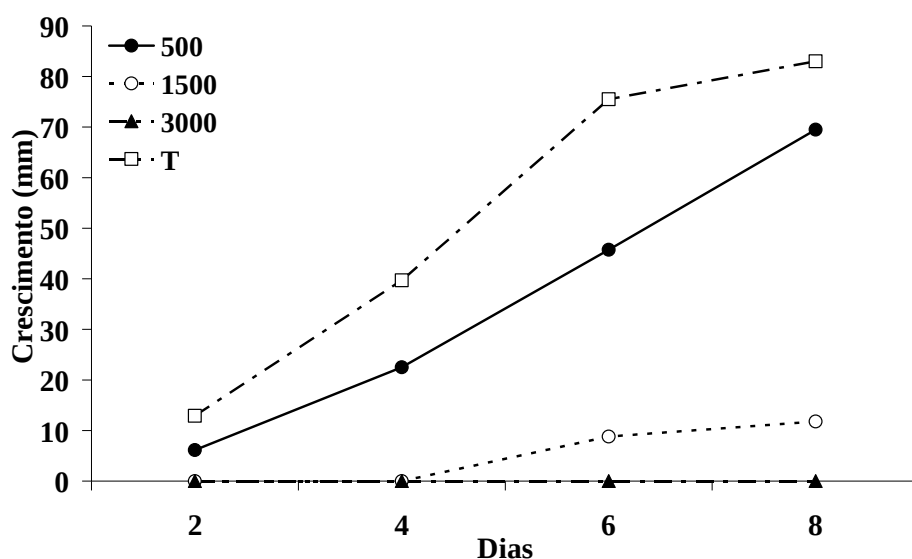


Figura 6 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium pallidorozeum* submetido a diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de *Ocimum* sp.. Fortaleza, CE, 2009.

Embora a atividade antimicrobiana de um óleo essencial seja atribuída principalmente ao seu composto majoritário, o efeito sinérgico ou antagônico de um composto em menor concentração na composição do mesmo deve ser considerado. Cada componente tem sua própria contribuição na atividade biológica do óleo essencial (DAFERERA et al., 2003).

Os óleos essenciais de capim-limão, alecrim-pimenta, alfavaca-cravo e manjerição, selecionados com base nos resultados positivos obtidos na avaliação *in vitro* para crescimento micelial do *F. pallidorozeum* do presente estudo, foram utilizados para verificar o efeito destes na germinação de esporos.

Todos os óleos em todas as concentrações testadas apresentaram diferença significativa em relação à testemunha na inibição da germinação de esporos de *F. pallidorozeum*, porém entre os óleos observa-se que não houve diferença estatística. Os resultados permitiram concluir que o efeito dos óleos foram maiores para germinação de esporos do que para o crescimento do micélio, observa-se que para todos os óleos e concentrações estudadas houve inibição de 100%, exceto para o óleo de manjerição na menor concentração ($500\mu\text{L L}^{-1}$), com 33% de

germinação (Tabela 5). Do mesmo modo, Silva e Bastos (2007) avaliando a atividade do óleo essencial de dez espécies de *Piper* (*P. dilatatum*, *P. hostmannianum*, *P. calosum*, *P. cyrtopodon*, *P. turbeculatum*, *P. divaricatum*, *P. nigrispicum*, *P. hispidum*, *P. marginatum*. var. *anisum* e *P. enkea*) no crescimento micelial e germinação dos esporos de *Crinipellis pernicioso*, agente causal da vassoura de bruxa, verificaram uma maior sensibilidade dos esporos em relação ao crescimento micelial, o que é interessante, pois são as principais unidades infectivas do patógeno. Porém, Junior et al. (2009) verificaram que os óleos de *L. sidoides*, *O. gratissimum*, *L. citriodora*, *C. citratus* e *Psidium guayava* inibiram igualmente o crescimento micelial e a germinação de esporos de *C. gloesporioides*. Marques et al. (2004) ao usarem óleo essencial de nim sobre diferentes patógenos tiveram êxito apenas na inibição do crescimento micelial, sendo a germinação de conídios não afetadas pelas diferentes concentrações do óleo.

Tabela 4 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium pallidoroseum* submetido a diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) de óleos essenciais de capim-santo (*Cymbopogon citratus*), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), laranja (*Citrus sinenses*), pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), manjerição (*Ocimum micrathum*), elixir-paregórico (*Ocimum selloi*) e *Ocimum* sp., após oito dias, Fortaleza. CE, 2009.

Concentração ($\mu\text{L L}^{-1}$)	Óleos essenciais							
	C. Limão	A. Pimenta	Laranja	P. Macaco	A. Cravo	Manjerição	E. Paregórico	<i>Ocimum</i> sp
500	29,5 ^a	17,5 ^a	79a	46,8 ^a	47,5 ^a	26,4 ^a	70a	69,5a
1500	0a	0b	79,7a	29 ^a	0b	0b	65,6a	11,8ab
3000	0a	0b	78,5a	30,3 ^a	0b	0b	34,4a	0b
	4,36ns	10,48**	0,35ns	1,20ns	7,16*	7,16*	3,05ns	7,54*

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade

Tabela 5 - Efeito dos óleos essenciais de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*) e manjerição (*Ocimum micrathum*) sobre a porcentagem de germinação de esporos de *Fusarium pallidoroseum*, após sete dias. Fortaleza, CE, 2009.

Óleos essenciais	Germinação de esporos (%)		
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$	1500 $\mu\text{L L}^{-1}$	3000 $\mu\text{L L}^{-1}$
Testemunha	100 a	100 a	100 a
Capim-limão	0 b	0 b	0 b
Alecrim-pimenta	0 b	0 b	0 b
Alfavaca-cravo	0 b	0 b	0 b
Manjerição	33 b	0 b	0 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4.3 Efeito de óleos essenciais no crescimento micelial e germinação de esporos de *Fusarium subglutinans* in vitro.

Na Tabela 6 observa-se que os óleos essenciais de capim-limão, alecrim-pimenta, alfavaca-cravo e manjerição apresentaram melhores resultados na redução do crescimento micelial de *F. subglutinans*. O óleo essencial extraído da casca de laranja não mostrou efeito significativo na inibição do crescimento deste patógeno quando comparado à testemunha. Não houve diferença estatística no crescimento de *F. subglutinans* para os óleos de *Ocimum* sp., elixir-paregórico e pimenta-de-macaco.

Tabela 6 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium subglutinans* submetido à aplicação de óleos essenciais de capim-santo (*Cymbopogon citratus*), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), laranja (*Citrus sinenses*), pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), manjerição (*Ocimum micrathum*), elixir-paregórico (*Ocimum selloi*) e *Ocimum* sp., após 8 dias, Fortaleza, CE, 2009.

Óleos essenciais	<i>F. Subglutinans</i>
Testemunha	51,19 A
Laranja	24,00 A
Elixir paregórico	22,47 BC
<i>Ocimum</i> SP	17,41 B
Pimenta-de-macaco	10,59 BC
Manjerição	6,37 CD
Alecrim-pimenta	4,09 E
Alfavaca-cravo	2,46 D
Capim-limão	0 E

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade

Os óleos essenciais de capim-limão, laranja, pimenta-de-macaco e alfavaca-cravo não apresentaram diferenças estatísticas entre si para as concentrações utilizadas (Tabela 7).

Tabela 7 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium subglutinans* submetido a diferentes concentrações de óleos essenciais de capim-santo (*Cymbopogon citratus*), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), laranja (*Citrus sinenses*), pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), manjerição (*Ocimum micrathum*), elixir-paregórico (*Ocimum selloi*) e *Ocimum* sp., após oito dias. Fortaleza, CE, 2009.

Concentração ($\mu\text{L L}^{-1}$)	Óleos essenciais							
	C. limão	A. Pimenta	Laranja	P. Macaco	A. Cravo	Manjerição	E. Paregórico	<i>Ocimum</i> sp
500	0a	5,3 ^a	74,2 a	43 ^a	18,6a	30,3ab	66,7a	78,5a
1500	0a	0b	74,8 a	19,6 ^a	6,2a	14,4b	61,8b	16,5b
3000	0a	0b	76,7 a	11,8 ^a	0a	13,2 ^a	0ab	11,5a
	0,00	22,15**	0,36ns	0,14ns	5,38ns	10,99**	92**	10,13**

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade

Ao verificar o efeito do óleo essencial de capim-limão no crescimento de *F. subglutinans*, observa-se que houve inibição total do crescimento do fungo até o último dia de avaliação para as três concentrações testadas (Figura 7, ANEXO II). A concentração mínima de inibição do capim-limão encontrada neste trabalho para o *F. subglutinans* está de acordo com Guimarães et al., (2007) que encontraram uma concentração mínima inibitória de $500 \mu\text{L L}^{-1}$ deste óleo para *C. gloeosporioides*. Porém Junior et al. (2009) verificaram que a partir da concentração de $1000 \mu\text{L L}^{-1}$ o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* foi totalmente inibido e Fandohan et al. (2004) ao avaliarem a atividade antifúngica *in vitro* do capim-limão sobre *F. verticillioides*, constatarem uma concentração mínima inibitória para o crescimento micelial do fungo de $1300 \mu\text{L L}^{-1}$.

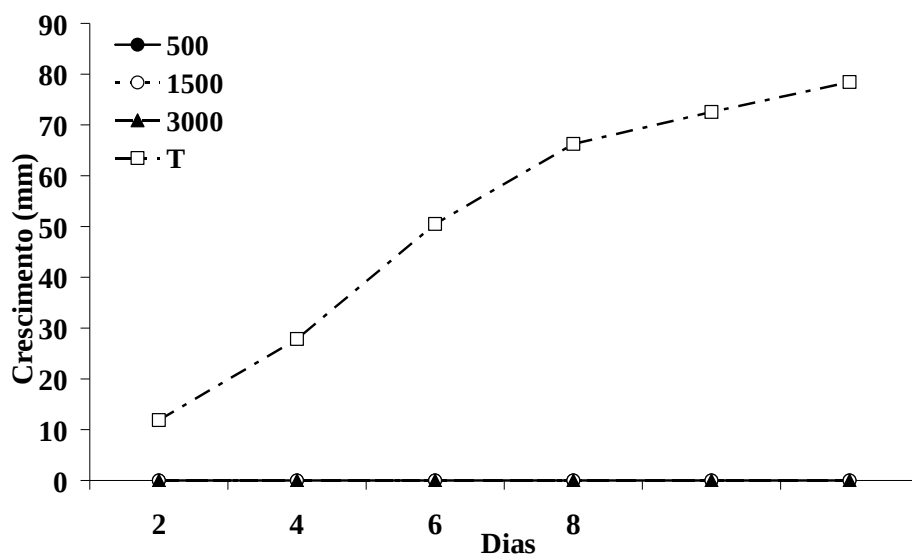


Figura 7 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium subglutinans* submetido a diferentes concentrações ($0 \mu\text{L L}^{-1}$, $500 \mu\text{L L}^{-1}$, $1500 \mu\text{L L}^{-1}$, $3000 \mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*). Fortaleza, CE, 2009.

O óleo de alecrim-pimenta apresentou o mesmo comportamento nas três concentrações usadas, mantendo um efeito inibitório até o quarto dia de avaliação, depois deste período houve um crescimento do fungo tratado com óleo na concentração de $500 \mu\text{L L}^{-1}$ (Figura 8, ANEXO II). Oliveira et al. (2008) ao

verificarem o efeito de óleos essenciais de espécies de *L. sidoides* e *L. gracilis* sobre o crescimento de fungos contaminantes encontrados na micropropagação de plantas, observaram que o óleo essencial de alecrim-pimenta mostrou-se eficiente na inibição do crescimento micelial de *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp, *Fusarium* sp., e *F. oxysporum* de maneira similar ao fungicida Carbendazin.

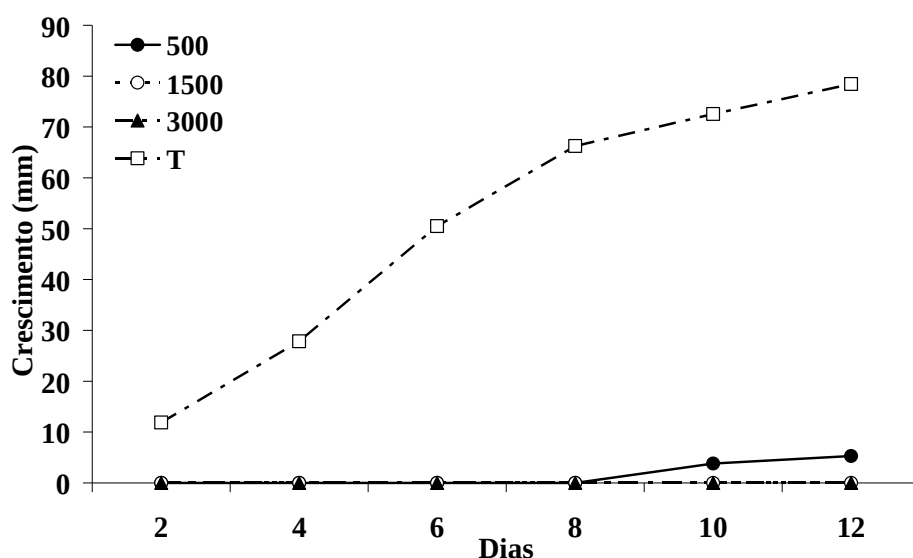


Figura 8 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium subglutinans* submetido a diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*). Fortaleza, CE, 2009.

O óleo essencial da casca de laranja não apresentou efeito de inibição do crescimento micelial dos fungos estudados (Figura 9, ANEXO II).

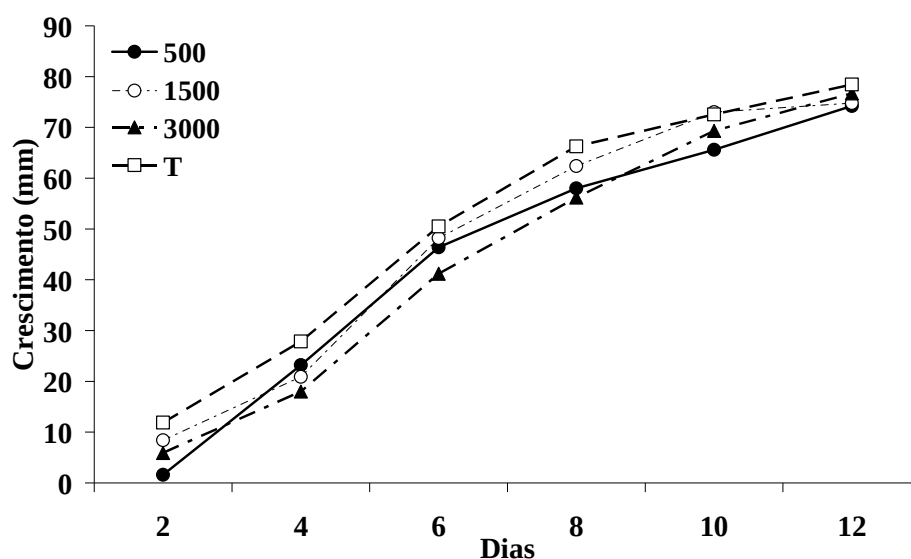


Figura 9 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium subglutinans* submetido a diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de laranja (*Citrus sinenses*). Fortaleza, CE, 2009.

Em relação ao óleo essencial de pimenta-de-macaco, apesar de não apresentar diferenças entre as concentrações testadas e as concentrações de $1500\mu\text{L L}^{-1}$ e $3000\mu\text{L L}^{-1}$ mostrarem comportamento semelhante até o segundo dia de avaliação, observou-se que o crescimento micelial do *F. subglutinans* foi inversamente proporcional à concentração do óleo (Figura 10, ANEXO II). Bastos e Albuquerque (2004) testando o óleo essencial de pimenta-de-macaco sobre *C. musae*, observaram 100% de inibição no crescimento micelial utilizando concentrações do óleo acima de $150\mu\text{L L}^{-1}$. Resultados distintos de atividade antimicrobiana de um determinado óleo estão relacionados com inúmeros fatores. Cada organismo patogênico, bem como o óleo a ser analisado, tem suas particularidades e o conhecimento delas é um fator importante na validação do efeito antimicrobiano dos óleos (NASCIMENTO et al., 2006).

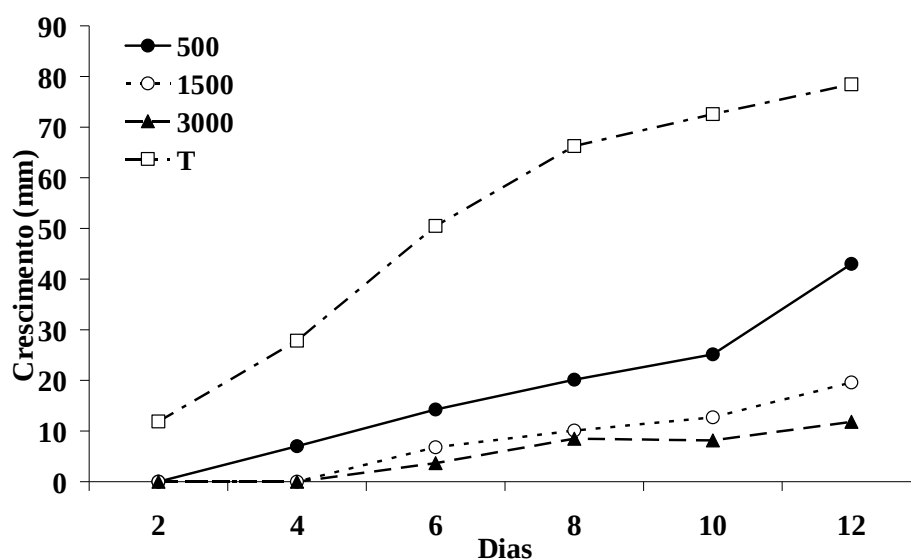


Figura 10 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium subglutinans* submetido a diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*). Fortaleza, CE, 2009.

Para o óleo essencial de manjerição e alfavaca-cravo foi observado que à medida que aumentava a concentração destes óleos aumentava o tempo de toxidez sobre *F. subglutinans*. Após este período, o fungo iniciou o crescimento. Houve inibição do crescimento até o terceiro, quarto e último dia de avaliação para as concentrações de 500, 1500 e 3000 $\mu\text{L L}^{-1}$, respectivamente, para o óleo de alfavaca-cravo (Figura 11, ANEXO II). Já para o óleo essencial de manjerição o crescimento de *F. subglutinans* teve início no segundo, terceiro e quarto dia de avaliação (Figuras 12, ANEXO II). Tripathi et al. (2008) encontraram concentração de inibição inferior para o crescimento micelial de *B. Cinerea* utilizando $500\mu\text{L L}^{-1}$ do óleo de alfavaca-cravo. A redução do potencial de inibição ou o tempo de atuação dos constituintes do óleo pode ser atribuída à sua volatilização ou à instabilidade na presença de ar, luz, calor, umidade e metais (SIMÕES; SPITZER, 2000), modificando a atmosfera no interior das placas de Petri.

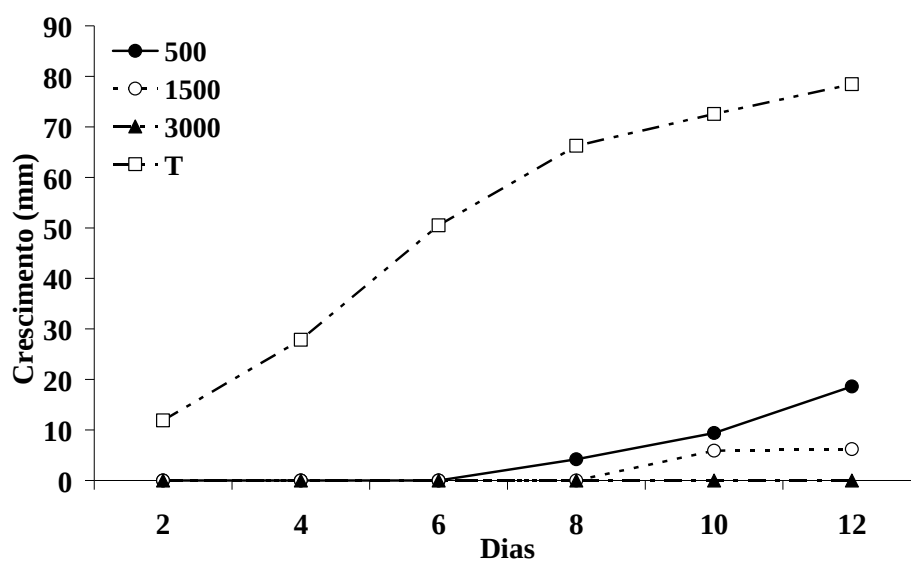


Figura 11 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium subglutinans* submetido a diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*). Fortaleza, CE, 2009.

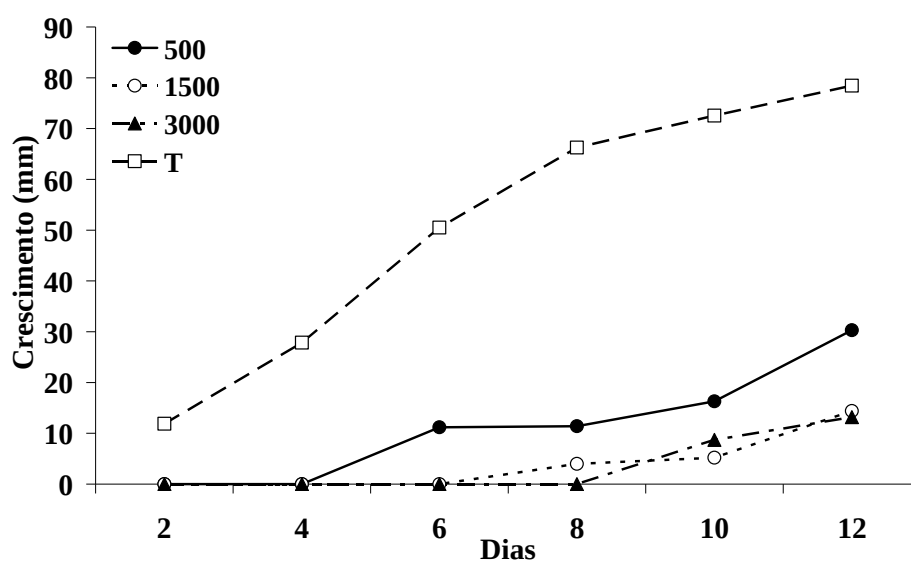


Figura 12 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium subglutinans* submetido a diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum micrathum*). Fortaleza, CE, 2009.

Apesar do óleo de elixir não diferir entre as concentrações 1500 e 3000 $\mu\text{L L}^{-1}$, 100% de inibição foi observada para a maior concentração até o último dia de avaliação (Figura 13, ANEXO II).

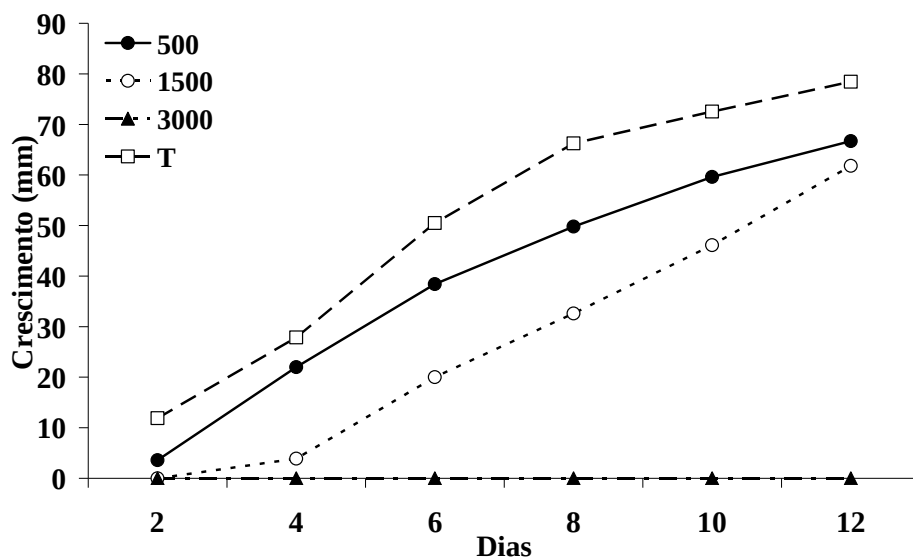


Figura 13 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium subglutinans* submetido a diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de elixir-paregórico (*Ocimum selloi*). Fortaleza, CE, 2009.

Para o óleo de *Ocimum* sp. pôde-se observar que à medida que aumentou a concentração, aumentou o efeito de inibição deste óleo para o *F. subglutinans*. Na concentração de $3000\mu\text{L L}^{-1}$, houve um efeito fungitóxico até a terceira avaliação, correspondendo a seis dias após a instalação do experimento (Figura 14, ANEXO II).

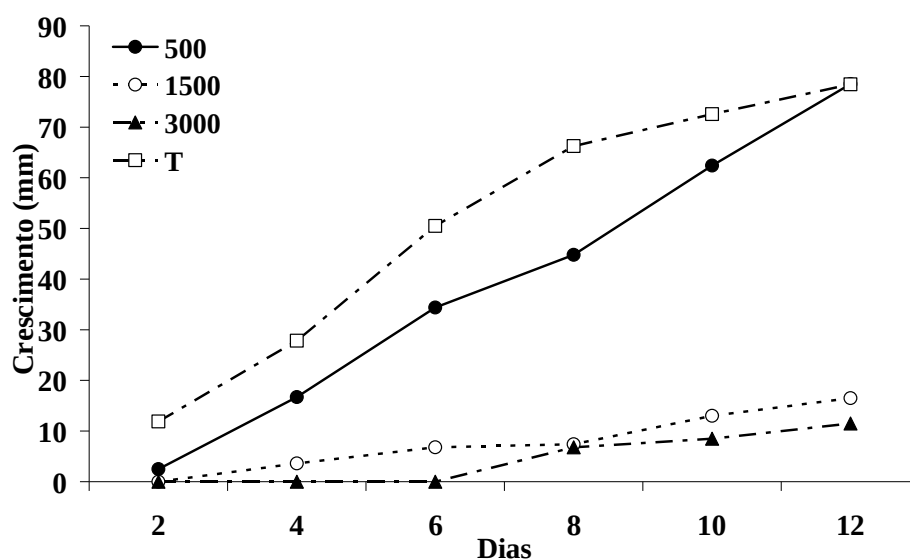


Figura 14 - Crescimento micelial (mm) de *Fusarium subglutinans* submetido a diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) do óleo essencial de *Ocimum* sp.. Fortaleza, CE, 2009.

Com base nos resultados de inibição obtidos na avaliação *in vitro* do crescimento micelial de *F. subglutinans* os óleos de capim-limão, alecrim-pimenta, alfavaca-cravo e manjerição foram selecionados para testes *in vitro* da germinação de esporos deste patógeno.

Todos os óleos em todas as concentrações testadas apresentaram diferença significativa em relação à testemunha na inibição da germinação de esporos de *F. subglutinans*, porém entre os óleos não houve diferença (Tabela 8).

Tabela 8 - Efeito dos óleos essenciais de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*) e manjerição (*Ocimum micrathum*) sobre a porcentagem de germinação de esporos de *Fusarium subglutinans*, após sete dias. Fortaleza, CE, 2009.

Óleos essenciais	Germinação de esporos (%)		
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$	1500 $\mu\text{L L}^{-1}$	3000 $\mu\text{L L}^{-1}$
Testemunha	100 a	100 a	100 a
Capim-limão	42 b	0 b	0 b
Alecrim-pimenta	0 b	0 b	0 b
Alfavaca-cravo	33 b	0 b	0 b
Manjerição	33 b	0 b	0 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Para os óleos de capim-limão, alfavaca-cravo e manjerição verificou-se germinação de esporos apenas na concentração de 500 $\mu\text{L L}^{-1}$. Com estes resultados observa-se, de acordo com a Tabela 6, que os óleos agiram de duas formas: a primeira agindo na inibição da germinação dos esporos com 58%, 67% e 67% para capim-limão, alfavaca-cravo e manjerição, respectivamente e a segunda forma, uma vez que germinado os esporos observou-se que não houve desenvolvimento da massa de hifas, confirmando os resultados obtidos neste estudo do efeito desses óleos essenciais sobre crescimento micelial do *F. subglutinans*.

Observou-se que apenas o óleo de alecrim-pimenta inibiu totalmente nas três concentrações testadas. Teixeira et al. (2009) estudando o efeito antimicrobiano de óleos essenciais de várias plantas (tomilho, canela orégano, manjerição, capim-limão, cravo-da-índia, alecrim e erva-doce) em diferentes concentrações (250, 500, 750 e 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$) em esporos de *C. gloeosporioides* verificaram inibição a partir de 250 $\mu\text{L L}^{-1}$ para todos os óleos, exceto o óleo de alecrim e canela.

4.4 Efeito de óleos essenciais na incidência de *Fusarium pallidoroseum* em frutos de melão.

Os óleos essenciais de capim-limão, alecrim-pimenta, alfavaca-cravo e manjerição foram selecionados com base nos resultados obtidos no experimento *in*

vitro no efeito do crescimento micelial e germinação de esporos de *F. pallidroseum* do presente estudo para testes *in vivo*, visando à conservação pós-colheita de frutos de melão Gália, direcionando-os para incidência de podridão causado por *F. pallidroseum*.

Observa-se no ANEXO III que os óleos em todas as concentrações avaliadas causaram queimaduras e depressões na casca dos frutos em um intervalo de tempo inferior a doze horas, e que os danos aumentaram à medida que se aumentaram as concentrações. Do mesmo modo, Rozwalka (2003) em um experimento prévio com óleos essenciais de cravo e capim-limão em frutos de goiaba, adicionou em câmara úmida 100 µL de óleo distribuídos em quatro pontos equidistantes na parte superior da embalagem com papel de filtro umedecido e, mantida fechada, observando então a alteração fisiológica da casca do fruto na porção voltada para cima. No experimento a quantidade de óleo foi reduzida para 10 µL, sendo depositada na parte inferior da embalagem em algodão e novamente ocorreu a “queima do fruto”, porém de forma inferior. Grippa et al. (2008) também observaram injúrias em frutos de mamão tratados com óleo essencial de *Schinus terebinthifolius*.

Esse resultado propõe a possibilidade de estudos com menores concentrações destes óleos essenciais, ou até mesmo, a aplicação destas ou maiores concentrações venham a ser feitas apenas na região do pedúnculo dos frutos de melão, uma vez que as lesões causadas pelo *F. pallidroseum* são mais frequentes na zona de abscisão peduncular, e que outra forma de infecção acontece apenas por ferimentos. Este tipo de aplicação para prevenir doenças através do pedúnculo já vem sendo utilizado nas empresas produtoras de melão com o uso de produtos sintéticos.

Não foi possível fazer a avaliação de incidência do patógeno, pois uma parte das amostras, em um curto período de tempo teve que ser descartada. Porém, alguns frutos ficaram em observação por seis dias após a aplicação dos óleos e mesmo com resultados positivos no experimento *in vitro*, numa avaliação visual destes frutos, pôde-se verificar a incidência de *F. pallidroseum*. Isto pode ser explicado pela diminuição dos compostos ativos com o passar do tempo ou que a

menor atividade dos óleos essenciais *in vivo* pode ser devida às interações dos compostos ativos presentes, conhecidos por serem lipofílicos, com os componentes dos alimentos, como proteínas e lipídios, o que faz com que esta atividade diminua (ROZWALKA, 2003).

4.5 Efeito de óleos essenciais na incidência de *Fusarium subglutinans* em infrutescências de abacaxi.

Os óleos essenciais de capim-limão, alecrim-pimenta, alfavaca-cravo e manjerição foram selecionados com base nos resultados obtidos no experimento *in vitro* no efeito do crescimento micelial e germinação de esporos de *F. subglutinans* do presente estudo para testes *in vivo*, visando à conservação pós-colheita de infrutescências de abacaxi, direcionando-os para incidência de Fusariose causado por *F. subglutinans*.

É possível observar que os óleos essenciais de alecrim-pimenta e alfavaca-cravo aplicados como tratamento curativo (TC) nas duas concentrações testadas apresentaram melhores resultados do que quando aplicados antes da inoculação (TP), inibindo a incidência de *F. subglutinans* até o último dia de avaliação (ANEXO IV e V). Sugere-se que sejam feitos novos testes para determinar concentrações ideais para cada óleo especificamente para tratamento preventivo e curativo. Gadelha et al. (2003) estudando a ação de dois fungicidas naturais à base de óleos essenciais *L. sidoides*, *Mentha arvensis*, *O. gratissimum*, *Eucalyptus terenticornis* e o óleo de *Glycine max* para o tratamento pós-colheita do pedúnculo do melão Orange Flesh concluíram que o tratamento preventivo foi melhor que o curativo. Destes óleos apenas o alecrim-pimenta inibiu em 100% a incidência de *F. subglutinans* quando aplicado antes da inoculação.

No terceiro dia de avaliação (seis dias após a instalação do tratamento), houve o aparecimento do patógeno para os abacaxis tratados com óleo essencial de manjerição (500 e 1500 $\mu\text{L L}^{-1}$) e no quarto dia para as infrutescências com óleo de capim-limão (1500 $\mu\text{L L}^{-1}$) quando aplicados após a inoculação.

Para os abacaxis tratados antes da inoculação, apenas os óleos de alecrim e manjerição na maior concentração testada não permitiram desenvolvimento do

patógeno até o último dia de avaliação. O óleo essencial de alecrim-pimenta na concentração de 500 $\mu\text{L L}^{-1}$ manteve-se constante durante toda a avaliação com incidência de 33%. Para os demais tratamentos, em todas as concentrações testadas a incidência teve início a partir do terceiro dia de avaliação. O aumento da incidência com o tempo de avaliação pode ser explicado pela perda da substância inibidora.

Deve-se levar em consideração a importância deste estudo tanto pelo fato de que trabalhos semelhantes com estes óleos para a cultura do abacaxi não foram encontrados na literatura tanto pelos dados obtidos neste estudo terem demonstrado que a maioria dos óleos essenciais avaliados foram positivos em inibir ou diminuir a incidência de *F. subglutinans* em infrutescências de abacaxi, mesmo sendo armazenados em temperatura ambiente e alta umidade relativa, o que é vantajoso, pois mesmo em condições propícias ao desenvolvimento do patógeno este foi inibido.

5 CONCLUSÃO

A inibição total ou parcial do crescimento micelial e germinação de esporos de *Fusarium pallidoroseum* e *F. subglutinans*, observada *in vitro* e *in vivo*, pelos óleos essenciais obtidos a partir de plantas medicinais, indica a existência de compostos com ação fungitóxica que possibilitarão o emprego destas no controle alternativo da fusariose e podridão por fusário em infrutescência de abacaxi e frutos de melão, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. L. M. de. **Controle de *Alternaria solani* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) com óleos essenciais**. 2006. 71p. (Tese de doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, SP, 2006.

ALVES, M. Z. **Epidemiologia da podridão negra do abacaxi e efeito de extratos vegetais no manejo da doença**. 2009. 61 f. (Doutorado em fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

ALZATE, O. D. A.; MIER, M. G. I; AFANADOR, K. L.; DURANGO, R. D. L. M.; GARCÍA P. C. Evaluation of phytotoxicity and antifungal activity against *Colletotrichum acutatum* of essential oils of thyme (*Thymus vulgaris*), lemongrass (*Cymbopogon citratus*), and its main constituents, **Vitae**, v. 16, n. 1, 2009.

ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. K. Alavanca para exportação. **Revista Cultivar –Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 4, p. 19-21, 2003.

ASTOLFI, V.; BORGES, L. R; RESTELLO, R. M.; MOSSI, A. J.; CANSIAN, R. L. Estudo do efeito repelente e inseticida do óleo essencial das cascas de *Citrus sinensis* L. Osbeck no Controle de *sitophilus Zea mais* mots em grãos de Milho (*Zea mays* l.). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007. Caxambu – MG. **Anais...** 2007. Caxambu – MG, p. 1-2.

ATTI-SANTOS, A. C.; ROSSATO, M.; PAULETTI, G. F.; ROTA, L. D.; RECH, J. C.; PANSEIRA, M. R.; AGOSTINI, F.; SERAFINI, L. A.; MOYNA, P. Physico-chemical evaluation of *Rosmarinus officinalis* L. essential oils. **Brazilian archives of Biology and technology**, v.48, n. 6, p. 1035-1039, 2005.

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

BALBI-PEÑA, M. I.; BECKER, A.; STANGARLIN, J. R.; FRANZENER, G.; LOPES, M. C.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por extratos de *Cúrcuma longa* e curcumina – I. Avaliação *in vitro*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n.3, p. 310-314, 2006.

BATISTA-PEREIRA, L. G.; FERNANDES, J. B.; CORRÊA, A. G.; SILVA, M. F. G. F.; VIEIRA, P. C. Electrophysiological responses of Eucalyptus brown Looper *Thyrinteina Arnoibia* to Essential Oils of Seven Eucalyptus Species, **Sociedade Brasileira de Química**, v. 17, n. 3, p. 555-561, 2006.

BENATO, A. R. A indução de resistência no controle de doenças pós-colheita: frutas e hortaliças. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 29, p.125-126, 2003.

BERNARD, C. B. H. G.; KRISHINAMURTY, D.; CHAURET, T.; DURST, B. J. R.; PHILOGENE, P.; SANCHÉS-VINDAS, C.; HASBAUN, L.; POVEDA, L. S.; ROMAN, J.T. Insecticidal defenses of piperaceae from the neotropics. **Journal Chemistry Ecology**, v. 21, p. 801-814, 1995.

BIZZO; H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. 2009. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n.3, p. 588-594.

BONALDO, S. M. 2004. Fungitoxicity, phytoalexins elicitor activity and protection of cucumber against *Colletotrichum lagenarium*, by *Eucalyptus citriodora* aqueous extract. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p.128-134, 2004.

BOOTH, R. H.; BURDEN, O. J. Pérdidas de postcosecha. In: THE COMMON-WEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE. **Manual para patólogos vegetales**. Kew: CAB; FAO, p. 162-179, 1986.

BORGES, D. I.; CHAULFUN, N. N. J.; ALVES, E.; CARDOSO, M. das G. Atividade de óleos no crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp *cubense*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 34., Rio de janeiro. **Resumos...** 2009. Rio de janeiro, p. 30.

BORGES, D. I.; CHAULFUN, N. N. J.; ALVES, E.; CARDOSO, M. das G. Atividade de óleos no crescimento micelial de *Colletotrichum musae*.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA. 34., Rio de janeiro **Resumos...**, 2009. Rio de janeiro, p.30.

BORGES, D. I. **Óleos e extratos vegetais no controle de ferrugem asiática da soja (*Glycine Max (L) Merrill*)**. 2007. 99 p. Dissertação (Mestrado em fitopatologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2007.

BORGES NETO, C. R.; MELLO, S. C. M.; RIBEIRO, Z. M. A.; ÁVILA, Z. R.; MALTY, J.; FONTES, E. M. G. Influência da idade da planta, período de molhamento de umidificação e concentração do inóculo no desenvolvimento de sintomas provocados por *Cercospora caricis* em tiririca. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n.2, p.138-142, 2000.

BRAGA, R. 1992. **Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará**. 3 ed. Fortaleza: s.ed, 1992 (Coleção Mossoroense, vol 43).

BRITO, A. M. G. **Avaliação da atividade antileishmanial dos óleos essenciais das plantas *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf., *Eucalyptus citriodora* Hook., *Mentha arvensis* L., e *Mentha piperita* L.** 2007. 75p. Dissertação (Mestrado em saúde e ambiente). Universidade Tiradentes. Aracaju-SE.

BRUTON, B. D.; DUTHIE, J. A. Fusarium rot. In: ZITTER, T. A.; HOPKINS, D. L.; THOMAS, C. E. **Compendium of cucurbit diseases**. St. Paul: APS Press, 1996. p. 50-51.

BRUTON, B. D.; ZHANG, Z. X.; MILLER, M. E. Fusarium species causing cantaloupe fruit rot in the Lower Rio Grande Valley of Texas. In: MILLER et al. (Eds.) **Annual research report**. Welasco: Texas Agricultural Experiment Station, 1998. p. 17-24.

CACCIONI, D. R. L. et al. Relationship between volatile components of citrus fruit essential oils and antimicrobial action on *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*. **International Journal of Food Microbiology**, Washington, v. 43, p. 73–79, 1998.

CARVALHO, V. L.; CUNHA, R. L.; CHALFUN; N. N. J.; MOURA, P. H. A. M. Alternativas de controle pós-colheita da podridão-parda e da podridão-mole em frutos de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.31, n.1, p.78-83, 2009.

CASTRO, L. O.; RAMOS, R. L. D. Principais gramíneas produtoras de óleos essenciais. **Boletim Técnico da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária**, n. 11, 2003. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/siesalq/pm/gramineas.pdf>>. Acesso: 24 nov 2009.

CASTELLANI, A. A Maintenance and Cultivation of the common pathogenic fungi of man in sterile distilled water. Further researches. **Journal of tropical medicine e hygiene**. v. 70, p. 181-184, 1967.

CRAVEIRO, A. A. **Óleos essenciais de plantas do Nordeste**. Fortaleza: Edições UFC, 1981. 209 p.

COLARES, J. S. **Uso de defensivos naturais no tratamento pós-colheita do pedúnculo do melão**. Monografia (Graduação em agronomia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2000.

COSTA, L. C. B.; CORRÊA, R. M.; CARDOSO, J. C. W.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; FERRI, P. H. Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 01-08, 2005.

COUTINHO, W. M.; ARAÚJO, E.; MAGALHÃES, F. H. L. Efeitos de extratos de plantas anarcadiáceas e dos fungicidas químicos benomyl e captan sobre a micoflora e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 560-568, 1999.

CUNICO, M. M.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D; CARVALHO, J. L. S; PEITZ, C.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. Estudo da atividade antifúngica de *Ottonia martiana* Miq. Piperaceae: um teste in vivo. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 4, n.2, p.77-82, 2003.

DAVID, E. F. S.; MISCHAN, M. M.; BOARD, C. S. F. Desenvolvimento e rendimento de óleo essencial de mentha (*Mentha piperita* L.) cultivada em solução nutritiva com diferentes níveis de fósforo, **Biotemas**, v. 20, p. 15-26, 2007.

DAFERERA, D. J.; ZIOGAS, B. N.; POLISSIOI, M. G. The effectiveness of plant essential oil on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. **Crop Protection**, v. 22, p. 39-44, 2003.

DIAS, R. C. S.; TERAPO, D. Doenças das cucurbitáceas. In: OLIVEIRA, S. M. A. et al. (Eds.). Patologia **pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, p. 595-627.

DINIZ, S. P. S. **Micotoxinas**. São Paulo: Livraria e Editora Rural, 2002. 181 p.

DORAN, J. C. Commercial sources, uses, formation, and biology. In: BOLAND, D. J.; BROPHY, J. J.; HOUSE, A. P. N. **Eucalyptus leaf oils: use, chemistry, distillation and marketing**. 3. ed. Melbourne: Inkata, 1991, p. 11-28.

ECKERT, J. W.; OGAWA, J. M. The chemical control of postharvest disease subtropical and tropical fruits. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 23, p. 421-454, 1985.

FARAGO, P. V.; PAULA, J. P.; BITTENCOURT, J. M. V.; CHECCHIA, L. E. M. Atividade antibacteriana de óleos essenciais de *ocimum selloi* benth. (lamiaceae). **Health Science**, Ponta Grossa, v.10, p. 59-63, 2004.

FANDOHAN, P.; GBENOU, J. D.; GNONLONFIN, B.; HELL, K.; MARASAS, W. F. O.; WINGFIELD, M. J. Effect of essential oils on the growth of *Fusarium verticillioides* and Fumonisin contamination in corn. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 22, p. 6824-6829. 2004.

FARIA, T. J.; FERREIRA, R. S.; YASSUMOTO, L.; SOUZA, J. R. P.; ISHIKAWA, N. K.; BARBOSA, A. M. Antifungal activity of essential oil isolated from *Ocimum gratissimum* L. (eugenol chemotype) against phytopathogenic fungi. **Brazilian archives of Biology and Technology**, v. 49, p. 867-871, 2006.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C. Dc.; *Piper aduncum* e *Tanaecium nocturnum* sobre tenebrio molitor, 1758, **Ciência agrotecnológica**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 113-120, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.
Disponível em:< <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>> Acesso: 09 nov 2009.

FREIRE, F. C. O. Doenças atuais e potenciais das principais fruteiras e flores ornamentais do Nordeste. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 31, suplemento, p. 38-44, 2006.

GADELHA, J. C. **Controle preventivo e curativo da podridão pós-colheita de frutos de melão com produto alternativo**. Dissertação (Mestrado em fitotecnica). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE, 2002.

GADELHA, J. C. et al. Defensivos naturais no tratamento pós-colheita do pedúnculo de melão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 1, p. 5-10, 2003.

GHINI, R.; KIMATI, H. Resistência de fungos a fungicidas. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2000, p. 78.

GRIPPA, G. A.; REIS, F. O.; GANASSALI, L. F; JÚNIOR, O; BISPO, W. M. S.; NASCIMENTO, V..N; MATSUMOTO, S. T; SANTANA, E. N. Avaliação da aplicação do óleo de *Schinus terebinthifolius* no período pós-colheita de mamão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória/ES. **Anais...** Vitória/ES. 2008.

GOBETH, L. M. **A expressão da fruticultura no Nordeste do Brasil**. Embrapa, 2004. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2003/abril/bn.2004-11-25.0605617831/>. Acesso: 12 dez 2009.

GOES, A. Doenças do abacaxi. In: KIMATI, H., AMORIM, L., REZENDE, J. A. M., BERGAMIM, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia**, v. 2, Doenças de plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. 663p.

GOMES, E. C. Aspectos do cultivo e beneficiamento do capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) stapf no estado do Paraná, Brasil. **Revista Visão Acadêmica**, v. 2, n. 1, p. 11-18, 2001.

GONÇALVES, L. A.; BARBOSA, L. C. A.; AZEVEDO, A. A.; CASALI, V. W. D.; NASCIMENTO, E. A. Produção e Composição do óleo essencial de alfavaquina (*Ocimum selloi* Benth) em resposta a dois níveis de radiação solar. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 6, p. 8-14, 2003.

GUIMARÃES, L. G. L.; SOUZA, P. E.; CARDOSO, M. G. Estudo do efeito fungitóxico do óleo essencial de Capim-limão (*Cymbopogon citratus*) sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 30., 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia-SP, v.30, p.1.

GUIRALDO, N.; AMBROSANO, E. J.; MENDES, P. C. D.; ROSSI, F.; AVÉRALO, R. A. Controle de doenças em sistema agroecológicos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n.1, p. 153-156, 2004.

GULLINO, M. L. Lotta biologica a funghi agenti di marciumi della frutta in post-raccolta. **Informatore Fitopatologico**, Bologna, v. 4, p. 5-13, 1994.

HUANG, Y.; DEVERALL, B. J.; TANG, W. H.; WANG, W.; WU, F. W. Foliar application of acibenzolar-S-methyl and protection of postharvest rock melons and Hami melons from disease. **European Journal of Plant Pathology**, v. 106, p. 651-656. 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Comparativo Exportações Brasileiras, 2008. Disponível em:
<<http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/ComparativoExportacoesBrasileiras2008-2007.pdf>> Acesso: 12 dez 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola, 2008. Disponível em:
<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=11&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>> Acesso: 12 dez 2009.

JÚNIOR, I. T. S.; SALES, N. L. P.; MARTINS, E. R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. **Biotemas**, v. 22, n. 3, p. 77-83, 2009.

KAPLAN, M. A. C.; GUIMARAES, E. F.; MOREIRA, D. de L. A. Chromene From *Piper aduncum*. **Phytochemistry**, 48, n. 6, p. 1075-1077, 1998.

LACERDA, M. A. D.; LACERDA, R. D.; ASSIS, P. C. O. A participação da fruticultura no agronegócio brasileiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 1, 2004.

LEAL, L. K. A. M. et al. Análise de timol por CLAE na tintura de *Lippia sidoides* Cham. (alecrim-pimenta) produzida em diferentes estágios de desenvolvimento da planta. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, p. 09-11, 2003.

LEMOS, T. L. G.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W.; CRAVEIRO, A. A.; CLARK, A. M.; MCCHESENEY, J. D. Antimicrobial activity of essential oils of Brazilian plants. **Phytotherapy Research**, v.4, n.2, p.82-84, 1990.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The Fusarium laboratory manual**. London: Blackwell, 2006. 400 p.

LINSTROM, P. J. Guia para o livro de química do NIST na web. Disponível em: <<http://webbook.nist.gov/chemistry/guide/>> Acesso: 5 jan 2010.

LOBATO, A. K. S.; SANTOS, D. G. C.; OLIVEIRA, F. C.; GOUVEA, D. D. S.; TORRES, G. I. O. S.; LIMA-JUNIOR, J. A.; OLIVEIRA-NETO, C. F.; SILVA, M. H. L. Ação do óleo essencial de *Piper aduncum* L. utilizado como fungicida natural do tratamento de sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 915-917. 2007.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais do Brasil**: nativas e exóticas cultivadas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512p

MACHADO, J. C. Patologia de sementes: fundamentos e aplicações. Brasília: Ministério da Educação; Lavras: ESAL/FAEPE, 1987. 107p.

MAISTRO, L. C. Alface minimamente processada: uma revisão. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.14, n. 3, p. 219-224, 2001.

MALGARIM, M. B.; CANTILLANO, R. F. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 185-189, ago 2006.

MARTINAZZO, A. P.; CORRÊA, P. C.; MELO, E. C.; BARBOSA, F. F. Difusividade efetiva em folhas de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf submetidas à secagem com diferentes comprimentos de corte e temperaturas do ar. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 9, n.1, p. 68-72, 2007.

MARTINS, J. R.; RODRIGUES A. C.; ALVARENGA, A. A. de; SILVA, E. A. A. da; RIBEIRO, D. E. Alterações na composição química do óleo essencial de *Ocimum gratissimum* em função de variações de radiação solar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 12., 2009. Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza. CD.

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 gloesporioides*, agente causal da antracnose em frutos do mamoeiro. In: MARTINS, D dos S(Ed). Papaya Brasil: Qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória: Ed. Incaper, 2003. p. 591-593.

MARTINS, E. R.; CASALI, V.W. D.; BARBOSA, L. C. A.; CARAZZA, F. Essential oil in the taxonomy of *Ocimum selloi* Benth. **Journal Brazilian Chemistry Sociology**, v. 8, n. 1, p. 20-32, 1997.

MATASYOH, L. G.; MATASYOH, J. C.; WACHIRA, F. N.; KINYUA, M. G.; THAIRU, A. W. M.; MUKIAMA, T. K. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. growing in Eastern Kenya. **African Journal of Biotechnology**, v 6, p. 760-765. 2007.

MATOS, A. P. Doenças do abacaxizeiro. In: FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P. (Ed.). **Doenças de Fruteiras Tropicais de Interesse Agroindustrial**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 687 p, p. 16-23.

MATOS, A. P.; COSTA, D. C.; SILVA, J. R.; SOUZA, L. F. S.; SANCHES, N. F.; CORDEIRO, Z. J. M. **Doenças**. In: MATOS, A. P. (Org). **Abacaxi**: Fitossanidade. Brasília, DF: EMBRAPA, 2000, p. 27-39 (Frutas do Brasil, 9).

MATOS, A. P. de; CABRAL, J. R. S.; CORDEIRO, Z. J. M.; FERREIRA, D. M. V. Controle da fusariose do abacaxizeiro. Cruz das Almas – BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2001. 4p. (Circular Técnica, 42).

MATOS, F. J. A. de. **Farmácias vivas**: Sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades. 4. ed., Fortaleza: Editora UFC, 2002. 267p.

MATOS, A. P. de; REINHARDT, D. H. R. C. Abacaxi no Brasil: características, pesquisa e perspectivas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO ABACAXI, 6., 2007, João Pessoa. **Resumos...** João Pessoa, p. 26. 2007.

MATTOS, L. P. V.; GONÇALVES, G. G.; BETTIOL, W.; MORAIS, L. A. S. Atividade antifúngica de óleos fixos e essenciais no crescimento micelial de *Penicillium digitatum* e *Fusarium oxysporum*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA. 34., 2009. Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro-RN.

MENDES, J. H. M. et al. Caracterização química do óleo essencial de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). In: ENCONTRO DO TALENTO ESTUDANTIL DA EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA, 10., 2005, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 2005, 227 p, p. 160-160.

MENDONÇA, C.da S. Efeito do ácido indol butírico no enraizamento de estacas de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.). 1997. 43 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1997.

MICHEREFF, S. J. **Fusariose do abacaxi**. In: DEL PONTE, E. M. (Ed.) Fitopatologia.net: herbário virtual. Departamento de Fitossanidade. Agronomia. UFRGS. Disponível em:
<<http://www6.ufrgs.br/agronomia/fitossan/fitopatologia/ficha.php?id=187>>
Acesso: 24 out 2009.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G.; MAIA, E. N.; MENEZES J. B. Avaliação das tecnologias pós-colheita utilizadas e da qualidade de melões nobres produzidos para exportação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, 214-218, jan-mar. 2009

MORANDI, M. M. B. Avanços no controle biológico de doenças em pós-colheita. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS: PATOLOGIA

PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2002, Lavras, MG. **Anais...**
Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p. 71-78.

MORGADO, I. F.; AQUINO, C. N. P. A.; TERRA, D. C. T. Aspectos econômicos da cultura do abacaxi: sazonalidade de preços no estado do rio de janeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 44 - 47, Abr 2004.

NAKA, J. **Produção integrada da fruticultura**. In: Agroverde Informe - CLAES. Disponível em: <<http://www.ambiental.net/agroverde/Produc%20Integrada%20Frutas.htm>> Acesso: 5 out 2009.

NASCIMENTO, F. R.; CARDOSO, M. G.; SOUZA, P. E.; SALGADO, R. K. P. S P.; GUIMARÃES, L. G. L. Efeito do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC) e do emulsificante Tween® 80 sobre o crescimento micelial de *Alternaria alternata* (Fungi: Hyphomycetes), **Acta Amazonica**, v.38, n.3, 2008.

NASCIMENTO, A. R. P. et al. Reação de clones de videira a *Xanthomonas campestris* pv *viticola*, baseada nos componentes epidemiológicos do cancro bacteriano. **Ciência Rural**, 36, p. 1-7, 2006.

NELSON, P. E.; TOUSSOUN, T. A.; MARASAS, W. F. O. Fusarium species: an illustrated manual for identification. University Park: Pennsylvania State University Press, 1983, 193 p.

OLIVEIRA, E. S.; LIMA, I. B.; PESSOA, M. N. G. Efeitos dos óleos vegetais no controle em pós-colheita de *Colletotricum musae* em banana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, v. 42, 2009. Rio de janeiro.

OLIVEIRA, M. D. de M. **Controle pré e pós-colheita de doenças do abacaxizeiro**, 2008, 85 f. Dissertação (Mestrado em fitopatologia) – Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB, 2008.

OLIVEIRA, O. R.; TERAPO, D.; CARVALHO, A. C. P. P.; INNECCO, R.; CAVALCANTI, C. A. Efeito de óleos essenciais de plantas do gênero *Lippia* sobre fungos contaminantes encontrados na micropropagação de plantas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 94-100, 2008.

OLIVEIRA, R. A. G.; LIMA, E. O.; VIEIRA W. L.; FREIRE, K. R. L.; TRAJANO, V. N.; LIMA, I. O.; SOUZA, E. L.; TOLEDO, M. S.; SILVA-FILHO, R. N. Estudo da interferência de óleos essenciais sobre a atividade de alguns antibióticos usados na clínica, **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 16, n.1, p. 77-82, 2006.

OLIVEIRA, S. M. A.; TERAPO, D.; DANTAS, S. A. F.; TAVARES, S. C. C. H. **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**, Brasília DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

PANIZZA, S. **Plantas que curam: cheiro de mato**. São Paulo: Editora IBRASA, 1997. 280 p.

PEREIRA, R. de C. A. ; MOREIRA, M. da R. Recomendações de cultivo de elixir paregórico (*Ocimum selloi* Benth). Comunicado técnico. 2009. Embrapa. Disponível em: <www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Ct_139.pdf> Acesso: 25 nov 2009.

PEREIRA, A. J.; AGUIAR, L. G.; SILVA, D. G.; VIVAS, M.; SILVEIRA, S. F. 2007. Inibição *in vitro* do crescimento micelial de *Colletotrichum musae* e *Colletotrichum gloeosporioides* por óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf e *Eucalyptus citriodora* Hooker. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 40., Maringá, **Resumos...** Maringá-PR, v.32, p.185.

PEREIRA, M. C.; VILELA, G. R.; COSTA, L. M. A. S. 2006. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Ciência Agrotecnológica**, 30, n. 4, 731-733.

PITAROKILI, D.; TZAKOU, O.; LOUKIS, A. Composition of spontaneous *Rosmarinus officinalis* from Greece and antifungal activity against phytopathogenic fungi. **Journal of Essential Oil Research** , v. 20, p. 457 – 459, 2008.

PURKAYASTHA, R. P. Progress in phytoalexin research during the past 50 years. In: DANIEL, M.;PURKAYASTHA, R. P. (Ed.). **Handbook of Phytoalexin Metabolism and Action**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.1-39.

ROSAS, J. F.; SILVA, A. C. M.; ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H.A. Comparação dos voláteis das folhas de *ocimum micranthum* Willd. Obtidos por hidrodestilação e destilação-extração simultânea. **Brasileira PL médica**. Botucatu. v. 7, n 1, p. 26-29, 2004.

ROZWALKA, L. C. **Controle alternativo da antracnose em frutos de goiabeira, em laboratório**. 2003, 56p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade federal do Paraná, Curitiba, 2003

SARTORATTO, A.; MACHADO, A. L. M.; DELARMELINA, C.; FIGUEIRA, M. G.; DUARTE, M. C. T.; REHDER, V. L. G. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil, **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 35, p. 275-280, 2004.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Uso de plantas medicinais no controle de doenças de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 54-56s, 2003.

SKANDAMIS, P.; KOUTSOUMANIS, K.; FASSEAS, K.; NYCHAS, G. J. E. Inhibition of oregano essential oil and EDTA on *E.coli* 0157:H7. **Italian Journal of Food Science**, Roma, v. 13, p. 5565, 2001.

SENHOR, R. F.; SOUZA, P. A.; ANDRADE NETO, R. C.; MARACAJÁ, P. B.; NASCIMENTO, F. J. Manejo de doenças pós-colheita. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável grupo verde de agricultura alternativa (GVAA)**. Mossoró, RN. v. 4, n.1, p. 10 - 13 jan/mar de 2009.

SENGUPTA, S.; RAY, A. B. The chemistry of Piper species: A review. *Fitoterapia*, 58, 1997, p. 147-166.

SILVA, M. G. V.; MATOS, F. J. A.; LOPES, P. R. O.; SILVA, F.O.; MÁRCIO TAVARES HOLANDA, M.T. Composition of essential oils from three *Ocimum* species obtained by steam and microwave distillation and supercritical CO₂ extraction. Disponível em: <<http://www.arkat-usa.org/get-file/19788/>> Acesso: 12 out 2009.

SILVA, D. M. H.; BASTOS, C. N. Atividade antifúngica de óleos essenciais de espécies de Piper sobre *Crinipellis pernicioso*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. **Fitopatologia Brasileira**, 32, p.143-5. 2007.

SILVA, A. F. I.; BARBOSA, L. C. A.; CASALI, V. W. D.; NASCIMENTO, E. A. Composição química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) POIT. (LAMIACEA), **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, 6, p. 1-7, 2003.

SEMEN, E.; HIZIROGLU. Production, Yield and Derivatives of Volatile Oils from Eastern Redcedar (*Jeniperus virginiana* L.), **American Journal Environmental Sciences**, 1, n. 2, p.133-138, 2005.

SIDIBE, L.; CHALCAT, J. C.; GARRY, R. P.; LIACOMBE, L.; HARAMA, H. Aromatic Plants of Mali (IV): Chemical composition of essential oils *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf., and *C. giganteus* (Hochst) Chiou, J. Essent. **Journal Essential Oil Research**, v. 13, p. 110-112, 2001.

SILVA, G. C.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA FILHO, M. S. M.; ALVES, R. E.; SOUZA NETO, M. A. Efeito do tipo de corte nas características físico-químicas e físicas do abacaxi pérola minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, 223-228, abr/jun. 2005.

SILVA, M. G. V.; SILVA, F. O.; MATOS, F. J. A. Chemical composition of leaves essential oil of *Ocimum micranthum* Willd growing Brazil Northeast, during day time and at different stages of development. **Journal of Essential Oil Research**, v. 16, maio/jun. 2004.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos essenciais. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P. D.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia**, Cap. 18, Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1999. p. 387-416.

SMITH, C. J. Accumulation of phytoalexins: defense mechanisms and stimulus response system. **The New Phytologist**, v.132, p.1-45, 1996.

SIQUI, A. C.; SAMPAIO, O.; A. L. F.; SOUZA, M. C.; HENRIQUES, H. G. M. O.; RAMOS, M. F. S. Óleos Essenciais – Potencial antiinflamatório, Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, **Química Nova**, 16, p. 38 – 43, 2000.

SOMMER, N. F. Postharvest handling practices and postharvest diseases of fruit. **Plant Disease** v. 66, 357-364, 1982.

SALGADO, A. P. S. P.; CARDOSO, M. G.; SOUZA, J. A.; SOUZA, P. E.; SHAN, A. Y. K. V.; GONÇALVES, L. D. **Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *Eucalyptus* e sua atividade biológica**. Poços de Caldas: SBQ, 2001.

SOUZA, L. A.; ROSA, S. M. Estruturas de Reprodução de *Piper amalago* VAR. medium LINNAEUS (Piperaceae). **Acta Científica Venezuelana**, v. 55, p. 27-34, 2004.

STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H. Plantas medicinais e o controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, 11, p. 16-21.

TAKATSUKA, F. S.; SILVA, I. D.; OLIVEIRA, M. F.; CZEPAK, C.; OLIVEIRA, C. M. A.; Cunha, M. G. 2003. Efeito do óleo essencial de açafrão (*Curcuma longa*) sobre o desenvolvimento micelial de fungos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., Uberlândia, **Resumos...** Uberlândia-MG, v.28, p.361.

TEIXEIRA, G. A.; ALVES, E.; CARVALHO, E. A.; ROZWALKA, L. C.; PERINA, F. J. Efeito de óleos essenciais sobre a germinação de conídios de *Stenocarpella maydis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 42., 2009, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro-RJ.

TERAO, D. Estratégias de controle de podridões em pós-colheita de frutos de meloeiro. 2003, 110 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2003.

TERAO, D. et al. Integração de fungicidas à refrigeração no controle de podridão em frutos de meloeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 89-93, 2006.

TERBLANCHÉ, F. C.; KORNELIUS, G. Essencial oil constituents of the genus *Lippia* (Verbenaceae) - A literature review. **Journal of Essencial Oil Research**, n. 8, p. 471- 485,1996.

TRIPATHI, P.; DUBEY, N. K.; SHUKLA, A. K. Use of some essential oils as postharvest botanical fungicides the management of grey mould of grapes caused by *Botrytis cinerea*. **World Journal Microbiology Biotechnology**, v. 24, p. 39-46. 2008.

VIEIRA, R. F.; SIMON, J. E. Chemical characterization of basil (*Ocimum* spp.) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. **Economy Botany**, v. 54, n. 2, p. 207-216, 2000.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. Óleo essencial de eucalipto. Documentos Florestais. Disponível em:
<http://ciencialivre.pro.br/media/2b552ec17dda16cffff83a6ffffd524.pdf>.
Acesso: 09 set 2009.

ZAMBOLIM, L. Patologia pós-colheita de frutas e hortaliças. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS. 2., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras-MG, 2002, p. 139-182.

ANEXOS

ANEXO I: Crescimento micelial de *Fusarium pallidorozeum* submetido à aplicação de diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) de óleos essenciais de capim-santo (*Cymbopogon citratus*), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), laranja (*Citrus sinensis*), pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), manjerição (*Ocimum micrathum*), elixir-paregórico (*Ocimum selloi*) e *Ocimum* sp., após oito dias. Fortaleza, CE, 2009. Fotos: Aline Sousa.



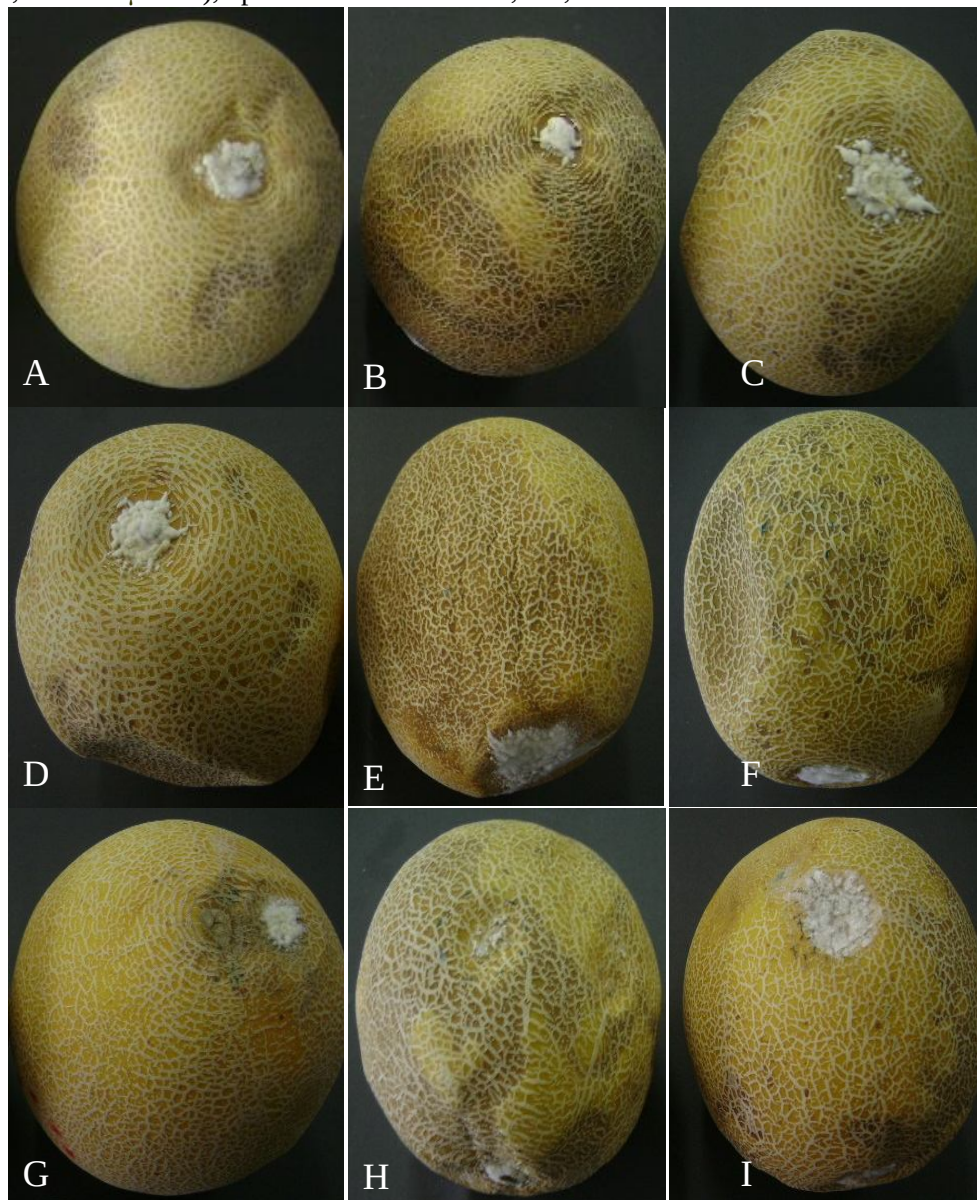


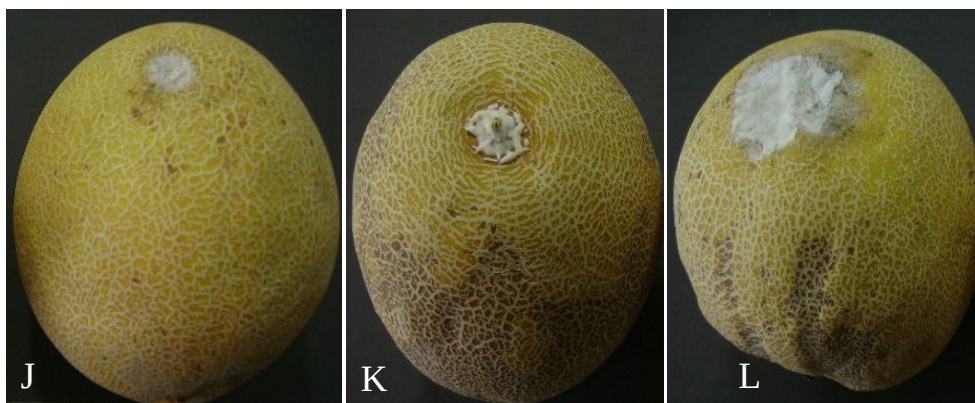
ANEXO II: Crescimento micelial de *Fusarium subglutinans* submetido à aplicação de diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) de óleos essenciais de capim-santo (*Cymbopogon citratus*), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), laranja (*Citrus sinensis*), pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), manjerição (*Ocimum micrathum*), elixir-paregórico (*Ocimum selloi*) e *Ocimum* sp., após oito dias. Fortaleza, CE, 2009. Fotos: Aline Sousa.





ANEXO III - Frutos de melão ‘Gália’ tratados com diferentes concentrações de óleos de capim-santo (A=500 $\mu\text{L L}^{-1}$, B=1500 $\mu\text{L L}^{-1}$, C=3000 $\mu\text{L L}^{-1}$), alecrim pimenta (D=500 $\mu\text{L L}^{-1}$, E=1500 $\mu\text{L L}^{-1}$, F=3000 $\mu\text{L L}^{-1}$), alfacava-cravo (G=500 $\mu\text{L L}^{-1}$, H=1500 $\mu\text{L L}^{-1}$, I=3000 $\mu\text{L L}^{-1}$) e manjeriço (J=500 $\mu\text{L L}^{-1}$, K=1500 $\mu\text{L L}^{-1}$, L=3000 $\mu\text{L L}^{-1}$), após seis dias. Fortaleza, CE, 2009. Fotos: Aline Sousa.





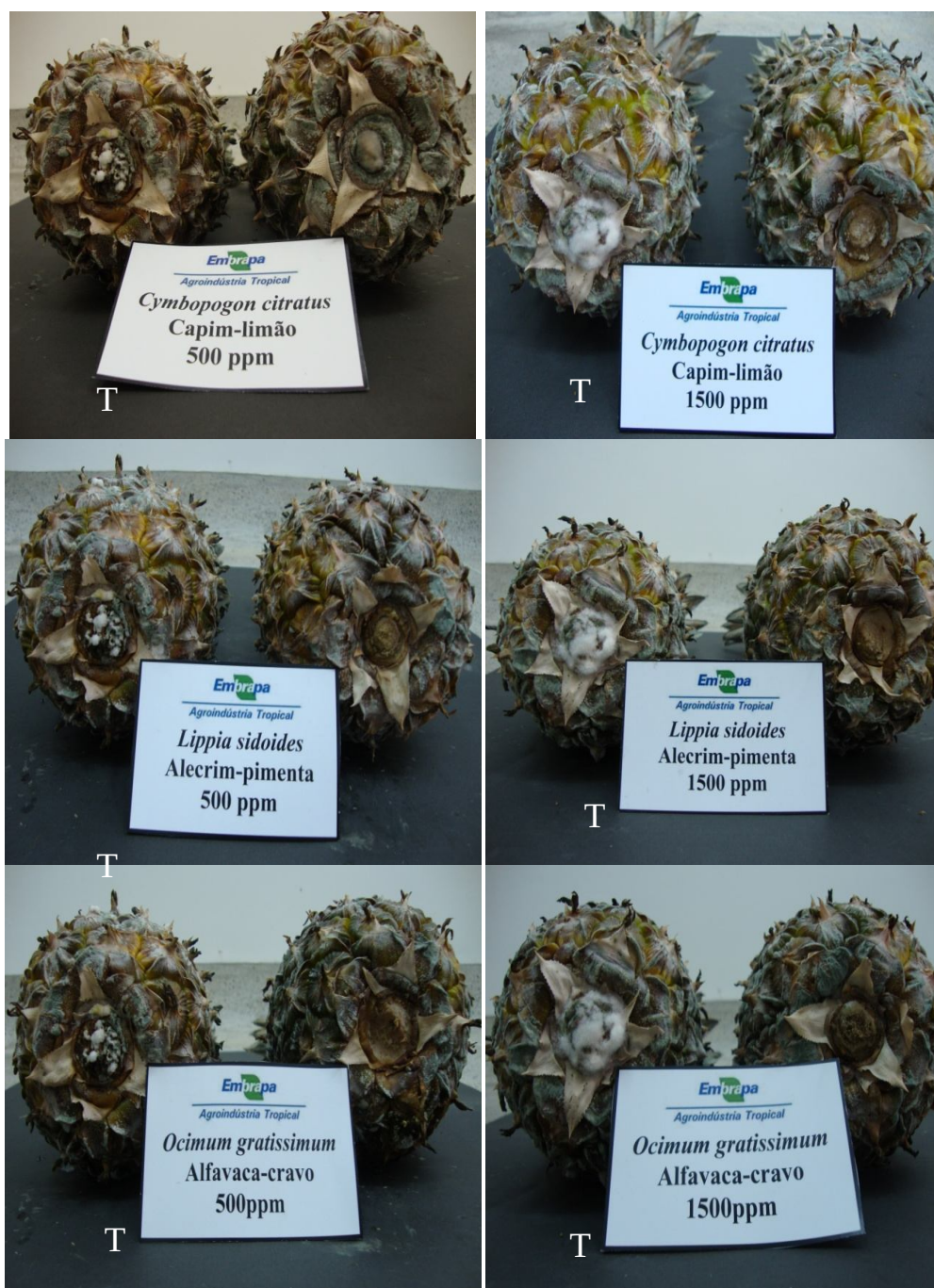
ANEXO IV - Infrutescências de abacaxi 'Pérola' tratadas com diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) de óleos de capim-santo (*C. citratus*), alecrim pimenta (*L. sidoides*), alfacava-cravo (*O. gratissimum*) e manjerição (*O. micrathum*) como tratamento preventivo, após oito dias. Fortaleza, CE, 2009 Fotos: Aline Sousa.





* T= testemunha.

ANEXO V: Infrutescências de abacaxi ‘Pérola’ tratadas com diferentes concentrações ($0\mu\text{L L}^{-1}$, $500\mu\text{L L}^{-1}$, $1500\mu\text{L L}^{-1}$, $3000\mu\text{L L}^{-1}$) de óleos de capim-santo (*C. citratus*), alecrim pimenta (*L. sidoides*), alfavaca-cravo (*O. gratissimum*) e manjerição (*O. micrathum*) como tratamento curativo, após oito dias, Fortaleza, CE, 2009. Fotos: Aline Sousa.





* T= testemunha.