



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**



**CONTROLE ALTERNATIVO DA ANTRACNOSE
DURANTE A PÓS-COLHEITA DE GOIABAS “PALUMA”
SIMULANDO ARMAZENAMENTO E A
COMERCIALIZAÇÃO.**

LUCAS FONSECA MENEZES OLIVEIRA

2012



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**



LUCAS FONSECA MENEZES OLIVEIRA

**CONTROLE ALTERNATIVO DA ANTRACNOSE
DURANTE A PÓS-COLHEITA DE GOIABAS “PALUMA”
SIMULANDO ARMAZENAMENTO E A
COMERCIALIZAÇÃO.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração Produção em Agroecossistemas, para obtenção do título de “Mestre” em Ciências.

Orientador:

Prof. Dr. Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Jr.

**SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE - BRASIL
2012**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

O48c Oliveira, Lucas Fonseca Menezes
Controle alternativo da antracnose durante a pós-colheita de goiabas "paluma" simulando armazenamento e a comercialização / Lucas Fonseca Menezes Oliveira; orientador Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Junior. – São Cristóvão, 2012.
105 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas)–
Universidade Federal de Sergipe, 2012.

1. *Psidium guajava*. 2. Pós-colheita de frutas. 3. Hidrodestilação. 4. Antracnose. I. Oliveira Junior, Luiz Fernando Ganassali, orient. II. Título

CDU: 634.42:632.937

LUCAS FONSECA MENEZES OLIVEIRA

**CONTROLE ALTERNATIVO DA ANTRACNOSE
DURANTE A PÓS-COLHEITA DE GOIABAS “PALUMA”
SIMULANDO ARMAZENAMENTO E A
COMERCIALIZAÇÃO.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração Produção em Agroecossistemas, para obtenção do título de “Mestre” em Ciências.

APROVADA em 29 de Fevereiro de 2012.

Prof. Dr. Paulo Roberto Gagliardi
(DEA – UFS)

Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima
(CECA – UFAL)

Prof. Dr. Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Jr.
DEA - UFS
(Orientador)

**SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL**

A João de Oliveira Cruz e Maira
dos Anjos Hora.

As saudades são gigantescas, mas
as boas lembranças são maiores
ainda.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradecer aos que nos ajudaram é sempre muito difícil, temos medo de esquecer alguém que foi de extrema importância em mais essa jornada. Por isso desde já agradeço a todos que passaram por minha vida nesses últimos anos, porque sem vocês não conseguiria cumprir mais esta jornada.

Agradeço a meus pais, Antonio Fernando e Maria Fonseca, e aos meus irmãos, Thais e Yuri pela ajuda e incentivo durante as disciplinas e a execução os trabalhos. Agradeço especialmente a minha mãe por me deixar levar para Universidade diversas coisas de casa, inclusive um liquidificador, sem esses itens nunca teria conseguido terminar os experimentos.

Agradeço a todos os tios e primos que de perto ou de longe me apoiaram e torceram para que eu pudesse ter êxito durante o Mestrado.

Agradeço a minha namorada Mirella Scarlati, por toda paciência em me aturar com sono, cansado, chateado, irritado, emburrado, ocupado..., principalmente agradeço por ter me acalmado em todos esses momentos, mesmo que ela tenha ficado sem paciência na maioria das vezes ela me ajudou muito a cumprir os prazos e terminar tudo a tempo.

Agradeço às pesquisadoras da Embrapa, Dr^a Ana Lêdo, Dr^a Viviane, que sempre me ajudaram prontamente mesmo quando eu não fazia mais parte do corpo de estagiários da empresa. Agradeço aos companheiros Inácio e Bruno que tantas vezes tiraram minhas dúvidas e me ajudaram a resolver problemas na execução de meus experimentos.

Agradeço a todos os novos amigos feitos durante o mestrado, ao conhecimento trocado e as boas risadas durante as aulas e nos momentos de descontração.

Agradeço à equipe do ECOPOC, Julio, Clarissa, João Paulo, Marília e Claudia, aos estagiários: Gabriel, Raniel e Ariadine. Agradeço também às agregadas do ECOPOC, Fabi, Carol e Tati. Obrigado pela amizade e pela ajuda, sem vocês não seria possível concluir os trabalhos.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Fernando, pelo voto de confiança e pela oportunidade de ser seu orientado. Agradeço também por todo o conhecimento passado durante esses dois anos.

Agradeço a minha banca examinadora: Prof. Dr. Paulo Roberto Gagliardi e Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima, sem os senhores não teria conseguido a minha aprovação.

Agradeço ao CNPq pela bolsa concedida e pela oportunidade de trabalhar com pesquisa na Agronomia.

Espero não ter esquecido ninguém, se esqueci me desculpe. Mas tenha certeza de que sou absolutamente grato por toda ajuda e apoio que recebi durante esse período.

Muito Obrigado.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1. A cultura da Goiabeira (<i>Psidium guajava L.</i>).....	03
2.2. Importância Alimentar e Econômica da Goiaba.....	05
2.3. Pós-Colheita da Goiaba.....	07
2.4. Aroeira da Praia (<i>Schinus terebinthifolius Raddi</i>).....	12
2.5. Óleos Essenciais.....	13
2.6. Antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>).....	16
2.7. Controle Alternativo de Fitopatógenos.....	18
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
CAPÍTULO I: Otimização do Tempo de Destilação e Perfil Fitoquímico do Óleo Essencial de Folhas e Frutos de Aroeira da Paia (<i>Schinus terebinthifolius Raddi</i>).....	32
Resumo.....	32
Abstract.....	33
1. Introdução.....	34
2. Material e Métodos.....	35
2.1. Obtenção de Óleo Essencial de Sementes e Folhas de <i>Schinus terebinthifolius Raddi</i>	35
2.2. Determinação da Composição Química do Óleo Essencial de Sementes de <i>Schinus terebinthifolius Raddi</i>	36
3. Resultados e Discussão.....	38
3.1. Obtenção de Óleo Essencial de Sementes e Folhas de <i>Schinus terebinthifolius Raddi</i>	38
3.2. Determinação da Composição Química do Óleo Essencial de Sementes de <i>Schinus terebinthifolius Raddi</i>	39
4. Conclusões.....	41
5. Referências Bibliográficas.....	42

CAPÍTULO II: Controle <i>in vitro</i> de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Utilizando Óleo Essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.....	44
Resumo.....	44
Abstract.....	45
1. Introdução.....	46
2. Material e Métodos.....	46
2.1. Isolamento do fungo <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> a partir de goiabas.....	46
2.2. Potencial fungitóxico do óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i>	47
3. Resultados e Discussão.....	47
4. Conclusões.....	54
5. Referências Bibliográficas.....	55
CAPÍTULO III: Ação Antifúngica do Óleo Essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi Aplicado em Goiabas Durante o Período de Armazenamento e Comercialização.....	57
Resumo.....	57
Abstract.....	58
1. Introdução.....	59
2. Material e Métodos.....	60
2.1. Coleta de Material Vegetal em Campo.....	60
2.2. Controle Alternativo do <i>Colletotrichum gloeosporioides in vivo</i> utilizando-se óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.....	60
2.3. Análises Físicas e Químicas.....	61
2.4. Análise Estatística.....	66
3. Resultados e Discussão.....	67
4. Conclusões.....	86
5. Referências Bibliográficas.....	87
ANEXOS.....	92

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1: A: Arbusto da goiabeira (<i>Psidium guajava</i> L.); B: Flor de Goiabeira; C: Goiaba ainda na árvore.....	3
FIGURA 2: Fases do desenvolvimento baseado nos processos fisiológicos do fruto (Modificado de WATADA et al., 1984).....	8
FIGURA 3: Escala de cores determinando o ponto de colheita de frutos de goiabeira (MIN, 2001).....	11
FIGURA 4: A: Árvore de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.; B: Galho contendo sua inflorescência; C: Galho contendo seus frutos maduros.....	13
FIGURA 5: A: Fungo <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> em placa de Petri; B: Fungo <i>C. gloeosporioides</i> causando lesão característica de antracnose em Goiaba.....	18
FIGURA 6: Aparato de Clevenger.....	36
FIGURA 7: Cromatógrafo Gasoso (Varian, Modelo 4000).....	38
FIGURA 8: Gráfico demonstrando a variação nos teores de determinados compostos do óleo essencial de <i>S. terebinthifolius</i> destilado durante 2,5h; 4,0h; 5,5h; 7,0h.....	42
FIGURA 9: Análise de regressão do desenvolvimento do fungo <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> sob a ação do óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> em diversas concentrações.....	53
FIGURA 10: Inibição no crescimento do fungo <i>Colletotrichum gloeosporioides in vitro</i> sob a ação de diversas concentrações do óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i>	54
FIGURA 11: Variação nos ângulos de cor L^* C^* e h° na casca de goiabas durante a pós-colheita em frutos inoculados com <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> e tratados com fungicida a 1% e óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> a 3%.....	81
FIGURA 12: Variação nos ângulos de cor L^* C^* e h° na casca de goiabas durante a pós-colheita em frutos inoculados com <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> e tratados com fungicida a 1% e óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> a 3%.....	83
FIGURA 13: Acúmulo de prolina livre em goiabas inoculadas <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> durante a pós-colheita e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> a 3%.....	87
FIGURA 14: Cromatogramas do Óleo Essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> destilado nos períodos de: A: 2,5h B: 4,0h C: 5,5h D: 7,0h.....	96

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1: Rendimento do óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi. obtido de folhas e sementes em diferentes tempos de destilação.....	39
TABELA 2: Perfil cromatográfico do óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> destilado durante 2,5h, 4,0h, 5,5h e 7,0h.....	41
TABELA 3: Tratamentos utilizados na execução do experimento.....	50
TABELA 4: Diâmetro da Colônia de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> sob a ação do óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> após sete dias de incubação em BOD.....	52
TABELA 5: Perfil cromatográfico do óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolius</i> destilado durante 2,5h em aparelho de Clevenger.....	56
TABELA 6: Variação na perda de massa fresca durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com <i>C. gloeosporioides</i> e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de <i>S. terebinthifolius</i> a 3%.....	69
TABELA 7: Variação na firmeza durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com <i>C. gloeosporioides</i> e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de <i>S. terebinthifolius</i> a 3%.....	71
Tabela 8: Variação no conteúdo de sólidos solúveis (SS) durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com <i>C. gloeosporioides</i> e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de <i>S. terebinthifolius</i> a 3%.....	72
TABELA 9: Variação na acidez titulável (AT) durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com <i>C. gloeosporioides</i> e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de <i>S. terebinthifolius</i> a 3%.....	74
TABELA 10: Variação Ratio (SS/AT) durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com <i>C. gloeosporioides</i> e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de <i>S. terebinthifolius</i> a 3%.....	75
TABELA 11: Variação valores de pH durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com <i>C. gloeosporioides</i> e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de <i>S. terebinthifolius</i> a 3%.....	79
TABELA 12: Variação nos teores de Vitamina C durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com <i>C. gloeosporioides</i> e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de <i>S. terebinthifolius</i> a 3%.....	79
TABELA 13: Diâmetro de lesões causadas por <i>C. gloeosporioides</i> durante a pós-colheita de goiabas tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de <i>S. terebinthifolius</i>	84

Tabela 14. Resumo da análise de variância do rendimento do óleo essencial de folhas e sementes de *Schinus terebinthifolius* destilado em aparelho de Clevenger durante 2,5; 4; 5,5 e 7 horas de destilação.....97

Tabela 15. Resumo da análise de variância do diâmetro de colônias (cm) de *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e tratado com diversas concentrações de óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* mantidas em BOD ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75\pm 4\%$ UR) durante 7 dias.....97

Tabela 16. Resumo da análise de variância dos parâmetros Perda de Massa Fresca (%), Firmeza (N), Sólidos solúveis (%), Acidez titulável (%), Relação SS/AT, pH, Acido ascórbico (mg/100g), Diâmetro da Lesão (cm), Prolina ($\mu\text{mol/g}$) de goiabas tratadas com óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* e armazenados sob condições de baixa temperatura ($15 \pm 1^\circ\text{C}$, $75\pm 4\%$ UR) durante 15 dias e posteriormente em condições ambiente ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75\pm 4\%$ UR) durante 9 dias.....98

Tabela 17. Resumo da análise de variância dos parâmetros Cor da Casca (L^*), Cor da Casca (C^*), Cor da Casca (h°), Cor da Polpa(L^*), Cor da Polpa(C^*) e Cor da Polpa(h°) de goiabas tratadas com óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* e armazenados sob condições de baixa temperatura ($15 \pm 1^\circ\text{C}$, $75\pm 4\%$ UR) durante 15 dias e posteriormente em condições ambiente ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75\pm 4\%$ UR) durante 9 dias.....98

RESUMO

OLIVEIRA, L. F. M. **Controle Alternativo da Antracnose Durante a Pós-Colheita de Goiabas “Paluma” Simulando Armazenamento e a Comercialização.** UFS, 2012. 100p. (Dissertação – Mestrado em Agroecossistemas)*

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas, tendo a cultura da goiabeira grande importância na alimentação da população por apresentar grandes quantidades de vitaminas, além de carboidratos e carotenóides. A pós-colheita da goiaba pode ser considerada como um problema para a ampliação da participação de Sergipe na comercialização desta fruta em outras regiões do país. O controle alternativo de doenças fúngicas assume papel importante na busca de mercados consumidores mais exigentes por produtos saudáveis e de procedência conhecida. Desta forma o objetivo deste trabalho foi desenvolver e aprimorar uma técnica que possibilite o armazenamento de goiabas por períodos prolongados, sem o uso de agroquímicos e com excelente qualidade pós-colheita, de forma a reduzir os custos e aumentar a segurança alimentar. Pelo processo de hidrodestilação foi obtido o óleo essencial de sementes de aroeira da praia sendo verificado o rendimento do óleo em diversos períodos de destilação sendo o período de 2,5h de destilação o recomendado para essa planta. Esse que teve a sua composição química determinada através de análise em cromatógrafo gasoso. Os componentes encontrados em maior quantidade no óleo foram: ρ -Menth-1-em-9-ol, α -Thujene, β -Pinene, Camphene, α – Fenchene, Terpinen-4-ol acetate, Bornyl Acetate, Caryophyllene, Terpinen-4-ol, α -Terpineol, Germacrene – D, δ -Cadinene, Hedycariol, α – Gurjunene, α -Eudesmol, β -Eudesmol. Em placas de Petri contendo meio de cultura BDA acrescido de diversas concentrações do óleo essencial de aroeira da praia foram depositadas estruturas miceliais do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* para a determinação da menor concentração inibitória (MCI) do óleo, onde se verificou uma inibição de aproximadamente 47% no desenvolvimento do fungo nas concentrações de 2%, 3%, 4%, 5% do óleo no meio de cultura, sendo recomendada a concentração de 2% de óleo essencial para testes *in vivo*. Frutos de goiabeira colhidos fisiologicamente maduros foram inoculados com o fungo causador da antracnose e tratados com óleo essencial de aroeira da praia 3% sendo acondicionados em baixa temperatura (15 °C) e temperatura ambiente (25 °C) com o intuito de avaliar o período de armazenamento e comercialização da goiaba e também o desenvolvimento do fungo frente o óleo essencial. Verificou-se perda de massa fresca nos frutos e pouca variação nos valores de sólidos solúveis durante todo o período de armazenamento. As goiabas apresentaram perda de firmeza significativa já no 5º dia de armazenamento. Houve alteração significativa na coloração da casca e da polpa das goiabas durante o armazenamento, comportamento já esperado para essa variedade de goiaba. O óleo essencial retardou o surgimento de lesões características da antracnose em 3 dias quando comparado com o fungicida utilizado no experimento. Foi comprovado o acúmulo de prolina nas goiabas durante o período de pós-colheita, o que pode ter relação com a perda de massa fresca e com o desenvolvimento da antracnose em goiabas.

PALAVRAS – CHAVE: *Psidium guajava*; Hidrodestilação; Pós-Colheita, Antracnose.

Comitê Orientador: Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Jr. – UFS (Orientador), Paulo Roberto Gagliardi – UFS e Gaus Silvestre de Andrade Lima – UFAL.

ABSTRACT

OLIVEIRA, L. F. M. **Alternative Control of Anthracnose During Post-Harvest of guavas 'Paluma' Simulating the Storage and Marketing.** UFS, 2012. 100p. (Dissertation - Master in Agroecosystems) *

Brazil is one of the largest producers of fruit, guava with the culture of great importance in the diet of the population by having large amounts of vitamins, and carbohydrates and carotenoids. The postharvest of guava can be regarded as a problem for the broader participation of Sergipe in the marketing of this fruit in other parts of the country. The alternative control of fungal diseases plays an important role in the search for the most demanding consumer markets for healthy products and known origin. Thus the objective of this study was to develop and refine a technique that allows the storage of guavas for prolonged periods without the use of agrochemicals and excellent post-harvest quality in order to reduce costs and increase food security. Through the process of hydrodistillation essential oil was obtained from seeds of *Shinus terebinthifolius* from seeds and leaves and it was verified the oil yield in different periods of distillation and a period of 2.5 h distillation recommended for this plant. This had its chemical composition determined by analysis by gas chromatography, the components found in greater quantity in the oil were: ρ -Menth-1-en-9-ol, α -Thujene, β -pinene, Camphene, α -Fenchene, Terpinen-4-ol acetate, Bornyl Acetate, Cariofilene, Terpinen-4-ol, α -Terpineol, Germacrene - D, δ -cadinene, Hedycariol, α -Gurjunene, α -eudesmol, β -eudesmol. Petri dishes containing PDA culture medium supplemented with different concentrations of essential oil of *S. terebinthifolius* were inoculated with mycelial structures of the fungus *Colletotrichum gloeosporioides* for determining the lowest inhibitory concentration (MIC) of the oil on the mold where there is an efficiency of approximately 47% for controlling fungus at concentrations of 2%, 3%, 4%, 5% oil in the culture medium, as recommended concentration of 2% of essential oil *in vivo* tests. Guava fruit harvested at mature were inoculated with the fungus that causes anthracnose and treated with essential oil of aroeira da praia 3% being placed in low temperature (15 °C) and temperature (25 °C) in order to assess the period of storage and marketing guava and the development of the fungus against the essential oil. There was loss of weight in fruit and little variation in the amounts of soluble solids during the storage period. The guavas were already significant loss of firmness on the 5th day of storage. Significant change in the peel and pulp of guava during storage was an expected behavior for this variety of guavas. The essential oil delayed the appearance of characteristics of anthracnose lesions 3 days compared with the fungicide used in the experiment. It was demonstrated the accumulation of proline in the guavas during the post-harvest, indicating that the accumulation of proline may be related to weight loss and the development of anthracnose in guavas.

KEY-WORDS: *Psidium guajava*; hydrodistillation, Post-Harvest, Anthracnose.

Guidance Committee: Luiz Fernando de Oliveira Jr. Ganassali - UFS (Supervisor), Paulo Roberto Gagliardi - UFS and Gaus Silvestre de Andrade Lima - UFAL.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A goiabeira é uma fruteira tipicamente tropical originária da América do Sul, tendo como área de abrangência regiões que vão do sul do México até o sul do Brasil. A goiaba é uma fruta que apresenta grande quantidade de açúcares e vitaminas como, por exemplo, a vitamina C, além de grande quantidade de carotenóides, substâncias antioxidantes com papel comprovado no combate ao câncer e ao envelhecimento precoce das células. As goiabas também são muito apreciadas pelo seu aroma e sabor fortes e característicos, sendo considerada uma fruta de características exóticas no mercado internacional

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de goiaba, mesmo não apresentando participação significativa no mercado internacional desta fruta. Isto ocorre porque a maior parte da produção brasileira é voltada para o mercado interno, sendo este dividido em frutos para consumo *in natura* ou processados na forma de doces, compotas, sucos e sorvetes. O estado de Sergipe apresenta-se como produtor em potencial de goiabas com um perímetro irrigado com grande potencial produtivo para frutas tropicais. O governo do Estado vem investindo na revitalização da fruticultura com o objetivo de ampliar a participação de Sergipe no mercado brasileiro de frutas em todas as regiões do país.

As doenças de pós-colheita têm sido um dos maiores entraves para o desenvolvimento da fruticultura em Sergipe e em diversas regiões do Brasil por diminuir significativamente o tempo de prateleira das frutas, impossibilitando sua comercialização em mercados mais distantes dos centros consumidores.

Na goiaba a principal doença de pós-colheita é a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, que além de diminuir o tempo de prateleira das goiabas também inviabiliza a utilização dos frutos tanto para comercialização *in natura* quando para comercialização na indústria.

Com o intuito de prolongar o período de prateleira das frutas tropicais diversas técnicas de manejo e armazenagem podem ser empregadas reduzindo a degradação dos mesmos. Dentre as técnicas mais utilizadas para retardar o amadurecimento de frutos tropicais pode-se citar o acondicionamento em baixa temperatura que prolonga a vida de prateleira dos frutos sem grandes alterações em suas características.

O desejo da população por uma alimentação mais saudável e rica em nutrientes vem servindo de incentivo para o desenvolvimento de novas técnicas de manejo e

controle de doenças com o intuito de diminuir o uso de adubos químicos e principalmente agrotóxicos. Na fruticultura, um momento crítico com relação à utilização de defensivos agrícolas é a época de pré e pós-colheita onde são empregadas grandes quantidades de produtos com intuito de evitar o ataque de pragas e doenças que possam prejudicar a aparência e a comercialização das mesmas.

Com o intuito de reduzir e posteriormente acabar com a utilização de defensivos químicos, diversas pesquisas vêm sendo realizadas tanto na produção de cultivares e variedades resistentes às diversas pragas e doenças que atacam a fruticultura como também na geração de formas de controle alternativos para as pragas e doenças que usualmente atacam as lavouras e pomares pelo Brasil. Como formas alternativas de controle, podemos citar o manejo integrado de pragas e a utilização de compostos alternativos no combate a doenças.

A utilização de compostos oriundos de plantas vem apresentando grande potencial como forma de controle alternativa de um grande número de doenças que atacam a fruticultura no país. Dentre os compostos naturais mais pesquisados destacam-se os óleos essenciais, que podem ser obtidos tanto a partir de folhas quanto de frutos e sementes das mais diversas plantas da flora brasileira, e que apresentam uma série de características químicas e físicas de grande potencial no controle de patógenos causadores de doenças em frutas.

De acordo com o exposto o objetivo deste trabalho foi desenvolver e aprimorar uma técnica que possibilite o armazenamento de goiabas por períodos prolongados, sem o uso de agroquímicos e com excelente qualidade pós-colheita, de forma a reduzir os custos e aumentar a segurança alimentar da população.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A cultura da Goiabeira (*Psidium guajava* L.)

A goiabeira (*Psidium guajava* L.), pertence à família *Mirtaceae*, que é composta por mais de 70 gêneros e 2.800 espécies. É uma frutífera originária de regiões de clima tropical e subtropical, do sul do México ao sul do Brasil. A planta é um arbusto, geralmente de 3-5 m de altura, tortuosa, esgalhada, às vezes atingindo 8 m de altura, de casca lisa, delgada, castanho-arroxeadada, que, quando velha, se desprende em lâminas (FERREIRA & RIBEIRO, 2006), como observado na figura 1.

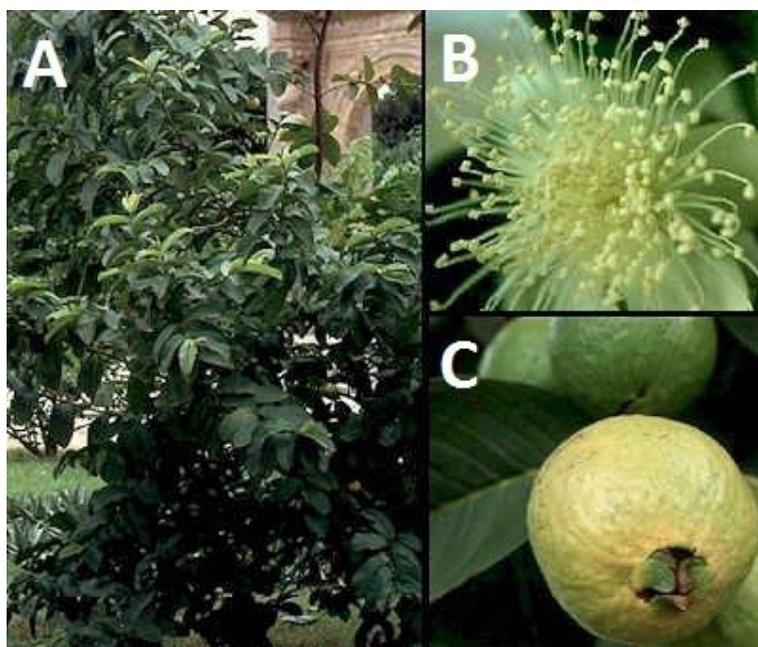


FIGURA 1: A: Arbusto da goiabeira (*Psidium guajava* L.); B: Flor de Goiabeira; C: Goiaba ainda na árvore.

As folhas são opostas, tem formato elíptico-ablongo e caem após a maturação. As flores são brancas, hermafroditas, eclodem em botões isolados ou em grupos de dois ou três, sempre nas axilas das folhas e nas brotações surgidas em ramos maduros. Seus frutos são bagas que têm tamanho, forma e coloração de polpa variável em função da cultivar. Entre as cultivares de goiabas disponíveis para os produtores brasileiros pode-se destacar: Kumagai, Sassaoka e Pedro Sato como cultivares tipicamente de mesa; Paluma como uma cultivar de grande utilização pela indústria; e as cultivares Rica e Século XXI como cultivares com potencial tanto para a indústria como para a comercialização *in natura* (CPAFRO, 2004; PIO et al., 2002; SOUZA et al., 2003).

Em uma goiaba, aproximadamente 20% de sua massa corresponde à casca, 50% a polpa e 30% a sementes. Encontram-se no centro da polpa pequenas sementes duras e inúmeros esclerídeos conferem a polpa textura granulada. O fruto maduro emite doce aroma, com sabor ácido e doce agradável (ROZWALKA, 2003).

A goiabeira vegeta e produz satisfatoriamente desde o nível do mar até a altitude de 1.700 metros, o que pode explicar a ampla difusão da cultura da goiaba por diversas regiões do país. É uma planta relativamente resistente à seca, não resistindo a uma quantidade de chuvas inferior a 600mm por ano. O intervalo ideal é de 1000 a 1600mm de chuvas anuais, com boa distribuição durante todo o ano. A goiabeira não tolera geadas, vegetando e produzindo satisfatoriamente em temperaturas entre 25 e 30 °C e adapta-se bem a noites de temperaturas amenas, não se desenvolvendo em terras encharcadas ou úmidas (PIO et al., 2002; SOUZA et al., 2003).

Por ser uma planta dotada de grande rusticidade, a goiabeira adapta-se aos mais variados tipos de solo. Recomenda-se, porém, que sejam evitados os solos pesados e mal drenados principalmente nas áreas irrigadas onde existe o risco de salinização. Os solos adequados ao cultivo da goiabeira, sobretudo no caso da instalação de pomares destinados à produção de frutas para consumo *in natura* e exportação, são os areno-argilosos profundos, bem drenados, ricos em matéria orgânica e com pH em torno 5,5 a 6,0. Em solos com pH igual ou superior a sete normalmente aparecem deficiências de ferro. Deve-se também sempre que possível preferir o plantio em terrenos protegidos dos ventos frios ou do frio vindos do sul (PIO et al., 2002; SOUZA et al., 2003).

Apesar de ser ainda utilizada, a propagação da goiabeira por sementes tem reduzida importância, por causa da excessiva variação do tipo de planta que se forma no pomar, dificultando até mesmo o manejo das podas de frutificação. A estaquia herbácea é atualmente o método de propagação da goiabeira mais adequado, que consiste na clonagem (multiplicação de uma mesma matriz) por meio do enraizamento de “ramos ponteiros” de uma planta altamente produtiva, da qual podem ser retiradas até duas mil estacas, por ciclo, após a poda. Esse método permite a obtenção de um pomar uniforme e precoce. Na propagação por enxertia a copa (matriz) é enxertada sobre um cavalo (porta-enxerto) proveniente de semente, o que aumenta o vigor da planta. É o processo mais rápido e eficiente para se propagar uma goiabeira selecionada (PIO et al., 2002).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas tropicais, colhendo no ano de 2009 14.987ha de goiaba, com uma produção total neste mesmo ano de 297.377 t desta fruta (IBGE, 2009). Os Estados de Pernambuco, São Paulo, Bahia e Pará são os

maiores produtores de goiaba no Brasil, responsáveis por aproximadamente 70% da produção nacional da fruta. A região Nordeste é responsável por 46,5% da produção de goiabas no Brasil, sendo considerada a maior produtora de goiabas no país, Sergipe é o 5º produtor de goiaba do Nordeste, com uma área colhida de 347 ha e uma produção de 4.461 toneladas no ano de 2009, sendo responsável por 1,5% da produção de goiabas no Brasil (IBGE, 2009).

O estado de Sergipe apresenta grande potencial produtivo para a cultura da goiaba, e pesquisas nas áreas de pós-colheita e controle de doenças, principalmente o controle alternativo, são de grande importância para o desenvolvimento deste potencial.

2.2. Importância Alimentar e Econômica da Goiaba

Atualmente, há uma maior procura das populações por alimentos mais saudáveis e também uma crescente conscientização da população quanto à importância desses alimentos na prevenção de doenças e na melhoria da qualidade de vida. Isto tem resultado em um aumento mundial no consumo de frutas, que são consideradas um alimento de ótima qualidade. Este aumento pode ser verificado pelo crescimento da comercialização de frutos, principalmente as tropicais, como, por exemplo, manga, goiaba e mamão (AZZOLINI, 2002).

A excelente qualidade da goiaba é atribuída ao elevado teor nutritivo, excelente propriedades organolépticas, alto rendimento por hectare, produzindo em 2009 19.842t/ha, produção similar a de culturas tradicionais como laranja, limão e tangerina, e polpa de elevada qualidade industrial (IBGE, 2009; ROSWALKA, 2003).

Rica em vitamina C, com valores seis a sete vezes superiores ao dos frutos cítricos, não superando apenas as quantidades de ácido ascórbico presentes na acerola, camu-camu e caju. Em variedades silvestres, pode-se encontrar 600 a 700 mg e nas melhores cultivares de 240 a 300 mg de ácido ascórbico/100 g de fruta. Destaca-se ainda pelo elevado conteúdo de açúcares, vitamina A e vitaminas do grupo B (tiamina e niacina) e teores significativos de fósforo, ferro e cálcio. Com aroma e sabor característicos, possui alto teor de fibras que confere a capacidade de alta digestibilidade (ROSWALKA, 2003; PIO et al., 2002).

A goiaba vermelha, muito apreciada no mercado interno, é rica em licopeno, pigmento carotenóide, responsável pela coloração avermelhada dos tomates, melancias, mamões, pitangas dentre outras frutas e que age como agente antioxidante com capacidade sequestrante de radicais livres (JACOMINO, 2008).

A fruticultura apresenta inúmeras vantagens econômicas e sociais quando comparada com outros setores agrícolas como, por exemplo, elevação do nível de emprego, fixação do homem no campo, melhor distribuição da renda regional, geração de produtos com alto valor comercial, além de excelentes expectativas de crescimento no mercado interno e externo, gerando divisas. O setor da fruticultura emprega mais de cinco milhões de pessoas e ocupa uma área aproximada de 3,4 milhões de hectares. Para cada US\$ 10 mil investidos em fruticultura, é possível abrir três empregos diretos e dois indiretos. Entre as novas alternativas, podemos citar a cultura da goiaba, uma atividade de alta rentabilidade e com grande possibilidade de expansão no país (SCHEIBLER & LISBOA FILHO, 2006; SOUZA, et al., 2003).

A colheita brasileira de frutas tropicais é de aproximadamente 38 milhões de toneladas por ano, o que coloca o país em terceiro lugar entre os maiores produtores mundiais. Embora seja o terceiro maior produtor do mundo, o Brasil é ainda um país marginal no comércio mundial de frutas frescas, sendo que do total produzido apenas 1% destina-se à exportação (Europa 70% e MERCOSUL 11%), 46% para indústria e 53% para o mercado interno e consumo *in natura*. Os grandes concorrentes do Brasil são China, Índia, México, Cuba e Estados Unidos, sendo os três últimos concorrentes diretos na produção de sucos, mais especificamente. Uma vantagem brasileira com relação aos seus concorrentes é que o clima do país permite a produção de todos os tipos de frutas tropicais e algumas delas proporcionam mais de uma safra por ano (ALMEIDA, 2002; SCHEIBLER & LISBOA FILHO, 2006).

Dentre os fatores que contribuem para a reduzida inserção dos produtos tropicais no mercado de frutas frescas, destacam-se o baixo padrão de qualidade das frutas sob o enfoque de exigências internacionais de um mercado importador concentrado e exigente protegido por barreiras fitossanitárias, o pouco conhecimento das frutas de clima tropical, o uso inadequado de agrotóxicos e tecnologia de pós-colheita deficiente (ALMEIDA, 2002).

A preferência do mercado externo está sintonizada para a fruta de polpa branca, em contraposição ao mercado interno onde a opção é pela de polpa vermelha. A goiaba tem sido exportada quase que exclusivamente para a Europa, por via aérea, cujo mercado tem nítida preferência por frutas que apresentem polpa branca, aspecto atraente, aroma e sabor delicados, peso médio e tamanho de acordo com a classificação, bem como resistência ao transporte e ao armazenamento, inexistência de injúrias,

distúrbios fisiológicos e doenças (GONZAGA NETO & SOARES, 1995; MANICA et al., 2000).

A inovação tecnológica para a fruticultura no estado de Sergipe vem garantindo a qualidade e produtividade das lavouras, possibilitando atender as exigências do mercado para várias frutas. O cultivo da goiabeira é promissor no Estado, tanto que o governo estadual e empresas privadas já estão apostando com fortes investimentos no perímetro irrigado Califórnia, no município de Canindé do São Francisco (ASN, 2007).

Segundo a Companhia de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe (COHIDRO) no ano de 2009 o perímetro irrigado Califórnia tinha uma área de 249,19 ha plantada com goiabeiras tendo sua produção destinada para diversas indústrias produtoras de sucos e doces além de reservar uma parcela da produção para o mercado de mesa (produto *in natura*) com o objetivo de não desabastecer o mercado interno. Essa parceria entre produtores, governo e indústria permitiu a comercialização do fruto a R\$ 0,85 o quilo para o mercado de mesa e R\$ 0,45 para a indústria, gerando com a comercialização da goiaba uma receita de quase R\$ 6 milhões de reais no perímetro durante o primeiro semestre de 2009 (INVESTNE, 2009).

2.3. Pós-Colheita da Goiaba

O desenvolvimento dos frutos é comumente dividido nas fases de crescimento, maturação, maturidade fisiológica, amadurecimento e senescência em função dos processos fisiológicos passados por ele. Essas fases descrevem os diferentes processos que acontecem no fruto desde sua formação até a morte do mesmo. Entretanto, muitos desses processos acontecem simultaneamente entre as fases, dificultando a clara distinção entre as mesmas (WATADA et al., 1984), como mostrado na figura 2.



FIGURA 2: Fases do desenvolvimento baseado nos processos fisiológicos do fruto (Modificado de WATADA et al., 1984).

Tradicionalmente os frutos podem ser classificados como climatérios e não climatérios. Os frutos climatérios são aqueles cujo amadurecimento é acompanhado por um elevado crescimento na taxa respiratória, que geralmente é associada à elevada produção de etileno pouco antes do aumento na respiração do fruto. Após o pico climatério, a produção de etileno cai significativamente durante a fase pós climatéria (HOFFMAN & YANG, 1980). Por outro lado, frutos não climatérios são aqueles que não apresentam crescimento na produção de etileno e na respiração, mas normalmente apresentam um gradual declínio na respiração durante o amadurecimento (KNEE et al., 1977).

O comportamento respiratório das goiabas é considerado como contraditório na maioria das vezes. Para Botelho (1996), esta seria uma característica varietal, podendo ocorrer cultivares climatéricas e não-climatéricas. Por isso, esses frutos, no período de pós-colheita, podem entrar em senescência rapidamente, o que impede seu armazenamento por maiores períodos. Esse aspecto é de fundamental importância, pois dificulta ou até impossibilita o produtor de enviar seus frutos a centros consumidores mais distantes, em face das perdas que ocorrem durante o percurso (GONZAGA NETO et al., 1999).

Durante a fisiologia da pós-colheita, o amadurecimento é uma fase importante no desenvolvimento dos frutos, pois os torna palatáveis e comercialmente atraentes devido a mudanças na coloração, textura, concentração de açúcares e compostos aromáticos, na acidez e nos compostos fenólicos. Tais mudanças envolvem complexas transformações no metabolismo dos frutos, as quais são decorrentes do aumento da sua atividade enzimática. O amadurecimento leva o fruto à senescência, fase final do seu processo de desenvolvimento (AZZOLINI, 2002).

A maioria dos frutos apresenta modificações em sua cor durante o amadurecimento, transformando a cor em um importante atributo na determinação do estágio de maturação e qualidade do fruto. As mudanças de coloração são resultado não só da degradação da clorofila, mas também, da síntese de pigmentos, principalmente carotenóides e antocianinas (TUCKER, 1993). Segundo Wills et al. (1998), a degradação da clorofila é o processo predominante na mudança de cor dos frutos, ocorrendo em função das mudanças de pH, de ácidos, do aumento dos processos oxidativos e da ação de clorofilases.

A determinação da coloração dos frutos pode ser feita por métodos subjetivos, que se baseiam nas variações da cor perceptíveis ao olho humano ou através de equipamentos capazes de medir a quantidade e a qualidade da luz refletida no fruto, sendo estes, métodos objetivos que garantem maior confiabilidade na utilização deste parâmetro (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo Bleinroth (1996), é preciso ter cuidado quando utilizamos a cor como índice de maturação, isto porque, frutos localizados em determinadas posições da copa, que recebem raios solares durante boa parte do dia podem adquirir coloração muito intensa, resultando em um indicativo falso do estágio de maturação do fruto.

A firmeza tem grande importância na determinação da qualidade do fruto, pois tem efeito direto na resistência ao transporte, na conservação e no ataque de microorganismos (AWAD, 1993). A diminuição da firmeza da polpa de goiabas durante o amadurecimento ocorre, principalmente, devido à perda da integridade da parede celular. A degradação das moléculas constituintes da parede celular, como celulose, hemicelulose e pectina, geram alterações na parede levando ao amolecimento da polpa, além disso, a degradação do amido e a perda de turgor podem levar ao amolecimento da polpa da goiaba (TUCKER, 1993).

A firmeza nos estádios iniciais de desenvolvimento da goiaba é devido à presença de substâncias pécticas as quais vão sendo degradadas por ação enzimática proporcionando o amolecimento dos frutos (HUBER, 1983). Varias enzimas apresentam ação durante a degradação de substâncias pécticas na parede celular levando ao amolecimento dos frutos, dentre elas pode-se citar a pectinametilesterase e a poligalacturonase, enzimas relacionadas com a degradação dos poliuronídeos (LINHARES et al., 2007). Além disso, a firmeza dos frutos pode ser muito influenciada pelo seu estágio de maturação, condições climáticas durante o período de colheita e a variabilidade genética das plantas (PAIVA et al., 1995).

De acordo com Smirnoff et al. (2001), a biossíntese do ácido ascórbico em plantas tem como precursor a D-manose e a L-galactose. A principal forma ativa da vitamina C é o ácido ascórbico, mas o produto da sua oxidação, o ácido deidroascórbico, também pode ser considerado ativo (PELLETIER & BRASSARD, 1977). Na goiaba, toda a vitamina C está na forma de ácido ascórbico, contudo após a maceração ocorre a rápida oxidação do ácido ascórbico e, aproximadamente depois de 3 horas, 60% do ácido ascórbico é convertido em ácido deidroascórbico sem perda no conteúdo de vitamina C do fruto (MOKADY et al., 1984).

A goiaba é uma excelente fonte de vitamina C, podendo apresentar valores de até 400mg.100g polpa⁻¹ de ácido ascórbico, sendo o total de ácido ascórbico influenciado pelas condições climáticas, temperatura, umidade do solo, cultivo e variedade (CHITARRA, 1996).

Segundo Esteves et al. (1984), Dhillon et al. (1987), Vazquez-Ochoa & Colinas-Leon (1990), desde os estádios iniciais de desenvolvimento até a maturação total o teor de ácido ascórbico aumenta nos frutos e, quando excessivamente maduro, o conteúdo desse ácido diminui significativamente. Tal redução ocorre provavelmente devido à ação de enzimas como a polifenol oxidase e a ácido ascórbico oxidase, que agem com mais intensidade durante a senescência e apodrecimento do fruto promovendo a desorganização da parede celular e a produção de etileno.

Os sólidos solúveis (SS) são representados pelos compostos solúveis em água presentes no fruto como açúcares, vitaminas, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas. O teor de SS nos frutos é dependente do estágio de maturação no qual ele foi colhido e geralmente aumenta durante a maturação pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo Rathore (1976) e Chitarra & Chitarra (2005), os açúcares totais representam de 50 a 90% dos teores de sólidos solúveis em goiaba. Os principais açúcares presentes na goiaba são frutose, glicose e sacarose, sendo a frutose a forma predominante (MOWLAH & ITOO, 1982; EL-BULK et al., 1997). De acordo com Nultsch (2000), a glicose e a frutose são originadas da degradação da sacarose e dos polissacarídeos de reserva como o amido e a degradação das hexoses fosfatadas que ocorre na respiração, na via glicólise ou no ciclo das pentoses fosfato.

De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), a acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos. Estes servem de substrato para a respiração, sendo fundamentais na síntese de compostos fenólicos, lipídios e aromas voláteis. Os ácidos são encontrados nos vacúolos das células na forma livre ou combinados com sais, ésteres e glicosídeos.

Nos frutos da goiabeira, a acidez é ocasionada, principalmente, pela presença do ácido cítrico e málico, sendo encontrados em menores quantidades, os ácidos galacturônico e fumárico (CHAN & KWOK, 1976). O teor de ácidos orgânicos tende a diminuir durante o processo de maturação devido à oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarbóxicos em decorrência da respiração (BRODY, 1996).

O estágio de maturação onde os frutos são colhidos determina a qualidade do fruto a ser oferecido ao consumidor. Os frutos colhidos imaturos têm baixa qualidade, além de apresentarem altos índices de perda de água e de serem muito suscetíveis às desordens fisiológicas, por outro lado, quando colhidos muito maduros, os frutos entram em senescência muito rapidamente (BLEINROTH, 1996). Para a goiaba, não existe uma padronização sobre qual o estágio de maturação ideal para colheita. As goiabas são colhidas, normalmente, quando a polpa ainda está firme e a coloração da casca começa a mudar de verde-escuro (1) para verde-claro (2) ou começando a amarelecer (3), figura 3 (MIN, 2001, MANICA et al., 2000).



FIGURA 3: Escala de cores determinando o ponto de colheita de frutos de goiabeira (MIN, 2001).

O manejo adequado na pós-colheita é decisivo para favorecer a longevidade dos frutos durante a sua comercialização. As perdas dos frutos atingem níveis de até 40% do total produzido, índice influenciado principalmente por danos decorrentes do manuseio excessivo e inadequado durante e após a colheita, e por condições inadequadas de armazenamento (MEDINA & PEREIRA, 2004).

Para Neves (2009), conservar os frutos em boas condições para o armazenamento, o transporte, a distribuição, a comercialização e o consumo é tão importante quanto produzir bem. Devido ao crescimento das safras, do consumo, das exportações, da necessidade de um abastecimento constante de frutos frescos e saudáveis, além do aumento das exigências e do conhecimento qualitativo do consumidor, vem aumentando o interesse pela pós-colheita de frutos nos últimos anos.

Para expandir e conquistar novos mercados é preciso que se garanta a qualidade e que se prolongue a vida pós-colheita destes frutos. Para tanto, muitas técnicas são usadas como uso de atmosfera controlada, agroquímicos e refrigeração visando reduzir

a respiração, produção de etileno e combater patógenos (OLIVEIRA JR et al., 2005). Quando esses fatores são controlados consegue-se retardar a maturação do fruto, aumentando sua vida útil pós-colheita (OLIVEIRA JR et al., 2004).

Com isso a utilização de óleos essenciais associada à refrigeração pode ser considerada como uma alternativa para controlar as doenças de pós-colheita da goiaba e retardar a sua senescência, aumentando o seu tempo de prateleira, possibilitando assim a entrada do estado de Sergipe no comércio de goiabas *in natura* em outras regiões do país.

2.4. Aroeira da Praia (*Schinus terebinthifolius* Raddi)

A *Schinus terebinthifolius* Raddi, conhecida como aroeira, aroeira-vermelha, aroeira da praia, aroeira-pimenteira e pimenta-brasileira, pertence à família Anacardiáceae, é uma espécie de origem no continente Sul americano, especialmente no Brasil, Paraguai e Argentina. Pode ser encontrada desde o Ceará até o Rio Grande do Sul. É uma planta típica da caatinga brasileira, indicada para a recuperação de áreas degradadas e arborização, em Sergipe a aroeira vem sendo largamente utilizada na ornamentação de praças e avenidas (SANTOS et al., 2004a; COLE, 2008 LORENZI & MATOS, 2008).

Esta planta se caracteriza por ser uma árvore de 4 a 10 metros de altura, de tronco com casca espessa e copa densa, folhas compostas por 3 a 10 pares de folíolos, flores pequenas, de coloração amarelo-claras e bastante aromáticas. Sua semente é única, marrom-escura e mede aproximadamente 0,3 centímetros de diâmetro (Figura 4) (DEGÁSPARI et al., 2004; SANTOS et al., 2004a).



FIGURA 4: A: Árvore de *Schinus terebinthifolius* Raddi.; B: Galho contendo sua inflorescência; C: Galho contendo seus frutos maduros.

Os frutos são do tipo drupa e têm coloração verde quando imaturos tornando-se vermelhos quando maduros, são comestíveis e ricos em óleo essencial, podendo apresentar até 10% do seu peso seco na forma de óleo essencial. A espécie floresce a partir de três meses de idade e apresenta período de floração prolongado, estendendo-se de outubro a abril (COLE, 2008).

A aroeira apresenta grande resistência ao fogo e devido a sua grande capacidade de rebrota, a espécie pode ser utilizada em barreiras contra incêndios, desde que manejada para que se mantenha com o porte arbustivo (BAGGIO, 1988). A sua alta capacidade reprodutiva e resistência a intempéries, a torna agressiva quando em áreas onde a sua presença não é desejada, sendo recomendada grande cautela no manejo de seu plantio, principalmente em áreas onde ela é considerada exótica. No Brasil ela não é considerada como exótica, ocorrendo em proporções equilibradas com a flora nativa (SANCHOTENE, 1985).

Hoje em dia, a espécie vem se destacando cada vez mais pelo consumo de seus frutos, conhecidos como pimenta rosa, cuja demanda tem aumentado muito, tanto nacional quanto internacionalmente, sendo utilizado como condimento alimentar (LENZI & ORTH, 2004).

A *Schinus terebinthifolius* apresenta propriedades adstringentes, antidiarreicas, depurativas, diuréticas e febrífugas. Aos seus frutos e óleos essenciais atribui-se atividade antimicrobiana sobre bactérias gram-positivas e ação antiinflamatória. Esta ação antiinflamatória apresenta caráter inibitório específico diretamente relacionada à triterpenoides encontrados nos óleos essenciais dos frutos. O óleo essencial dessa planta é utilizado através de aplicações tópicas no tratamento de micoses e candidíases, sendo a atividade antifúngica atribuída à alta concentração de monoterpenos do mesmo (JAIN et al., 1995; PIRES et al., 2004; LIMA et al., 2006).

Estudos fitoquímicos revelaram a presença de diversos compostos químicos, incluindo alcoóis, cetonas, ácidos, monoterpenos, sesquiterpenos e triterpenos, no caule, folhas e frutos da aroeira da praia (LLOYD et al., 1977; MORTON, 1978).

2.5. Óleos Essenciais

Os óleos essenciais são definidos pela ISO (International Standard Organization) como produtos obtidos de partes de plantas por meio da destilação por arraste de vapor d'água, bem como os produtos obtidos por prensagem dos pericarpos de frutos cítricos. Também existem outros métodos de extração, como a extração por CO₂ supercrítico e

por solventes orgânicos apolares. De forma geral, são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, com baixos pesos moleculares, geralmente odoríferas e líquidas, constituídas, na maioria das vezes, por terpenos (SIMÕES & SPITZER, 2004). São complexos componentes voláteis, produzidos em diferentes partes da planta, sendo conhecidos por apresentarem várias funções na mesma, incluindo resistência conferida a pragas e doenças (RANASINGHE et al., 2002).

Óleos essenciais são utilizados desde a antiguidade na Roma, Grécia e Egito além do Oriente Médio e Extremo Oriente. Eles têm como característica comum a essência de uma planta, um aroma distinto, sabor ou outra que apresente alguma utilidade prática. Os óleos essenciais foram utilizados como perfumes, *flavours* de alimentos, desodorantes, produtos farmacêuticos e anti-sépticos em embalsamamentos (RANGAHAU, 2001).

As demandas da farmacologia Medieval desenvolveram o processo de destilação. Na Espanha e na França, por volta do ano de 1300, o processo de destilação foi desenvolvido para a produção de essências mais concentradas de alecrim e sálvia. Desde então, o número e os tipos de óleos essenciais têm crescido enormemente. Mercados internacionais e indústrias têm feito parcerias para lidar somente com óleos essenciais. Como resultados da tecnologia em destilação do século XX, óleos essenciais podem ser considerados agora como matérias primas industriais (RANGAHAU, 2001).

Dependendo da família, os óleos essenciais podem ocorrer em estruturas secretoras especializadas, tais como pêlos glandulares (Lamiaceae), células parenquimáticas diferenciadas (Laureaceae, Piperaceae, Poaceae), canais oleíferos (Apiaceae) ou bolsas lisígenas ou esquizolisígenas (Pinaceae, Rutaceae), podendo ser estocados em diversos órgãos vegetais, tais como flores, folhas, cascas, madeira, raízes, rizomas, frutos e sementes (SIMÕES & SPITZER, 2004).

As rotas dos metabólitos secundários são ativadas durante alguns estádios particulares de crescimento e desenvolvimento da planta ou em períodos de estresse causados por limitações de recursos ou ataque microbiológico (SOUZA, 2008). As principais classes de metabólitos secundários são compostas por fenilpropanóides, alcalóides, taninos, antraquinonas, flavonóides e terpenóides (SANTOS, 2004).

A maior parte dos óleos essenciais consiste na mistura de hidrocarbonetos (monoterpenos, sesquiterpenos, entre outros) e de compostos oxigenados (alcoóis, ésteres, éteres, aldeídos, cetonas, lactonas, fenóis, éteres fenólicos, entre outros). Os terpenos ou terpenóides constituem uma ampla classe de produtos secundários, que são

ativos contra bactérias, fungos, vírus e protozoários (MC GARVEY & CROTEAU, 1995; COWAN, 1999).

Quimicamente, estes compostos são derivados de terpenos, originados a partir de uma unidade isoprenica (C₅H₈), que por sua vez origina-se do Ácido Mevalônico, ou de fenilpropanóides, provindos do Ácido Chiquímico. Os terpenoides são classificados de acordo com o número de unidades de cinco carbonos que contêm. Assim, terpenos com dez carbonos, contendo duas unidades C₅, são denominados monoterpenos; com quinze carbonos, sendo três unidades C₅, sesquiterpenos; com vinte carbonos, sendo quatro unidades C₅, diterpenos. Acima disso, são chamados triterpenos (30 carbonos), tetraterpenos (40 carbonos) e politerpenos. Os monoterpenos e os sesquiterpenos são as principais substâncias que compõem os óleos essenciais (SIMÕES & SPITZER, 2004).

A composição química do óleo essencial de uma planta é determinada geneticamente, geralmente específica para um determinado órgão e característica para o seu estágio de desenvolvimento. Entretanto, condições ambientais são capazes de causar variações significativas na composição dos óleos essenciais (WILLIAMS et al., 1998; SIMÕES & SPITZER, 2004). Para Vaz et al. (2006), tanto a composição do óleo quanto a produção das plantas, incluindo a biomassa, são diretamente influenciados por fatores ambientais. A influência de fatores abióticos como luz, temperatura, água, solo e altitude sobre a biossíntese de certos constituintes vegetais, especialmente os terpenóides, foi comprovada em diferentes espécies vegetais (BARROS et al, 2009).

Para Souza (2008), ao contrário dos metabólitos primários, como clorofila, aminoácidos, nucleotídeos, carboidratos simples ou membranas lipídicas, os metabólitos secundários, como os óleos essenciais, não têm, papel totalmente reconhecido no processo de fotossíntese, respiração, transporte de solutos, translocação e assimilação de nutrientes.

Entretanto, segundo Jones et al. (1991) e Souza (2008), o metabolismo secundário desempenha um papel importante na interação das plantas com o meio ambiente. Produtos secundários possuem um papel contra a herbívoros, ataque de patógenos, competição entre plantas, atração de organismos benéficos, ação protetora em relação a estresses abióticos e deficiência de nutrientes minerais. Segundo Bennett e Wallsgrove (1994), muitos produtos secundários são componentes chave para um mecanismo de defesa ativo e eficiente das plantas contra patógenos e insetos.

Em estudos sobre a composição química do óleo essencial de frutos de *Schinus terebinthifolius*, Ibrahim et al., (2001); Pieribattesti et al., (1981); Gehrke et al., (2007)

observaram um óleo com composição predominantemente monoterpênica, constituindo-se basicamente dos seguintes terpenos: α -pineno, germacreno D, canfeno, β -felandreno, γ -terpineno, α -felandreno e δ -3-careno, com esses monoterpênicos podendo chegar a até 40% da composição química das amostras de óleo essencial. Segundo Lima et al. (2006), a ação anti micótica e a capacidade de tratar mazelas respiratórias atribuídas ao óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* esta diretamente relacionada a grande quantidade de compostos monoterpênicos encontrados neste óleo.

2.6. Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*)

Alguns dos grandes gargalos da cadeia produtiva da fruticultura são os agentes fitopatogênicos que têm contribuído significativamente na redução da produção e do fornecimento de alimentos à população (TALAMINI & STADNICK, 2004). Os fungos são os principais causadores de doenças em pós-colheita de frutos, enquanto as bactérias são os agentes causais mais importantes na deterioração das hortaliças (NEVES, 2009). Os fungos do gênero *Colletotrichum spp.*, são fitopatógenos importantes nas regiões tropicais e subtropicais do mundo e é o principal agente causal de doenças de frutos durante a pós-colheita (SERRA & SILVA, 2004).

A antracnose é considerada uma doença cosmopolita sendo encontrada em citrus, abacate, manga, mamão, maracujá, banana, goiaba, caqui, pêssego, ameixa entre outros (NEVES, 2009), é causada pelo fungo *Colletotrichum spp.* cuja fase sexuada, perfeita ou teleomorfa, corresponde a *Glomerella cingulata* (Ston.) Spauld. & Scherenk (JUNQUEIRA et al., 2001).

Espécies de *Colletotrichum* são tradicionalmente diferenciadas com base em caracteres morfológicos e culturais. Características como morfologia de conídios, presença de setas e do teleomorfo, coloração de colônia, produção de pigmentos e taxa de crescimento têm sido usadas para diferenciar espécies morfológicamente próximas, como *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* (Sutton, 1992; Freeman et al., 1998).

As dificuldades encontradas na identificação das espécies de *Colletotrichum* estão relacionadas à grande diversidade fenotípica, influência de fatores ambientais na estabilidade dos caracteres morfológicos e culturais, existência de formas intermediárias dentre outros (Sutton, 1992; Freeman et al., 1998; Lopez, 2001).

A tecnologia de DNA recombinante permite investigar variações genéticas e genes que controlam a patogenicidade de fungos e plantas (MANNERS et al., 1992). As técnicas “Polymerase Chain Reaction” (PCR), “Random Amplified Polymorphic” DNA

(RAPD), “Arbitrarily Primed (ap)-PCR” e outras têm sido usadas para determinar com segurança a diversidade genética intra e inter específica de *Colletotrichum* spp. Como exemplo da utilização destas novas tecnologias podemos citar os primers de PCR que têm sido usados, entre inúmeras finalidades, como marcadores para espécies de *Colletotrichum* (AFANADOR-KAFURI et al., 2003) e os primers de RAPD que vêm sendo usados para identificação de isolados de *C. gloeosporioides* que se diferenciam pelos sintomas causados na planta hospedeira (MUNAUT et al, 1998).

Atualmente, técnicas moleculares, associadas à caracterização morfológica e biológica têm sido empregadas para diferenciação e caracterização de espécies de *Colletotrichum*.

O desenvolvimento de *C. gloeosporioides* caracteriza-se pela formação de acérvulos com setas, com conídios hialinos e unicelulares, protegidos por uma massa mucilaginosa de coloração laranja. Essa matriz protege os conídios contra o dessecação e inibe a germinação dos mesmos, além de ter importância na infecção e adesão do patógeno sobre o hospedeiro (PICCININ et al., 2005)

O gênero *Colletotrichum* spp. pertence ao grupo de patógenos que causam a destruição de órgãos de reserva apresentando-se como uma podridão mole de origem fúngica (Figura 5). A sintomatologia típica das podridões moles efetiva-se devido à produção de enzimas pectolíticas e toxinas pelo patógeno, as quais promovem desorganização celular correspondente às lesões de aspecto encharcado que se desenvolvem com rapidez e, além de deprimidas, apresentam massa cotonosa constituída de hifas e estruturas de frutificação (BEDENDO, 1995).

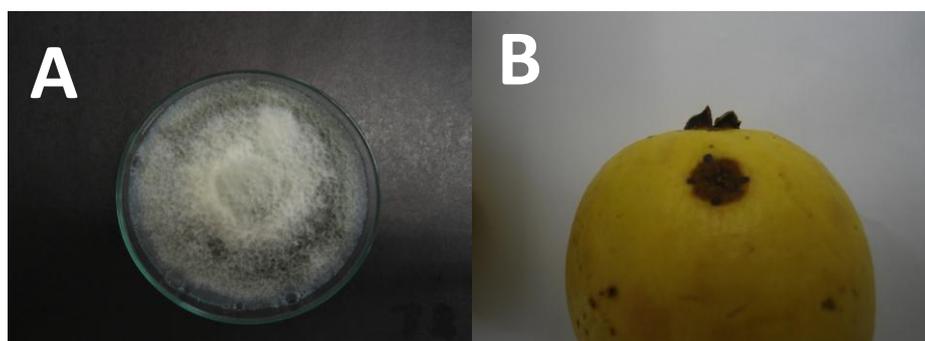


FIGURA 5: A: Fungo *Colletotrichum gloeosporioides* em placa de Petri; B: Fungo *C. gloeosporioides* causando lesão característica de antracnose em Goiaba.

A infecção do hospedeiro pelo fungo pode ser direta, com a formação de apressórios, os quais podem ficar latentes até um momento mais favorável à infecção e

à colonização. A penetração também pode ocorrer via ferimentos, especialmente nos frutos. A temperatura ideal para que ocorra a infecção situa-se entre 22 e 25 °C. Em geral, a podridão dos frutos processa-se em frutos maduros (JUNQUEIRA et al., 2001).

O patógeno pode afetar folhas, ramos novos, flores e frutos de goiabeira em qualquer fase de desenvolvimento (ROZWALKA, 2003). Segundo Junqueira et al. (2001), quando atacadas com mais severidade as goiabas apresentam lesões deprimidas, encharcadas, de coloração marrom, principalmente em locais danificados por insetos, que podem coalescer resultando em uma grande mancha de formato irregular.

Pela superfície intacta do fruto, ocorre a penetração direta do fungo pela prévia formação de apressórios (JUNQUEIRA et al., 2001). De acordo com Amorim (1995), fungos do gênero *Colletotrichum*, penetram nos frutos ainda verdes que aparentam completa sanidade, permanecendo inativos até o amadurecimento podendo então, apresentar devido à colonização grande quantidade de lesões.

2.7. Controle Alternativo de Fitopatógenos.

O uso intensivo de agrotóxicos para o controle de doenças, pragas e plantas invasoras na agricultura, tem causado diversos problemas de ordem ambiental, como a contaminação dos alimentos, do solo, da água e dos animais, a intoxicação de agricultores, o surgimento de doenças associadas à utilização dos agrotóxicos, o desequilíbrio ecológico, a eliminação de organismos benéficos e a redução da biodiversidade entre outros (MORANDI & BETTIOL, 2009).

A preocupação mundial com relação à poluição ambiental e com os riscos à saúde promovidos pelos agrotóxicos, somado à resistência de patógenos a fungicidas, têm levado ao aumento das pesquisas envolvendo a utilização de agentes alternativos, potenciais indutores de resistência, para o controle de doenças de pós-colheita (CIA et al., 2007).

Procurando controlar a antracnose durante a pós-colheita em maracujá amarelo, Anaruma (2010), constatou que o óleo essencial de *Cymbopogon citratus* nas concentrações de 0,12 mg.L⁻¹ e 0,25 mg.l⁻¹ controlaram satisfatoriamente o fungo *C. gloeosporioides*, sem causar danos fisiológicos aos frutos, podendo ser considerado um substituto em potencial para os fungicidas sintéticos utilizados com este objetivo.

Com o intuito de encontrar um substituto viável para os agrotóxicos durante a pós-colheita de bananas Bastos & Albuquerque (2004), observaram que o óleo essencial de *Piper aduncum* na concentração de 1 % obteve resultados semelhantes aos obtidos

quando se utilizou o fungicida benomil na concentração de 0,1 % no controle do *C. musae* em bananas “Prata”, indicando o óleo essencial de *P. aduncum* como alternativa economicamente viável quando comparado com agentes químicos no controle da antracnose na pós-colheita de frutos de bananeira.

Seguindo tendências internacionais quanto ao controle alternativo de doenças em pós-colheita e visando a abertura de novos mercados para a fruticultura brasileira Cruz et al. (2010), trataram mangas cv. Tommy Atkins com compostos bioativos de plantas e observaram que os frutos tratados com o óleo essencial de *Citrus simensis* na dosagem de 1000 µL apresentaram os menores valores de incidência de antracnose, causada pelo fungo *C. gloeosporioides*, passados 21 dias da colheita e do tratamento dos frutos, comprovando a atividade antifúngica do óleo.

A indução de resistência pode ser chamada de resistência sistêmica adquirida, ou de indução de proteção ou imunidade adquirida envolve a ativação de mecanismos de defesa latente, existentes nas plantas, em resposta ao tratamento com agentes bióticos ou abióticos (ROZWALKA, 2003). Ao lado da indução de resistência, a exploração da atividade biológica de compostos secundários presentes no extrato bruto ou óleo essencial em plantas medicinais pode constituir-se em mais uma forma potencial de controle alternativo de doenças de plantas cultivadas (SCHWAN-ESTRADA et al., 2000).

Mazaro et al. (2008), observaram que o óleo essencial de folhas de pitangueira (*Eugenia uniflora*) induziu a produção de fitoalexinas gliceolinas em cotilédones de soja, fitoalexinas estas que são metabolitos secundários utilizados pela planta na defesa contra fungos, podendo esse óleo ser a fonte de um composto indutor de resistência ao ataque de fungos em soja.

O uso destas substâncias naturais se torna bastante interessante pelo fato delas possuírem baixo índice de toxicidade e por serem degradadas por bactérias do solo, conseqüentemente, não gerando resíduos tóxicos como vários fungicidas, sendo consideradas mais seguras no controle de doenças em pós-colheita de frutos.

Como as maiores perdas encontradas na fruticultura brasileira estão na fase de pós-colheita e com o intuito de seguir as novas tendências de consumo consciente, tornam-se bastante interessantes as pesquisas que visem diminuir as perdas de pós-colheita controlando as doenças sem a utilização de agrotóxicos e que possam aumentar o tempo de prateleira das frutas produzidas no Nordeste possibilitando, desta forma, o

surgimento de novos mercados consumidores que exigem maior qualidade e confiabilidade dos produtos que lhes são oferecidos.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFANADOR-KAFURI, L.; MINZ, D.; MAYMON, M.; FREEMAN, S. Characterization of *Colletotrichum* isolates from tamarillo, passiflora and mango in Colombia and identification of a unique species from the geus. **Phytopathology**, St. Paul, v. 93, n. 5, p. 579-587, 2003.

ALMEIDA, J. G. F. Barreira às exportações de frutas tropicais. **Fitopatologia Brasileira** 27, Brasília, Suplemento, p. S7-S10, 2002.

AMORIM, L. **Colonização e reprodução**. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.) Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos. 3 ed., v.1. São Paulo: Agronômica Ceres, 919p. 1995.

ANARUMA, N. D.; SCHMIDT, F. L.; DUARTE, M. C. T.; FIGUEIRA, G. M.; DELARMELINA, C.; BENATO, E. A.; SARTORATTO, A. Control of *Colletotrichum gloeosporioides* (penz.) Sacc. in yellow passion fruit using *Cymbopogon citratus* essential oil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.41, p. 66-73. 2010.

ASN. **Governo do Estado viabiliza comercialização da goiaba**
www.agencia.se.gov.br/noticias/leitura/materia:3290/governo_do_estado_viabiliza_comercializacao_da_goiaba.html

AWAD, M. **Fisiologia Pós-Colheita de Frutos**. São Paulo: Nobel, 114p. 1993.

AZZOLINI, M. Fisiologia Pós-Colheita de Goiabas ‘Pedro Sato’: Estádios de Maturação e Padrão Respiratório. 100p. **Dissertação**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba. 2002.

BAGGIO, A. J. Aroeira como potencial para usos múltiplos na propriedade rural. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 17, p. 25-32, 1988.

BARROS, F. M. C. de; ZAMBARDA, E. O.; HEINZMANN, B. M. Variabilidade sazonal e biossíntese de terpenóides presentes no óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) *N. E. Brown* (Verbenaceae). **Química Nova**. v. 32, n. 4, p. 861-867, 2009.

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

BEDENDO, I. P. **Podridão de órgãos de reserva**. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.) Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos. 3 ed., v.1. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, 919p.

BENNETT, R.N. e WALLSGROVE, R.M. Secondary metabolites in plant defence mechanisms. **New Phytologist**. v. 127, n.4, p. 617-633, 1994.

BLEINROTH, E. W. Colheita e Beneficiamento. In: GONCATTI NETO, A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; GARCIA, E. E. C.; BLEINROTH, E. W.; MATALIO, M.; CHITARRA, M. F. I.; BORIN, M. R. **Goiabas para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, p. 12-23, 1996

BOTELHO, R. V. Efeito do Tratamento Pós- Colheita com Cálcio na Ocorrência de Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) e no Amadurecimento de Goiabas (*Psidium guajava* L.) Botucatu. 122p. **Dissertação**. Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. 1996.

BRODY, A. L. **Envasado de Alimentos en Atmosferas Controladas, Modificadas y Vacío**. Zaragoza: Acribia, 220p. 1996.

CHAN JÚNIOR, H. T.; KWOK, S. C. M. Identification and Determination of Sugars in some Tropical Fruit Products. **Journal of Food Science**, v. 40, n. 2, p. 419-420, 1976.

CHITARRA, M. I. F. Características das Frutas de Exportação. In: GONCATTI NETO, A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; GARCIA, E. E. C.; BLEINROTH, E. W.;

MATALIO, M.; CHITARRA, M. F. I.; BORIN, M. R. **Goiabas para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, p. 9-11, 1996.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras: ESAL; FAEPE, 320p. 2005.

CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; BENATO, E. A. Indução de resistência no manejo de doenças pós-colheita. In: RODRIGUES, F. A.; ROMEIRO, R. S. (Org.). **Indução de Resistência em Plantas a Patógenos**. Anais da III Reunião Brasileira sobre Indução de Resistência em Plantas a Patógenos. 1 ed. Viçosa: UFV, v. 1, p. 245-268, 2007.

COLE, E. R. Estudo Fitoquímico do Óleo Essencial dos Frutos da Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e sua Eficiência no Combate ao Dengue. 82p. **Dissertação (Mestrado)**, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2008.

CPAFRO - EMBRAPA. **A Cultura da Goiabeira**. 2004. Disponível em: <<http://www.cpafro.embrapa.br/embrapa/bases/frut/goiaba/cultivar.htm>>. Acesso em: 30 de Setembro de 2010.

COWAN, M.M. Plant products as antimicrobial agents. **Clinical Microbiology Reviews**. v. 12, p. 564-582. 1999.

CRUZ, M. J. S.; CLEMENTE, E.; CRUZ, M. E. S.; MORA, F.; COSSARO, L.; PELISSON, L. Efeito dos Compostos Naturais Bioativos na Conservação Pós-Colheita de Frutos de Mangueira cv. Tommy Atkins. **Revista de Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 428-433, 2010

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N.; SANTOS, R. J. Atividade antioxidante de extrato de fruto de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Visão Acadêmica**, v. 05, n. 02, p. 83-90, 2004.

DHILLON, B. S.; SINGH, S. N.; KUNDAL, G. S.; MINHAS, P. P. S. Studies on the Developmental Physiology of guava fruit (*Psidium guajava* L.) II. Biochemical Characters. **Punjab Horticultural Journal**, v. 27, n. 3/4, p. 212-221, 1987.

EL-BULK, R. E.; BABIKER, EL F. E.; EL TINAY, A. H. Changes in Chemical Composition of Guava Fruits During Development and Ripening. **Food Chemistry**, v. 59, n. 3, p. 395-399, 1997.

ESTEVEES, M. T. C.; CARVALHO, V. D.; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B.; PAULA, M. B. Caracterização dos frutos de seis Cultivares de Goiabeiras (*Psidium guajava* L.) na maturação. I – Determinações Físicas e Químicas. In: VII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Florianópolis – SC, **Anais**. Florianópolis: SBF, v. 2, p. 477-489. 1984.

FERREIRA, M. G. R.; RIBEIRO, G. D. **Coleção de fruteiras tropicais da Embrapa Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 13p. 2006. (Circular Técnica, 306).

FREEMAN, S., KATAN, T. & SHABI, E. Characterization of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose diseases of various fruits. **Plant Disease**, v. 82, p. 596-605. 1998.

GEHRKE, I. T. S.; STOLZ, E. D.; MOREL, A. F. Identificação dos principais constituintes do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* da região noroeste do RS. In: **30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Águas de Lindóia, SP. 2007.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J.M. A cultura da goiaba. Petrolina: **Embrapa Semi-Árido**, 1995. 75 p.

GONZAGA NETO, L.; CRISTO, A. S.; CHOUDHURY, M. M. Conservação de Frutos de Goiabeira, Variedade Paluma. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.1, p.1-6, jan. 1999.

HOFFMAN, N. E.; YANG, S. F. Changes in L-aminocyclopropane L-carboxylic acid content in ripening fruits in relation to their ethylene production rates. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v. 105, p. 492-495, 1980.

HUBER, D. J. The Role of Cell-Wall Hydrolases in Fruit Softening. **Horticultural Review**. Wetsport, CT: AVI, p. 619, 1983.

IBGE, 2009. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro. Sistema IBGE de recuperação automática, Economia. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2009/tabelas_pdf/tabela04.pdf. Acesso em: 15 de junho de 2011.

IBRAHIM, M. A.; KAINULAINEN, P.; AFLATUNI, A.; TIILIKKALA, K.; HOLOPAINEN, J. K. Insecticidal, repellent, antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limonene and its suitability for control of insect pests. **Agricultural and Food Science in Finland**, v. 10, p. 243-259, 2001.

INVESTNE, 2009. **Goiaba Geral Lucro para Agricultores do Sertão Sergipano**. Disponível em: <http://www.investne.com.br/fr/Destaques/goiaba-gera-lucro-para-agricultores-do-sertao-sergipano>. Acesso em: 15 de julho de 2011.

JACOMINO, A. P. **A Cultura da Goiabeira**, 2008. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/download/A%20CULTURA%20DA%20GOIABEIRA.pdf>; Acesso em: 23 de Agosto de 2010.

JAIN, M. K.; YU, B.; ROGERS, J. M.; SMITH, A. E.; BOGER, E. T.A.; OSTRANDER, R. L.; RHEINGOLD, A. L. Specific competitive inhibitor of secreted phospholipase A₂ from berries of *Schinus terebinthifolius*. **Phytochemistry**, v. 39, n. 03, p. 537-547, 1995.

JONES, C.G.; FIRN, R.D.; MALCOLM, S.B. On the evolution of plant secondary chemical diversity. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, v. 333, n. 1267, p.273-280. 1991.

JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. V. M.; PEREIRA, M.; LIMA, M. M.; CHAVES, R. C. **Doenças da Goiabeira no Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 32p. 2001. (Circular Técnica, 15)

KNEE, M.; SARGENT, J. A.; OSBORNE, D. J. Cell wall metabolism in developing strawberry fruit. **Journal Exp. Botanic**, v. 28, p. 377-396, 1977

LENZI, M.; ORTH, A. I. Caracterização funcional do sistema reprodutivo da aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) em Florianópolis – SC, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 02, p. 198-201, 2004.

LIMA, I. O.; OLIVEIRA, R. A. G.; LIMA, E. O.; FARIAS, N. M. P.; SOUZA, E. L. Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre espécies de *Candida*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 02, p. 197-201, 2006.

LIMA, M. R. F.; LUNA, J. S.; SANTOS, A. F.; ANDRADE, M. C. C.; SANT'ANA, A. E. G.; GENET, J-P.; MARQUEZ, B.; NEIVILLE, L.; MOREAU, N. Anti-bacterial Activity of some Brazilian Medicinal Plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 105, p. 137–147, 2006.

LINHARES, L. A.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A.D. Transformações Químicas, Físicas e Enzimáticas de Goiabas “Pedro Sato” Tratadas na Pós Colheita com Cloreto de Cálcio e 1-Metilciclopropano e Armazenadas sob Refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 829-841, 2007.

LLOYD, H. A.; JAOUNI, T. M.; EVANS, S. L.; MORTON, J. F. Terpenes of *Schinus terebinthifolius*. **Phytochemistry**, v. 06, n. 08, p. 1301-1302, 1977.

LOPEZ, A.M.Q. Taxonomia, patogênese e controle de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 9, p. 291-337. 2001.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais do Brasil – Nativas e Exóticas**. Ed. Plantarum: Nova Odessa – SP; 2ª ed., p. 63-64, 2008.

MCGARVEY, D. J.; CROTEAU, R. Terpenoid Metabolism. **The Plant Cell**, v.7, n.7. p.1015-1026. 1995.

MANNERS, J. M.; MASEL, A.; BRAITHWAITE, K. S.; IRWIN, J. A. G. Molecular analysis of *Colletotrichum gloeosporioides* pathogenic on the tropical pasture legume *Stylosanthes*. In: BAILEY, J. A.; JEGER, M. J. (Ed.) **Colletotrichum: biology, pathology and control**. Oxon: CAB International, 1992. p. 250-268.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura Tropical: Goiaba**. Porto Alegre: Cinco continentes, 374p. 2000.

MAZARO, S. M.; CITADIN, I.; GOUVÊA, A. LUCKMANN, D.; GUIMARÃES S. S. Indução de fitoalexinas em cotilédones de soja em resposta a derivados de folhas de pitangueira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.1824-1829, 2008.

MEDINA, V. M. & PEREIRA, M. E. C. Pós-Colheita. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (Org.). **O Cultivo da Bananeira**, 1. ed Brasília: Embrapa-SPI/Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, p.209-231. 2004.

MIN, Ministério da Integração Nacional. Goiaba. **FrutiSéries**. Distrito Federal, n. 1, 8p. 2001.

MOKADY, S. COGAN, U.; LIEBERMAN, L. Stability of vitamin C in Fruit and Fruit Blends. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 35, p. 452-456, 1984.

MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Controle Biológico de Doenças de Plantas no Brasil. In: MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. (Ed.) **Biocontrole de Doenças de Plantas no Brasil: Uso e Perspectivas**. 1. Ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 7-14, 2009.

MORTON, J. F. Brazilian pepper – its impact on people, animals and the environment. **Economic Botany**, v. 32, n. 04, p. 353-359, 1978.

MOWLAH, G.; ITOO, S. Guava (*Psidium guajava* L.) Sugar Components and Related Enzymes at Stages of Fruit Development a Ripening. **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology**, v. 29, n. 8, p. 472-476, 1982.

MUNAUT, F.; HAMAIDE, N.; STAPPEN, J. V.; MAREITE, H. Genetic relationships among isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* from *Stylosanthes* spp. in Africa and Australia using RAPD and ribosomal DNA markers. **Plant Pathology**, London, v. 47, p. 641-648, 1998.

NEVES, L. C. **Manual Pós-Colheita da Fruticultura Brasileira**. 1.ed Londrina: EDUEL, 2009. 494p.

NULTSCH, W. **Botânica Geral**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 489p. 2000.

OLIVEIRA JR, L.F.G.; COELHO, E.M.; BERBERT, P.A.; COELHO, F.C. Armazenamento de mamão 'golden', em condições de atmosfera modificada. **Revista brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.29 n. 2: p. 139-142, 2004.

OLIVEIRA JR, L.F.G.; COELHO, E.M. & COELHO, F.C. Utilização de atmosfera modificada na conservação do mamão (*Carica papaya* L.) Golden sob refrigeração. **Revista brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.30 n. 1: p.73-77, 2005.

PAIVA, M. C.; FIORAVANÇO, J. C.; MANICA, I. Características Físicas dos Frutos de Quatro Cultivares e Duas Seleções de Goiabeira no 5º ano de Produção em Porto Lucena – RS. **Ciência Rural**, v. 25, n. 2, p. 209-213, 1995.

PELLETIER, O.; BRASSARD, R. Determination of Vitamin C (L-ascorbic acid and dehydroascorbic acid) in food by manual and automated photometric methods. **Journal of Food Science**, v. 42, n. 6, p. 1471-1477, 1977.

PICCININ, E.; PASCHOLATI, S. F.; DI PIERO, R. M. Doenças da Goiabeira (*Psidium guajava*) In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Ed.) **Manual de Fitopatologia: Doenças de Plantas Cultivadas**. 4 ed., v.2. São Paulo: Ceres, p. 401-405, 2005.

PIO, R. ; VALE, M.R.do ; JUNQUEIRA, K.P. ; RAMOS, J.D. . A cultura da goiabeira. 95. ed. **Lavras: Editora UFLA**, 2002. 32 p.

PIRES, O. C.; TAQUEMASA, A. V. C.; AKISUE, G.; OLIVEIRA, F.; ARAÚJO, C. E. P. Análise preliminar da toxicidade aguda e dose letal mediana (DL₅₀) comparativa entre os frutos de Pimenta do Reino do Brasil (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e Pimenta do Reino (*Piper nigrum* L). **Acta Farmacéutica Bonarense**, v. 23, n. 02, p. 176-182, 2004.

PIERIBATTESTI, J. C.; CONAN, J. Y.; GRONDIN, J. VINCENT, E. J.; GUERERE, M. **Contribution de l'Expertise Chimique et Toxicologique**, v. 74, n. 793, p. 11-16, 1981.

RANASINGHE, L.; JAYAWARDENA, B. e ABEYWICKRAMA, K. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr et L.M.Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. **Letters in Applied Microbiology**. v. 35, p.208–211. 2002.

RANGAHAU, M. K. Essential oils and their production. **Crop & Food Research**. n.39; 4p. 2001.

RATHORE, D. S. Effect of Season on Growth and Chemical Composition of Guava (*Psidium guajava* L.) Fruits. **Journal of Horticultural Science**, v. 51, n. 1, p. 41-47, 1976.

ROSWALKA, L. C. Controle Alternativo da Antracnose em Frutos de Goiabeira, em Laboratório. 56p. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2003.

SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Sagra: Porto Alegre, 304p. 1989.

SANTOS, A. S.; ALVES, S. M.; FIGUEIREDO, F. J. C.; NETO, O. G. R. Descrição de Sistema e de Métodos de Extração de Óleos Essenciais e Determinação de Umidade de Biomassa em Laboratório. **Comunicado Técnico**, n. 99, Novembro, Embrapa, Belém – PA, 6p. 2004a.

SANTOS, P. L.; SANTOS, A. C. A.; SERAFINI, L. A.; ROSSATO, M.; PAULETTI, G. F. Determinação da composição química e do rendimento do óleo essencial de folhas e talos de *Schinus terebinthifolius* Raddi. In: **XII Encontro de Jovens Pesquisadores da UCS**, Caxias do Sul – RS, 2004b.

SANTOS, R. B.; PALHANO, F. L.; VILCHES, T. T. B.; ORLANDO, M. T. D.; VENTURA, J. A., FERNANDES, P. M. B, Inactivation of *Colletotrichum gloeosporioides* spores by high hydrostatic pressure combined with citral or lemongrass essential oil. **International Journal of Food Microbiology**, v.95 n.1: p. 61–66, 2004c.

SCHEIBLER, M. V.; LISBOA FILHO, F. F. Frutas Tropicais: Levantamento das Exportações Brasileiras. **Revista de Negócios Internacionais**, Piracicaba, v.4 n. 6: p. 19-23, 2006

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. da S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. **Revista Floresta**, v.30, n.1, p.129-137, 2000.

SERRA, I. M. R. de S.; SILVA, G. S. da. Caracterização Morfofisiológica de Isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* Agentes de Antracnose em Frutíferas no Maranhão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 4, p. 475-480. 2004.

SIMÕES, C. M. O. & SPITZER, V. Óleos voláteis. In: **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5º ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/ Editora da UFSC, p. 467-496. 2004.

SMIRNOFF, N.; CONKLIN, P.; LOEWUS, F. A. Biosynthesis of ascorbic acid in plants: A renaissance. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 52, p. 437-467, 2001.

SOUZA, R. R. S. Caracterização Anatômica Quantitativa e Composição de Óleos Essenciais em Três Estágios Foliares de Clones de Eucalipto e sua Relação com a

Ferrugem. Dissertação (**Mestrado**). Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP. Botucatu. 2008. 104p.

SOUZA, O. P.; MANCIN, C. A.; MELO, B. **A Cultura da Goiaba**. 2003. Disponível em: < <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/goiabao.html>> Acesso em: 30 de Setembro de 2010.

SUTTON, B.C. The genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: BAILEY, J.A. & JEGER, M.J. (Eds.) ***Colletotrichum*: Biology, Pathology, and Control**. Wallingford. CAB International. p. 1-26. 1992.

TALAMINI, V., STADNIK, M. J. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. In: STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. (Eds). **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Editora UFSC, Florianópolis, Brasil, p.143-157. 2004.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, p. 2-51. 1993.

VAZ, A. P. A.; SCARANARI, C.; BATISTA, L. A. R.; FIGUEIRA, G. M.; SARTORATTO, A.; MAGALHÃES, P.M. Biomassa e composição química de genótipos melhorados de espécies medicinais cultivadas em quatro municípios paulistas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.869-872, 2006.

VAZQUEZ-OCHOA, R. I.; COLINAS-LEON, M. T. Changes in guavas of three maturity stages in response to temperature and relative humidity. **Horticultural Science**, v.25, n. 1, p. 86-87, 1990.

WATADA, A. E.; HERNER, R. C.; KADER, A. A.; ROMANI, R. J.; STABY, G. L. Terminology for the description of developmental stages of horticultural crops. **Horticultural Science**, v.19, n. 1, p. 20-21, 1984.

WILLIAMS, L. R.; STOCKLEY, W.; YAN, W.; HOME, V. N. Essential oils with high antimicrobial activity for therapeutic use. **The International Journal of Aromatherapy**, v. 08, n. 04, p. 30-40, 1998.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM D.; JOYCE, D. **Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales.** Trad. de J. B. Gonzáles. Zaragoza: Acribia, 2 ed. 240 p. 1998.

CAPÍTULO I

DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE DESTILAÇÃO E PERFIL FITOQUÍMICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS E FRUTOS DE AROEIRA DA PRAIA (*Schinus terebinthifolius* Raddi)

RESUMO

As plantas nativas da flora brasileira têm adquirido grande importância na pesquisa de novos produtos para combater pragas e doenças que atacam a produção agrícola do país. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo determinar qual o tempo de destilação que proporcione o melhor rendimento do óleo essencial de sementes e folhas de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius* Raddi), além de determinar os principais constituintes químicos deste óleo essencial. Folhas e sementes de aroeira da praia foram secas até atingirem massa constante, 100g de cada material foi levado ao aparato de Clevenger com 1L de água destilada onde se deu início ao processo de destilação. Ao término de cada período de destilação (2,5h; 4,0h; 5,5h; 7,0h) o material foi colhido, quantificado e acondicionado protegido da luz e em baixa temperatura. Pequenas amostras do material destilado foram colhidas e levadas para análise em um cromatógrafo gasoso da marca Varian, modelo 4000, acoplado a um espectrofotômetro de massa (MS), onde foi obtido o perfil cromatográfico de cada amostra. As sementes de *S. terebinthifolius* apresentaram quantidades significativamente superiores de óleo essencial quando comparadas com as folhas. Não houve diferença estatística entre os diversos tempos de destilação com relação à quantidade de óleo essencial obtido, sendo 2,5h o tempo de destilação recomendado para a obtenção do óleo essencial a partir de sementes de aroeira da praia. O óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* apresentou perfil fitoquímico composto em sua maioria por ρ -Menth-1-en-9-ol, α -Thujene, β -Pinene, Camphene, α - Fenchene, Terpinen-4-ol acetate, Bornyl Acetate, Caryophyllene, Terpinen-4-ol, α -Terpineol, Germacrene - D, δ -Cadinene, Hedycariol, α - Gurjunene, α -Eudesmol, β -Eudesmol.

PALAVRAS-CHAVE: Sementes; GC/MS; Composição Química.

CAPITULO I

OPTIMIZATION OF DISTILLATION TIME AND PHYTOCHEMISTRY OF ESSENTIAL OIL OF LEAVES AND FRUITS OF THE AROEIRA DA PRAIA (*Schinus terebinthifolius* Raddi)

ABSTRACT

Native plants of the flora have acquired great importance in researching new products to combat pests and diseases that attack the country's agricultural production. Thus, this study aimed to determine the time of distillation that gives the best yield of essential oil from seeds and leaves from the beach mastic (*Schinus terebinthifolius* Raddi), and determine the chemical constituents of essential oil. Leaves and seeds were dried aroeira da praia until constant mass, 100 g of each material was taken Clevenger apparatus with 1L of distilled water where it began the process of distillation. At the end of each distillation period (2.5 h, 4.0 h, 5.5 h, 7.0 h) the material was collected, quantified and stored protected from light and low temperature. Small samples of distilled material was collected and taken for analysis in a gas chromatograph Varian model 4000 coupled to a mass spectrometer (MS), where the chromatographic profile was obtained from each sample. Seeds of *S. terebinthifolius* showed significantly higher amounts of essential oils when compared to the leaves of the same plant. No differences between the various distillation times the quantity of essential oil obtained and 2.5 h the time recommended by distillation to obtain the essential oil from seeds aroeira da praia. The essential oil *Schinus terebinthifolius* showed phytochemical profile consisting mostly of ρ -Menth-1-en-9-ol, α -Thujene, β -pinene, Camphene, α - Fenchene, Terpinen-4-ol acetate, Bornyl Acetate, Cariophilene, Terpinen-4-ol, α -Terpineol, Germacrene - D, δ -cadinene, Hedycariol, α - Gurjunene, α -eudesmol, β -eudesmol.

KEY - WORDS: Seeds; GC/MS; Chemical Composition.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as plantas nativas da flora brasileira vêm ganhando grande importância em pesquisas médicas, no combate a uma série de enfermidades que afligem a humanidade. Seguindo esta mesma tendência vem sendo feitas diversas pesquisas com o intuito de combater as mais variadas pragas e doenças que atacam a agricultura brasileira. Dentre estas plantas podemos citar a aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius*), uma árvore nativa do litoral brasileiro que adaptou-se perfeitamente bem às condições áridas da caatinga. A aroeira é uma árvore de porte médio que produz uma copa larga e espessa, com frutos pequenos, vermelhos e de sabor levemente apimentado, sabor este que vem atraindo as atenções do mercado nacional e internacional para o uso destas sementes na culinária. Pesquisas também vêm sendo feitas com a aroeira da praia para a utilização dos seus compostos ativos no controle de algumas doenças como a antracnose.

Existem diversos métodos para a extração de compostos ativos de plantas, dentre eles podemos citar, a extração com solventes orgânicos, a hidrodestilação, o arraste a vapor e a extração com CO₂ supercrítico. A hidrodestilação é um processo onde o material vegetal é fervido e os seus vapores são captados sendo os óleos separados da fase aquosa. Os óleos obtidos a partir da hidrodestilação são conhecidos como óleos essenciais, substâncias odoríferas, com coloração geralmente clara, voláteis e termo-sensíveis. A composição química do óleo é extremamente variável de espécie para espécie e até mesmo na mesma planta em épocas diferentes do ano.

A cromatografia gasosa vem se estabelecendo como um método de identificação muito utilizado no meio científico, principalmente por ser uma metodologia considerada rápida e eficiente de identificação da maioria das substâncias existentes em algum composto. Além disso, é um método bastante confiável que permite a repetibilidade das análises.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo determinar qual o tempo de destilação que proporcione o melhor rendimento do óleo essencial de sementes e folhas de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius* Raddi), além de determinar os principais constituintes químicos deste óleo essencial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Ecofisiologia e Pós-Colheita (ECOPOC) do Departamento de Engenharia Agrônômica e no Laboratório de Análise de Flavours e Cromatografia (LAF) do Departamento de Engenharia de Alimentos, ambos da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE.

2.1. Obtenção de Óleo Essencial de Sementes e Folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi.

Sementes de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius* Raddi) foram colhidas quando apresentavam coloração vermelho intenso, indicando a maturação das mesmas. Após o desgalhamento estas foram secas em temperatura ambiente durante 48h para a estabilização da sua massa. Folhas de aroeira da praia foram colhidas quando estavam totalmente expandidas e fotossinteticamente ativas, depois de separadas dos galhos as folhas foram secas em estufa de circulação forçada de ar durante quatro dias a uma temperatura constante de 40 °C.

Passado o período de secagem, uma amostra de 100g foi pesada e triturada em liquidificador semi-industrial (400W) até atingirem granulometria uniforme. A massa de sementes ou de folhas foi colocada em balão de fundo redondo com capacidade para 2L, onde foi acrescentado 1L de água destilada. O balão foi levado a uma manta aquecedora onde foi montado o aparato de destilação de tipo Clevenger (Figura 6). O sistema foi isolado da luz e a manta foi ligada a potência máxima até o início da destilação. Quando a destilação teve início a temperatura da manta foi ajustada até o ponto de ebulição do líquido e teve início a contagem de tempo da mesma.



FIGURA 6: Aparato de Clevenger.

Ao término de cada tempo de destilação (2,5h; 4,0h; 5,5h; 7,0h) o aquecimento foi desligado e foi feita a separação do material aquoso do óleo essencial. Cada material colhido foi quantificado e acondicionado em frasco âmbar a baixa temperatura (-18°C) para evitar degradação de seus constituintes e para análises posteriores.

O rendimento do óleo de semente e de folhas de aroeira foi calculado através da relação volume/massa:

$$\% = \frac{\text{Volume de óleo obtido (mL)}}{\text{Peso de material vegetal destilado (g)}} \times 100$$

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 (Material vegetal X Tempo de destilação), com 3 repetições. Totalizando 8 tratamentos (T₁ = Sementes destiladas durante 2,5h; T₂ = Sementes destiladas durante 4,0h; T₃ = Sementes destiladas durante 5,5h; T₄ = Sementes destiladas durante 7,0h; T₅ = Folhas destiladas durante 2,5h; T₆ = Folhas destiladas durante 4,0h; T₇ = Folhas destiladas durante 5,5h; T₈ = Folhas destiladas durante 7,0h) e 24 parcelas experimentais. Os resultados foram analisados a 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA et. al., 2000).

2.2. Determinação da Composição Química do Óleo Essencial de Sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi.

A determinação da composição química dos óleos de sementes e de folhas de aroeira da praia foi realizada utilizando-se um cromatógrafo gasoso da marca Varian, modelo 4000 (Figura 7), acoplado a um espectrofotômetro de massa (MS) e equipado com uma coluna capilar CP-WAX52CB, com 30m de comprimento, diâmetro de 0,25mm e espessura do filme de 0,25µm, sendo o Hélio 5.0 o gás carreador. As condições de operação do cromatógrafo gasoso foram: Pressão interna da coluna de 21,3psi; Razão de split de 1:50; Fluxo de gás na coluna de 1mL/min.; Temperatura do injetor de 220 °C; Temperatura do detector de 240 °C; Programação da coluna: Inicia a 60 °C aquecendo até 240 °C numa velocidade de 3°C/min., permanecendo nessa temperatura durante 10min., totalizando 70min. de análise.



FIGURA 7: Cromatógrafo Gasoso (Varian, Modelo 4000)

Uma pequena quantidade do óleo essencial (50 μ L) foi transferida com o auxílio de uma micropipeta para um recipiente limpo e seco onde foi diluída com 250 μ L de hexano, totalizando uma diluição de 1:6. Com o auxílio de uma micro-seringa mediu-se 0,5 μ L desta solução e a amostra foi injetada no aparelho.

A identificação das substâncias foi efetuada através da comparação dos índices de retenção de Kovats obtidos experimentalmente com os valores tabelados (ADAMS, 2001). Também foi utilizada a biblioteca do equipamento NIST que permite a comparação dos dados dos espectros com aqueles constantes da biblioteca.

O índice de retenção definido por Kovats é um índice que descreve o comportamento de retenção do composto comparado ao de uma mistura de alcanos lineares com diferentes números de átomos de carbono. Este índice fornece informação sobre a sequência de ebulição do composto e varia em função da fase estacionária e da temperatura, sendo independente das condições experimentais. Para o cálculo do índice de retenção de Kovats, uma mistura de padrões de alcanos lineares (C₉ a C₁₇) foi injetada no aparelho (0,5 μ L) nas mesmas condições cromatográficas anteriormente citadas.

Os resultados obtidos foram tabulados e analisados a 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA et. al., 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Obtenção de Óleo Essencial de Sementes e Folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi.

Analisando-se os rendimentos obtidos durante a extração dos óleos essenciais de aroeira da praia (Tabela 1), observa-se que as sementes de aroeira continham quantidades significativamente maiores de óleo essencial do que as folhas dessa planta.

TABELA 1: Rendimento do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi, obtido de folhas e sementes em diferentes tempos de destilação.

Parte vegetal	Tempo de Destilação			
	2,5h	4,0h	5,5h	7,0h
Folha	0,1% Aa	0,06% Aa	0,1% Aa	0,1% Aa
Semente	2,76% Ab	2,66% Ab	2,36% Ab	2,86% Ab
CV:	15,94%			

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade; Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Os valores superiores de óleo essencial nas sementes de aroeira são esperados, principalmente porque as sementes são consideradas órgão de reserva da planta e por apresentarem estrutura celular adaptada para o acúmulo de nutrientes e solutos que serão utilizados no desenvolvimento do embrião quando este iniciar o processo de germinação. Além disso, o acúmulo de substâncias odoríferas nas sementes pode ser de grande valia como estratégia evolutiva para atrair animais que possam vir a se alimentar das mesmas dispersando-as e possibilitando o crescimento de novos indivíduos em outras regiões.

Os diversos tempos de destilação não resultaram em diferenças significativas nos teores de óleo essencial tanto em folhas quanto em sementes de *S. terebinthifolius*, apresentando 0,1% e 2,86% como maiores rendimentos de óleo em folhas e sementes, respectivamente. O baixo rendimento de óleo essencial obtido das folhas de aroeira inviabiliza a sua utilização quando comparado à quantidade de óleo obtida pela destilação das sementes desta planta.

A pequena variação nos teores de óleo essencial de semente nos diferentes períodos de destilação, 2,76%, 2,66%, 2,36%, 2,86%, em 2,5h, 4,0h, 5,5h, 7,0h respectivamente, não foi significativa. Desta forma a utilização de 2,5h de destilação torna-se mais adequada por expor o material vegetal a altas temperaturas por um menor

período de tempo diminuindo assim a degradação de alguns componentes químicos do óleo que apresentam maior sensibilidade ao calor. Como observado por Simões & Spitzer (2004), onde indicaram que os óleos essenciais, por serem em sua maioria formados por substâncias da classe dos terpenos, compostos voláteis e lipofílicos e que em altas temperaturas podem se decompor formando isoprenos.

Nicolini et al. (2009), avaliando a eficiência da extração de óleo essencial de aroeira em diferentes períodos de destilação, constataram que períodos de destilação superiores a 3h não apresentaram acréscimo significativo nos teores de óleo, obtendo um rendimento médio de 2,4% de óleo essencial de sementes colhidas no estado do Espírito Santo.

Os teores constantes de óleo essencial nas sementes e folhas de *S. terebinthifolius* obtidos após poucas horas de destilação indicam que os compostos voláteis existentes nessa planta são de fácil evaporação, possivelmente por apresentarem baixo peso molecular e conseqüente baixa temperatura de ebulição. Como observado por Santos et al. (2004), Santos et al. (2007) e Cole (2008), o óleo essencial da aroeira tem como componentes majoritários vários monoterpenos, hidrocarbonetos com cadeia formada por 10 carbonos, que confere ao óleo densidade e peso molecular menores aos encontrados no óleo essencial de outras plantas.

3.2. Determinação da Composição Química do Óleo Essencial de Sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi.

A pequena quantidade de óleo essencial obtida a partir das folhas de aroeira da praia impediu que fosse feita a determinação da composição química do mesmo por Cromatografia Gasosa.

A partir das informações contidas na tabela 2, notou-se que foram identificados 16 compostos majoritários, totalizando mais de 91% da composição química do óleo essencial de *S. terebinthifolius* após os diversos períodos de destilação. O óleo essencial apresentou uma composição bastante uniforme em todos os períodos de destilação variando na quantidade de cada componente após determinado tempo de destilação.

Ainda na tabela 2, notou-se que o óleo obtido após 2,5h de destilação continha o composto ρ -Menth-1-en-9-ol como majoritário enquanto que os demais óleos essenciais continham o ρ -Menth-1-en-9-ol, o Camphene, o Germacrene-D, o Hedycaryol, o α -Gurjunene, o α -Eudesmol e o β -Eudesmol como compostos majoritários.

TABELA 2: Perfil cromatográfico do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* destilado durante 2,5h, 4,0h, 5,5h e 7,0h.

Composto	T. R.	% 2,5h	% 4,0h	% 5,5h	%7,0h
ρ -Menth-1-en-9-ol	4.393	35,340	29,128	8,277	9,381
β -Pinene	4.527	2,559	2,712	1,289	1,372
α -Thujene	4.586	1,993	1,893	1,262	1,443
Camphene	5.210	2,131	5,110	4,785	5,268
α - Fenchene	5.401	2,438	8,201	8,463	9,467
Terpinen-4-ol acetate	7.131	1,289	1,014	0,619	0,619
Bornyl Acetate	16.646	0,328	1,533	1,697	1,820
Caryophyllene	17.218	0,571	1,851	2,091	1,965
Terpinen-4-ol	17.540	0,204	0,880	1,387	1,339
α -Terpineol	20.970	0,179	1,073	1,410	1,352
Germacrene - D	21.193	2,055	6,943	7,922	7,917
δ -Cadinene	23.028	1,005	1,005	1,094	1,010
Hedycaryol	33.754	3,175	11,626	18,634	18,837
α -Gurjunene	36.320	2,326	8,343	12,133	11,747
α -Eudesmol	37.825	1,936	6,757	9,177	8,310
β -Eudesmol	38.018	2,417	7,987	11,151	9,946
Outros		40,054	3,944	8,609	8,207

T.R.: Tempo de Retenção em minutos.

Os diversos períodos de destilação alteraram os teores de determinados compostos no óleo essencial de *S. terebinthifolius*, como observado na tabela 2, onde se notou incremento significativo na quantidade de compostos com tempo de retenção maior como, por exemplo, Camphene, α -Fenchene, Germacrene-D, δ -Cadinene, Hedycaryol, α -Gurjunene, α -Eudesmol e β -Eudesmol, nos óleos destilados durante 4,0h, 5,5h e 7,0h quando comparados ao óleo destilado durante 2,5h. Observou-se também que houve uma redução significativa nos teores de ρ -Menth-1-en-9-ol, quando comparado o óleo obtido a partir de 2,5h de destilação quando comparado com os óleos destilados durante 4,0h, 5,5h e 7,0h (Figura 8).

Tal acontecimento evidencia que a maior exposição do óleo ao calor pode degradar compostos de cadeia menor e estimular a síntese de outros compostos com maior número de carbonos. Fato também observado por Barbosa et al. (2007), quando extraíram óleo essencial de sementes e folhas de *S. terebinthifolius* e notaram elevação na quantidade de determinados compostos e redução na quantidade de outros ao longo do aumento do período de destilação.

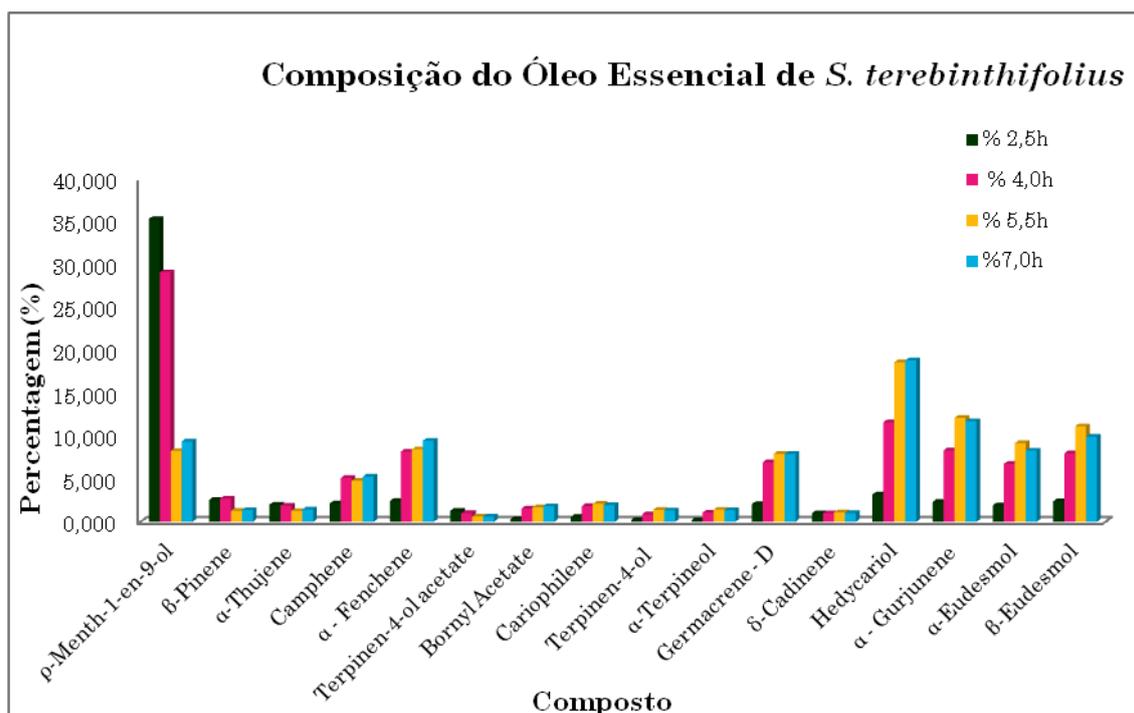


FIGURA 8: Gráfico demonstrando a variação nos teores de determinados compostos do óleo essencial de *S. terebinthifolius* destilado durante 2,5h; 4,0h; 5,5h; 7,0h.

O perfil fitoquímico do óleo essencial obtido neste trabalho é diferente do apresentado por outros autores (BARBOSA et al., 2007; GEHRKE et al., 2007; SANTOS et al., 2007; COLE, 2008; KWEKA et al., 2011), evidenciando que as características genéticas da planta e os fatores abióticos interferem significativamente na composição química do óleo essencial de *S. terebinthifolius*, fato também observado por Ibrahim et AL. (2001), que relatam que a grande variação da composição química dos óleos essenciais de plantas está diretamente ligada a fatores genéticos e ambientais e por Martins, Santos e Polo (2006), que constataram variação na composição química do óleo essencial de *Hyptis suavevolens* em diferentes condições de cultivo.

Desta forma tem-se que a crescente exposição do óleo essencial a temperaturas elevadas modificou os teores de seus compostos majoritários, podendo assim alterar o seu potencial fungitóxico.

4. CONCLUSÕES

- As sementes de *S. terebinthifolius* apresentaram quantidades superiores de óleo essencial quando comparadas com as folhas;

- A destilação com duração de 2,5h é a mais indicada para a obtenção do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius*;
- O óleo essencial de *Schius terebinthifolius* apresenta um perfil fitoquímico composto em sua maioria por ρ -Menth-1-en-9-ol, α -Thujene, β -Pinene, Camphene, α – Fenchene, Terpinen-4-ol acetate, Bornyl Acetate, Cariophilene, Terpinen-4-ol , α -Terpineol, Germacrene – D, δ -Cadinene, Hedycariol, α – Gurjunene, α -Eudesmol, β -Eudesmol.
- O aumento no tempo de destilação alterou os teores dos compostos do óleo essencial.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectroscopy**. Carol Stream: Allured Publishing Corporation. 2001.

BARBOSA, L. C. A.; DEMUNER, A. J.; CLEMENTE, A. D. Seasonal Variation in the Composition of Volatile Oils from *Schinus terebinthifolius* RADDI. **Química Nova**, v. 30, n.8, p. 1959 – 1965, 2007.

COLE, E. R. Estudo Fitoquímico do Óleo Essencial dos Frutos da Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e sua Eficiência no Combate ao Dengue. **Dissertação (Mestrado)**, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 82p. 2008.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 5. 0. In: **Reunião Anual Da Região Brasileira Da Sociedade Internacional De Biometria**, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

GEHRKE, I. T. S.; STOLZ, E. D.; MOREL, A. F. Identificação dos principais constituintes do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* da região noroeste do RS. In: **30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Águas de Lindóia, SP. 2007.

IBRAHIM, M. A.; KAINULAINEN, P.; AFLATUNI, A.; TIILIKKALA, K.; HOLOPAINEN, J. K. Insecticidal, Repellent, Antimicrobial Activity and Phytotoxicity

of Essential Oils: With Special Reference to Limonene and its Suitability for Control of Insect Pests. **Agricultural and Food Science in Finland**, v. 10, p. 243 - 259, 2001.

KWEKA, E. J.; NYINDO, M.; MOSHA, F. SILVA, A. G. Insecticidal Activity of the Essential Oil from Fruits and Seeds of *Schinus terebinthifolia* Raddi Against African Malaria Vectors. **Parasites & Vectors**, v. 4, n.129 10p. 2011.

MARTINS, F. T.; SANTOS, M. H.; POLO, M. Variação Química do Óleo Essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) POIT., sob Condições de Cultivo. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1203 – 1209, 2006.

NICOLINI, J. V.; PUGET, F. P.; MAZZA, M. G. G. Avaliação da Eficiência de Extração de Óleo Essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira Vermelha) pelos Métodos de Hidrodestilação e Arraste a Vapor. In: **VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**, Uberlândia-MG, 5p. 2009.

SANTOS, A. S.; ALVES, S. M.; FIGUEIREDO, F. J. C.; NETO, O. G. R. Descrição de Sistema e de Métodos de Extração de Óleos Essenciais e Determinação de Umidade de Biomassa em Laboratório. **Comunicado Técnico**, n. 99, Novembro, Embrapa, Belém – PA, 6p. 2004.

SANTOS, M. R. A.; LIMA, R. A.; SILVA, A. G.; FERNANDES, C. F.; LIMA, D. K. S.; SALLET, L. A. P.; TEIXEIRA, C. A. D.; FACUNDO, V. A. Atividade inseticida do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi sobre *Acanthoscelides obtectus* Say e *Zabrotes subfasciatus* Boheman. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 48, Agosto, Embrapa, Porto Velho – RO, 16p. 2007.

SIMÕES, C.M.O. & SPITZER, V. Óleos voláteis. In: **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5º ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/ Editora da UFSC, p. 467-496. 2004.

CAPÍTULO II

INIBIÇÃO *IN VITRO* DE *Colletotrichum gloeosporioides* UTILIZANDO ÓLEO ESSENCIAL DE *Schinus terebinthifolius* RADDI.

RESUMO

A produção de alimentos mais saudáveis e isentos de produtos químicos vem incentivando diversas pesquisas para o controle alternativo de doenças, principalmente em frutas e hortaliças. Desta forma o presente trabalho teve como objetivo determinar qual a menor concentração inibitória (MCI) e o poder fungitóxico do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides in vitro*. Em placas de Petri contendo meio de cultura BDA com diversas concentrações do óleo essencial de aroeira da praia (1%; 2%; 3%; 4%; 5%) foram depositados discos de meio BDA contendo estruturas miceliais do fungo *C. gloeosporioides*. Estas placas foram acondicionadas em BOD a $26\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $80\% \pm 5\%$, durante 7 dias. Após este período foi determinado o diâmetro da colônia em cada uma das placas. Obteve-se a percentagem de inibição de cada concentração do óleo essencial sobre o fungo, como também a dose letal do óleo sobre o mesmo. As concentrações de 2%; 3%; 4% e 5% do óleo essencial controlaram 47% do desenvolvimento do fungo nas placas. A concentração de 3% do óleo essencial de *S. terebinthifolius* pode ser indicada para posteriores teste *in vivo* por apresentar melhor custo benefício além de diminuir os riscos de fitotoxidez do óleo sobre os frutos.

PALAVRAS – CHAVE: Antracnose; Controle *in vitro*; Aroeira da Praia.

CAPITULO II

CONTROL *IN VITRO* OF *Colletotrichum gloeosporioides* USING ESSENTIAL OIL OF *Schinus terebinthifolius* Raddi.

ABSTRACT

The production of healthier foods and free of chemicals compounds has stimulated several researches alternative to the control of diseases, mainly in fruits and vegetables. From this the present study aimed to determine the Lowest Inhibitory Concentration (LIC) and the power of the antifungal essential oil of *Schinus terebinthifolius* Raddi on *Colletotrichum gloeosporioides in vitro*. Petri dishes containing PDA culture medium with various concentrations of essential oil of aroeira da praia (1%, 2%, 3%, 4%, 5%) were inoculated with mycelial discs containing structures of the fungus *C. gloeosporioides*. These plates were incubated in a chamber at $26^{\circ} \pm 2^{\circ}$ C and relative humidity of $80\% \pm 5\%$ for 7 days. After this period was determined by the diameter of colony on each plate, from this time there was obtained the percentage of control for each concentration of the essential oil on the fungus as well as the lethal dose of the oil on the same. Concentrations of 2%, 3%, 4% and 5% essential oil managed 47% fungal growth on petri dishes. The concentration of 2% of essential oil of *S. terebinthifolius* may be indicated for further testing in vivo by presenting the best cost benefit in addition to reducing the risks of oil phytotoxicity on fruit.

KEY - WORDS: Anthracnose; Petri Dish; Aroeira da Praia.

1. INTRODUÇÃO

Colletotrichum gloeosporioides é um fungo cosmopolita que ataca várias frutas tropicais, assumindo grande importância na fruticultura brasileira e mundial. A antracnose, doença causada por *Colletotrichum* spp., reduz drasticamente a vida de prateleira das frutas causando podridões e inviabilizando a sua comercialização tanto *in natura* quanto para a indústria.

O controle alternativo das doenças em plantas vem ganhando destaque nos últimos anos como forma de controlar doenças sem a utilização de defensivos químicos que agredem a natureza e trazem grandes riscos a saúde dos agricultores e dos consumidores quando são utilizados de forma indiscriminada.

O controle de doenças *in vitro* é uma ferramenta muito utilizada no teste de novas substâncias e protocolos como uma forma de se verificar em menor escala se estes apresentam capacidade de controlar doenças antes de serem feitos testes em animais ou plantas.

Os óleos essenciais são substâncias obtidas a partir de diversas partes das plantas como, por exemplo, folhas, flores, frutos e sementes, possuem odor forte e marcante, e geralmente são menos densas que a água, voláteis e termo-sensíveis. Estas substâncias vêm ganhando importância na pesquisa agropecuária por, na maioria das vezes, apresentarem compostos com potencial de controle de pragas e doenças que atacam as lavouras do país.

Desta forma o presente trabalho teve como objetivo determinar qual a menor concentração inibitória (MCI) e o poder fungitóxico do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides in vitro*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Ecofisiologia e Pós-Colheita (ECOPOC) e na Clínica Fitossanitária do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE.

2.1. Isolamento de *Colletotrichum gloeosporioides* a partir de goiabas.

Frutos de goiabeira apresentando os sintomas da antracnose foram levados para Clínica Fitossanitária do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade

Federal de Sergipe onde passaram por desinfestação superficial com lavagem em água corrente e detergente neutro. Em câmara de fluxo as goiabas foram imersas em hipoclorito de sódio a 1% durante 1 minuto e depois passaram por três lavagens em água destilada.

Após a assepsia foram cortadas pequenas porções de aproximadamente 0,5 cm² dos frutos que apresentavam sintomas da doença. As porções do fruto foram então depositadas em placas de *Petri* contendo meio de cultura BDA (20% de Caldo de Batata – 2% de Dextrose – 2% de Agar), as placas foram acondicionadas em BOD a 26°C ±1°C sob fotoperíodo de 12h luz, durante sete dias. Após esse período as placas foram analisadas para comprovação do crescimento do *Colletotrichum gloesporioides*.

Com o intuito de identificar o isolado como *Colletotrichum gloesporioides*, foram realizados testes segundo os postulados de Koch, além de observada, em microscópio, a existência de esporos característicos na colônia. Discos de meio de cultura contendo estruturas fúngicas foram inoculados em goiabas saudáveis e estas foram acondicionadas em câmara úmida em BOD a 26 °C ±1 °C sob foto período de 12h luz, durante quatro dias, objetivando a reprodução dos sintomas de antracnoses nestes frutos.

A partir da comprovação dos postulados de Koch foi realizada a multiplicação da colônia, onde discos de aproximadamente 0,5cm² de meio de cultura contendo a colônia do fungo foram inoculados em placas de *Petri* com o meio BDA, as placas foram então incubadas em BOD a 26 °C ±1 °C sob foto período de 12h luz, durante sete dias.

2.2. Potencial fungitóxico do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius*

Para a determinação do potencial fungitóxico do óleo essencial de *S. terebinthifolius* foram testadas diversas concentrações do mesmo a fim de se determinar a Concentração Mínima Inibitória (CMI) do óleo essencial com relação ao crescimento micelial do *C. gloesporioides*.

Para isso, em câmara asséptica, placas de *Petri* esterilizadas foram preenchidas com meio de cultura BDA acrescido com diversas concentrações de óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* obtido através do processo de hidrodestilação por arraste a vapor d'água durante 2,5h ininterruptas a partir da condensação da primeira gota de óleo essencial, segundo a literatura (SILVA et al., 2005) óleos essenciais obtidos a partir de longos períodos de destilação podem ter a sua composição química alterada e conseqüentemente o seu potencial fungitóxico reduzido, durante a diluição do óleo, o

mesmo foi acrescido de Tween20 que agiu como agente solubilizante e autoclavado a 121 °C e 1atm durante 15 minutos. Além disso, foram preparados tratamentos acrescidos de diversas concentrações de Tween20 para determinar a possível ação fungicida do detergente quando acrescido ao meio de cultura. Como fungicida foi utilizado o Viper 700 [Tiofanato-metílico (Benzimidazol)]. Desta forma os tratamentos utilizados estão apresentados na tabela 3:

TABELA 3: Tratamentos utilizados na execução do experimento.

Tratamento 01	BDA puro (controle)
Tratamento 02	BDA + 0,1 % Tween20
Tratamento 03	BDA + 0,2 % Tween20
Tratamento 04	BDA + 0,3 % Tween20
Tratamento 05	BDA + 0,4 % Tween20
Tratamento 06	BDA + 0,5 % Tween20
Tratamento 07	BDA + 2,5 % de Fungicida
Tratamento 08	BDA + 2,5 % Fungicida + 0,2 % Tween20
Tratamento 09	BDA + 1,0 % de Óleo Essencial + 0,1 % Tween20
Tratamento 10	BDA + 2,0 % de Óleo Essencial + 0,2 % Tween20
Tratamento 11	BDA + 3,0 % de Óleo Essencial + 0,3 % Tween20
Tratamento 12	BDA + 4,0 % de Óleo Essencial + 0,4 % Tween20
Tratamento 13	BDA + 5,0 % de Óleo Essencial + 0,5 % Tween20

Após a solidificação do meio BDA foi colocado um disco de BDA de aproximadamente 0,5cm de diâmetro contendo estruturas da colônia do patógeno no centro de cada placa. As placas foram acondicionadas em BOD a 26 °C \pm 1 °C sob fotoperíodo de 12h luz, durante sete dias, ou até a colônia do tratamento controle atingir as bordas da placa tomando toda a sua superfície.

Cada tratamento foi constituído de cinco placas de *Petri*, sendo cada placa considerada uma unidade experimental. Após esse período, com o auxílio de um paquímetro, foram feitas duas medidas dos eixos do diâmetro da colônia em cada uma das placas para a determinação do diâmetro final da colônia. Também foram feitas comparações entre o diâmetro da colônia do tratamento controle e o diâmetro dos demais tratamentos, com a fórmula abaixo, a fim de determinar a dose letal do óleo essencial da aroeira da praia.

$$DL = [1 - (DT/DC)] * 100,$$

onde:

DL = Dose Letal

DT = Diâmetro do Tratamento

DC = Diâmetro do Controle

Todo o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 13 tratamentos e cinco repetições cada totalizando 65 unidades experimentais. Os dados foram submetidos a análise de variância, teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade e análise de regressão pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA et al., 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que os tratamentos contendo diversas concentrações do detergente Tween20 no meio de cultura apresentaram-se como interferentes ao tamanho da colônia, sendo diferentes estatisticamente do controle (Tabela 4).

Quanto aos valores de diâmetro das colônias submetidas aos tratamentos com óleo essencial de aroeira da praia constatou-se queda significativa deste diâmetro com relação ao controle em todas as concentrações de óleo essencial no meio, sendo mais efetiva a partir da concentração de 2% de óleo no meio, tal redução no diâmetro da colônia se estabilizou nos tratamentos óleo 2%; óleo 3%; óleo 4%; óleo 5%, respectivamente, não havendo diferença significativa entre estes tratamentos.

TABELA 4: Diâmetro da Colônia de *Colletotrichum gloeosporioides* sob a ação do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* após sete dias de incubação em BOD.

Tratamento	Diâmetro da Colônia (cm)
Controle	7,75A
Tween20 0,1 %	6,96B
Tween20 0,2 %	6,64B
Tween20 0,3 %	6,42B
Tween20 0,4 %	6,78B
Tween20 0,5 %	7,05B
Fungicida 3,0 %	1,67E
Fungicida 3,0 % + 0,2 % Tween20	1,49E
Óleo Essencial 1,0 % + 0,1 % Tween20	5,69C
Óleo Essencial 2,0 % + 0,1 % Tween20	4,81D
Óleo Essencial 3,0 % + 0,1 % Tween20	4,77D
Óleo Essencial 4,0 % + 0,1 % Tween20	4,11D
Óleo Essencial 5,0 % + 0,1 % Tween20	4,57D
C.V.	9,48%

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

O efeito do óleo sobre o crescimento do fungo foi em função da ação fungitóxica do óleo essencial de *S. terebinthifolius*, que aumentou gradativamente com o aumento da concentração do óleo no meio de cultura. A máxima redução do crescimento do fungo se deu pelo fato de que a concentração dos constituintes do óleo não influencia em seu potencial fungitóxico a partir da concentração de 2% de óleo essencial no meio de cultura, devido ao mecanismo de ação do óleo agir em uma rota metabólica específica durante o desenvolvimento do fungo (KUMAR et al., 2008). Assim como a natureza volátil dos óleos essenciais pode causar uma queda no seu potencial fungitóxico pelo fato de seus componentes ativos evaporarem e deixarem de agir sobre o crescimento do fungo.

Simões & Spitzer (2004), atribuem a redução na ação fungitóxica dos óleos essenciais à sua natureza volátil como também a instabilidade destes constituintes à luz, temperatura e umidade, que podem modificar a atmosfera no interior das placas e assim diminuir a ação do óleo essencial sobre os fungos. A ação inibitória do crescimento fúngico está, muitas vezes, associada à presença de mono e sesquiterpenos no óleo

essencial, compostos estes, que segundo Houssain et al. (2008), apresentam sua ação fungitóxica pela sua natureza fenólica.

Cakir et al. (2004), em suas pesquisas recentes têm reportado que os mono e sesquiterpenos hidrocarbonados e seus derivados oxigenados são os componentes majoritários da maioria dos óleos essenciais de origem vegetal, e que por isso estes óleos apresentam enorme potencial para o eficiente controle de fitopatógenos. Sem esquecer que a ação fungicida dos óleos essenciais está muitas vezes associada ao sinergismo existente entre os compostos majoritários e minoritários do óleo (MARINO et al., 2001).

Desta forma mesmo com o incremento da concentração de óleo essencial no meio de cultura o sinergismo entre os seus componentes, e sua consequente ação fungitóxica, pode ser limitada pelo mecanismo de ação do óleo essencial sobre o fungo.

Apesar do bom desempenho do óleo essencial no controle do *C. gloeosporioides*, os tratamentos que apresentaram menor crescimento miscelial foram os que continham o fungicida Viper 700 na composição do meio de cultura. Tal ação foi condizente com a natureza do fungicida, da classe do benzimidazol, classe esta que é muito utilizada para controlar fungos do gênero *Colletotrichum* spp.

Com base nos resultados obtidos foi feita a análise de regressão com o intuito de determinar qual a concentração de óleo essencial promoveria o menor desenvolvimento de *C. gloeosporioides*. De acordo com a figura 9, observou-se a equação quadrática: $Y = 0,24x^2 - 1,794x + 7,562$; com um $R^2 = 0,959$. Tais valores indicam uma boa correlação entre a diminuição do crescimento da colônia do fungo e o aumento da concentração de óleo essencial no meio de cultura. A partir desses valores pode-se deduzir que a concentração de óleo essencial de aroeira da praia que melhor controlou o crescimento do *C. gloeosporioides* está entre 2% e 4%.

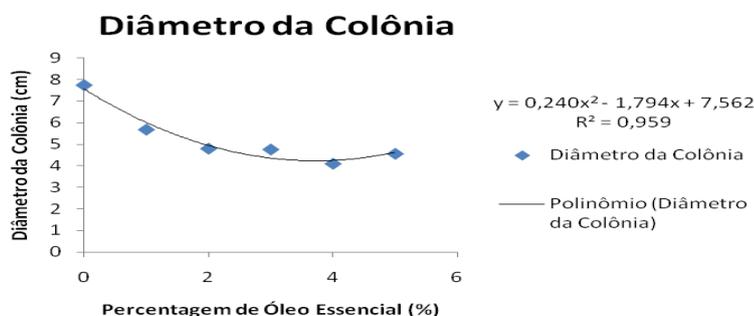


FIGURA 9: Análise de regressão do desenvolvimento do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* sob a ação do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* em diversas concentrações.

Após a análise dos dados apresentados foi feito o cálculo da percentagem de inibição do crescimento do fungo para determinar a letalidade de cada concentração do óleo essencial sobre o *C. gloeosporioides*. Observando-se a figura 10, pode-se constatar que os tratamentos com 1%, 2%, 3%, 4%, e 5% de óleo essencial apresentaram redução, respectivamente, de 26,58%, 37,94%, 38,45%, 46,97%, e 41,03% no crescimento do fungo. Valores estes que indicam que o óleo essencial de aroeira da praia apresenta inibição máxima de 46,97% sobre o crescimento do fungo *C. gloeosporioides*.

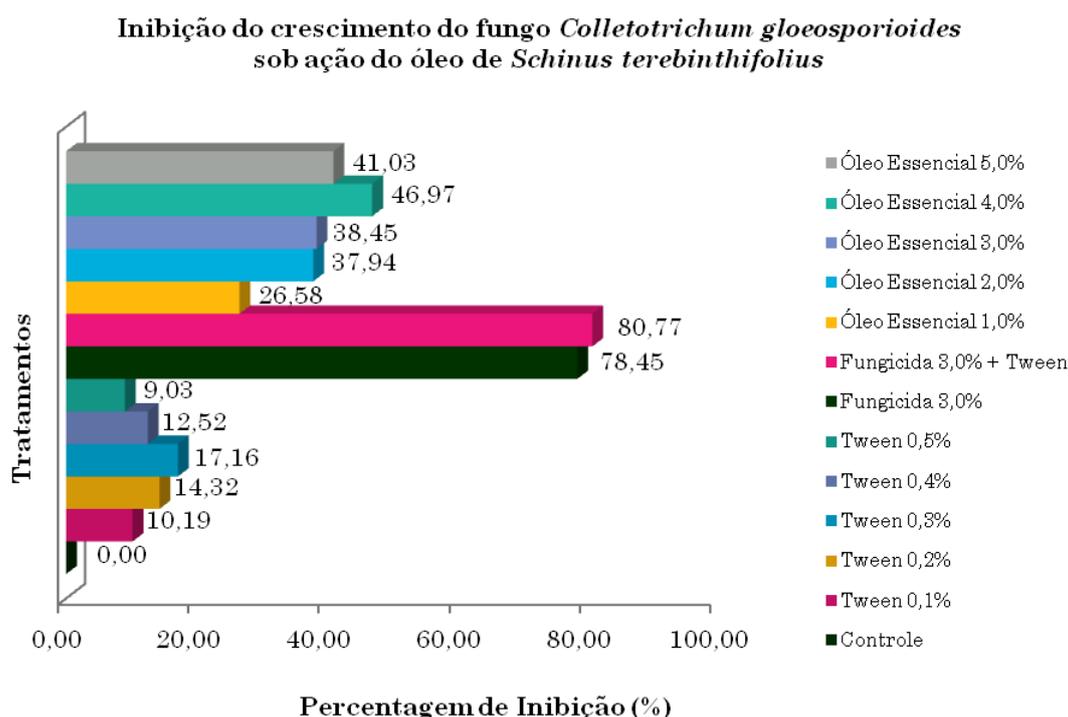


FIGURA 10: Inibição no crescimento do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* *in vitro* sob a ação de diversas concentrações do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius*.

Em estudos anteriores sobre a ação de óleo essencial sobre o desenvolvimento de fungos fitopatogênicos Bastos & Albuquerque (2004), obtiveram 100% de inibição do crescimento do fungo *C. musae* acrescentando 100µg/mL de óleo essencial de *Piper aduncum* no meio de cultura BDA. Rozwalka et al. (2008), utilizando o óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (Cravo-da-Índia) obtiveram 100% de inibição do crescimento miscelial do fungo *C. gloeosporioides* e Guimarães (2007), estudando o efeito inibitório do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* sobre o fungo *C. gloeosporioies* descreveu que para a completa inibição do fungo era necessária uma concentração de 250ppm do óleo essencial no meio de cultura.

Como observado na tabela 5, o óleo essencial utilizado nos testes tinha grande quantidade de compostos de baixo tempo de retenção, indicando assim que este era um

óleo de compostos com poucos carbonos, óleos essenciais com tal composição tendem a volatilizar-se com maior facilidade, perdendo assim a sua capacidade fungitóxica com o passar do tempo. Sendo esta uma das possíveis causas de não ter havido 100% de controle no desenvolvimento do *C. gloeosporioides in vitro*.

Tais resultados indicam que existe uma grande variação entre os óleos essenciais quanto ao controle de fungos do gênero *Colletotrichum spp.*, variação está provavelmente ligada a presença ou ausência de determinados constituintes majoritários e minoritários do óleo essencial e a capacidade fungitóxica de cada um destes. Ibrahim et al. (2001), relatam que a grande variação da composição química dos óleos essenciais de plantas esta diretamente ligada a fatores genéticos e ambientais. Desta forma o poder fungitóxico de cada óleo essencial está diretamente relacionado ao seu perfil fitoquímico e as condições ambientais as quais a planta foi submetida.

A cromatografia do óleo de *S. terebinthifolius* não apresentou determinados compostos aos quais é atribuído grande poder fungitóxico como, por exemplo, citral, limoneno, linalool, 1,8-cineol e camphora. A ausência destes monoterpenos chave associada à grande quantidade de compostos de cadeia mais longa pode justificar o controle de apenas 47% do desenvolvimento do *C. gloeosporioides* pelo óleo de aroeira da praia.

Fato evidenciado por Linde et al. (2010), que estudando o efeito do óleo essencial de *Lippia rehmannii* sobre o *C. gloeosporioides* e diversos outros fungos fitopatogênicos, obtiveram 100% de inibição do crescimento *in vitro* dos fungos estudados com doses de 3000µL do óleo essencial, atribuindo o alto poder fungitóxico do óleo a alta concentração observada do monoterpeno citral. Maqbool et al. (2011), também observaram inibição satisfatória no desenvolvimento *in vitro* do *C. musae* e do *C. gloeosporioides* quando aplicaram óleo essencial de capim limão ao meio de cultura, atribuindo o seu poder fungitóxico a alta concentração de citral presente no óleo do capim limão.

TABELA 5: Perfil cromatográfico do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* destilado durante 2,5h em aparelho de Clevenger.

Composto	T. R.	% 2,5h
ρ -Menth-1-en-9-ol	4.393	35,340
β -Pinene	4.527	2,559
α -Thujene	4.586	1,993
Camphene	5.210	2,131
α - Fenchene	5.401	2,438
Terpinen-4-ol acetate	7.131	1,289
Bornyl Acetate	16.646	0,328
Cariophilene	17.218	0,571
Terpinen-4-ol	17.540	0,204
α -Terpineol	20.970	0,179
Germacrene - D	21.193	2,055
δ -Cadinene	23.028	1,005
Hedycariol	33.754	3,175
α - Gurjunene	36.320	2,326
α -Eudesmol	37.825	1,936
β -Eudesmol	38.018	2,417
Outros		40,054

T.R.: Tempo de Retenção em minutos.

Desta forma nota-se que o óleo essencial de aroeira da praia tem potencial para inibir em aproximadamente 50% o desenvolvimento *in vitro* do fungo causador da antracnose, sendo recomendados testes *in vivo* para determinar a eficiência do mesmo no controle desta doença.

4. CONCLUSÕES

- As diversas concentrações do detergente Tween20 não interferem significativamente o desenvolvimento do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* quando comparadas as concentrações de óleo essencial de *Schinus terebinthifolius*;
- O óleo essencial de *S. terebinthifolius* nas concentrações de 2%, 3% e 4% inibiram aproximadamente 47% do desenvolvimento do fungo *C. gloeosporioides in vitro*;
- Para posteriores testes *in vivo* da ação fungitóxica deste óleo recomenda-se a concentração de 3% do óleo essencial com o intuito de diminuir os riscos de fitotoxidez nos frutos e aumentar o poder de ação do óleo sobre o fungo, além de ser a concentração que apresenta a melhor relação custo benefício.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do Óleo de *Piper aduncum* no Controle em Pós-Colheita de *Colletotrichum musae* em Banana. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 555 – 557, 2004

CAKIR, A.; KORDALI, S.; ZENGIN, H.; IZUMI, S. HIRATA, T. Composition and Antifungal Activity of Essential Oils Isolated from *Hypericum hyssopifolium* and *Hypericum heterophyllum*. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 19, n. 1, p. 62–68, 2004.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 5. 0. In: **Reunião Anual Da Região Brasileira Da Sociedade Internacional De Biometria**, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, p.255-258, 2000.

GUIMARÃES, L. G. de L. Estudo da estabilidade e do Efeito Fungitóxico do Óleo Essencial de Capim-Limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf). 72p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia/ Agroquímica e Agrobioquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2007.

HOSSAIN, A. M.; ISMAIL, Z.; RAHMAN, A. KANG, S. C. Chemical Composition and Anti-fungal Properties of the Essential Oils and Crude Extracts of *Orthosiphon stamineus* Benth. **Industrial Crops and Products**, v. 27, p. 328-34, 2008.

IBRAHIM, M. A.; KAINULAINEN, P.; AFLATUNI, A.; TIILIKKALA, K.; HOLOPAINEN, J. K. Insecticidal, Repellent, Antimicrobial Activity and Phytotoxicity of Essential Oils: With Special Reference to Limonene and its Suitability for Control of Insect Pests. **Agricultural and Food Science in Finland**, v. 10, p. 243 - 259, 2001.

KUMAR, A.; SHULA, R.; SING, P.; PRASAD, C. S.; DUBEY, N. K. Assessment of *Thymus vulgaris* L. essential oil as a safe botanical preservative against post harvest fungal infestation of food commodities. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 9, p. 575–580, 2008.

LINDE, J. H.; COMBRINCK, S.; REGNIER, T. J. S.; VIRIJEVIC, S. Chemical Composition and Antifungal Activity of the Essential Oil of *Lippia rehmannii* from South Africa. **South African Journal of Botany**, v. 76, p. 37–42, 2010.

MARINO, M.; BERSANI, C.; COMI, G. Impedance Measurements to Study the Antimicrobial Activity of Essential Oils from *Lamiaceae* and *Compositae*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 67, p. 187–195, 2001.

MAQBOOL, M.; ALI, A.; ALDERSON; P. G.; MOHAMED, M. T. M. SIDDIQUI, Y.; ZAHID, N. Postharvest Application of Gun Arabic and Essential Oil for Controlling Anthracnose and Quality of Banana and Papaya During Cold Storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 62, p. 71–76, 2011.

ROZWALKA, L. C.; LIMA, M. L. R. Z. da C.; MIO, L. L. M.; NAKASHIMA, T. Extratos, Decoctos e Óleos Essenciais de Plantas Medicinais e Aromáticas na Inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de Frutos de Goiaba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 301 – 307, 2008.

SILVA, L. V.; CONSTANCIO, S. C. M.; MENDES, M. F.; COELHO, G. L. V. Extração do Óleo Essencial de Pimenta Rosa (*Schinus molle*) Utilizando Hidrodestilação e Soxhlet. **VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**, Unicamp, 7p. 2005.

SIMÕES, C. M. O. & SPITZER, V. Óleos voláteis. In: **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5º ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/ Editora da UFSC, p. 467-496. 2004.

CAPÍTULO III

ACÇÃO ANTIFÚNGICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Schinus terebinthifolius* RADDI APLICADOS EM GOIABAS DURANTE O PERÍODO DE ARMAZENAMENTO E COMERCIALIZAÇÃO.

RESUMO

O controle de doenças durante a pós-colheita de frutas tem ganhado grande importância nos últimos anos, principalmente quando se procura expandir as áreas atendidas comercialmente por um determinado mercado produtor. Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar a pós-colheita de goiabas cv. “Paluma” simulando o armazenamento e comercialização aplicando óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* no controle alternativo da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). Frutos de goiabeira foram colhidos em estágio fisiologicamente maduro levados para laboratório onde foi realizada assepsia dos mesmos. Depois da assepsia as goiabas foram inoculadas com o fungo *C. gloeosporioides* e posteriormente tratadas com óleo essencial de *S. terebinthifolius* e fungicida Viper 700. Os frutos foram acondicionados em BOD a $15^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 15 dias e a $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante nove dias. A cada três dias foram feitas análises físicas e químicas para determinar a perda de massa fresca, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, ratio (SS/AT), pH, vitamina C, cor da casca, cor da polpa, diâmetro das lesões e Prolina. O óleo essencial de aroeira da praia na concentração de 3% inibiu o crescimento do fungo até o 18º dia de armazenamento enquanto que o fungicida até o 15º dia. O armazenamento e o óleo essencial de *S. terebinthifolius* não interferiram nas características químicas e físicas das goiabas durante 24 dias, apenas com maior perda de massa fresca no final do período de armazenamento. O ataque fúngico influencia no acúmulo de prolina, como observado nos frutos inoculados com o fungo e tratados com fungicida. Foi comprovado o acúmulo de prolina nas goiabas durante a pós-colheita, sendo necessários outros trabalhos para a completa compreensão de quais fatores interferem diretamente no acúmulo deste aminoácido durante a pós-colheita.

PALAVRAS-CHAVE: *Psidium guajava*; Antracnose; Pós-Colheita; Prolina.

CAPITULO III

ANTIFUNGAL EFFECT OF ESSENTIAL OIL OF *Schinus terebinthifolius* Raddi IN GUAVAS APPLIED DURING THE PERIOD OF STORAGE AND MARKETING.

ABSTRACT

The disease control during post-harvest fruit has gained importance in recent years, especially when it seeks to expand the areas served by a particular market commercial producer. Thus the objective of this study was to evaluate the postharvest of guava cv. "Paluma" simulated storage and marketing by applying essential oil of *Schinus terebinthifolius* in the alternative control of anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). Guava fruit were harvested in physiologically mature and taken to the laboratory where was done aseptically. After asepsis guavas were inoculated with the fungus *C. gloeosporioides* and subsequently treated with essential oil of *S. terebinthifolius* and fungicide Viper 700. The fruits were packed in chamber at 15 ± 2 ° C for 15 days and 25 ± 2 ° C for 9 days. Every three days were made physical and chemical analyzes to determine the weight loss, firmness, soluble solids, titratable acidity, ratio (SS / TA), pH, vitamin C, Peel Color, Pulp Color, Diameter of the Lesion and Proline. The essential oil of *Schinus terebinthifolius* in 3% concentration inhibited the growth of the fungus to the 18th day of storage while the fungicide up to the 15th day. The storage and the essential oil of *S. terebinthifolius* did not affect the organoleptic characteristics of guavas during 24 days, only greater weight loss at the end of storage period. The fungal attack influences the accumulation of proline, as found in fruits inoculated with the fungus and treated with fungicide, which showed characteristic lesions of the disease. It was demonstrated the accumulation of proline in the guavas during post-harvesting and other work necessary for complete understanding of factors which directly interfere with the accumulation of this amino acid during post-harvest.

KEY - WORDS: *Psidium guajava*; Anthracnose; Post-harvest; Proline.

1. INTRODUÇÃO

A goiaba é uma fruta que apresenta grande quantidade de açúcares e vitaminas como, por exemplo, a vitamina C, além de grande quantidade de carotenóides. As goiabas também são muito apreciadas pelo seu aroma e sabor fortes e característicos, sendo considerada uma fruta de características exóticas para o mercado internacional. O Brasil apresenta-se como um dos maiores produtores mundiais de goiaba, mesmo não tendo participação significativa no mercado internacional desta fruta. Isto ocorre porque a maior parte da produção brasileira de goiabas é voltada para o mercado interno, sendo este dividido entre frutos para consumo *in natura* e processados na forma de doces, compotas, sucos e sorvetes. O estado de Sergipe apresenta-se como produtor em potencial de goiabas com um perímetro irrigado com grande potencial produtivo para frutas tropicais e vem preocupando-se cada vez mais com a qualidade pós-colheita da sua produção.

A pós-colheita é um período crítico na cultura da goiaba, pois esta fruta apresenta uma degradação intensa quando atinge a maturação. Com o intuito de contornar esse problema vários métodos podem ser empregados, dentre os quais podemos citar a aplicação de 1-MCP, a embalagem em biofilmes comestíveis e o acondicionamento em baixas temperaturas. Este último, sendo um dos métodos mais utilizados por ser relativamente barato e de fácil implantação.

Além do período crítico de pós-colheita a goiaba apresenta problemas com doenças como a antracnose que ataca os frutos no final do seu amadurecimento, causando lesões escuras e deprimidas, diminuindo, o já limitado período de prateleira e inviabilizando a comercialização tanto *in natura* quanto para a indústria de sucos, doces, sorvetes, etc.

Estudos anteriores mostram que os óleos essenciais de plantas apresentam grande potencial do controle alternativo de diversas doenças e pragas que atacam a fruticultura. Este potencial vem sendo justificado pela grande quantidade de compostos existentes nos óleos essenciais e que apresentam algum tipo de ação inibitória no desenvolvimento dos patógenos causadores de doenças em frutas sem interferir nas características físicas e químicas exigidas pelos mais diversos mercados consumidores.

Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar a pós-colheita de goiabas cv. “Paluma” simulando o armazenamento e a comercialização aplicando óleo essencial de *S. terebinthifolius* no controle alternativo da antracnose (*C. gloeosporioides*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Ecofisiologia e Pós-Colheita (ECOPOC) do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão – SE.

2.1. Coleta de Material Vegetal em Campo

Frutos de goiabeira cv. “Paluma” foram obtidos em pomar comercial com 10 anos de idade, do Sítio “Estancinha”, pertencente ao Sr. José Carlos da Paixão, localizado no município de Lagarto. O pomar foi conduzido em poda contínua, com duas podas por ano, e com irrigação (micro aspersão) diária durante o verão.

As goiabas foram colhidas no início da tarde, quando foram selecionados visualmente frutos isentos de doenças e danos mecânicos causados por insetos e que se apresentavam fisiologicamente maduros, com a polpa firme e a coloração da casca verde-claro (Estádio 2), com ângulo de cor (h°) entre 116 e 113, determinado com o auxílio de um Colorímetro digital (CR-400, Konica-Minolta) (MIN, 2001; AZZOLINI, 2002).

Após a seleção os frutos foram acondicionados em caixas adequadas para transporte e levados para o laboratório. Após o transporte as goiabas foram lavadas com detergente neutro seguido por uma lavagem com solução de hipoclorito de sódio a 0,5% e deixadas para secar em temperatura ambiente para posterior utilização.

2.2. Controle alternativo da antracnose em goiabas utilizando óleo essencial de *S. terebinthifolius*.

Após a higienização das goiabas, elas foram inoculadas com o agente causal da antracnose (*C. gloeosporioides*), para isso, em ambiente asséptico, com auxílio de uma agulha hipodérmica, foram feitos 12 furos na região basal de cada fruto. Sobre o conjunto de furos foi depositado um disco de meio de cultura BDA contendo estruturas do fungo *C. gloeosporioides* e este foi fixado nos frutos com o auxílio de um algodão umedecido com água destilada e fita adesiva. Após a inoculação do fungo os frutos foram levados para BOD a $26^\circ \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 85% durante 6h para incubação dos frutos.

Passadas 6h os frutos foram retirados da BOD, quando também foram retirados os discos de meio de cultura contendo as estruturas do fungo. Após esse procedimento

os frutos foram submetidos aos diversos tratamentos para controle da antracnose: T₁ – Controle (Sem inoculação do Fungo); T₂ – frutos inoculados; T₃ – frutos inoculados e tratados com fungicida a 1%; T₄ – frutos inoculados e tratados com óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* a 3%. Como fungicida foi utilizado o Viper 700 [Tiofanato-metílico (Benzimidazol)]. O óleo essencial de *S.terebinthifolius* utilizado no experimento foi obtido através do processo de hidrodestilação por arraste a vapor d'água durante 2,5h ininterruptas a partir da condensação da primeira gota de óleo essencial, segundo a literatura (SILVA et al., 2005) óleos essenciais obtidos a partir de longos períodos de destilação podem ter a sua composição química alterada e consequentemente o seu potencial fungitóxico reduzido, durante a diluição do óleo, o mesmo foi acrescido de Tween20 que agiu como agente solubilizante.

O fungicida e o óleo essencial foram aplicados nos frutos com o auxílio de um pulverizador portátil com o intuito de simular a aplicação em *packing house* para garantir a homogeneidade da aplicação dos tratamentos.

Após a secagem completa dos frutos em temperatura ambiente os mesmos foram levados para BOD a 15 °C ±1 °C e umidade relativa de 85% durante 15 dias com o intuito de simular o transporte dos frutos em câmara refrigerada da região produtora até o mercado consumidor mais distante. Passados 15 dias os frutos foram transferidos para outra BOD a 25 °C ±1 °C e umidade relativa de 85% durante 9 dias simulando assim o período de exposição das goiabas no mercado consumidor.

2.3. Análises Físicas e Químicas.

2.3.1. Perda de Massa Fresca

Para análise de perda de massa foi utilizada uma balança semi-analítica (Mark M333, Bel Engineering), máxima de 330g e divisão de 0,001g.

A porcentagem de perda de massa foi obtida a partir da equação:

$$PM(\%) = \frac{[P_i - P_j]}{P_i} \times 100$$

Onde:

PM = perda de massa (%);

P_i = peso inicial do fruto (g);

P_j = peso do fruto no período subsequente a P_i (g);

2.3.2. Firmeza

Para avaliação da firmeza utilizou-se penetrometro digital (Turoni), com profundidade de penetração de 2,0 mm, velocidade de 2,0 mm s⁻¹ e ponteiro 6mm de diâmetro, com força máxima de 196N. Foram realizadas duas leituras em cada fruto inteiro e com casca, na região mediana e em lados opostos do mesmo. Os resultados obtidos foram expressos em Nilton (N) e referem-se a máxima força requerida para que o ponteiro penetre na goiaba.

2.3.3. Sólidos Solúveis (SS)

A análise de sólidos solúveis foi realizada por meio de leitura refratométrica direta em graus Brix (°Brix), em duas amostras de cada fruto, com o refratômetro de bancada digital (RTD-45, Instrutherm), de acordo com os procedimentos descritos por El-Bulk et al., 1997.

2.3.4. Acidez Titulável (AT)

A determinação da acidez titulável foi realizada de acordo com metodologia recomendada pelo AOAC (1995), utilizando-se amostra de 5,0 mL de suco da polpa, extraída por prensagem manual, e transferida para Becker contendo 50 mL de água destilada, após a mistura da polpa da fruta com água foi feita a filtragem do caldo com o auxílio de um funil de vidro e gases. À amostra foi adicionada três gotas do indicador fenolftaleína a 1%, procedendo-se em seguida a titulação, sob agitação, com solução de NaOH 0,1 N, previamente padronizada com biftalato de potássio até ocorrer a viragem, ou seja, no momento que o pH atinge, aproximadamente, o valor 8,1. Os resultados foram expressos em grama equivalente de ácido cítrico (100 g de polpa)⁻¹ calculados pela seguinte equação:

$$\text{g equivalente de ácido cítrico (100 g de polpa)}^{-1} = \text{V.f.N.PE.100} / \text{P}$$

onde:

V = volume (mL) de NaOH gasto;

f = fator de correção de ácido cítrico devido à padronização;

N = normalidade do NaOH, que é de 0,1 (eq.L⁻¹);

PE = peso equivalente do ácido cítrico (g.eq⁻¹);

P = massa de polpa (g).

2.3.5. Índice de Maturação 'Ratio' (SS/AT)

Foi calculado por meio da relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável.

2.3.6. pH

Foram coletados 5 gramas de polpa de goiaba, as quais foram maceradas e homogeneizadas, com 50 mL de água destilada. O pH foi medido utilizando-se um pHmetro de bancada (pHS-3E, LabMeter), segundo técnica descrita pela AOAC (1995).

2.3.7. Vitamina C

Para a determinação dos teores de ácido ascórbico (Vitamina C) nos frutos de goiabeira foi utilizado o protocolo definido pela AOAC (1995), onde foram coletados 5g da amostra, triturada em almofariz e homogeneizada com solução de ácido oxálico 2%. Em seguida, foi realizada a filtragem do material em um balão de 50ml que teve seu volume completado com ácido oxálico 2%. Foram coletados 7ml da solução e titulados com o DCPIP (2,6-Diclorofenol indofenol).

A solução de DCPIP foi previamente preparada dissolvendo 50mg de DCPIP em aproximadamente 30ml de água destilada quente, contendo 42mg de bicarbonato de sódio. Em seguida, completou-se o volume para 50ml com água destilada fria. A solução foi armazenada em baixa temperatura e padronizada antes de cada titulação.

Para a padronização do DCPIP coletou-se uma alíquota de 2ml da solução padrão de ácido ascórbico (1:1) em um erlenmeyer de 50ml e titulou-se com a solução de DCPIP até a mudança de coloração (rosa). Após a titulação calculou-se o fator do DCPIP através da fórmula:

$$\text{Fator do DCPIP} = \frac{\text{mg de A.A.}}{\text{Vol. de DCPIP gasto na titulação}}$$

Onde:

mg de A.A. = 2mg, já que 1mg de A.A. ~ 1ml de solução padrão

Depois de realizada a titulação das amostras de goiaba foi determinada a percentagem de vitamina C nas amostras através das formulas:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mL de DCPIP ----- Fator DCPIP (mg de A.A)} \\ \text{Vol. gasto na titulação da amostra ----- } x \text{ (mg de A.A)} \\ \\ 50 \text{ mL de solução (vol. do balão) ----- } 5 \text{ g de amostra} \\ 7 \text{ mL de solução (alíquota) ----- } y \text{ (g de amostra)} \\ \\ y \text{ (g de amostra) ----- } x \text{ (mg de A.A.)} \\ 100 \text{ g de amostra ----- } Z \text{ (mg de A.A./100g de} \\ \text{amostra)} \\ \mathbf{Z = \text{mg de AA/100 de amostra}} \end{array}$$

2.3.8. *Coloração da Casca*

A medida de cor da casca foi realizada em dois pontos: (na região equatorial e em lados opostos no fruto). A medição foi realizada pelo método instrumental e utilizou-se o colorímetro (CR-400, Konica-Minolta), com determinação dos valores (L^* , C^* e h°).

Onde L^* , indica a luminosidade, C^* é representado pelo chroma que define a intensidade da cor e o ângulo *Hue* (h°) é o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul).

2.3.9. *Coloração da Polpa*

A medida de cor da polpa foi realizada em dois pontos: (nas faces opostas do fruto quando este foi cortado ao meio). A medição foi realizada pelo método instrumental e utilizou-se o colorímetro (CR-400, Konica-Minolta), com determinação dos valores (L^* , C^* e h°).

Onde L^* , indica a luminosidade, C^* é representado pelo chroma que define a intensidade da cor e o ângulo *Hue* (h°) é o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul).

2.3.10. *Prolina*

Para a determinação da prolina nos frutos de goiaba foi utilizado o método proposto por Bates et al. (1973) modificado:

Preparo das Soluções:

Foram preparadas soluções padrão de:

- D-Prolina ($C_5H_9NO_2$), na concentração de 0,00115% (0,0115g/1L água destilada), a solução foi acondicionada em baixa temperatura (18°C);
- Ácido Fosfórico (H_3PO_4) na concentração 6M;
- Ninidrina Ácida ($C_9H_6O_4$) através da mistura em banho Maria de 1,25g de Ninidrina + 30mL de ácido acético glacial + 20mL de ácido fosfórico 6M mantendo a solução em aquecimento e agitação até completa dissolução da ninidrina. Acondicionou-se o material em baixa temperatura (4°C). A solução permaneceu viável durante 24h.
- Ácido 5-Sulfosalicílico ($C_7H_6O_6S$) na concentração de 3% (30g de ácido 5-Sulfosalicílico /1L de água destilada).

Extração de Prolina:

Curva Padrão:

Após a diluição da solução padrão de prolina nas concentrações de 10, 30, 50, 70 e 90 mmol/mL de água destilada, coletou-se uma alíquota de 2mL de cada concentração, acondicionou-se em tubos de ensaio devidamente identificados e em seguida acrescentou-se em cada um dos tubos 2mL de ninidrina ácida e 2mL de ácido acético glacial.

Os tubos foram levados para banho Maria a 100°C durante 1 hora, decorrido esse tempo colocou-se os tubos em um recipiente com água fria para esfriar o material e finalizar a reação. Em seguida acrescentou-se 4mL de Tolueno ($C_6H_5CH_3$) em cada tudo e agitou-se durante 15-20 segundos em agitador vortex. Depois da agitação o sobrenadante do tubo contendo o Tolueno foi coletado e acondicionado em cubetas quartzo para leitura das amostras em espectrofotômetro no comprimento de onda 520nm e utilizou-se o tolueno como branco durante a leitura.

Determinação de prolina em amostras vegetais:

Amostras de 500mg de massa fresca da polpa das goiabas foram maceradas em pistilo e almofariz com o auxílio de nitrogênio líquido. As amostras foram homogeneizadas com 10mL de ácido sulfosalicílico 3% e devidamente acondicionadas em tubos que foram levados para centrifugação durante 15 minutos a 10.000rpm (ou a uma rotação que separe corretamente o material sólido do líquido).

Após a centrifugação coletou-se uma alíquota de 2mL do sobrenadante, o material foi acondicionado em tubos de ensaio devidamente identificados e em seguida acrescentou-se em cada um dos tubos 2mL de ninidrina ácida e 2mL de ácido acético

glacial (CH₃COOH). Os tubos foram levados para banho Maria a 100°C durante 1 hora, decorrido esse tempo colocou-se os tubos em um recipiente com água fria para esfriar o material e finalizar a reação.

Em seguida foram acrescentados 4mL de Tolueno em cada tudo que foram agitados durante 15-20 segundos em agitador vortex. Após a agitação foi coletado o sobrenadante de cada tubo contendo o Tolueno que foi acondicionado em cubeta de quartzo para posterior leitura das amostras em espectrofotômetro no comprimento de onda 520nm utilizou-se o tolueno como branco durante a leitura.

Após a leitura das amostras em espectrofotômetro os valores observados foram comparados com os obtidos através da curva padrão. Depois dessa comparação foi determinada a quantidade de μmols de prolina/ g de polpa de goiaba de acordo com a formula:

$$[(\mu\text{g de prolina/mL} \times \text{mL de tolueno}) / 115.5\mu\text{g}/\mu\text{mol}] / (\text{g da amostra}/5) = \mu\text{mols de prolina/ g de polpa de goiaba.}$$

2.3.11. Diâmetro das Lesões:

Para a determinação do diâmetro das lesões causadas por *C. gloeosporioides* nas goiabas foram feitas duas medidas perpendiculares do diâmetro da lesão ocasionada pelo fungo inoculado em cada fruto, para depois ser obtida a média desses valores e assim obter o valor médio do tamanho das lesões em cada fruto.

2.4. Análise Estatística

Cada tratamento foi constituído de três frutos, totalizando 12 frutos por tratamento. Para a determinação das características de pós-colheita das goiabas foram feitas análises físicas e químicas nas goiabas com intervalo entre cada análise de 5 dias durante o período em que os mesmos ficaram a 15°C e a cada 3 dias durante o período que os frutos ficaram a 25°C. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 X 7 (4 formas de controle do fungo X 7 períodos de análise).

Os resultados obtidos durante o experimento foram submetidos a análise de variância, teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA et al., 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos e analisados estatisticamente foram geradas diversas tabelas que mostram a tendência das goiabas analisadas durante o período de pós-colheita.

3.1. Perda de Massa Fresca

A perda de massa fresca é um parâmetro de análise de produtos de origem vegetal que assume grande importância na pós-colheita de frutas. Ela representa a perda de água com grande importância nas alterações que podem vir a ocorrer nos frutos durante esse processo.

De acordo com a tabela 6 observou-se que as goiabas apresentaram perda contínua na sua massa fresca, ao final de 24 dias de pós-colheita as goiabas perderam mais de 20% de sua massa fresca diferindo estatisticamente dos valores observados no início do experimento. Durante os 15 primeiros dias de armazenamento (15 °C) as goiabas que passaram pela aplicação de óleo essencial perderam mais água que os demais tratamentos (15,01%), embora não diferindo estatisticamente dos outros tratamentos que perderam 12,36%, 11,58% e 12,83%, controle, inoculado com fungo e tratado com fungicida, respectivamente.

TABELA 6: Variação na perda de massa fresca durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com *C. gloeosporioides* e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de *S. terebinthifolius* a 3%.

Tratamentos	Armazenamento						
	15°C				25°C		
	0 Dias	5 Dias	10 Dias	15 Dias	18 Dias	21 Dias	24 Dias
Controle	0,00Aa	4,95Ba	9,52Ca	12,36Da	15,14Da	21,55Ea	22,60Ea
Inoculado	0,00Aa	5,06Ba	8,58Ca	11,58Ca	16,09Da	21,50Ea	27,74Fb
Fungicida 1%	0,00Aa	5,03Ba	8,76Ca	12,83Ca	16,49Da	21,43Ea	24,92Fa
Óleo Essencial 3%	0,00Aa	5,47Ba	9,60Ba	15,01Ca	17,12Ca	23,41Da	28,45Eb
C.V.	17,98%						

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Após os nove dias de armazenamento a 25 °C (24 dias após o início do experimento) os frutos que foram inoculados com o fungo e os frutos onde foi aplicado o óleo essencial acumularam perda de massa fresca superior ao dos outros tratamentos,

27,74% e 28,45%, respectivamente, enquanto que os frutos do controle e os frutos onde foi aplicado o fungicida perderam 22,60% e 24,92% de água, respectivamente.

Os resultados apresentados demonstraram que os frutos perderam água constantemente durante o período de pós-colheita, em função da sua natureza climática. Fato este também visto por Pereira et al. (2005; 2006), que estudando a pós-colheita de goiabas de polpa branca cv. Cortibel armazenadas em baixa temperatura (8°C) e em temperatura ambiente (24°C) observaram uma perda de massa fresca de 24,1% nos frutos armazenados em baixa temperatura passados 29 dias de armazenamento e perda de massa fresca 22,94% nos frutos armazenados em temperatura ambiente ao final de 12 dias armazenamento. Enquanto que Cerqueira et al. (2007), observaram uma perda de 8% na massa fresca de goiabas cv. Kumagai armazenadas a 22°C durante 8 dias.

Não foi observada diferença estatística entre os tratamentos em cada período de análise, com exceção do último 24° dia de análise, essa tendência constante indica que os tratamentos não interferiram na perda de massa fresca do fruto durante a sua pós-colheita e nas características do seu ciclo climático de amadurecimento. Também permite inferir que a aplicação do óleo essencial não interferiu significativamente na perda de massa fresca dos frutos.

3.2. Firmeza

A firmeza dos frutos é um atributo de muita importância com relação às preferências do consumidor. Quando muito firmes ou muito macios os frutos não são bem aceitos pelos consumidores, além de representar frutos que não estão completamente maduros ou que já entraram em estágio de senescência.

Assim, ao longo do período de armazenamento foi verificado que as goiabas perderam firmeza, e que durante o período em que os frutos tratados com óleo essencial (3%) ficaram acondicionados em baixa temperatura, passaram de 186,96N no primeiro dia para 42,68N no 15° dia de armazenamento (Tabela 7), redução de 77,17% na firmeza dos frutos deste tratamento.

TABELA 7: Variação na firmeza durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com *C. gloeosporioides* e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de *S. terebinthifolius* a 3%.

Tratamentos	Armazenamento						
	15°C				25°C		
	0 Dias	5 Dias	10 Dias	15 Dias	18 Dias	21 Dias	24 Dias
Controle	186,96Aa	45,37Bb	34,28Ba	44,54Ba	25,21 Ba	16,02 Ba	27,34 Ba
Inoculado	186,96Aa	83,44Ba	64,14 Ba	46,12Ca	29,83 Ca	23,92 Ca	34,28Ca
Fungicida 1%	186,96Aa	37,83Bb	47,68 Ba	52,61Ba	23,63 Ba	37,67 Ba	27,63 Ba
Óleo Essencial 3%	186,96Aa	45,62Bb	30,66 Ba	42,68Ba	28,86 Ba	29,23 Ba	32,87 Ba
CV.	31,71%						

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Tendência similar foi observada por Maqbool et al. (2011), quando estes estudavam o efeito do óleo essencial de canela e capim limão no controle da antracnose durante a pós-colheita de mamão, onde os frutos tratados com óleo essencial e armazenados durante 28 dias a 13 °C seguidos de 5 dias a 25 °C apresentaram uma queda elevada na firmeza passando de 112,3N no início para 38,51N e 36,13N, respectivamente, valores estes semelhantes aos observados no controle (32,13N), redução na firmeza superior a 70%.

Todos os tratamentos apresentaram forte queda na firmeza nos cinco primeiros dias, com exceção do inoculado com o fungo onde a queda foi menor, sendo estatisticamente diferente dos demais tratamentos, 83,44N contra 45,37N, 37,83N, 45,62N para os tratamentos controle, fungicida e óleo essencial respectivamente. Após o quinto dia de armazenamento os tratamentos apresentaram estabilização, com exceção novamente do tratamento inoculado, que se equiparou estatisticamente com os outros tratamentos no décimo dia de armazenamento.

Já durante o armazenamento dos frutos a 25 °C, os frutos não apresentaram diferença estatística, mesmo apresentando queda na firmeza. Entre os tratamentos, os frutos também não apresentaram diferença estatística durante o armazenamento em temperatura de 25 °C.

A queda na firmeza das goiabas pode estar diretamente associada à ação de enzimas que degradam a parede celular (HUBER, 1983), ação está ligada ao ciclo climático pelo qual o fruto passa durante a pós-colheita. Enzimas degradadoras de parede celular como, por exemplo, pectinametilesterase e a poligalacturonase, têm ação na degradação de substâncias pécticas da parede do fruto levando ao seu amolecimento (LINHARES et al., 2007). Além disso, o processo de respiração celular durante o

amadurecimento dos frutos necessita de uma grande quantidade de substratos orgânicos, sendo considerado um possível destino para as substâncias originadas durante o amolecimento dos frutos.

A redução na firmeza das goiabas durante o experimento em todos os tratamentos indica que o óleo essencial provavelmente não interferiu na síntese de etileno, responsável pelo amadurecimento dos mesmos, e provavelmente não alterou a ação das enzimas pectinolíticas.

3.3. Sólidos Solúveis (SS)

Os sólidos solúveis (SS) são representados pelos açúcares de cadeia curta nos frutos e estão diretamente ligados à doçura dos mesmos, sendo considerado um atributo importante na aceitação dos frutos pelos consumidores.

Durante a pós-colheita dos frutos climatérios pode ocorrer uma variação no conteúdo de sólidos solúveis indicando crescimento ou consumo de seus metabólitos. Normalmente em goiabas não se verifica decréscimo em seus teores de SS ao longo do armazenamento em função do substrato preferencial para a respiração serem os ácidos orgânicos (JACOMINO, 1999; MERCADO-SILVA,1998).

Assim de acordo com a tabela 8, verifica-se que no início do armazenamento as goiabas apresentavam valores médios de 9,63 °Brix e aumentaram durante o período em que os frutos permaneceram acondicionados em baixa temperatura (15 °C), chegando a atingir valores de 10,70 °Brix, 10,46 °Brix, 10,00 °Brix, 9,83 °Brix, nos tratamentos controle, inoculado com fungos, tratado com fungicida e tratado com óleo essencial, respectivamente.

Tabela 8: Variação no conteúdo de sólidos solúveis (SS) durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com *C. gloeosporioides* e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de *S. terebinthifolius* a 3%.

Tratamentos	Armazenamento						
	15°C				25°C		
	0 Dias	5 Dias	10 Dias	15 Dias	18 Dias	21 Dias	24 Dias
Controle	9,63Ba	11,40 Aa	10,16Ba	10,70Aa	9,63 Ba	7,46 Ca	8,23Ca
Inoculado	9,63Aa	10,06 Aa	10,46Aa	10,46Aa	9,83 Aa	10,36 Aa	10,13Aa
Fungicida 1%	9,63Aa	10,66 Aa	9,90 Aa	10,00Aa	9,06 Aa	9,93 Aa	9,06Aa
Óleo Essencial 3%	9,63Aa	10,66 Aa	10,06Aa	9,83 Aa	9,23 Aa	9,10 Aa	8,93Aa
CV.	7,15%						

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Os frutos do tratamento controle apresentaram variação nos teores de SS com decréscimo significativo a partir do 18º dia de armazenamento, enquanto que os demais tratamentos não apresentaram variações significativas ao longo do tempo.

O incremento nos SS observado para o controle no período inicial de armazenamento também foi verificado por Ribeiro et al. (2005), que o justificaram em função da degradação da parede celular e da perda de massa fresca dos frutos, fato que também ocorreu neste trabalho (tabela 7 e tabela 6). Este incremento durante a pós-colheita é comumente associado à quebra de amido em glicose e frutose, que são utilizados como substratos orgânicos nos processos respiratórios. Os demais tratamentos também apresentaram incremento nos sólidos solúveis nos períodos iniciais, possivelmente em decorrência da perda de massa fresca (tabela 6).

Nota-se que para o tratamento controle houve um decréscimo significativo nos teores de SS no final do armazenamento, enquanto que nos frutos tratados com óleo essencial 3% os teores de sólidos solúveis mantiveram-se ao longo do período de análise. A queda nas quantidades de sólidos solúveis nas goiabas próximo ao final do armazenamento pode ser consequência do processo de senescência, onde mesmo havendo transformação de açúcares o consumo dos mesmos tornou-se mais elevado causando a queda nas quantidades de SS.

Esta tendência também foi observada por Anaruma et al. (2010), que estudando a pós-colheita de maracujá amarelo tratado com óleo essencial de *Cymbopogon citratus*, constataram que as diversas concentrações do óleo não interferiram significativamente nos sólidos solúveis dos frutos com relação aos demais tratamentos, quando estes foram analisados após 8 dias de armazenamento em temperatura ambiente.

Os frutos que foram inoculados com *C. gloeosporioides* não apresentaram queda nos seus teores de SS ao longo da pós-colheita, chegando aos 24 dias de armazenamento com 10,13 °Brix de SS em sua polpa, valor significativamente superior ao apresentado pelas goiabas dos tratamentos controle, tratadas com fungicida e tratadas com óleo essencial.

Como observado anteriormente, as goiabas não apresentam grandes variações nos teores de SS durante a pós-colheita, indicando que os ácidos orgânicos podem ser os substratos para a respiração celular nesse período. Nota-se também que o óleo essencial não interferiu nos mecanismos responsáveis pelo acúmulo e pela degradação dos sólidos solúveis nas goiabas durante a pós-colheita.

3.4. Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável é considerada um atributo de qualidade e aceitabilidade dos frutos durante a pós-colheita. Ela representa a quantidade de ácidos orgânicos presentes no meio celular e é responsável pelo sabor ácido dos frutos. Juntamente com os sólidos solúveis a acidez determina o balanço no sabor dos frutos que determina a aceitação destes pelos consumidores. Sendo que a acidez titulável muitas vezes apresenta interações de conversão com os açúcares.

De acordo com os dados contidos na tabela 9, observou-se uma pequena queda na acidez titulável das goiabas submetidas aos tratamentos durante os 5 primeiros dias de armazenamento a 15 °C, mesmo não havendo diferença estatística. Esta queda na acidez dos frutos pode ser relacionada com o aumento na concentração de sólidos solúveis neste período (Tabela 8), fato que indica o consumo de ácidos orgânicos na respiração e o acúmulo de sólidos solúveis, como também observado por Mercado-Silva (1998).

TABELA 9: Variação na acidez titulável (AT) durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com *C. gloeosporioides* e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de *S. terebinthifolius* a 3%.

Tratamentos	Armazenamento						
	15°C				25°C		
	0 Dias	5 Dias	10 Dias	15 Dias	18 Dias	21 Dias	24 Dias
Controle	0,22Aa	0,16 Aa	0,20 Aa	0,22 Aa	0,29 Ab	0,23 Aa	0,20 Ab
Inoculado	0,22 Aa	0,21 Aa	0,21 Aa	0,25 Aa	0,30 Ab	0,27 Aa	0,30 Aa
Fungicida 1%	0,22 Ba	0,16 Ba	0,19 Ba	0,27 Aa	0,26 Ab	0,33 Aa	0,28 Aa
Óleo Essencial 3%	0,22 Ba	0,19 Ba	0,22 Ba	0,27 Ba	0,38 Aa	0,29 Aa	0,32 Aa
CV.	19,93%						

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Verificou-se também duas tendências bem distintas entre os tratamentos, os frutos do controle e os inoculados com fungo mantiveram a sua acidez durante o período de armazenamento, enquanto que os frutos tratados com fungicida e óleo essencial apresentaram elevação na acidez passando de 0,19% de acidez no 10º dia para 0,27% no 15º dia e de 0,27% de acidez no 15º dia de armazenamento para 0,38% no 18º dia respectivamente.

No 18º dia de armazenamento as goiabas tratadas com óleo essencial a 3% apresentaram valores significativamente superiores na sua acidez (0,38%), quando comparadas com as o controle, inoculadas com fungo e tratadas com fungicida 1%,

0,29%, 0,30% e 0,26%, respectivamente. A partir do 21º dia de armazenamento a acidez dos frutos de todos os tratamentos equiparou-se estatisticamente, indicando que a produção de ácidos orgânicos nos frutos estava estabilizada em todos os tratamentos, assim como a firmeza (tabela 7), uma das principais fontes de ácidos orgânicos durante a pós-colheita (HUBER, 1983).

A tendência da acidez titulável neste experimento está de acordo com o observado por outros autores, indicando que a respiração celular tem influência significativa na acidez das goiabas durante a pós-colheita. Os resultados apresentados também indicam que o tratamento com o óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* não interferiu nos processos que alteram a acidez da goiaba durante a pós-colheita.

3.5. Ratio (SS/AT)

A relação entre SS e AT tem um papel importante na determinação da palatabilidade dos frutos e dos alimentos, já que, ela representa a relação entre a doçura e a acidez dos frutos. Frutos muito doces ou muito ácidos não agradam ao consumidor, transformando a relação equilibrada entre esses dois parâmetros em uma peça importante para o sucesso comercial de uma fruta.

Ao analisar a tabela 10 pode-se notar um incremento significativo no ratio dos frutos no 5º dia de armazenamento, com exceção dos frutos em que houve inoculação do fungo que apresentaram ratio de 49,84 enquanto que os outros tratamentos apresentaram ratio de 69,29, 78,87 e 55,32, controle, tratado com fungicida 1% e tratado com óleo essencial a 3%, respectivamente. O aumento na relação observado no 5º dia de armazenamento esta relacionado ao aumento nos SS pelo qual os frutos passaram e também com a queda na AT observada em todos os tratamentos nesse período.

TABELA 10: Variação Ratio (SS/AT) durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com *C. gloeosporioides* e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de *S. terebinthifolius* a 3%.

Tratamentos	Armazenamento						
	15°C				25°C		
	0 Dias	5 Dias	10 Dias	15 Dias	18 Dias	21 Dias	24 Dias
Controle	42,44 Ba	69,29 Aa	49,68 Ba	50,10 Ba	34,36 Ba	32,89 Ba	40,64 Ba
Inoculado	42,44 Aa	49,84Ab	50,17 Aa	42,22 Aa	33,14 Aa	39,25 Aa	34,14 Aa
Fungicida 1%	42,44 Ba	78,87 Aa	52,37 Ba	38,25 Ba	35,20 Ba	31,05 Ba	34,60 Ba
Óleo Essencial 3%	42,44 Aa	55,32Ab	44,40 Aa	37,28 Ba	25,07 Ba	31,90 Ba	27,51 Ba
CV.	27,81%						

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Dentre os frutos analisados os que foram inoculados com fungo apresentaram as menores variações na relação SS/AT não havendo diferença estatística em nenhum dos períodos de análise deste tratamento. Os frutos que foram tratados com fungicida apresentaram as maiores variações no ratio com picos de 78,87 e 31,05 aos 5 dias de armazenamento e 21 dias de armazenamento, respectivamente. Os frutos inoculados com o fungo apresentaram uma variação menor no seu ratio porque durante o período de armazenamento estes apresentaram as menores variações na quantidade de SS e também a AT.

No 18º dia de armazenamento verificou-se uma queda significativa no ratio entre os SS e AT, principalmente nas goiabas tratadas com óleo essencial a 3%, apresentando ratio de 25,07. A queda progressiva no Ratio a partir do 10º dia de armazenamento está relacionada com a elevação na AT dos frutos que foi observada a partir desse período (Tabela 9) e pela manutenção constante nos teores de SS dos frutos durante a maior parte do armazenamento (Tabela 8).

Neste experimento verificaram-se resultados contrários aos observados por Cavalini (2004) e Azzolini et al. (2004a), que constataram uma elevação no Ratio de goiabas cv. “Paluma”, “Kumaguai” e “Pedro Sato” quando foram feitas comparações entre os frutos colhidos fisiologicamente maduros e os frutos colhidos em estágio de maturação completa.

No final do armazenamento as goiabas tratadas com óleo essencial a 3% apresentaram os menores valores de ratio (27,51), valores estes que não diferiram estatisticamente dos observados nos demais tratamentos. Tais valores ocorreram devido à queda na quantidade de sólidos solúveis e a elevação da acidez das frutas observada no final do armazenamento, indicando que as goiabas poderiam estar entrando em senescência.

Como observado anteriormente por outros autores a relação SS/AT menor é um indicativo de que os frutos têm um sabor mais ácido, com isso podemos notar que os frutos inoculados com o fungo apresentaram uma acidez maior que os demais frutos durante todo o período de armazenamento indicando assim que o *C. gloeosporioides* pode ter relação direta com a quantidade de ácidos livres na célula

3.6. pH

O pH, potencial hidrogeniônico ou potencial hidrogênio iônico, é um índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer e o seu está

diretamente relacionado com a quantidade de íons hidrogênio de uma solução. A escala do pH pode variar de 0 até 14, o pH menor que 7 indica que tal substância é ácida, pH maior que 7 indica que a substância é básica e substância com pH 7 indica que ela é neutra.

Observou-se na tabela 11 que passados 5 dias de armazenamento houve uma queda significativa no pH de todos os frutos analisados, passando de 4,23 para 3,82, 3,80, 3,83 e 3,84 nos tratamentos controle, frutos inoculados com fungo, frutos tratados com fungicida e frutos tratados com óleo essencial, respectivamente.

A redução do pH no início do armazenamento pode estar associada a liberação de ácidos orgânicos como, por exemplo, o ácido poligalacturônico, no meio intra celular decorrente do processo de quebra da parede celular e conseqüente amolecimento dos frutos (Tabela 7). O produto final da degradação da parede celular são os ácidos orgânicos, contudo os radicais metil (CH_3^-) liberados durante tal processo podem favorecer a alteração do pH. Tal redução no pH de goiabas durante a pós colheita também foi observada por Wener et al. (2009) com goiabas “Cortibel”, que após 12 dias de armazenamento a 22°C, registrou um pH de 3,77 enquanto que no início do armazenamento o pH das goiabas era de 3,88.

TABELA 11: Variação valores de pH durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com *C. gloeosporioides* e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de *S. terebinthifolius* a 3%.

Tratamentos	Armazenamento						
	15°C				25°C		
	0 Dias	5 Dias	10 Dias	15 Dias	18 Dias	21 Dias	24 Dias
Controle	4,23Aa	3,82 Ba	3,94 Ba	3,92 Ba	3,93 Ba	4,00 Ba	3,99 Ba
Inoculado	4,23Aa	3,80 Ba	3,65 Cb	3,85 Ba	3,89 Ba	3,80 Bb	3,92 Ba
Fungicida 1%	4,23Aa	3,83 Ca	3,87 Ca	3,81 Ca	3,91 Ca	3,88 Cb	4,03 Ba
Óleo Essencial 3%	4,23Aa	3,84 Ca	3,90 Ca	3,86 Ca	3,90 Ca	4,05 Ba	3,97 Ca
CV.	2,12%						

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Após o 5° dia de armazenamento observou-se uma ligeira estabilização do pH em todos tratamentos, provavelmente em função da manutenção da firmeza (Tabela 7), não havendo produção de ácidos orgânicos e radicais metil.

No 21° dia de armazenamento as goiabas do controle e as goiabas tratadas com óleo essencial apresentaram um pH estatisticamente superior ao apresentado pelos

frutos dos demais tratamentos 4,00 e 4,05 enquanto que os frutos inoculados com o fungo e os tratados com fungicida apresentaram pH de 3,80 e 3,81, respectivamente.

Durante o período de armazenamento observou-se que as goiabas tratadas com óleo essencial 3% apresentaram pH estatisticamente igual ao observado nas frutas do tratamento controle, indicando que o óleo essencial não interferiu no meio intracelular das goiabas possibilitando que estas completassem a sua maturação. Enquanto estudavam os compostos voláteis e não voláteis de goiabas de polpa branca nos seus diversos estágios de maturação Soares et al. (2007), também observaram que não houveram alterações significativas no pH das goiabas durante as fases de maturação. Indicando uma possível manutenção nas quantidades de ácidos orgânicos indissociáveis nos vacúolos dos frutos durante a maturação.

Ao se observar os valores de pH nas goiabas, nota-se que a queda ocorrida em todos os tratamentos ao longo do armazenamento pode estar relacionada à liberação de ácidos orgânicos existentes no vacúolo das células em decorrência da degradação das mesmas ao logo da maturação das goiabas. A manutenção constante dos valores de pH após a queda a partir do 5º dia de armazenamento indica que mesmo com a liberação de mais ácidos orgânicos nas células estes são consumidos constantemente na respiração celular.

3.7. Vitamina C

A vitamina C tem papel muito importante na saúde humana, nas frutas a vitamina C é encontrada predominantemente na forma de ácido ascórbico

Na tabela 12, observou-se que os teores de vitamina C das goiabas aumentaram significativamente no 5º dia de armazenamento nos frutos inoculados com o *C. gloeosporioides* e nos frutos que foram tratados com fungicida na concentração de 1%, passando de 30,95mg.100g polpa⁻¹ no início do armazenamento para 64,28mg.100g polpa⁻¹ nos frutos não tratados com fungicida e 54,76mg.100g polpa⁻¹ nos frutos que foram tratados com fungicida. Em goiabas cv. Kumagai Cerqueira et al. (2011), observaram um incremento significativo nos teores de vitamina C após 8 dias de armazenamento a 22 °C, passando de 115,17mg.100g polpa⁻¹ no início do armazenamento para 149,15 mg.100g polpa⁻¹ passados 8 dias.

TABELA 12: Variação nos teores de Vitamina C durante a pós-colheita de goiabas inoculadas com *C. gloeosporioides* e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de *S. terebinthifolius* a 3%.

Tratamentos	Período de Armazenamento						
	15°C				25°C		
	0 Dias	5 Dias	10 Dias	15 Dias	18 Dias	21 Dias	24 Dias
Controle	30,95Aa	47,62 Aa	52,38 Aa	40,47 Aa	54,76 Aa	45,24 Aa	50,00 Aa
Inoculado	30,95 Ba	64,28 Aa	64,28 Aa	52,38 Aa	61,90 Aa	54,76 Aa	64,28 Aa
Fungicida 1%	30,95 Ba	54,76 Aa	40,47 Ba	50,00 Aa	66,66 Aa	47,62 Aa	50,00 Aa
Óleo Essencial 3%	30,95 Ba	38,09 Ba	52,38 Aa	50,00 Aa	64,28 Aa	45,24 Ba	42,85 Ba
CV.	22,5%						

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Observou-se no trabalho em questão que os teores de vitamina C estão abaixo dos encontrados na literatura (Cavalini, 2004). Segundo Mercado-Silva (1998), um dos precursores diretos do ácido ascórbico é a glicose 6-fosfato e de acordo com o observado nos SS (Tabela 8), não houve decréscimos dos mesmos indicando a baixa conversão destes em vitamina C.

Durante o armazenamento as goiabas tratadas com óleo essencial a 3% apresentaram elevação significativa nos teores de vitamina C a partir do 10º dia de armazenamento, com 52,38mg.100g polpa⁻¹. A partir do 21º dia de armazenamento as goiabas tratadas com óleo de *S. terebinthifolius* apresentaram queda nas quantidades de ácido ascórbico chegando aos teores mínimos de 42,85mg.100g polpa⁻¹ no final do armazenamento, valor este numericamente inferior ao observado nos demais tratamentos. Bashir et al. (2003), observaram que após o pico climatérico há uma queda drástica nas quantidades de ácido ascórbico nas goiabas. Queda esta que segundo Toker (1993), é decorrente da oxidação de diversos ácidos com conseqüente redução do teor de ácido ascórbico, indicando a senescência do fruto.

Queda também observado por Cavalini (2004), que estudando os índices de maturação de goiabas cv. “Paluma” constatou um crescimento nos teores de vitamina C dos frutos durante a sua pós-colheita e uma queda drástica nas quantidades de ácido ascórbico quando os frutos entraram em senescência.

O aumento da acidez dos frutos durante o armazenamento, como observado na tabela 9, pode estar diretamente relacionado ao aumento da vitamina C, uma vez que, esta é encontrada na goiaba na forma de ácido ascórbico. A elevação nos teores de vitamina C durante a pós-colheita da goiaba pode ter relação com a síntese do o ácido

ascórbico a partir de açúcares disponibilizados durante a respiração celular. Como verificado por Smirnoff et al. (2001), onde a degradação de polissacarídeos da parede celular possivelmente resulta em um aumento da galactose, um dos outros precursores da biossíntese do ácido ascórbico.

Ao longo do experimento não foi observada diferença estatística entre os tratamentos, indicando que estes não interferiram na síntese de vitamina C das goiabas. Contudo as goiabas tratadas com óleo essencial apresentaram redução nos teores de vitamina C no final do armazenamento, indicando que estas poderiam estar entrando em senescência segundo este atributo.

3.8. Cor da Casca

A coloração da casca é um atributo muito utilizado na determinação do ponto de colheita de vários frutos tropicais, entre eles a goiaba. Na goiaba cv. “Paluma” a variação na coloração da casca acompanha a maturação do fruto, sendo utilizada como parâmetro para identificar a maturação fisiológica das mesmas. Quando a cor dos frutos é analisada através de métodos objetivos se obtém valores de L^* que indica a luminosidade do fruto que varia de 0° a 90° , valores de C^* indica a saturação ou intensidade das cores nos frutos variando de 0° a 180° e valores de h° indica a posição relativa da cor com valores em graus e correspondentes ao diagrama tridimensional de cores 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul).

Observando a figura 11, verificou-se que até o 18º dia de armazenamento houve incremento nos valores de L^* em todos os tratamentos, passando de $56,66^\circ$ de luminosidade no início do armazenamento para aproximadamente $72,00^\circ$, indicando que neste período os frutos encontravam-se com maior brilho. No 24º dia de armazenamento o brilho dos frutos tratados com óleo essencial 3% e inoculados com fungo apresentaram decréscimo significativo com relação aos demais tratamentos. Provavelmente essa perda de brilho seja consequência da elevada perda de massa fresca observada nos frutos destes tratamentos nesse mesmo período (tabela 6).

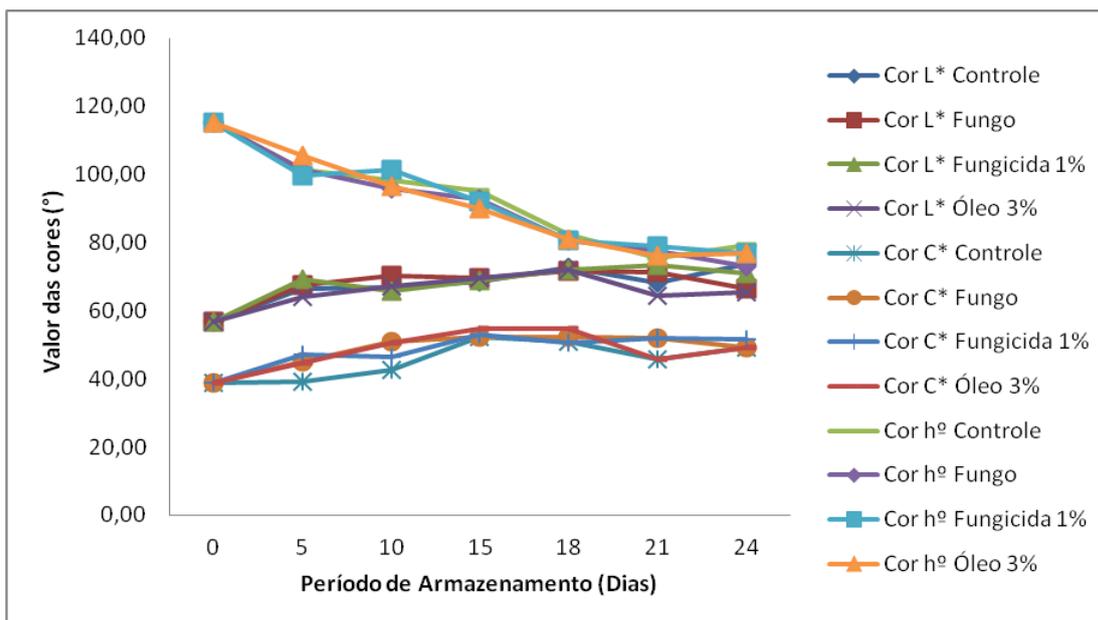


FIGURA 11: Variação nos ângulos de cor L^* C^* e h° na casca de goiabas durante a pós-colheita em frutos inoculados com *Colletotrichum gloeosporioides* e tratados com fungicida a 1% e óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* a 3%.

Constatou-se uma elevação nos valores de C^* nos frutos do tratamento controle a partir do 15º dia de armazenamento, enquanto que para os frutos inoculados com fungo e tratados com óleo essencial 3% apresentaram tal elevação a partir do 10º dia de armazenamento, já os frutos tratados com fungicida apresentaram elevação nos valores de C^* a partir do 5º dia de armazenamento. Nos demais dias de armazenamento houve estabilização nos valores de L^* e C^* em todos os tratamentos analisados.

Ainda analisando a figura 11, observou-se que até o 18º dia de armazenamento houve queda significativa nos valores de cor (h°) em todos os tratamentos analisados, com as goiabas passando da coloração verde-claro ($115^\circ hue$) até o amarelo ($81^\circ hue$). A partir do 21º dia de armazenamento o decréscimo na coloração hue dos frutos foi bastante sutil, apresentando valores de até $75^\circ h$ no final do armazenamento.

Essa variação na coloração dos frutos durante todo o período de armazenamento era esperada. A mudança na coloração da casca desta cultivar de goiabas é comum e atribuída a degradação de clorofila das células da epiderme do fruto e a síntese de carotenóides pelo mesmo. Degradação esta que muitas vezes ocorre como consequência do processo respiratório do fruto, enquanto que a síntese de carotenóides está relacionada com o processo natural de amadurecimento das goiabas. Assim Azzolini et al. (2004a), também observaram uma variação na coloração da casca de goiabas cv. “Pedro Sato” passando de verde para amarelo, indicando a degradação de clorofila da casca e o completo amadurecimento do fruto ao longo do período de pós-colheita.

Durante o armazenamento as goiabas tratadas com óleo essencial a 3% apresentaram o mesmo padrão de mudança na coloração da casca observado nas goiabas dos demais tratamentos, indicando que o óleo essencial de *S. terebinthifolius* não alterou as reações químicas que ocorrem na casca das goiabas durante a pós-colheita. Oposto do que ocorre com aplicação de 1-MCP como observado por Bassetto et al. (2005), onde a aplicação do produto retardou significativamente a mudança na coloração da casca dos frutos e conseqüentemente o seu amadurecimento, uma vez que o 1-MCP, quando aplicado de forma correta, impede a ação do etileno, retardando o amadurecimento do fruto.

Os resultados observados indicam que os tratamentos não interferem nas reações químicas que levam à mudança na coloração da casca dos frutos ao longo do armazenamento. Desta forma constatou-se que os tratamentos utilizados no experimento, incluindo o óleo essencial 3% não alteraram a evolução do ciclo do etileno, conseqüentemente não alterando a degradação da clorofila da casca dos frutos durante o armazenamento tanto a 15°C quanto a 25°C.

3.9. Cor da Polpa

A coloração da polpa das goiabas cv. “Paluma” varia bastante durante o processo de maturação, sendo utilizada como um dos indicativos para determinar a maturação das mesmas.

Observando a figura 12, nota-se uma queda significativa nos valores de L^* na coloração da polpa das goiabas dos tratamentos controle, inoculados com fungo e tratados com fungicida 1% partir do 18º dia de armazenamento passando de 65º para 53º, valores estes que se mantiveram constantes até o final do armazenamento dos frutos. Contrariando esta tendência as goiabas tratadas com óleo essencial 3% mantiveram valores de L^* constantes durante todo o período de armazenamento.

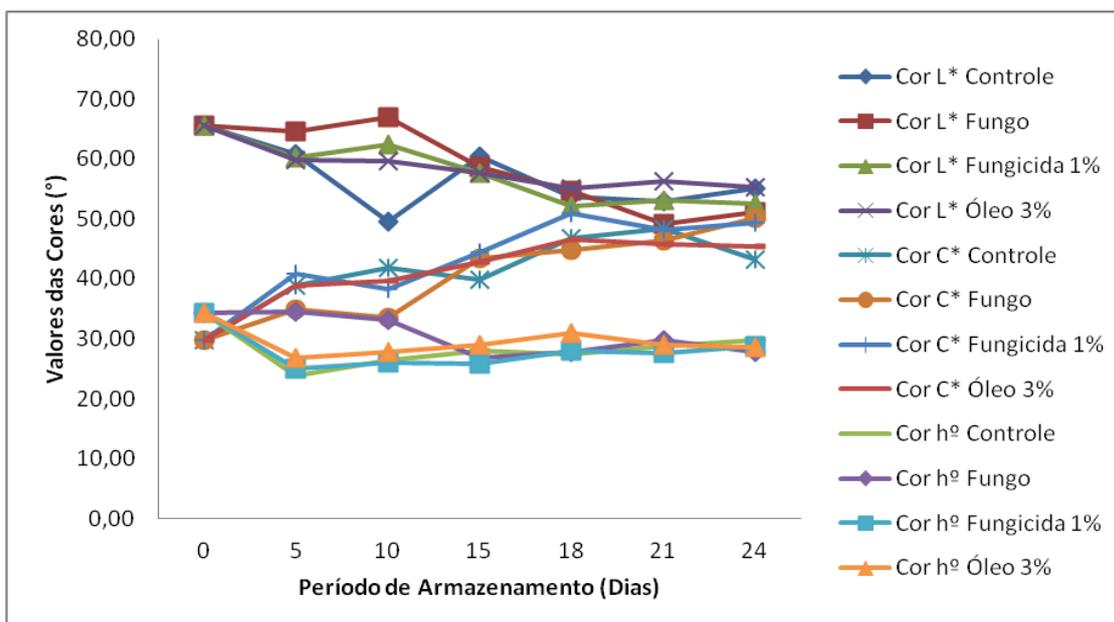


FIGURA 12: Variação nos ângulos de cor L^* , C^* e h° na casca de goiabas durante a pós-colheita em frutos inoculados com *Colletotrichum gloeosporioides* e tratados com fungicida a 1% e óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* a 3%.

Observando as variações que ocorreram na coloração (h°) da polpa dos frutos pode-se notar que a partir do 5º dia de armazenamento os frutos dos tratamentos controle, tratados com fungicida 1% e tratados com óleo essencial 3%, já haviam passado da coloração amarelada para rosa com valores, respectivamente, de 34,42º e de aproximadamente 25º hue. Contudo os frutos que foram inoculados com fungo tiveram a coloração de sua polpa constante até o 15º dia de armazenamento, quando passaram a apresentar coloração rosa com ângulo de cor de aproximadamente 26º hue.

Analisando-se a figura 12, notou-se que a partir do 5º dia de armazenamento houve um incremento significativo no *Chroma* das goiabas de todos os tratamentos passando de 29,82º no início do armazenamento para aproximadamente 38,87º no 5º dia de armazenamento. A elevação no *Chroma* dos frutos ocorreu até o 18º dia de armazenamento quando os frutos apresentavam chromaticidade de 46,75º que permaneceu constante até o final do armazenamento. Fato também observado por Azzolini et al. (2004b), que estudando a pós-colheita de goiabas “Pedro Sato” em diversos estádios de maturação perceberam que quanto mais maduro o fruto maior era a chromaticidade de sua polpa, resultando em coloração rosa intensa na polpa dos frutos.

Os resultados apresentados indicam que o armazenamento em baixa temperatura (15 °C) associado aos diversos tratamentos não interferiram na síntese de compostos orgânicos comum na pós-colheita de frutos climatérios. A intensificação no Chroma e a mudança da coloração da polpa das goiabas estão ligados às diversas mudanças

fisiológicas que ocorrem no interior das goiabas como, por exemplo, na produção de carotenóides, responsáveis pela coloração rosa da polpa das goiabas, a partir de ácidos orgânicos liberados no meio celular após a quebra de substâncias pécnicas da parede celular dos frutos.

Com os resultados obtidos observou-se que os diversos tratamentos utilizados no experimento não interferiram na mudança de coloração da polpa das goiabas e que após 24 dias de armazenamento (15 dias a 15 °C e 9 dias a 25 °C) a intensidade observada na coloração da polpa indicou que os frutos estavam completamente maduros.

3.10. Diâmetro das Lesões.

O diâmetro das lesões causadas pelo fungo *C. gloeosporioides* indica a severidade da doença sobre as goiabas e também é utilizado como parâmetro para determinar a eficiência dos tratamentos aos quais as goiabas foram submetidas.

Observando-se a tabela 13, nota-se que não houve desenvolvimento do fungo *C. gloeosporioides* em nenhum dos tratamentos analisados durante todo o tempo em que as goiabas passaram acondicionadas a 15 °C. As lesões características da antracnose surgiram nos frutos inoculados com o fungo e nos frutos tratados com fungicida a partir do 18º dia de armazenamento quando as goiabas já estavam acondicionadas a três dias em temperatura ambiente (25 °C) com diâmetros de 0,6cm e 0,5cm respectivamente.

TABELA 13: Diâmetro de lesões causadas por *C. gloeosporioides* durante a pós-colheita de goiabas tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de *S. terebinthifolius* a 3%.

Tratamentos	Período de Armazenamento						
	15°C				25°C		
	0 Dias	5 Dias	10 Dias	15 Dias	18 Dias	21 Dias	24 Dias
Controle	0,00 Aa	0,00Aa	0,00 aA	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00Ac	0,00 Ac
Inoculado	0,00 Da	0,00Da	0,00 Da	0,00 Da	0,60 Ca	1,48Ba	1,91 Aa
Fungicida 1%	0,00 Da	0,00Da	0,00 Da	0,00 Da	0,50 Ca	0,90Bb	1,28 Ab
Óleo Essencial 3%	0,00 Ca	0,00Ca	0,00 Ca	0,00 Ca	0,00 Cb	1,13Bb	2,05 Aa
CV.	53,05%						

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

O fungo causador da antracnose é bastante sensível a baixas temperaturas, ficando latente enquanto o meio em que se encontra não apresenta uma temperatura favorável para o seu desenvolvimento (JUNQUEIRA et al., 2001). Esta característica de *C. gloeosporioides* associada ao fato de que as goiabas ainda não estavam

completamente maduras enquanto se encontravam acondicionadas em baixa temperatura influenciou diretamente na ausência de lesões de antracnose enquanto os frutos encontravam-se acondicionados a 15 °C.

A partir do 21º dia de armazenamento todos os tratamentos onde foi feita inoculação do fungo apresentaram sintomas da antracnose, sendo que os frutos onde foi feita a inoculação do fungo apresentaram lesões com diâmetros estatisticamente maiores que as lesões dos demais frutos, 1,48cm de lesão enquanto que os frutos tratados com fungicida a 1% e com óleo essencial a 3% apresentaram lesões de 0,9cm e 1,13cm respectivamente não diferiram estatisticamente entre si.

Quando o fungo encontrou condições propícias para o seu desenvolvimento os frutos passaram a apresentar as lesões características da antracnose. Os frutos que foram tratados com fungicida apresentaram lesões na mesma época em que os frutos não tratados muito provavelmente porque passados 18 dias da aplicação do fungicida o mesmo pode ter perdido seu poder de ação. Já os frutos tratados com óleo essencial apresentaram sintomas da antracnose a partir do 21º dia de armazenamento provavelmente porque a partir desse o óleo de aroeira da praia já havia volatilizado completamente permitindo o desenvolvimento da doença, fato também observado por Simões & Spitzer (2004), que atribuem a redução na ação fungitóxica dos óleos essenciais a sua natureza volátil.

Assim como observado no experimento atual, Garcia et al. (2008) e Molina et al (2008), notaram que o óleo essencial e os constituintes majoritários de diversas plantas controlaram em mais de 50% a infecção causada pelo fungo *C. gloeosporioides* durante a pós-colheita de mamão, indicando que os compostos obtidos a partir de plantas têm grande potencial no controle da antracnose na pós-colheita de frutos.

Passados 24 dias de armazenamento os frutos tratados com óleo essencial e os frutos inoculados com o fungo apresentaram lesões de tamanho similares 2,05cm e 1,91cm, respectivamente enquanto que os frutos tratados com fungicida apresentaram lesões estatisticamente menores com tamanho de 1,28cm.

Estudando a ação de óleos essenciais contra agentes fitopatogênicos Anaruma et al. (2010) e Molina et al. (2008), constataram que altas doses dos óleos podem ser prejudiciais pois, podem provocar fitotoxidez nos frutos ocasionando manchas na superfície do mesmo e facilitando a ação dos agentes fitopatogênicos. O elevado diâmetro das lesões encontradas nas goiabas tratadas com óleo essencial no final do

experimento pode ser consequência dessa interação entre o óleo essencial de *S. terebinthifolius* e a superfície externa das goiabas.

Como observado por outros autores e confirmado no experimento atual os óleos essenciais de plantas apresentam grande potencial no controle do *C. gloeosporioides* durante a pós-colheita. O óleo de *S. terebinthifolius* apresentou controle efetivo do fungo até o momento da volatilização dos seus componentes com capacidade fungitóxica, contudo, a possibilidade de fitotoxicidade causada por altas concentrações do óleo pode ser um entrave para a sua utilização comercial.

3.11. Prolina

A prolina é um metabólito secundário produzido pelas plantas quando estas se encontram em situações de estresse e que é muitas vezes relacionado a perda de água ou ao ataque de pragas e doenças, também relacionada com a osmorregulação das células durante o período de estresse.

Durante o armazenamento das goiabas observou-se tendência de crescimento nos teores de prolina para todos os tratamentos a partir do 5º dia de armazenamento, como pode-se observar na figura 13. Nos tratamentos controle e inoculado com fungo essa tendência manteve-se até o 10º dia de armazenamento, enquanto que nos frutos tratados com fungicida 1% ela foi observada até o 15º dia de armazenamento. Contudo nos frutos tratados com óleo essencial 3% a elevação nos teores de prolina ocorreu durante todo o período de armazenamento.

O acúmulo de prolina nas goiabas durante a pós-colheita pode ter sido desencadeado inicialmente pela perda de água sofrida pelo fruto, como uma forma de manterem a sua osmorregularidade frente à perda de água. Durante o amadurecimento dos frutos o processo respiratório também pode ter estimulado a formação de prolina como reserva de carbono e nitrogênio. Delauney & Verna (1993), observaram que a prolina pode ser produzida por bactérias, fungos e plantas quando estes se encontram em situação de estresse biótico ou abiótico. Fato também observado por Sánchez et al. (2002) e Verbruggen & Hermans (2008), que além disso, notaram que as plantas podem acumular este metabólito secundário como fonte de carbono e nitrogênio para uma possível recuperação após o processo de estresse.

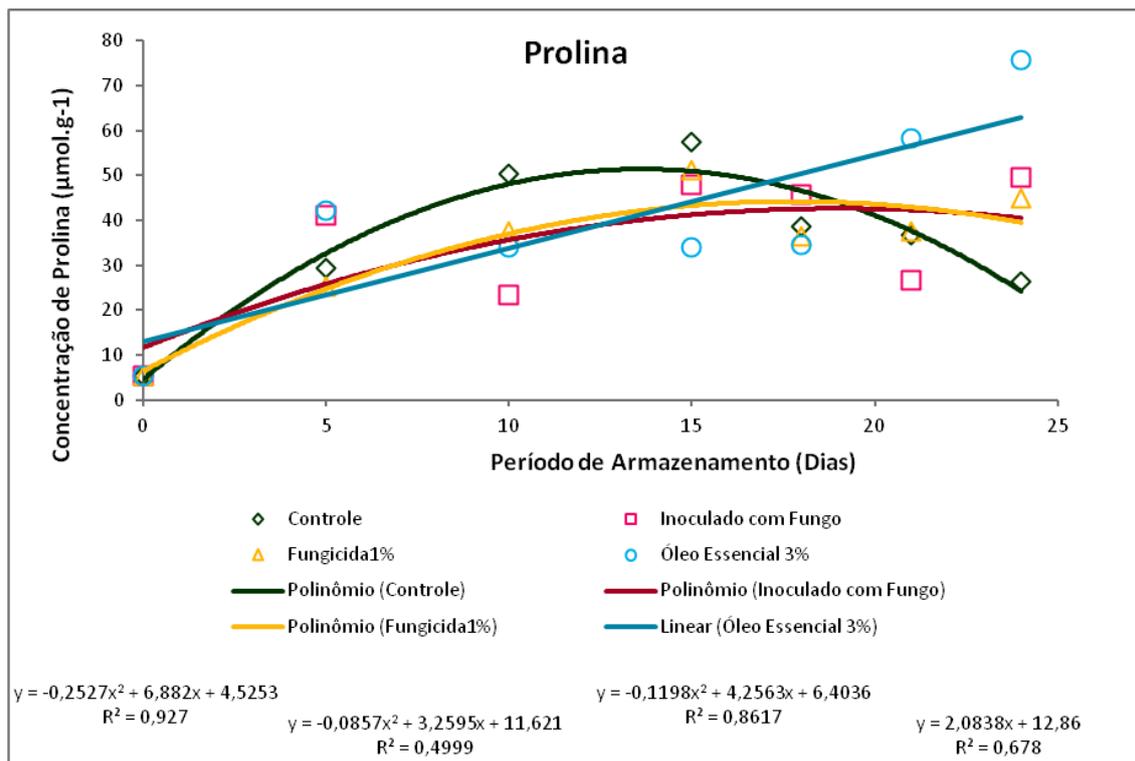


FIGURA 13: Acúmulo de prolina livre em goiabas inoculadas *Colletotrichum gloeosporioides* durante a pós-colheita e tratadas com fungicida a 1% e óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* a 3%.

No 24º dia de armazenamento verificou-se que o teor de prolina nos frutos tratados com óleo essencial a 3% apresentaram seus valores máximos, 74,60 μmol .g de polpa⁻¹, valores estes que diferiram estatisticamente dos observados anteriormente neste tratamento.

A elevada quantidade de prolina nas goiabas tratadas com óleo essencial durante todo o armazenamento pode ser explicada pela aplicação do próprio óleo nos frutos, já que, em estudos sobre a indução de fitoalexinas em cotilédones de soja Mazaro et al. (2008), observaram que os óleos essenciais têm grande potencial de induzir a produção de metabolitos secundários e compostos elicitores em plantas. Desta forma o óleo essencial, devido a sua composição e a sua alta concentração, pode ter estimulado a produção e o acúmulo de prolina nas goiabas.

Nos frutos inoculados houve elevação significativa na quantidade de prolina no final do armazenamento, passando de 26,59 μmol .g de polpa⁻¹ no 21º dia de armazenamento para 49,51 μmol .g de polpa⁻¹ no 24º dia de armazenamento.

Uma explicação para esta elevação nos teores de prolina nas goiabas é que a partir do 18º de armazenamento o fungo *C. gloeosporioides* apresentou sintomas de infecção nos frutos tendo seu desenvolvimento intensificado no 21º de armazenamento

(Tabela 13), tanto nos frutos inoculados com o fungo quanto nos tratados com óleo essencial a 3% e nos frutos tratados com fungicida a 1%. Como relatado anteriormente por Delauney & Verna (1993), a prolina é um metabólito secundário que pode ser produzido por plantas quando estas se encontram em situação de estresse biótico ou abiótico como, por exemplo, quando os frutos são atacados por fungos ou quando passam por um período de restrição hídrica.

Ainda no 24º dia de armazenamento os frutos do tratamento controle apresentaram queda significativa nas quantidades de prolina livre, passando de 36,78 μmols de prolina.g de polpa⁻¹ no 21º dia de armazenamento para 26,42 μmols de prolina.g de polpa⁻¹ no final do armazenamento. Esta redução nas quantidades de prolina pode ser em função transporte deste aminoácido para as sementes das goiabas, uma vez que esses frutos já se encontravam completamente maduros e que o acúmulo dele nas sementes poderia ser essencial para a germinação das mesmas.

Também sobre a queda do teor de prolina Lehman et al. (2010), observaram que órgãos e tecidos com grande potencial de multiplicação celular como, por exemplo, tecidos meristemáticos, grãos de pólen e sementes, apresentam uma elevada capacidade de acumular prolina e que as plantas podem transportar a prolina anteriormente produzida para regiões onde não há grande capacidade de síntese deste aminoácido.

4. CONCLUSÕES

- O óleo essencial de *S. terebinthifolius* na concentração de 3% inibiu o crescimento de *Colletotrichum* spp. até o 18º dia de armazenamento enquanto que o fungicida inibiu o crescimento do fungo até o 15º dia de armazenamento;
- O armazenamento e o óleo essencial de *S. terebinthifolius* não interferiram nas características organolépticas das goiabas durante 24 dias, apenas maior perda de massa fresca no final do período de armazenamento;
- Verificou-se relação direta entre perda de massa fresca pelos frutos e acúmulo de prolina;
- A aplicação do óleo essencial de *S. terebinthifolius* a 3% induziu o acúmulo de prolina nas goiabas;
- O ataque fúngico influenciou a produção de prolina, como observado nos frutos inoculados com o fungo e tratados com fungicida;

- Foi comprovado o acúmulo de prolina nas goiabas durante a pós-colheita, sendo necessários outros trabalhos para a completa compreensão de quais fatores interferem diretamente no acúmulo deste aminoácido durante a pós-colheita.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANARUMA, N. D.; SCHMIDT, F. L.; DUARTE, M. C. T.; FIGUEIRA, G. M.; DELARMELINA, C.; BENATO, E. A.; SARTORATTO, A. Control of *Colletotrichum gloeosporioides* (penz.) Sacc. in Yellow Passion Fruit Using *Cymbopogon citratus* Essential Oil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.41, p. 66-73. 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Official Methods of Analysis of AOAC International. **Food Composition, Additives, Natural Contaminants**. S.L. AOAC International, c. 37, p. 1-23, 1995.

AZZOLINI, M. Fisiologia Pós-Colheita de Goiabas ‘Pedro Sato’: Estádios de Maturação e Padrão Respiratório. 100p. **Dissertação**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba. 2002.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F. Estádios de Maturação e Qualidade Pós-Colheita de Goiabas “Pedro Sato”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 29-31, 2004a.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para Avaliar a Qualidade Pós-Colheita de Goiabas em Diferentes Estádios de Maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.39, n.2, p.139-145, 2004b

BASHIR, H. A.; BAKR, A. A.; GOUKH, A. Compositional Changes During Guava Fruit Ripening. **Food Chemistry**, v. 80, p. 557–563, 2003.

BASSETO, E.; JACOMINO, A. P.; PINHEIRO, A. L.; KLUGE, R. A. Delay of Ripening of “Pedro Sato” Guava with 1-Methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, p. 303–308, 2005

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid Determination of Free Proline for Water-Stress Studies. **Plant and Soil**, v. 39, p. 205-207, 1973.

BRODY, A. L. **Envasado de Alimentos en Atmosferas Controladas, Modificadas y Vacio**. Zaragoza: Acribia, 220p. 1996.

CAVALINI, F. C. Índices de Maturação, Ponto de Colheita e Padrão Respiratório de Goiabas “Kumagai” e “Paluma”. 69p. **Dissertação**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba. 2004.

CERQUEIRA, T. S. Recobrimentos Comestíveis em Goiabas cv. “Kumagai”. 69p. **Dissertação**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba. 2007.

CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P.; SASAKI, F. F.; ALLEONI, A. C. C. Recobrimento de Goiabas com Filmes Protéicos e Quitosana. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p.216-221, 2011.

DELAUNEY, A. J.; VERMA, D. P. S. Proline Biosynthesis and Osmoregulation in Plants. **The Plant Journal**, v. 4, n. 2, p. 215-223, 1993

EL-BULK, R. E.; BABIKER, EL-F. E.; EL-TINAY, A. H. Changes in Chemical Composition of Guava Fruits During Development and Ripening. **Food Chemistry**, v. 59, n. 3, p. 395-399, 1997

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 5. 0. In: **Reunião Anual Da Região Brasileira Da Sociedade Internacional De Biometria**, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, p.255-258, 2000.

GARCIA, R.; ALVES, E. S. S.; SANTOS, M. P.; AQUIJE, G. M. F. V.; FERNANDES, A. A. R.; SANTOS, R. B.; VENTURA, J. A.; FERNANDES, P. M. B. Antimicrobial Activity and Potential use of Monoterpenes as Tropical Fruits Preservatives. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 39, p. 163-168, 2008

HUBER, D. J. The Role of Cell-Wall Hydrolases in Fruit Softening. **Horticultural Review**. Wetsport, CT: AVI, p. 619, 1983.

JACOMINO, A. P. Conservação de Goiabas “Kumagai” em Diferentes Temperaturas e Materiais de Embalagem. **Tese (Doutorado)** – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade Estadual de São Paulo. Piracicaba, 90p. 1999.

JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. V. M.; PEREIRA, M.; LIMA, M. M.; CHAVES, R. C. **Doenças da Goiabeira no Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados. (Circular Técnica, 15) 32p. 2001.

LEHMANN, S.; FUNCK, D.; SZABADOS, L. Proline Metabolism and Transport in Plant Development. **Amino Acids**, v. 39, p. 949-962, 2010.

LINHARES, L. A.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A.D. Transformações Químicas, Físicas e Enzimáticas de Goiabas “Pedro Sato” Tratadas na Pós Colheita com Cloreto de Cálcio e 1-Metilciclopropano e Armazenadas sob Refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 829-841, 2007.

MAQBOOL, M.; ALI, A.; ALDERSON; P. G.; MOHAMED, M. T. M. SIDDIQUI, Y.; ZAHID, N. Postharvest Application of Gun Arabic and Essential Oil for Controlling Anthracnose and Quality of Banana and Papaya During Cold Storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 62, p. 71–76, 2011.

MAZARO, S. M.; CITADIN, I.; GOUVÊA, A.; LUCKMANN, D.; GUIMARÃES, S. S. Indução de Fitoalexinas em Cotilédones de Soja em Resposta a Derivados de Folhas de Pitangueira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1824-1829, 2008.

MERCADO-SILVA, E.; BENITO-BAUTISTA, P. GARCIA-VELASCO, M. A. Fruit Development, Harvest Index and Ripening Changes of Guavas Produced in Central Mexico. **Postharvest Biology and Technology**, v.13, p. 143-150, 1998.

MIN, Ministério da Integração Nacional. Goiaba. **FrutiSéries**. Distrito Federal, n. 1, 8p. 2001.

MOLINA, E. B.; JESÚS, E. R.; BAÑOS, S. B.; CALVO, J. R. V.; LÓPEZ, J. M. Inhibitory Effect of Essential Oils Against *Colletotrichum gloeosporioides* and *Rhizopus stolonifer* in Stored Papaya Fruit and their Possible Application in Coatings. **Postharvest Biology and Technology**, v. 57, p. 132–137, 2010

PEREIRA, T.; CARLOS, L. A.; OLIVEIRA, J. G.; MONTEIRO, A. R. Características Físicas e Químicas de Goiaba cv. Cortibel (*Psidium guajava*) Estocadas sob Refrigeração em Filmes X-Tend. **Revista de Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n. 1, p. 11-16, 2005.

PEREIRA, T.; CARLOS, L. A.; OLIVEIRA, J. G.; MONTEIRO, A. R. Influência das Condições de Armazenamento nas Características Físicas e Químicas de Goiaba (*Psidium guajava*), cv. Cortibel de Polpa Branca. **Revista Ceres**, v. 53, n. 306, p. 276-284, 2006.

RIBEIRO, V. G.; ASSIS, J. S.; SILVA, F. F.; SIQUEIRA, P. P. X.; VILARONGA, C. P. P. Armazenamento de Goiabas ‘Paluma’ sob Refrigeração e em Condição Ambiente, com e sem Tratamento com Cera de Carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 203-206, 2005.

SÁNCHEZ, E.; RUIZ, J. M.; ROMERO, L. Proline Metabolism in Response to Nitrogen Toxicity in Fruit of French Bean Plants (*Phaseolus vulgaris* L. cv Strike). **Scientia Horticulturae**, v. 93, p. 225-233, 2002.

SILVA, L. V.; CONSTANCIO, S. C. M.; MENDES, M. F.; COELHO, G. L. V. Extração do Óleo Essencial de Pimenta Rosa (*Schinus molle*) Utilizando Hidrodestilação e Soxhlet. **VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**, Unicamp, 7p. 2005.

SIMÕES, C. M. O. & SPITZER, V. Óleos voláteis. In: **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5º ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/ Editora da UFSC, p. 467-496. 2004.

SINGH, S. P.; PAL, R. K. Controlled Atmosphere Storage of Guava (*Psidium guajava* L.) Fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, p. 296-306, 2008a.

SINGH, S. P.; PAL, R. K. Response of Climateric-Type Guava (*Psidium guajava* L.) to Postharvest Treatment with 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, p. 307-314, 2008b.

SMIRNOFF, N.; CONKLIN, P.; LOEWUS, F. A. Biosynthesis of Ascorbic Acid in Plants: A Renaissance. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 52, p. 437-467, 2001.

SOARES, F. D.; PEREIRA, T.; MARQUES, M. O. M.; MONTEIRO, A. R. Volatile and Non-Volatile Chemical Composition of the White Guava Fruit (*Psidium guajava*) at Different Stages of Maturity. **Food Chemistry**, v. 100, p. 15-21, 2007.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, p. 2-51. 1993.

VERBRUGGEN, N.; HERMANS, C. Proline Accumulation in Plants: A Review. **Amino acids**, v. 35, p. 753-759, 2008.

WENER, E. T.; OLIVEIRA JR., L. F. G.; BONA, A. P.; CAVATI, B.; GOMES, T. D. U. H. Efeito do Cloreto de Cálcio na Pós-Colheita de Goiaba Cortibel. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p.511-518, 2009.

ANEXOS

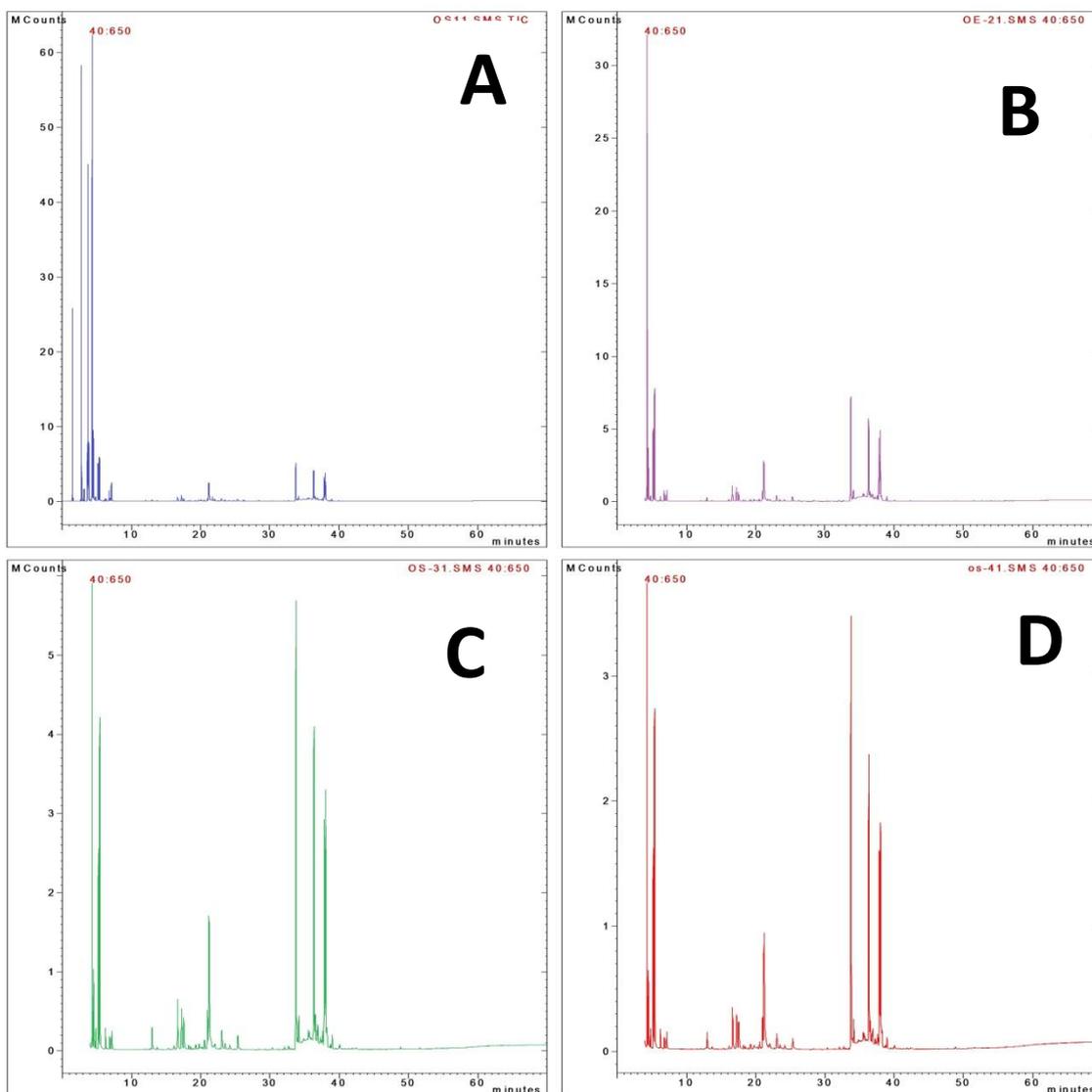


FIGURA 14: Cromatogramas do Óleo Essencial de *Schinus terebinthifolius* destilado nos períodos de: A: 2,5h B: 4,0h C: 5,5h D: 7,0h.

Tabela 14. Resumo da análise de variância do rendimento do óleo essencial de folhas e sementes de *Schinus terebinthifolius* destilado em aparelho de Clevenger durante 2,5; 4; 5,5 e 7 horas de destilação.

Quadrado Médio		
FV	GL	Rendimento
Parte vegetal	1	39,783**
Tempo de Destilação	3	0,070 ^{ns}
Parte Vegetal X Tempo de Destilação	3	0,070 ^{ns}
Resíduo	16	0,048
CV (%)	15,94	

**Valores significativos a 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott

^{ns} Valores não significativos a 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott

Tabela 15. Resumo da análise de variância do diâmetro de colônias (cm) de *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e tratado com diversas concentrações de óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* mantidas em BOD (25 ± 1°C, 75±4% UR) durante 7 dias.

Quadrado Médio		
FV	GL	Diâmetro
Tratamentos	12	20,388**
Resíduo	52	0,251
CV (%)	9,58	

**Valores significativos a 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott

^{ns} Valores não significativos a 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott

Tabela 16. Resumo da análise de variância dos parâmetros Perda de Massa Fresca (%), Firmeza (N), Sólidos solúveis (%), Acidez titulável (%), Relação SS/AT, pH, Acido ascórbico (mg/100g), Diâmetro da Lesão (cm), Prolina ($\mu\text{mol/g}$) de goiabas tratadas com óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* e armazenados sob condições de baixa temperatura ($15 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 4\%$ UR) durante 15 dias e posteriormente em condições ambiente ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 4\%$ UR) durante 9 dias.

Quadrado Médio										
FV	GL	PMF	F	SS	AT	SS/AT	pH	Ac. Asc.	DL	P
Dias	6	1009,864**	39339,771**	4,262**	0,023**	1448,219**	0,230**	1034,394**	3,404**	2544,657**
Tratamentos	3	12,026 ^{ns}	636,673 ^{ns}	1,258 ^{ns}	0,009**	261,833 ^{ns}	0,038**	473,590**	1,285**	202,438 ^{ns}
Dias X Tratamentos	18	3,618 ^{ns}	282,165 ^{ns}	1,237 ^{ns}	0,002 ^{ns}	96,563 ^{ns}	0,009 ^{ns}	107,457 ^{ns}	0,476**	421,190**
Resíduo	56	5,489	353,156	0,489	0,002	138,878	0,006	122,690	0,034	124,965
CV(%)		17,98	31,71	7,15	19,93	27,81	2,12	22,50	53,05	31,12

**Valores significativos a 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott

^{ns} Valores não significativos a 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott

Tabela 17. Resumo da análise de variância dos parâmetros Cor da Casca (L^*), Cor da Casca (C^*), Cor da Casca (h°), Cor da Polpa (L^*), Cor da Polpa (C^*) e Cor da Polpa (h°) de goiabas tratadas com óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* e armazenados sob condições de baixa temperatura ($15 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 4\%$ UR) durante 15 dias e posteriormente em condições ambiente ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 4\%$ UR) durante 9 dias.

Quadrado Médio							
FV	GL	C. Casca (L^*)	C. Casca (C^*)	C. Casca (h°)	C. Polpa (L^*)	C. Polpa (C^*)	C. Polpa (h°)
Dias	6	291,453**	297,921**	2777,665 ^{ns}	270,498**	508,998**	69,506**
Tratamentos	3	23,856 ^{ns}	47,865 ^{ns}	1348,237 ^{ns}	13,808 ^{ns}	26,274 ^{ns}	30,189 ^{ns}
Dias X Tratamentos	18	15,521 ^{ns}	15,135 ^{ns}	1569,976 ^{ns}	34,750**	16,694 ^{ns}	14,750 ^{ns}
Resíduo	56	13,930	22,872	1563,569	20,062	17,428	12,689
CV(%)		5,55	10,02	41,16	7,73	10,05	2,12

**Valores significativos a 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott

^{ns} Valores não significativos a 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott