DISSERTAÇÃO

AGENTES ALTERNATIVOS NO CONTROLE PÓS-COLHEITA DA ANTRACNOSE EM GOIABAS 'KUMAGAI'

FRANCINE SCOLFARO PONZO

Campinas, SP

2009

INSTITUTO AGRONÔMICO

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL E SUBTROPICAL

AGENTES ALTERNATIVOS NO CONTROLE PÓS-COLHEITA DA ANTRACNOSE EM GOIABAS 'KUMAGAI'

FRANCINE SCOLFARO PONZO

Orientadora: Patrícia Cia
Co-orientadora: Eliane Ap. Benato Rodrigues da Silva

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração em Tecnologia de Produção Agrícola

Campinas, SP
Abril 2009

Ficha elaborada pela bibliotecária do Núcleo de Informação e Documentação do Instituto Agronômico

S422a Scolfaro, Francine Ponzo
Agentes alternativos no controle pós-colheita da antracnose em goiabas 'kumagai' / Francine Scolfaro Ponzo. Campinas, 2009. 60 fls.

Orientadora: Patrícia Cia
Co-orientadora: Eliane Ap. Benato Rodrigues da Silva
Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Instituto Agronômico

1. Goiabas 2. *Psidium guajava* 3. *C. gloeosporioides* 4. Ácido acético 5. Etanol 6. Tratamento térmico 7. Dióxido de carbono I. Cia, Patrícia II. Silva, Eliane Ap. Benato Rodrigues da III.Título

CDD. 634.421

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA
DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO AGRONÔMICO
Pós-Graduação
Av. Barão de Itapura 1481 Caixa Postal 28
13001-970 Campinas, SP - Brasil
(019) 3231-5422 ramal 194
pgiac@iac.sp.gov.br

INSTITUTO AGRONÔMICO

Curso de Pós-Graduação

Agricultura Tropical e Subtropical

Certificado de Aprovação

Título: **Agentes alternativos no controle pós-colheita da antracnose em goiabas 'Kumagai'**

Aluno: **Francine Scolfaro Ponzo**

Área de Concentração: **Tecnologia da Produção Agrícola**

Processo SAA nº: **12169/07**

Orientadora: **Dra. Patrícia Cia**

Aprovado pela Banca Examinadora:

Dra. Patrícia Cia - IAC

Dra. Sylvia Dias Guzzo - IB

Dra. Ilana Urbano Bron - IAC

Campinas, 14 de abril de 2009

Visto:

Adriana Parada Dias da Silveira
Coordenadora
Pós-Graduação Instituto Agronômico

Aos meus pais Roberto e Helena,
pelo constante incentivo, amor e carinho,
me ensinaram a não desistir dos meus objetivos.
Aos meus avós Lourdes (*in memorian*) e Diogo,
Odette e Jaime (*in memorian*) pelo exemplo de
força e honestidade,

DEDICO

Ao Márcio, pelo amor e companheirismo
em todos os momentos e aos meus irmãos
Leonardo e Leandro pelo incentivo,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- A Deus pela a oportunidade de mais uma conquista, pela minha vida, pelos meus amigos, por todas as lições e obstáculos que enfrento.

- Ao Instituto Agronômico de Campinas, IAC, pelos conhecimentos adquiridos e do corpo docente acessível.

- Ao Grupo de Engenharia e Pós-Colheita, GEPC, do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL pela oportunidade de desenvolver o trabalho e pelo incentivo.

- A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela concessão do auxílio financeiro para a realização desde projeto de pesquisa.

- A Dra. Patrícia Cia, pela orientação, total disponibilidade e atenção, amizade, compreensão e apoio em todos os momentos.

- A Dra. Eliane Ap. Benato Rodrigues da Silva, pesquisadora do Grupo de Engenharia e Pós-Colheita (GEPC) / ITAL pela confiança desde o primeiro momento, co-orientação, amizade, incentivo e delicadeza nos atos e palavras.

- A Dirce Kumagai pelos frutos fornecidos.

- A Valéria C. Amstalden Junqueira, pesquisadora do CCQA / Microbiologia – ITAL pelo carinho e primeira oportunidade de 'contato' com o Instituto de Tecnologia de Alimentos.

- Ao prof. Dr. Nelson Massola, da ESALQ / USP, pela identificação molecular do patógeno utilizado nesse estudo.

- A Minha madrinha Helen Maria Scolfaro Celegão pelo apoio e incentivo.

- A Bia Alvarenga Fadul, pela grande amizade, por me compreender e apoiar em todos esses anos.

- A amiga Cintia Maretto pela ajuda em todos os experimentos, pelas risadas, paciência e conhecimentos compartilhados neste trabalho.

- Aos amigos Gabriel Bueno e Bruno Trevenzoli pela amizade.

- Aos pesquisadores, funcionários e estagiários do Grupo de Engenharia e Pós-Colheita (GEPC) / ITAL. Em especial Cássia, Camila Kaihatu, Adriana Oliveira, Carol Rezende e Carol Arruda.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS..... vii
ÍNDICE DE FIGURAS..... xii
RESUMO..... xii
ABSTRACT..... xiv
1 INTRODUÇÃO..... 01
2 REVISÃO DE LITERATURA..... 03
2.1 Aspectos gerais sobre a cultura da goiabeira..... 03
2.2 Antracnose..... 05
2.3 Controle Alternativo..... 07
2.3.1 Ácido Acético..... 08
2.3.2 Etanol..... 09
2.3.3 Tratamento Térmico..... 10
2.3.4 Altas concentrações de dióxido de carbono (CO_2)..... 12
3 MATERIAL E MÉTODOS..... 14
3.1 Avaliação *in vivo* de agentes alternativos para o controle da antracnose em goiabas..... 14
3.1.1 Inoculação dos frutos..... 14
3.1.2 Efeito do ácido acético (AA) no controle *in vivo* da antracnose em goiabas..... 14
3.1.3 Efeito do etanol no controle *in vivo* da antracnose em goiabas..... 15
3.1.4 Efeito do tratamento térmico no controle *in vivo* da antracnose em goiabas..... 15
3.1.5 Efeito do dióxido de carbono (CO_2) no controle *in vivo* da antracnose em goiabas..... 16
3.1.6 Avaliações..... 17
3.2 Avaliação *in vitro* de agentes alternativos sobre o desenvolvimento de *C. gloeosporioides*..... 17
3.2.1 Efeito do ácido acético sobre o desenvolvimento *in vitro* de *C. gloeosporioides*..... 17
3.2.2 Efeito do etanol sobre o desenvolvimento *in vitro* de *C. gloeosporioides*..... 18
3.2.3 Efeito do tratamento térmico sobre o desenvolvimento *in vitro* de *C. gloeosporioides*..... 19
3.2.4 Análise dos resultados..... 19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 20
4.1 Efeito do ácido acético (AA) no controle *in vivo* e *in vitro* de *C. gloeosporioides* em goiabas..... 20
4.1.1 Efeito *in vivo* do ácido acético no controle da antracnose em goiabas.....
4.1.2 Efeito do ácido acético sobre o desenvolvimento *in vitro* de *C. gloeosporioides*..... 25
4.2 Efeito do etanol no controle *in vivo* da antracnose em goiabas..... 27
4.2.1 Efeito do etanol sobre o desenvolvimento *in vitro* de *C. gloeosporioides*..... 32
4.3 Efeito do tratamento térmico no controle *in vivo* da antracnose em goiabas..... 34
4.3.1 Efeito do tratamento térmico sobre o desenvolvimento *in vitro* de *C. gloeosporioides*..... 47

4.4 Efeito do Dióxido de carbono (CO_2) no controle *in vivo* da antracnose em goiabas..... 50
5 CONCLUSÕES..... 52
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 53

ÍNDICES DE TABELAS

Tabela 1 - Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, imersas em ácido acético, por 1 min, e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio I..... 21

Tabela 2 - Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, imersas em ácido acético, por 2 min, e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio II..... 22

Tabela 3 - Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, expostas ao vapor de ácido acético, por 1 h, e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio III..... 23

Tabela 4 - Cor de casca e de polpa de goiabas 'Kumagai' imersas em ácido acético ($\mu L\ L^{-1}$) por 2 minutos, e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio II..... 25

Tabela 5 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável, pH e firmeza de polpa de goiabas 'Kumagai' imersas em ácido acético ($\mu L\ L^{-1}$) por 2 minutos, e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio II..... 25

Tabela 6 - Diâmetro da colônia (cm) de *Colletotrichum gloeosporioides* cultivado em BDA incorporado com ácido acético..... 26

Tabela 7 - Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, imersas em etanol por 30 s e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio I..... 27

Tabela 8 - Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, imersas em etanol por 2 min, e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio II..... 28

Tabela 9 - Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, expostas ao vapor de etanol por 1 hora, e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio III..... 30

Tabela 10 - Cor de casca e de polpa de goiabas 'Kumagai' imersas em etanol por 2 minutos, e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por sete dias. Ensaio II..... 31

Tabela 11 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável, pH e firmeza de polpa de goiabas 'Kumagai' imersas em etanol por 2 minutos, e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por sete dias. Ensaio II..... 32

Tabela 12 - Diâmetro da colônia de *Colletotrichum gloeosporioides* exposto ao vapor de etanol e mantido a 25 ºC, por oito dias..... 33

Tabela 13 - Severidade da antracnose (cm) em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, tratadas termicamente e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio I..... 35

Tabela 14 - Incidência da antracnose (proporção) em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, tratadas termicamente e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio I..... 36

Tabela 15 - Severidade da antracnose (cm) em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, tratadas termicamente e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio II..... 38

Tabela 16 - Incidência da antracnose (proporção) em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, tratadas termicamente e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio II..... 39

Tabela 17 - Cor de casca de goiaba branca 'Kumagai' tratadas termicamente e armazenadas a 25°C / 80% UR por seis dias..... 41

Tabela 18 - Cor de polpa de goiaba branca 'Kumagai' tratadas termicamente e armazenadas a 25°C / 80% UR por seis dias..... 42

Tabela 19 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável, pH e firmeza de polpa de goiabas 'Kumagai' tratadas termicamente e armazenadas a 25°C / 80% UR por seis dias..... 43

Tabela 20 - Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas, tratadas a 50 °C / 10 min (TT) após diferentes tempos (2, 4 e 8 h) de incubação, e armazenadas a 25 ºC / 85 %UR por oito dias. Ensaio III..... 45

Tabela 21 - Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' tratadas a 50 °C / 10 min, inoculadas em diferentes tempos (0, 24 e 48 h) após os tratamentos, e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio IV..... 46

Tabela 22 - Diâmetro da colônia (cm) de *Colletotrichum gloeosporioides* submetido a diferentes combinações temperatura x tempo..... 48

Tabela 23 Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, expostas ao CO_2, por 24 h, e armazenadas a 25 °C / 80 %UR por oito dias..... 50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Crescimento micelial *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*, cultivado em BDA incorporado com ácido acético (B- 250; C- 500; D- 1000 e E- 2000 μL L^{-1}). Como testemunha (A) utilizou-se placas somente com o meio de cultura..... 26

Figura 2 - Severidade e incidência da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides* e imersas em água por 2 min (A) ou em etanol a 50 % por 2 min (B), seguidas de armazenamento a 25 ºC / 80 %UR, por seis dias. Ensaio II..... 29

Figura 3 - Crescimento micelial *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*, cultivado em BDA incorporado com etanol (B- 20; C- 30; D- 40 e E- 50 %). Como testemunha (A) utilizou-se placas somente com o meio de cultura..... 33

Figura 4 - Escaldadura em goiabas 'Kumagai' tratadas com água a temperatura ambiente (A) ou a 53 °C / 5 min (B), 53 °C / 10 min (C), 58 °C / 3 min (D), 58 °C / 5 min (E), e 58 °C / 10 min (F)..... 37

Figura 5 - Goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, imersas em água sob temperatura ambiente (testemunha, A) ou a 50 °C / 10 min (tratamento hidrotérmico, B), seguidas de armazenamento a 25 ºC / 80 %UR por seis dias..... 37

Figura 6 - Crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* exposto às temperaturas de 40, 45 e 50 °C por 3, 5 e 10 min (A) e 55, 60 e 65 °C por 3, 5 e 10 min (B) e mantido a 25 °C, por doze dias..... 47

SCOLFARO, Francine Ponzo. **Agentes alternativos no controle pós-colheita da antracnose em goiabas 'Kumagai'**. 2009. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Pós-Graduação – IAC.

RESUMO

Um dos problemas enfrentados na pós-colheita de goiabas é a incidência de podridões, destacando-se a antracnose. Este trabalho teve por objetivos avaliar os efeitos de agentes alternativos no controle de *Colletotrichum gloeosporioides* em goiabas 'Kumagai'. Para tanto, goiabas foram inoculadas com *C. gloeosporioides* e após 2 h submetidas ao ácido acético, etanol, tratamento hidrotérmico e altas concentrações de CO_2. O ácido acético (AA) foi aplicado pela imersão dos frutos durante 1 min, nas concentrações de 0; 25; 50; 100 e 200 μL L^{-1} (primeiro ensaio); a 0, 250, 500, 1000 e 2000 μL L^{-1}, por 2 min (segundo ensaio), e através de evaporação (0; 2,5; 5; 10 e 20 μL L^{-1}), em tambores herméticos, com circulação de ar, por 1 h (terceiro ensaio). O etanol (0, 20, 30, 40 e 50 %) foi aplicado por imersão durante 30 s (primeiro ensaio), por 2 min (segundo ensaio), ou ainda, através da evaporação do álcool (0, 1, 2, 4 e 8 mL kg^{-1}), em tambores herméticos, por 1 h (terceiro ensaio). Para a avaliação do tratamento térmico, utilizaram-se, no primeiro ensaio, as temperaturas de 43, 48, 53 e 58 °C, por 3, 5 e 10 min. No segundo ensaio, avaliaram-se as temperaturas de 40, 45 e 50 ºC por 3, 5 e 10 min. No terceiro experimento, avaliaram-se os efeitos do intervalo de tempo (2, 4 e 8 h) entre a inoculação e o tratamento dos frutos (50 °C / 10 min) sobre o desenvolvimento da antracnose. Por fim, no quarto experimento, os frutos foram imersos a 50 °C / 10 min e, após 0, 24 e 48 h, inoculados com suspensão de *C. gloeosporioides*. O CO_2 foi aplicado em tambores herméticos, com circulação de ar, nas concentrações de 0, 50, 60, 70 e 80 % durante 24 h. Após os tratamentos, em todos os ensaios, os frutos foram armazenados a 25 ºC / 80 %UR durante oito dias e avaliados quanto à incidência e severidade da podridão e atributos físico-químicos (cor de casca e polpa, firmeza, sólidos solúveis, pH e acidez titulável). *In vitro*, avaliaram-se os efeitos dos agentes alternativos sobre a germinação de conídios e o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*. Os resultados mostraram que goiabas imersas em 500 μL L^{-1} de ácido acético, ou em etanol, a 50 %, por 2 min, apresentaram menor severidade da antracnose, sendo que o etanol a 50 % também reduziu significativamente a incidência da doença nos frutos até quatro dias, sem alterar os atributos físico-químicos. A exposição dos frutos aos vapores de etanol ou de ácido acético não reduziu o desenvolvimento da

antracnose. A temperatura de 50 °C / 10 min inibiu completamente o desenvolvimento da antracnose em goiabas durante oito dias sob condições ambiente. Esta combinação tempo-temperatura não protegeu os frutos contra a antracnose quando inoculados após o tratamento. Os tempos de incubação avaliados não influenciaram a severidade e a incidência da antracnose nos frutos. O CO_2 não foi efetivo no controle da antracnose em goiabas. *In vitro*, o ácido acético e o etanol inibem o crescimento micelial e a germinação de conídios, e o tratamento hidrotérmico (50 °C por 3, 5 ou 10 min) reduz o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*.

Palavras-Chave: *Psidium guajava*, *C. gloeosporioides*, ácido acético, etanol, tratamento térmico, dióxido de carbono.

SCOLFARO, Francine Ponzo. **Alternative methods for the postharvest control of anthracnose in 'Kumagai' guava.** 2009. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Pós-Graduação – IAC.

ABSTRACT

One of the factors that affect guava postharvest quality is the rot incidence, mainly anthracnose. The goal of this work was to evaluate the effects of alternative methods on the control of *Colletotrichum gloeosporioides* in 'Kumagai' guava. For this, guavas were inoculated with *C. gloeosporioides*, and after 2 hours submitted to acetic acid, ethanol, heat treatment and high CO_2 concentrations. Acetic acid (AA) was applied by immersion at 0, 25, 50, 100, and 200 μL L^{-1}, for 1 min (first assay), at 0, 250, 500, 1000 and 2000 μL L^{-1}, for 2 min (second assay) and through evaporation (0, 2.5, 5, 10, and 20 μL L^{-1}), in hermetic chambers, with air circulation, for 1 h (third assay). Ethanol (0, 20, 30, 40, and 50 %) was applied by 30 s of immersion (first assay), by 2 min (second assay) or still through alcohol evaporation (0, 1, 2, 4, and 8 mL kg^{-1}), applied in hermetic chambers for 1 h (third assay). For the evaluation of heat treatment, the temperatures of 43, 48, 53, and 58 °C by 3, 5 and 10 min were evaluated on first assay. On the second assay, the temperatures of 40, 45, and 50 °C by 3, 5 e 10 min were studied. The effect of the time interval (2, 4, and 8 h) among the inoculation and fruit treatment (50 °C / 10 min) on the anthracnose development was evaluated on third experiment. Finally, in the fourth experiment, fruits were heat treated at 50 °C / 10 min and after 0, 24, and 48 h, inoculated with *C. gloeosporioides* CO_2 (0, 50, 60, 70, and 80 %) was applied in hermetic chambers, with air circulation, during 24 h. In all assays, after the treatments, the fruit were stored at 25 ºC / 80 %RH for 8 days and checked for incidence and rot severity, and physical-chemical attributes (skin and flesh color, firmness, total soluble solids, pH, and titratable acidity). *In vitro*, the effect of the AA, ethanol and heat treatment were evaluated on the conidial germination and on the mycelial growth of *C. gloeosporioides*. The results showed that 500 μL L^{-1} AA, or 50 % ethanol, applied by 2 min, reduces the anthracnose severity until 4 days. Ethanol at 50 % also reduces the anthracnose incidence. These agents did not change the guava physical-chemical attributes. Ethanol and AA vapor did not reduce the anthracnose in guavas. The temperature of 50 °C / 10 min completely inhibited the development of anthracnose in guavas for 8 days under room condition. This combination time-temperature did not protect the fruits against anthracnose when inoculated after the

treatment. The times of incubation did not influence the severity and incidence of anthracnose. CO_2 was not effective on anthracnose control in guavas. *In vitro*, AA and ethanol inhibit conidial germination and mycelial growth, and heat treatment (50 ℃ by 3, 5 and 10 min) reduces mycelial growth of *C. gloeosporioides*.

Key words: *Psidium guajava*, *C. gloeosporioides*, acetic acid, ethanol, heat treatment, carbon dioxide.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de goiabas (*Psidium guajava* L.). Em 2006, o país produziu aproximadamente 329 mil toneladas de goiabas, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor. As exportações brasileiras de goiabas atingiram 179 t em 2008, totalizando um valor de US$ (FOB) 338 mil (IBRAF, 2009). No Estado de São Paulo, as goiabas produzidas são destinadas aos mercados de fruta fresca e à industrialização (OJEDA, 2001).

A goiaba 'Kumagai' é a cultivar de mesa mais plantada no Estado de São Paulo. Esta foi obtida de uma seleção realizada na região de Campinas, SP, resultado do cruzamento da goiabeira australiana com a goiabeira IAC-4 (MANICA et al., 2000). Apresenta frutos brancos e firmes, é bastante adequada para o consumo *in natura*, tanto para o mercado interno como para a exportação. As goiabas de polpa branca são preferidas no mercado de frutos *in natura* por apresentarem melhor conservação pós-colheita em relação a outras variedades, e por exalarem um aroma discreto e a 'Kumagai' é a principal variedade exportada pelo Brasil (PIZA JR. & KAVATI, 1994).

A expansão do mercado consumidor de goiaba *in natura* está condicionada à qualidade dos frutos e ao aumento da vida útil pós-colheita. A goiaba é um fruto altamente perecível por causa do seu intenso metabolismo durante o amadurecimento. Manejos inadequados na colheita e na pós-colheita aceleram os processos de senescência afetando sensivelmente a qualidade e limitando ainda mais o período de comercialização (MANICA et al., 2000).

O comércio de goiabas no Brasil é limitado pela qualidade dos frutos, resultado de uma pós-colheita inadequada e da falta de estrutura na comercialização. Esse é um aspecto fundamental, pois dificulta ou até mesmo impossibilita o produtor de enviar seus frutos a centros consumidores mais distantes, devido às perdas irreparáveis que ocorrem no transporte (XISTO et al., 2004).

Durante o período pós-colheita, as goiabas estão sujeitas a infecção por diversos microrganismos em virtude da diminuição da resistência da casca e polpa, devido ao amolecimento dos tecidos durante o amadurecimento. A podridão mais comum nessa fase é a antracnose, causada pelo fungo do gênero *Colletotrichum* spp. (PANDEY et al., 1997). Nos meses mais quentes do ano, na ausência de medidas de controle, sua incidência pode atingir 70 a 100 % dos frutos. Mesmo em frutos destinados à

exportação, que recebem tratamento pós-colheita, a antracnose ainda é um importante problema (LIMA FILHO et al., 2003).

Quando permitido, a utilização de fungicidas ainda é a principal medida para o controle de podridões pós-colheita. No entanto, atualmente não se tem produtos registrados para uso em pós-colheita para a cultura da goiabeira. Além disso, a preocupação mundial com relação à poluição ambiental e aos riscos à saúde promovidos pelos agrotóxicos, somado à resistência de patógenos a fungicidas e a retirada de alguns produtos do mercado, têm levado ao aumento das pesquisas envolvendo a utilização de agentes alternativos para o controle de doenças de pós-colheita (CIA et al., 2007). Os métodos alternativos de controle de doenças pós-colheita podem minimizar ou substituir o uso de produtos químicos, o que vem de encontro com a preocupação mundial em relação ao meio ambiente e a segurança do alimento.

Dentre os métodos alternativos de controle de podridões pós-colheita destacam-se os físicos (tratamento térmico, altas concentrações de CO_2, radiação UV-C), o ácido acético, o etanol, a quitosana, e os agentes de controle biológico.

Considerando a importância da antracnose em goiaba e a necessidade de redução do uso de agroquímicos, este trabalho teve por principais objetivos avaliar os efeitos de diferentes agentes alternativos (ácido acético, etanol, tratamento térmico e altas concentrações de CO_2), aplicados em pós-colheita, no controle da antracnose em goiabas ‘Kumagai’.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais sobre a cultura da goiabeira

A goiabeira (*Psidium guajava* L.), pertencente à família Myrtaceae, originária da América Tropical, adapta-se a diferentes condições climáticas e de solo, fornecendo frutos que são aproveitados desde a forma *in natura* até a industrial. É cultivada no Brasil e em outros países sul americanos, bem como nas Antilhas e nas partes mais quentes dos Estados Unidos, como a Flórida e a Califórnia. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais juntamente com a Índia, Paquistão, México, Egito e Venezuela (OJEDA, 2001). A goiabeira é cultivada no Brasil desde o Rio Grande do Sul até o Maranhão, destacando-se o Estado de São Paulo como o maior produtor (PEREIRA, 1995).

A goiaba ocupa lugar expressivo no contexto da fruticultura brasileira, com produção anual de aproximadamente 329 mil toneladas (IBRAF, 2009). A produção está concentrada nos meses de fevereiro e março, mas a comercialização da fruta para consumo ocorre durante o ano todo (AGRIANUAL, 2005). No Estado de São Paulo, a produção de goiabas para mesa é concentrada nas regiões próximas à capital (Valinhos, Vinhedo, Campinas, Atibaia e Mogi das Cruzes) e nas regiões de Mirandópolis, Pacaembú e Monte Alto (PEREIRA, 1995).

A variedade de polpa branca 'Kumagai' é a mais cultivada em São Paulo e a principal variedade exportada pelo Brasil (MANICA et al., 2000). A goiaba destinada à exportação deve apresentar 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).

Apesar de grande produtor, o Brasil é exportador inexpressivo de goiaba *in natura* em decorrência, principalmente, da alta perecibilidade pós-colheita do fruto. Tal fato exige exportação apenas via aérea, o que resulta em alto custo operacional (LIMA, 2004). Segundo SIGRIST (1983), a vida média de prateleira de goiabas é de uma a duas semanas, dependendo da variedade e condições de armazenamento, e as perdas pós-colheita são estimadas entre 20 a 40 %. A qualidade da goiaba para o consumo *in natura* está relacionada aos seus atributos físicos (aparência, tamanho, forma, coloração

e firmeza) e composição química, responsável pelo sabor e aroma (GONGATTI NETO et al., 1996). A coloração dos frutos é um importante atributo de qualidade por influenciar a preferência do consumidor pela boa aparência. Durante o amadurecimento a maioria dos frutos sofre alterações na cor, principalmente da casca. As mudanças de coloração ocorrem principalmente pela degradação da clorofila, como também da síntese de pigmentos como antocianinas e carotenóides. A degradação da clorofila ocorre em função das mudanças de pH, de ácidos, ação das clorofilases e aumento dos processos oxidativos (TUCKER, 1993; WILLS et. al., 1998). A coloração da goiaba é devida à presença de pigmentos como clorofila, caroteno, xantofila e licopeno (ADSULE & KADAM, 1995).

A determinação da firmeza é uma forma prática de avaliar o estádio de maturação do fruto. A diminuição da firmeza da polpa durante o amadurecimento é função principalmente da perda da integridade da parede celular, da degradação do amido e a perda de turgor (TUCKER, 1993).

Os sólidos solúveis representam os compostos solúveis em água presentes nos frutos como açúcares, vitaminas, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas. O teor de sólidos solúveis é dependente do estádio de maturação no qual o fruto é colhido e geralmente aumenta durante o amadurecimento pela biossíntese ou degradação dos polissacarídeos (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Após a colheita, o teor de sólidos solúveis em goiaba parece não sofrer alterações significativas (JACOMINO, 1999; XISTO, 2002). Tal fato pode ser explicado pelo baixo teor de amido em goiabas e, a frutose e glicose são originárias da degradação da sacarose e dos polissacarídeos de reserva como o amido (NULTSCH, 2000).

A acidez titulável de um fruto é dada pela presença de ácidos orgânicos. Durante o processo de amadurecimento do fruto esses ácidos tendem a diminuir devido a sua oxidação em decorrência da respiração (CHITARRA & CHITARRA, 1990). A goiaba apresenta sabor moderado e bem aceito pelo consumo de mesa, sua acidez é devida à presença do ácido málico e cítrico e em menores quantidades, dos ácidos galacturônico e fumárico (GEHATDT et. al., 1997).

A goiaba é uma fruta climatérica, ou seja, apresenta um aumento na atividade respiratória durante o amadurecimento (RHODES, 1980). Em geral o climatérico também está associado ao aumento da produção de etileno (LELIÈVRE et al., 1997). As informações sobre a fisiologia pós-colheita de goiabas são limitados e contraditórios. Parece haver distintos comportamentos quanto ao padrão respiratório, em função da

variedade. Para BIALE & BARCUS (1970), que estudaram variedades amazônicas de goiaba; MEDINA (1978), que estudou uma cultivar de goiaba híbrida branca e CHITARRA & CHITARRA (1990) goiabas são frutos não climatéricos, ou seja, não apresentam aumento brusco da liberação de CO_2 ou aumento acentuado na incorporação de O_2. Já BROW & WILLS (1983) estudando duas variedades de goiabas de polpa vermelha havaianas; OLIVEIRA (1996) e MERCADO-SILVA et al., (1998), estudando goiabas 'Kumagai' e 'Média China' respectivamente, consideraram goiabas como frutos com comportamento respiratório e de produção de etileno do tipo climatérico. Em trabalho mais recente no estudo do comportamento respiratório de goiabas 'Kumagai', CAVALINI (2008), conclui que frutos da variedade 'Kumagai' não apresentam comportamento climatérico na produção de CO_2 e C_2H_4, assim, não devem ser classificados como climatéricos e nem não climatéricos, com base nos conceitos atuais.

A goiaba produz um calor de respiração de aproximadamente 1700 kcal/t/24 h e o seu ponto de congelamento é de -1,1 °C (DANFOSS, 2009). Segundo CAVALINI (2004), goiabas 'Kumagai' apresentam taxa de produção de etileno de 0,31 a 3,16 µl CO_2 kg^{-1} h^{-1}, dependendo do estádio de maturação dos frutos. Os frutos apresentam curto período de conservação, necessitando ser comercializados rapidamente após a colheita. A conservação de goiabas durante o seu armazenamento até chegar ao consumidor depende de alguns fatores como: transpiração, respiração, atividade enzimática, ação de patógenos e problemas fisiológicos. Para reduzir o efeito desses fatores, após a embalagem dos frutos, as caixas devem ser armazenadas sob refrigeração em temperaturas que variam entre 8 ºC e 10 ºC, com 85 a 90 % de umidade relativa. Nestas condições, é possível conservar os frutos por até 21 dias (WILLS et al., 1981).

2.2 Antracnose

Durante o período pós-colheita, as goiabas estão sujeitas a infecção por diversos microrganismos em virtude da diminuição da resistência da casca e polpa, e devido ao amolecimento dos tecidos durante o amadurecimento. A podridão mais comum nessa fase é a antracnose, causada pelo fungo do gênero *Colletotrichum* spp. O fungo do gênero *Colletotrichum* spp., se reproduz principalmente através de conídios (fase anamorfa), produzidos em acérvulos. Os conídios são produzidos em pecíolos deteriorados nas folhas inferiores da planta que amarelecem e caem, sendo os esporos

dispersos pela água da chuva ou de irrigação, insetos, vento, utensílios agrícolas, manuseio, etc (PANDEY et al.,1997).

Colletotrichum gloesporioides (Penz.) Penz & Sacc. foi, por muito tempo, considerado o único agente causal da doença (JUNQUEIRA & COSTA., 2002). Mais recentemente, no entanto, graças às técnicas moleculares de identificação de espécies de *Colletotrichum*, PERES et al. (2002) identificaram *Colletotrichum acutatum* J. H. Simmonds associado a lesões de antracnose em goiabas. Assim, a antracnose da goiaba pode ser causada por infecções simples ou múltiplas dessas duas espécies fúngicas.

A antracnose, também conhecida como mancha chocolate, é uma das principais doenças pós-colheita no mundo e a principal doença pós-colheita em goiaba no Brasil (PICININ et al., 2005). Por causar importantes perdas em pós-colheita, é um dos fatores limitantes à exportação de frutas. Nos meses mais quentes do ano, na ausência de medidas de controle, sua incidência pode atingir 70 a 100 % dos frutos. Mesmo em frutos destinados à exportação, que recebem tratamento pós-colheita, a antracnose ainda é um importante problema (LIMA FILHO et al., 2003). A antracnose tem maior incidência em temperaturas próximas a 28 °C e umidade relativa do ar alta (ao redor de 95 %). A severidade da doença é menor em períodos secos e temperaturas mais amenas (BAILEY et al., 1992). O *Colletotrichum* sp. sobrevive de um ano para outro no solo, na planta e em lesões velhas nos frutos e folhas. Como a penetração de *Colletotrichum* sp. pode ocorrer no fruto verde, o patógeno é capaz de sobreviver na forma quiescente, sendo os sintomas manifestados durante o amadurecimento do fruto (MORAES et al., 2008).

Os sintomas caracterizam-se inicialmente por áreas de formato mais ou menos circulares de coloração marrom, que aumentam de tamanho e tornam-se deprimidas. Normalmente essas lesões podem coalescer formando grandes manchas de formato irregular, normalmente, são recobertas por mucilagem com massa de conídios de coloração rosada (PICININ et al., 2005). Os fungos penetram nos ferimentos que ocorrem na colheita, no manuseio e transporte inadequados (COUEY et al., 1984; SNOWDON, 1990).

Atualmente, não se tem produtos registrados para uso em pós-colheita para a cultura da goiabeira. Assim, diversos tratamentos alternativos pós-colheita têm sido testados em goiabas, como o uso de absorvedores de etileno (AHLAWAT et al.,1980), cálcio (XISTO, 2002; SING et al., 1980), ceras (OJEDA, 2001; COMBRINK et al., 1990; JACOMINO et al., 2003), reguladores de crescimento (SAHA, 1971),

termoterapia (YUSOF & HASHIM, 1992), atmosfera modificada (JACOMINO, 1999; GASPAR et al., 1997) e tratamento com 1-metilciclopropeno (BASSETO et al., 2005) dentre outros. Embora muitos desses tratamentos sejam eficientes em retardar o amadurecimento e conservar a qualidade dos frutos, alguns interferem nas características sensoriais das goiabas. Outros estendem a vida útil de forma economicamente inexpressiva, ou deixam resíduos químicos (BASSETO, 2002).

2.3 Controle Alternativo

O cenário mercadológico internacional de frutas e hortaliças valoriza cada vez mais a qualidade e respeito ao meio ambiente. Assim, a preocupação mundial com relação à poluição ambiental e aos riscos à saúde promovidos pelos agrotóxicos, somado à resistência de patógenos a fungicidas e a retirada de alguns produtos do mercado, 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).

No campo, o controle da antracnose em goiabeira é feito basicamente com métodos culturais e químicos. O controle cultural é praticado por meio de poda de ramos com sintomas, plantios em espaçamento que permitam um bom arejamento das plantas, colheitas freqüentes, sem deixar frutos na planta, e adubações equilibradas. O controle químico é realizado através de pulverização de fungicidas cúpricos, seguido de ensacamento ou através de pulverizações durante todo o crescimento do fruto (PICININ et al., 2005).

Quando permitido, a utilização de fungicidas ainda é a principal medida para o controle de podridões pós-colheita. No entanto, atualmente não se tem produtos registrados para uso em pós-colheita para a cultura da goiabeira.

Vários são os exemplos encontrados na literatura sobre a utilização de agentes bióticos e abióticos, potenciais indutores de resistência, para o manejo de doenças pós-colheita, destacando-se alguns métodos físicos (UV-C, altas concentrações de CO_2, tratamento térmico), a quitosana, o acibenzolar-S-metil (ASM) e os agentes de controle biológico (*Candida oleophila*, *C. saitoana*, *Bacillus subtilis*, etc). No Brasil, pesquisas envolvendo a indução de resistência em pós-colheita estão sendo desenvolvidas e algumas revisões sobre o assunto encontram-se publicadas (CIA et al., 2007; DANTAS & COELHO, 2006; CAMILI et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2004).

Poucos são os trabalhos existentes na literatura que envolvem o estudo de doenças pós-colheita em goiabas. Sob tal aspecto, OJEDA (2001), trabalhando com aplicação de ceras comerciais (Citrosol AK, Citrosol M, Fruit Wax, Meghwax ECF-100 e Cleantex wax) e de outros produtos (thiabendazole, prochloraz, imazalil, Ecolife 20, Fegatex, Nippolat, dióxido de cloro, carbonato de sódio, ácido bórico e hipoclorito de sódio) para o controle da antracnose da goiaba, constatou que todas as ceras avaliadas reduziram a incidência de podridões, e que a aplicação de prochloraz inibiu completamente o desenvolvimento da doença. ROZWALKA (2003) relatou que no controle alternativo em frutos de goiabeira 'Paluma' através de extratos de plantas, o extrato de cravo a 2,5 % apresentou-se como o tratamento mais eficiente.

Há vários relatos de resultados positivos sobre a utilização de agentes físicos e naturais de controle, que demonstraram ser eficientes no controle de podridões pós-colheita em diferentes frutas contra diferentes patógenos.

2.3.1 Ácido acético

O ácido acético (AA) é um metabólito intermediário encontrado em plantas e animais, e tem se mostrado bastante promissor no controle de diversos patógenos de pós-colheita em diferentes frutas através da descontaminação superficial. O AA é consumido pela população através do vinagre, o qual contém aproximadamente 4 % de ácido acético. Há algumas vantagens na sua utilização para o controle de podridões: é um composto natural, possui pouco ou nenhum perigo residual a baixos níveis, é barato se comparado a outros fumigantes, como o acetaldeído, e pode ser utilizado em baixas concentrações (TRIPATHI & DUBEY, 2004).

O efeito inibitório do AA sobre microrganismos é devido à redução do pH, como também à capacidade das moléculas não dissociadas de AA passarem facilmente através da membrana dos conídios sobre a superfície do fruto e assim, exercer seu efeito tóxico pela redução do pH do protoplasma celular (SHOLBERG et al., 2000). Para que o AA seja eficiente no controle de podridões pós-colheita, sua concentração deve ser controlada, pois o produto pode causar danos à superfície dos frutos, acarretando o escurecimento da casca como observado por SHOLBERG (1998) em cerejas, SHOLBERG & GAUNCE (1996) em pêssegos e CIA (2005) em mamões.

Sob tal aspecto, SHOLBERG & GAUNCE (1995) demonstraram que baixas concentrações de AA, aplicado por evaporação, foram extremamente eficientes para o

controle de *Botrytis cinerea* em maçãs, sem haver efeito fitotóxico nos frutos. SHOLBERG et al., (2001) constataram que a vaporização de AA em maçãs reduziu a incidência de *P. expansum* nos frutos sendo tão efetivo quanto o fungicida tiabendazol, sem alterar as características organolépticas dos mesmos. LIU et al., (2002) observaram que a aplicação de AA por 1 h, em ameixas e damascos reduziu a incidência da podridão parda (*Monilinia fructicola*) nos frutos.

SHOLBERG et al. (2000), trabalhando com o ácido acético como uma alternativa ao uso de fungicida pós-colheita, constataram que o tempo e a temperatura de vaporização, a concentração do ácido e de inóculo na superfície do fruto, podiam influenciar a eficiência do controle. Nesse trabalho, demonstrou-se que o vapor de vinagre branco, contendo 5 % de AA, aplicado por 1 h, reduziu de 50 % para 1,4 % a podridão de *B. cinerea* em morangos. SHOLBERG et al. (2003), trabalharam com o vapor de AA para o controle de podridões pós-colheita em pêras e verificaram que o AA pode ser uma alternativa para a substituição do uso de fungicidas pós-colheita como o tiabendazol, por exemplo. O vapor de AA na concentração de 200 μL L^{-1} aplicado por 1 h, reduziu a incidência do mofo cinzento e do bolor azul (*Botrytis* spp. e *Penicillium* spp.) em pêras. O vapor de AA, em concentrações relativamente baixas, pode ser um excelente biocida. A aplicação de AA reduziu a incidência da podridão causada por *B. cinerea* de 94 % para 2 %, em uva, prolongando em 2 meses o armazenamento da fruta (MOYLS et al., 1996). Em mamões previamente inoculados com *C. gloeosporioides*, o AA (2,5 μL L^{-1}), aplicado por evaporação por 30 min, reduziu a antracnose em frutos armazenados sob condição ambiente (CIA, 2005).

Finalmente, para que o ácido acético possa ser utilizado no controle de podridões pós-colheita é necessário que sua concentração seja cuidadosamente controlada, pois o produto pode causar danos à superfície dos frutos, provocando o escurecimento da casca.

2.3.2 Etanol

O etanol é muito utilizado no processo de desinfecção, ou seja, processo que elimina todos os microorganismos, com exceção dos endósporos bacterianos. O álcool diluído em uma determinada quantidade de água, por exemplo, 70 % de álcool e 30 % de água, encontra-se numa concentração ótima para atividade bactericida, pois provavelmente atua na desnaturação das proteínas do microrganismo e remoção de

lipídios (atuam na membrana plasmática ou parede celular bacteriana, inibindo sua síntese e provocando sua destruição) mais rapidamente na presença da água, pois a água facilita a entrada do álcool no interior do microrganismo (COSTA & KALIL, 1994 e ANVISA, 2009).

Vários trabalhos têm demonstrado os efeitos positivos do etanol no controle de podridões pós-colheita em várias culturas (PESIS, 2005). LICHTER et al. (2002) relataram que a imersão de cachos de uva em etanol a 33, 40 ou 50 %, por 30 min, resultou na redução de doenças, mostrando-se tão ou mais efetivo que o dióxido de enxofre (SO_2), além de não prejudicar a aparência dos frutos. KARABULUT et al. (2004) constataram completa inibição da germinação de esporos de *B. cinerea* após 10 s de exposição a 30 % de etanol ou mais, a 24 °C. Além disso, a imersão de uvas naturalmente infectadas, por 30 s em etanol (30 %), a 24 °C, reduziu em 50 % a incidência de doenças, após 35 dias de armazenamento a 1 °C, observando-se ainda que a combinação de etanol (10 %) ao tratamento térmico (50 °C / 3 min) reduziu de forma significativa a incidência do fungo em uvas artificialmente inoculadas.

A aplicação de etanol a 20 ou 40 % inibiu completamente o crescimento de *B. cinerea* e *M. fructicola* em pêssegos inoculados (EL-SHEIKH ALY et al., 2000, citado por PESIS, 2005). De forma semelhante, CHERVIN et al. (2005) constataram que o vapor de etanol (2 mL kg^{-1}) exposto por 2 h, foi tão efetivo quanto o SO_2 no controle de *B. cinerea* em uvas 'Chasselas', não sendo detectadas, na avaliação sensorial, diferenças entre frutos tratados e controle. A combinação de etanol e quitosana foi recentemente avaliada por ROMANAZZI et al. (2007) para o controle do mofo cinzento em uvas. Uvas imersas na combinação de quitosana (0,5 %) e etanol (10 ou 20 %) por 10 s, resultaram em uma menor incidência de *B. cinerea*, comparado ao tratamento apenas de quitosana ou de etanol, isoladamente. Recentemente, CHEN et al. (2007) relataram que o uso de vapor de etanol (1000 µL L^{-1}) por 2h, reduziu significativamente as podridões causadas por *Penicillium* spp, *Cladosporum* spp, *Aspergillus* spp e *Fusarium* spp em morango chinês (*Myrica rubra*), fruta subtropical nativa da China, armazenado a 20 °C e a 0 °C.

2.3.3 Tratamento térmico

O tratamento térmico é um dos métodos físicos mais populares, sendo utilizado comercialmente para o controle de podridões pós-colheita em mamão e manga. SILVA

(1993), em trabalho sobre os efeitos do tratamento térmico *in vitro* e *in vivo* sobre os principais agentes patogênicos dos frutos de mamoeiro, relatou que *Colletotrichum*, *Phoma*, *Phomopsis* e *Rhizopus* são os patógenos mais sensíveis aos tratamentos térmicos (49 °C / 20 min e 54 °C / 3 min) realizados *in vitro*. O teste *in vivo* mostrou que o tratamento térmico a 49 °C / 20 min reduziu significativamente a incidência das podridões de *Lasiodiplodia*, *Colletotrichum*, *Phoma* e *Rhizopus* em frutos de mamoeiro inoculados. O tratamento hidrotérmico também se mostra eficiente no controle de podridões pós-colheita em outros frutos. KARABULUT et al. (2004) verificaram a redução de bagas de uva com mofo cinzento (*B. cinerea*), após exposição por 30 e 60 s em água aquecida a 50, 55 ou 60 °C, após armazenamento por 30 dias a 1 °C. WIJERATNAM et al. (2005) constataram a inibição do desenvolvimento de *Chalara paradoxa* em abacaxis previamente inoculados e tratados termicamente a 54 °C / 3 min, após 21 dias de armazenamento a 10 °C, seguido por 2 dias a 28 ± 2 °C. ZHENG et al. (2008) utilizaram o tratamento hidrotérmico para o controle *in vitro* e *in vivo* de *Penicillium expansum* em pêras e constataram a inibição da germinação dos esporos em todos os tempos de exposição (5, 10, 15 e 20 minutos) a 46 °C, sendo que frutos tratados termicamente a 46 °C / 15 minutos apresentaram menor incidência de bolor azul quando comparados ao controle. Além de atuar diretamente no controle de podridões, o tratamento térmico pode induzir respostas de defesa em frutos. Através da indução da síntese de compostos como fitoalexinas ou proteínas relacionadas à patogênese (proteínas – RP) (LURIE, 1998). Em tomates, a redução na taxa de degradação de mRNA codificador de peroxidase manteve a resistência dos tecidos dos frutos a doenças durante o tratamento a 38 °C por três dias, porém essa foi perdida em um ou dois dias após o tratamento (LURIE et al., 1997). Os mesmos autores relataram ainda que o tratamento inibiu o amadurecimento dos frutos e reduziu a incidência de infecções naturais que se desenvolveram durante o armazenamento. Foi também demosntrado que, quando o fruto foi inoculado com Botrytis cinérea, antes do tratamento térmico, não houve desenvolvimento da doença. As proteínas-RP, como a quitinase, que exercem um papel importante na degradação das hifas, estão presentes constitutivamente na epiderme das laranjas e seus níveis aumentam seguindo a inoculação a inoculação do patógeno e subseqüente tratamento térmico (BUCHELI et al., 1990).

O tratamento térmico pode promover diferentes respostas, como a inibição do amadurecimento de frutas climatéricas, devido à inibição da síntese de etileno,

constatado em maçãs; decréscimo na taxa de amolecimento de frutas em função da inibição da síntese de enzimas hidrolíticas da parede celular (poligalacturonase e galactosidase); alteração do sabor; diminuição da acidez total; aumento do teor de açúcar; aceleração do desverdecimento; alterações na respiração e prevenção de distúrbios fisiológicos como escaldadura em maçãs e dano pelo frio (*chilling*) em frutas subtropicais e tropicais (LURIE, 1998). Estas respostas podem variar por fatores como espécie e cultivar, idade fisiológica, tempo e temperatura de exposição. Os danos pelo calor, conhecidos como escaldadura, podem ser externos e/ou internos. Os danos externos aparecem, geralmente, como escurecimento da casca da fruta ou manchas, podendo ocorrer um aumento na incidência de podridões. Danos internos podem ser notados pela descoloração ou escurecimento da polpa ou amolecimento anormal. O controle de patógenos pelo tratamento hidrotérmico ocorre pelo fato de que os esporos e infecções quiescentes estão presentes na superfície ou nas primeiras camadas celulares da fruta. Muitas frutas toleram temperaturas de 50 a 60 °C por até 10 minutos. Porém, exposições por tempos menores a estas temperaturas podem controlar muitos patógenos de pós-colheita. Baixas concentrações de fungicidas podem ser aplicadas como complemento do tratamento hidrotérmico, permitindo um controle mais efetivo com redução de resíduos (LURIE, 1998).

2.3.4 Altas concentrações de dióxido de carbono (CO_2)

A utilização de altas concentrações de CO_2 tem se mostrado efetiva no controle de diferentes patógenos em diferentes frutas, podendo atuar tanto direta quanto indiretamente sobre os mesmos, através da indução de respostas de defesa. PRUSKY & KEEN (1993) relataram que o tratamento de abacates cv. Fuerte com 30 % CO_2, por 24 h a 20 ºC, logo após a colheita, mostrou um aumento nos níveis de *diene* (composto antifúngico) imediatamente após a retirada dos frutos desta condição e inibiu o desenvolvimento das lesões de *C. gloeosporioides*. MERODIO et al. (2006) estudaram o efeito do CO_2 no controle do mofo cinzento em uvas 'Cardinal', e detectaram que uvas expostas previamente a 20% de CO2 e armazenadas a 0 °C, apresentaram os sintomas da doença mais tardiamente que frutos não expostos. Tal fato pode ser atribuído pelo CO_2 atuar indiretamente no ciclo de produção de quitinase. TIAN et al. (2001) relataram que o crescimento *in vivo* e *in vitro* de *M. fructicola* foi significativamente reduzido pelo aumento das concentrações de CO_2, sendo que a 30 %

inibiu completamente o desenvolvimento de lesões em cerejas. RETAMALES et al. (2003) constataram que o tratamento de uvas 'Thompson Seedless' ou 'Red Globe' com CO_2 a 15 % foi tão efetivo quanto o SO_2 no controle de *B. cinerea*. Em caquis, foram avaliadas altas concentrações de CO_2 (60, 70, 80 ou 90 %) para o controle da podridão mole. Todas as concentrações de CO_2, aplicadas após a inoculação, reduziram a incidência e a severidade da podridão, sendo mais eficiente a 70 e 80 %. O CO_2 (80 % / 18 h) inibiu completamente o desenvolvimento de *Rhizopus stolonifer* nos frutos armazenados sob condição ambiente (CIA et al., 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Avaliação *in vivo* de agentes alternativos para o controle da antracnose em goiabas

3.1.1 Inoculação dos frutos

Goiabas 'Kumagai', em estádio de maturação verde e fisiologicamente desenvolvidas, provenientes de pomar comercial de Campinas, SP, foram inoculadas em um ponto da região equatorial, com auxílio de uma seringa de cromatografia, fazendo-se um ferimento de 1 a 2 mm de profundidade na epiderme do fruto, e aplicando-se uma alíquota de 10 μL de suspensão de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides* ajustada para 4 a 5 x 10^5 esporos mL^{-1}. O inóculo foi obtido de cultura de *C. gloeosporioides* isolado de goiaba e cultivado em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), acrescido de oxitetraciclina (50 μg mL^{-1}), por oito dias em incubadora BOD, a 25 ºC, com alternância de luminosidade de 12 h. Após 2 h da inoculação, os frutos foram tratados com os diferentes agentes alternativos de controle conforme descritos abaixo.

3.1.2 Efeito do ácido acético (AA) no controle *in vivo* da antracnose em goiabas

No primeiro experimento, os frutos foram tratados através da imersão em solução de ácido acético glacial (densidade=1,05 g L^{-1}) nas concentrações de 0; 25; 50; 100 e 200 μL L^{-1}, pelo período de 1 min. Como testemunha utilizou-se frutos imersos em água a temperatura ambiente. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, e contou com cinco repetições constituídas de três frutos como unidade experimental.

Baseado nos resultados obtidos no primeiro ensaio realizou-se um segundo experimento, onde os frutos foram tratados através da imersão em solução de ácido acético glacial nas concentrações de 0; 250; 500; 1000 e 2000 μL L^{-1}, pelo período de 2 min. Como testemunha utilizou-se frutos imersos em água a temperatura ambiente. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e contou com cinco repetições constituídas de quatro frutos como unidade experimental.

No terceiro experimento, os frutos foram colocados em tambores herméticos de 200 L, com circulação de ar, onde foram expostos a diferentes concentrações de AA, depositado em placas de petri (0; 2,5; 5; 10 e 20 μL L^{-1}), aplicadas pela evaporação do

produto durante 1 hora, a 25 ºC. Os frutos testemunha não foram expostos ao vapor do ácido. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições constituídas de quatro frutos como unidade experimental. Após os tratamentos, os frutos foram armazenados a 25 °C ± 2 °C / 80 ± 5 %UR por até 8 dias.

3.1.3 Efeito do etanol no controle *in vivo* da antracnose em goiabas

No primeiro experimento, os frutos foram tratados através da imersão em solução do álcool em diferentes concentrações (20, 30, 40 e 50 %), pelo período de 30 segundos. Como testemunha utilizou-se frutos imersos em água à temperatura ambiente. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e contou com cinco repetições constituídas de três frutos como unidade experimental.

No segundo experimento, os frutos foram tratados através da imersão em solução do álcool em diferentes concentrações (20, 30, 40 e 50 %), pelo período de 2 min. Como testemunha utilizou-se frutos imersos em água à temperatura ambiente. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e contou com cinco repetições constituídas de quatro frutos como unidade experimental.

Num terceiro experimento, os frutos foram colocados em tambores herméticos de 200 L, com circulação de ar, onde foram expostos a diferentes concentrações do álcool, depositado em placas de petri (0, 1, 2, 4 e 8 mL kg^{-1} de fruta), aplicados pela evaporação do produto durante 1 hora, a 25 ºC. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições constituídas de quatro frutos como unidade experimental. Após os tratamentos, os frutos foram armazenados a 25 °C ± 2 °C/80 ± 5 %UR por até 8 dias.

3.1.4 Efeito do tratamento térmico no controle *in vivo* da antracnose em goiabas

Dois experimentos foram conduzidos para se avaliar os efeitos de diferentes combinações temperatura x tempo no controle da antracnose. No primeiro ensaio, utilizaram-se as temperaturas de 43, 48, 53 e 58 °C, pelos tempos de imersão de 3, 5 e 10 min, utilizando-se banho termostático Dubroff, modelo TE-053. No segundo ensaio, foram avaliadas as temperaturas de 40, 45 e 50 ºC pelos tempos de 3, 5 e 10 min. As temperaturas avaliadas foram verificadas constantemente durante o período de tratamento dos frutos com auxílio de termômetro calibrado. Como testemunha utilizou-se frutos imersos em água sob temperatura ambiente e frutos não tratados (testemunha

absoluta). Após os tratamentos, os frutos foram armazenados a 25 °C ± 2 °C / 80 ± 5 %UR por até 8 dias. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições compostas por três frutos como unidade experimental, em esquema fatorial.

Um terceiro experimento foi realizado para avaliar se o intervalo de tempo entre a inoculação e o tratamento dos frutos influenciaria no processo de desenvolvimento da doença. Para tanto, goiabas foram inoculadas com *C. gloeosporioides* (4,8 x 10^5 conídios mL^{-1}), em diferentes intervalos de tempo (2, 4 ou 8 h) antes dos tratamentos. Assim, os frutos foram inoculados e após 2, 4 e 8 h imersos em água aquecida a 50 °C por 10 min. Como testemunha, os frutos foram imersos em água à temperatura ambiente por 10 minutos. Após o tratamento, os frutos foram armazenados a 25 °C ± 2 °C / 80 ± 5 %UR pelo período de até 8 dias. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições compostas por quatro frutos como unidade experimental.

Um quarto experimento foi realizado para avaliar a possibilidade do tratamento hidrotérmico (50 °C / 10 min) proteger frutos da goiabeira contra a antracnose através da indução de mecanismos de defesa. Para tanto, os frutos foram primeiramente imersos em água aquecida a 50 °C por 10 minutos e, após diferentes intervalos de tempo (0 h, 24 h e 48 h), inoculados com suspensão de *C. gloeosporioides* (5,2 x 10^5 conídios mL^{-1}). Como testemunha, os frutos foram imersos em água à temperatura ambiente por 10 minutos e inoculados da mesma maneira. Os frutos permaneceram a 10 ± 1 °C / 90 ± 5 %UR até que fossem inoculados. Neste caso, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 3 (temperatura x tempo), com cinco repetições contendo quatro frutos como unidade experimental.

3.1.5 Efeito do dióxido de carbono (CO_2) no controle *in vivo* da antracnose em goiabas

Os frutos foram colocados em tambores herméticos de 200 L, com circulação de ar, e expostos a diferentes concentrações de CO_2 (0, 50, 60, 70 e 80 %), através de cilindro comercial de alta pressão, pelo período de 24 h, a 25 °C. A concentração de gás no interior dos tambores foi monitorada com auxílio de um analisador de gases PBI Dansensor, utilizando-se alíquotas de 30 mL de gás. Os frutos testemunha não foram expostos ao gás. Após os tratamentos, os frutos foram armazenados a 25 °C ± 2 °C / 80

± 5 %UR pelo período de até 8 dias. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições constituídas de quatro frutos como unidade experimental.

3.1.6 Avaliações

Durante o período de armazenamento, os frutos foram avaliados, periodicamente, quanto à incidência (proporção, obtida pela contagem de frutos apresentando sintomas da antracnose) e severidade da podridão (diâmetro das lesões). Ao final deste período, os frutos foram também avaliados quanto aos atributos físico-químicos: coloração de casca e polpa, firmeza de polpa, sólidos solúveis, pH e acidez titulável, seguindo os métodos descritos abaixo:

Cor de casca e polpa: em colorímetro Minolta, modelo Chroma meter CR 300, sistema *L C H* onde *L* representa luminosidade, *C* representa cromaticidade e *H* (Hue), o ângulo de cor (0° a 360° - 0°: vermelha, 90°: amarelo, 180°: verde e 270°: azul).

Firmeza: em texturômetro TA-xT2i, utilizando-se ponteira de 8 mm, profundidade e velocidade de penetração de 10 mm e 1 mm/s, respectivamente, efetuando-se a leitura em dois pontos opostos na região equatorial dos frutos, após a retirada da casca.

Sólidos solúveis: determinado no suco da fruta, obtido pela centrifugação de dois frutos por repetição, utilizando-se refratômetro manual, marca Atago, com escala de 0 a 32 °Brix.

pH: determinado potenciometricamente em pHmetro Micronal B-274, no suco da fruta (1:9), obtido pela centrifugação de dois frutos por repetição, segundo a metodologia de CARVALHO et al. (1990).

Acidez titulável: determinada nas amostras anteriormente preparadas para determinação de pH, empregando-se NaOH (0,1 N) para titulação até atingir pH 8,1. O resultado foi expresso em % de ácido cítrico (CARVALHO et al., 1990).

3.2 Avaliação *in vitro* de agentes alternativos sobre o desenvolvimento de *C. gloeosporioides*

3.2.1 Efeito do ácido acético sobre o desenvolvimento *in vitro* de *C. gloeosporioides*

Discos de 3 mm de diâmetro, retirados da borda de colônias de *C. gloeosporioides* cultivadas por oito dias em BDA, foram transferidos para placas de

petri com o meio de cultura incorporado com diferentes concentrações de AA (0, 250, 500, 1000 e 2000 μL L^{-1}) sendo depositado nas placas de petri 40 μL de AA + 40 μL da suspensão. As placas foram mantidas em incubadora para BOD a 25 ºC, com alternância de luz de 12 h. As medidas dos diâmetros das colônias foram efetuadas a cada dois dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dez repetições e uma placa como unidade experimental. Para a avaliação da germinação de conídios foram utilizadas placas de petri de poliestireno, as quais foram divididas em quatro quadrantes. Em cada quadrante foi depositado 40 μL de suspensão conidial (10^4 conídios mL^{-1}) e 40 μL de solução de AA nas concentrações já descritas. A germinação de conídios foi avaliada após um período de incubação de 10 a 12 h, a 25 °C. As avaliações foram realizadas contando-se 50 conídios por quadrante, considerando-se como germinado aqueles que apresentaram tubo germinativo de tamanho igual ou superior ao do comprimento do esporo (MERCIER et al., 2001). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e contou com quatro placas por tratamento e uma placa como unidade experimental.

3.2.2 Efeito do etanol sobre o desenvolvimento *in vitro* de *C. gloeosporioides*

No primeiro experimento, discos de 3 mm de diâmetro, retirados da borda de colônias de *C. gloeosporioides* cultivadas por oito dias em BDA, foram transferidos para placas de petri com o meio de cultura incorporado com diferentes concentrações de etanol (0, 20, 30, 40 e 50 %). As placas foram mantidas em incubadora para BOD a 25 °C, com alternância de luz de 12 h. As medidas dos diâmetros das colônias foram efetuadas a cada dois dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito repetições e uma placa como unidade experimental. Para a avaliação da germinação de conídios foram utilizadas placas de petri de poliestireno, as quais foram divididas em quatro quadrantes. Em cada quadrante foi depositado 40 μL de suspensão conidial (10^4 conídios mL^{-1}), obtida após filtragem em gaze, pela quantificação de conídios determinada pela contagem em hemacitômetro, e 40 μL de solução de etanol nas concentrações já descritas. A germinação de conídios foi avaliada após um período de incubação de 10 a 12 h, a 25 °C. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e contou com quatro placas por tratamento e uma placa como unidade experimental.

No segundo experimento, discos de 3 mm de diâmetro, retirados da borda de colônias de *C. gloeosporioides* cultivadas por oito dias em BDA, foram transferidos para placas de petri com o meio de cultura (BDA), e as mesmas foram abertas e colocadas nos tambores herméticos de 200 L, com circulação de ar, onde foram expostas às diferentes concentrações de etanol (0; 17,5; 35; 70 e 140 μL L^{-1}), por evaporação, durante 1 hora, a 25 ºC. As placas foram mantidas em incubadora para BOD a 25 °C, com alternância de luz de 12 h. As medidas dos diâmetros das colônias foram efetuadas a cada dois dias. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado constituiu-se de oito placas por tratamento e uma placa como unidade experimental.

3.2.3 Efeito do tratamento térmico sobre o desenvolvimento *in vitro* de *C. gloeosporioides*

Seis discos de micélio foram transferidos para tubos de ensaio contendo 2 ml de água esterilizada e mantidos em banho termostático, sob diferentes temperaturas (40°, 45°, 50°, 55°, 60° e 65 °C) e tempos de exposição (3, 5 e 10 min). Como testemunha, discos de micélio foram transferidos para tubos de ensaio com água esterilizada sob temperatura ambiente, onde foram mantidos por 3 min (MORAES et al., 2005). Em seguida, os discos foram colocados em papel filtro para a retirada do excesso de água, transferidos para placas de Petri contendo BDA e incubados a 25 ^{o}C, durante 12 dias. O crescimento micelial foi determinado pela medida do diâmetro da colônia, avaliado a cada dois dias. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e constituiu-se de seis placas por tratamento com uma placa como unidade experimental.

3.2.4 Análise dos resultados

Os dados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey, em delineamento inteiramente casualizado, e a discussão dos resultados foi efetuada a 5 % de significância. Para tanto, foi empregado o programa estatístico ESTAT.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito do ácido acético (AA) no controle *in vivo* e *in vitro* de *C. gloeosporioides* em goiabas

4.1.1 Efeito *in vivo* do ácido acético no controle da antracnose em goiabas

O ácido acético, nas concentrações de 0, 25, 50, 100 e 200 μL L^{-1}, aplicado por imersão de goiabas por 1 min, não foi efetivo no controle da antracnose, não reduzindo a severidade e a incidência da doença nos frutos (Tabela 1). Por outro lado, o aumento das concentrações utilizadas para o tratamento dos frutos, bem como do tempo de exposição, reduziu de forma significativa a severidade da antracnose em goiabas. Goiabas imersas em 500 μL L^{-1} de ácido acético apresentaram, no 6° e 8° dias de avaliação, lesões com diâmetros menores quando comparadas à testemunha e aos demais tratamentos (Tabela 2). A mesma concentração não foi efetiva na redução da incidência da antracnose.

Quando os frutos foram tratados com AA por evaporação (Ensaio III), observou-se que as diferentes concentrações avaliadas não foram efetivas na redução da severidade da antracnose (Tabela 3), constatando-se que as concentrações de 10 e 20 μL L^{-1} de ácido acético favoreceram o desenvolvimento da doença nos frutos. Não houve redução da incidência da doença nos dias avaliados (Tabela 3). SHOLBERG & GAUNCE (1995) demonstraram que baixas concentrações de AA, aplicadas por evaporação, foram extremamente efetivas para o controle de *B.cinerea* em maçãs, sem haver efeito fitotóxico nos frutos. A aplicação de AA também reduziu a incidência da podridão causada por *B. cinerea* de 94 % para 2 %, em uva, prolongando em dois meses o armazenamento da fruta (MOYLS et al., 1996). Em mamões previamente inoculados com *C. gloeosporioides*, o AA (2,5 μL L^{-1}), aplicado por evaporação, reduziu a antracnose em frutos armazenados sob condição ambiente (CIA, 2005).

Tabela 1 - Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, imersas em ácido acético, por 1 min, e armazenadas a 25 °C / 80 %UR por oito dias. Ensaio I.

Ácido acético ($\mu L\ L^{-1}$)	Severidade (cm)[x]		
	4 dias	6 dias	8 dias
0	0,88 a	1,27 a	1,86 a
25	0,82 a	1,10 a	1,74 a
50	0,92 a	1,17 a	1,60 a
100	0,66 a	1,06 a	1,62 a
200	0,92 a	1,16 a	1,74 a
	Incidência (proporção)[x]		
	4 dias	6 dias	8 dias
0	0,52 a	0,92 a	1,00 a
25	0,65 a	1,00 a	1,00 a
50	0,63 a	0,84 a	1,00 a
100	0,38 a	0,84 a	1,00 a
200	0,60 a	0,92 a	1,00 a

[x]Média de cinco repetições, compostas de três frutos como unidade experimental.
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

Tabela 2 - Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, imersas em ácido acético, por 2 min, e armazenadas a 25 °C / 80 %UR por oito dias. Ensaio II.

Ácido acético ($\mu L\ L^{-1}$)	Severidade (cm)[x]		
	4 dias	6 dias	8 dias
0	0,54 a	1,12 a	1,76 a
250	0,32 a	0,98 ab	1,40 b
500	0,22 a	0,76 b	1,30 b
1000	0,60 a	1,00 a	1,48 ab
2000	0,30 a	1,06 a	1,48 ab
	Incidência (proporção)[x]		
	4 dias	6 dias	8 dias
0	0,46 a	0,94 a	0,94 a
250	0,18 a	0,82 a	0,82 a
500	0,20 a	0,80 a	0,88 a
1000	0,26 a	0,82 a	1,00 a
2000	0,12 a	0,82 a	1,00 a

[x]Média de cinco repetições, compostas de quatro frutos como unidade experimental.
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

Tabela 3 – Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, expostas ao vapor de ácido acético, por 1 h, e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio III.

Ácido acético	Severidade (cm)[x]		
($\mu L\ L^{-1}$)	4 dias	6 dias	8 dias
0	0,49 ab	0,61 b	1,54 c
2,5	0,34 b	0,64 b	1,68 c
5	0,46 ab	0,80 b	1,53 c
10	0,66 a	0,92 b	2,63 b
20	0,52 ab	1,55 a	6,00 a
	Incidência (proporção)[x]		
	4 dias	6 dias	8 dias
0	0,74 ab	1,00 a	1,00 a
2,5	0,86 a	1,00 a	1,00 a
5	0,62 ab	0,90 a	1,00 a
10	0,48 ab	1,00 a	1,00 a
20	0,34 b	0,86 a	1,00 a

[x]Média de cinco repetições compostas de quatro frutos como unidade experimental. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

Segundo SHOLBERG et al. (2000), o efeito inibitório do AA sobre microrganismos é devido à redução do pH. As moléculas não dissociadas de AA passam facilmente através da membrana dos conídios sobre a superfície do fruto e assim, exercem seu efeito tóxico pela redução do pH do protoplasma celular.

O ácido acético tem se mostrado bastante promissor no controle de diferentes patógenos de pós-colheita em diferentes frutas. SHOLBERG et al. (2000) demonstraram que o vapor de vinagre branco, contendo 5 % de AA, reduziu de 50 % para 1,4 % a podridão de *B. cinerea* em morangos. Os mesmos autores, em 2003, trabalhando com o AA como uma alternativa ao uso de fungicidas pós-colheita em pêras, constataram redução de 51 % da incidência do mofo cinzento em frutas inoculadas com *B. cinerea*, após quatro meses de armazenamento (SHOLBERG et al., 2003).

Quanto aos atributos físico-químicos, observou-se que as diferentes concentrações de ácido acético não alteraram os teores de pH, acidez titulável, firmeza e coloração da casca e polpa dos frutos, ocorrendo um menor teor de sólidos solúveis somente nos frutos imersos na maior concentração de AA (2000 μL L^{-1}) (Tabelas 4 e 5). Sob tal aspecto, SHOLBERG & GAUNCE (1995) não constaram alterações na coloração de casca, sólidos solúveis e pH de uvas expostas ao vapor de ácido acético.

Observa-se pela Tabela 4 que, após oito dias de armazenamento dos frutos sob condições ambiente, houve aumento da luminosidade (*L*) da casca, redução do ângulo de cor (*H*°) e aumento da cromaticidade (*Chroma*), indicando frutos mais amarelos e claros quando comparados à avaliação inicial (Tabela 4). Quanto à cor de polpa, contatou-se ligeiro aumento no *H*°, enquanto os valores de *L* e *Chroma* permaneceram praticamente constantes durante o armazenamento, não sendo influenciados pelo ácido acético. Independentemente dos tratamentos, houve pequena redução nos teores de sólidos solúveis, manutenção dos valores de acidez titulável, ligeiro aumento do pH e queda acentuada de firmeza de polpa (Tabela 5). O teor de sólidos solúveis é dependente do estádio de maturação no qual o fruto é colhido e geralmente aumenta durante a maturação pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Após a colheita, o teor de sólidos solúveis em goiaba parece não sofrer alterações significativas (JACOMINO, 1999; XISTO, 2002). A quantidade de açúcares nos frutos pode diminuir com o progresso do amadurecimento devido à utilização desse substrato na respiração. SIDDIQUI et al. (2005), em trabalho com goiabas 'Banarsi Surkha', constataram aumento na produção de etileno nas frutas submetidas ao vapor de ácido acético por 2 h, após quatro dias de armazenamento, e redução da respiração, mas não observaram alterações nos teores de sólidos solúveis.

Tabela 4 – Cor de casca e de polpa de goiabas 'Kumagai' imersas em ácido acético (µL L^{-1}) por 2 minutos, e armazenadas a 25 °C / 80 %UR por oito dias. Ensaio II.

Tratamentos	Cor de casca[x]			Cor de polpa[x]		
	L	*H°*	*Chroma*	*L*	*H°*	*Chroma*
Dia 0	62,31	117,14	33,95	80,06	92,20	20,90
Testemunha	65,51 a	109,27 a	37,82 a	80,45 a	97,55 ab	20,10 a
250	64,35 a	109,84 a	40,80 a	80,55 a	97,14 ab	20,85 a
500	66,76 a	110,28 a	38,31 a	79,85 a	97,40 ab	20,26 a
1000	67,80 a	107,86 a	39,16 a	79,63 a	96,98 b	21,66 a
2000	67,79 a	110,33 a	38,70 a	81,79 a	98,37 a	21,08 a

[x]Em colorímetro Minolta, sistema *L C H*, onde L* representa luminosidade (0=preto a 100=branco), *C* representa cromaticidade e *H* (Hue), o ângulo de cor (0° a 360° - 0°: vermelha, 90°: amarelo, 180°: verde e 270°: azul). Média de dez repetições. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

Tabela 5 – Sólidos solúveis (SS), acidez titulável, pH e firmeza de polpa de goiabas 'Kumagai' imersas em ácido acético (µL L^{-1}) por 2 minutos, e armazenadas a 25 °C / 80 %UR por oito dias. Ensaio II.

Tratamento	SS (%)[x]	Acidez titulável (% ác. cítrico)[x]	pH[x]	Firmeza (N)[x]
Dia 0	8,6	0,62	3,58	78,0
Testemunha	7,6 a	0,62 a	3,80 a	19,57 a
250	7,1 ab	0,65 a	3,81 a	21,75 a
500	7,0 ab	0,70 a	3,70 a	27,11 a
1000	7,2 ab	0,65 a	3,72 a	19,41 a
2000	6,6 b	0,68 a	3,71 a	24,56 a

[x] Média de cinco repetições. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

4.1.2 Efeito do ácido acético sobre o desenvolvimento *in vitro* de *C. gloeosporioides*

Todas as concentrações de ácido acético (AA), incorporadas ao meio de cultura, reduziram de maneira significativa o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, sendo que as maiores (1000 e 2000 µL L^{-1}) inibiriam completamente o crescimento do fungo (Tabela 6 e Figura 1). Constatou-se que a concentração de 500 µL L^{-1} reduziu o desenvolvimento *in vitro* de *Colletotrichum* sp., mas não inibiu completamente o crescimento do fungo. Resultados semelhantes foram obtidos com a imersão dos frutos,

por 2 minutos, nesta mesma concentração, a qual reduziu a severidade da antracnose em goiabas previamente inoculadas (Tabela 2). A germinação de conídios foi completamente inibida por todas as concentrações de AA avaliadas, constatando-se que os conídios não expostos ao AA (testemunha) germinaram 76 % (dados não mostrados). Sob tal aspecto, SHOLBERG et al. (2000) relataram que o AA impediu a germinação de conídios de *Monilinia fructicola*, *B. cinerea* e *Penicillium expansum*.

Tabela 6 – Diâmetro da colônia (cm) de *Colletotrichum gloeosporioides* cultivado em BDA incorporado com ácido acético.

Ácido acético ($\mu L\ L^{-1}$)	Diâmetro da colônia (cm)[x]		
	4 dias	6 dias	8 dias
0	2,47 a	3,48 a	4,92 a
250	1,95 b	2,93 b	4,27 b
500	1,02 c	1,96 c	2,93 c
1000	0,00 d	0,00 d	0,00 d
2000	0,00 d	0,00 d	0,00 d

[x]Média de dez repetições. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

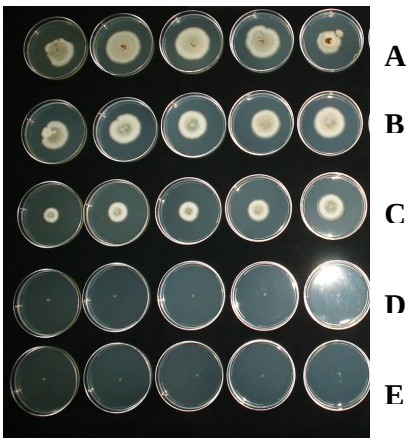


Figura 1 – Crescimento micelial *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*, cultivado em BDA incorporado com ácido acético (B- 250; C- 500; D- 1000 e E- 2000 $\mu L\ L^{-1}$). Como testemunha (A) utilizou-se placas somente com o meio de cultura.

4.2 Efeito do etanol no controle *in vivo* da antracnose em goiabas

Os resultados obtidos no primeiro ensaio mostraram que a imersão dos frutos em etanol por 30 s não reduziu a incidência das lesões da antracnose, como também a severidade da doença (Tabela 7). Não foram observados danos visíveis nos frutos, como por exemplo, o escurecimento da casca. Desta forma, outro ensaio foi efetuado para verificar os efeitos do etanol, aplicado nas mesmas concentrações, através da imersão dos frutos pelo tempo de 2 min.

Tabela 7 – Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, imersas em etanol por 30 s e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio I.

Etanol	Severidade (cm)[x]		
(%)	4 dias	6 dias	8 dias
0	0,88 a	1,27 a	1,84 a
20	0,60 b	0,63 a	1,59 a
30	1,06 a	1,08 a	1,90 a
40	0,56 a	0,63 a	1,40 a
50	0,80 a	0,69 a	1,66 a
	Incidência (proporção)[x]		
	4 dias	6 dias	8 dias
0	0,62 ab	0,94 a	1,00 a
20	0,34 ab	0,88 a	1,00 a
30	0,68 a	0,92 a	0,94 a
40	0,18 b	0,62 a	0,82 a
50	0,32 ab	0,60 a	0,82 a

[x] Média de cinco repetições, compostas de três frutos como unidade experimental. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

Os resultados obtidos no segundo experimento mostraram que o aumento do tempo de imersão em etanol resultou na redução do diâmetro da lesão em frutos imersos na concentração de 50 %, durante o armazenamento dos frutos sob condições ambiente. A incidência da antracnose nos frutos foi menor para os imersos em 40 % e 50 % de

etanol, no 4° dia de avaliação (Tabela 8 e Figura 2). Nesta data, a concentração de 50 % de etanol reduziu em aproximadamente 60 % o diâmetro da antracnose em goiabas e em 90 % a incidência das lesões.

Tabela 8 – Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, imersas em etanol por 2 min, e armazenadas a 25 °C / 80 %UR por oito dias. Ensaio II.

Etanol	Severidade (cm)[x]		
(%)	4 dias	6 dias	8 dias
0	0,60 a	1,11 a	1,76 a
20	0,62 a	1,16 a	1,61 ab
30	0,56 ab	1,19 a	1,82 a
40	0,44 ab	0,98 a	1,55 ab
50	0,22 b	1,01 a	1,46 b
	Incidência (proporção)[x]		
	4 dias	6 dias	8 dias
0	0,82 a	0,94 a	1,00 a
20	0,50 ab	0,88 a	1,00 a
30	0,56 ab	0,94 a	0,94 a
40	0,22 bc	0,82 a	0,94 a
50	0,08 c	0,68 a	0,78 a

[x] Média de cinco repetições compostas de quatro frutos como unidade experimental. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

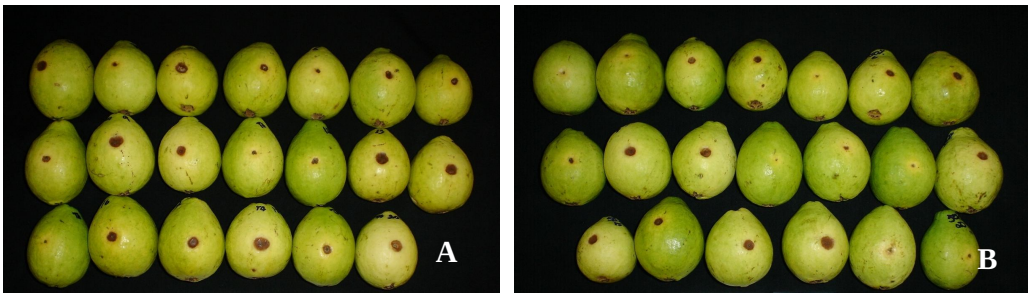


Figura 2 – Severidade e incidência da antracnose em goiabas ‘Kumagai’ inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides* e imersas em água por 2 min (A) ou em etanol a 50 % por 2 min (B), seguidas de armazenamento a 25 ºC / 80 %UR, por seis dias. Ensaio II.

No terceiro experimento, quando os frutos foram expostos ao etanol aplicado por evaporação, observou-se que as diferentes concentrações avaliadas não foram efetivas na redução da severidade da antracnose (Tabela 9), constatando-se que a concentração de 4 mL kg^{-1} de etanol reduziu a incidência da doença nos frutos somente no 6° dia de avaliação. CHERVIN et al. (2005) constataram que o vapor de etanol (2 mL kg^{-1}) foi tão efetivo quanto o dióxido de enxofre no controle de *B. cinerea* em uvas ‘Chasselas’, não sendo detectada, na avaliação sensorial, diferença entre frutos tratados e controle. Recentemente, *Chinese bayberry* (‘morango chinês’) tratados com vapor de etanol na concentração de 1000 µL L^{-1}, apresentaram menor incidência de podridões pós-colheita nos frutos armazenados a 20 °C. Concentrações acima de 1500 µL L^{-1} aceleraram o aparecimento de podridões nos frutos, como também promoveram o escurecimento (CHEN et al., 2007).

Tabela 9 – Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, expostas ao vapor de etanol por 1 hora, e armazenadas a 25 °C / 80 %UR por oito dias. Ensaio III.

Etanol	Severidade (cm)[x]	
(mL kg^{-1})	6 dias	8 dias
0	0,52 a	0,92 a
1	0,38 a	0,90 a
2	0,40 a	0,78 a
4	0,34 a	0,74 a
8	0,40 a	0,90 a
	Incidência (proporção)[x]	
	6 dias	8 dias
0	0,80 a	1,00 a
1	0,46 ab	1,00 a
2	0,66 ab	1,00 a
4	0,34 b	1,00 a
8	0,58 ab	0,92 a

[x] Média de cinco repetições compostas de quatro frutos como unidade experimental. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

A efetividade do etanol no controle da antracnose em goiabas pode ser atribuída à sua propriedade fungicida. Segundo LICHTER et al. (2002), o principal alvo do etanol como um agente estressante é a membrana lipídica de microrganismos, mas pode exercer outros efeitos sobre as células fúngicas.

As pesquisas envolvendo estudos sobre os efeitos do etanol na redução de podridões são relativamente recentes. A aplicação de etanol a 20 ou 40 % inibiu completamente o crescimento de *B. cinerea* e *M. fructicola* em pêssegos inoculados (EL-SHEIKH ALY et al., 2000, citado por PESIS, 2005). LICHTER et al. (2002) relataram que a imersão de cachos de uva em etanol a 33, 40 ou 50 %, resultou na redução de doenças, mostrando-se tão ou mais efetivo que o SO_2, além de não prejudicar a aparência dos frutos. De forma semelhante, ROMANAZZI et al. (2007) avaliaram os efeitos do etanol (10 e 20 %), aplicado por imersão, no controle do mofo

cinzento em uvas ‘Thompson Seedless’ e ‘Autumn Seedless’ e constataram que o álcool reduziu a porcentagem de bagas infectadas por *B. cinerea*.

Quanto aos atributos físico-químicos, constatou-se que o etanol não influenciou de maneira significativa nos teores de sólidos solúveis, a acidez titulável, o pH, a cor de casca e a firmeza dos frutos (Tabelas 10 e 11). Observa-se pela Tabela 10 que, após sete dias de armazenamento dos frutos sob condições ambiente, houve aumento da luminosidade (*L*) da casca, redução do ângulo de cor (*H*°) e aumento da cromaticidade (*Chroma*), indicando frutos mais amarelos e claros quando comparados à avaliação inicial, não havendo efeito do etanol sobre estes parâmetros. Quanto à cor de polpa, contatou-se aumento no *H*°, menos pronunciado para os frutos tratados com etanol a 50 %, enquanto os valores de *L* e *Chroma* permaneceram praticamente constantes durante o armazenamento, não sendo influenciados pelo etanol.

Tabela 10 – Cor de casca e de polpa de goiabas ‘Kumagai’ imersas em etanol por 2 minutos, e armazenadas a 25 °C / 80 %UR por sete dias. Ensaio II.

Tratamentos	Cor de casca[x]			Cor de polpa[x]		
	L	*H*°	*Chroma*	*L*	*H*°	*Chroma*
Dia 0	62,31	117,14	33,95	80,06	92,20	20,90
Testemunha	65,51 a	109,27 a	37,82 a	80,45 a	97,55 a	20,10 a
20%	67,76 a	107,61 a	39,28 a	80,83 a	97,40 a	21,08 a
30%	66,96 a	108,82 a	39,27 a	80,32 a	97,50 a	20,19 a
40%	67,54 a	109,23 a	38,57 a	80,04 a	96,82 ab	20,68 a
50%	66,61 a	107,94 a	38,54 a	78,91 a	95,98 b	20,88 a

[x]Em colorímetro Minolta, sistema *L C H*, onde L* representa luminosidade (0=preto a 100=branco), *C* representa cromaticidade e *H* (Hue), o ângulo de cor (0° a 360° - 0°: vermelha, 90°: amarelo, 180°: verde e 270°: azul). Média de dez repetições. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

Tabela 11 – Sólidos solúveis (SS), acidez titulável, pH e firmeza de polpa de goiabas 'Kumagai' imersas em etanol por 2 minutos, e armazenadas a 25 °C / 80 %UR por sete dias. Ensaio II.

Tratamento	SS (%)[x]	Acidez titulável (% ác. cítrico)[x]	pH[x]	Firmeza (N)[x]
Dia 0	8,60	0,59	3,58	64,22
Testemunha	7,56 a	0,62 a	3,78 a	19,58 a
20%	7,18 a	0,66 a	3,80 a	18,60 a
30%	7,26 a	0,64 a	3,81 a	21,27 a
40%	7,72 a	0,66 a	3,78 a	25,17 a
50%	7,52 a	0,58 a	3,80 a	15,67 a

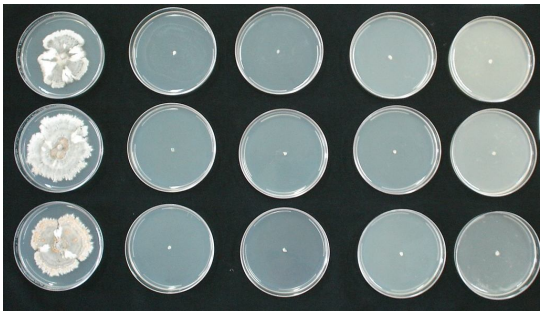
[x]Média de cinco repetições. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

SIDDIQUI et al. (2005) constataram que goiabas 'Banarsi Surkha' submetidas ao vapor de etanol absoluto, por 2 h, apresentaram maior firmeza de polpa durante o armazenamento, observando-se redução da atividade das enzimas poligalacturonase, β-galactosidade e celulase. Os autores observaram ainda que o etanol reduziu o teor de sólidos solúveis das goiabas, comportamentos não constatados no presente experimento.

4.2.1 Efeito do etanol sobre o desenvolvimento *in vitro* de *C. gloeosporioides*

A incorporação de etanol ao meio de cultura, em todas as concentrações avaliadas, inibiu o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* (Figura 3) demonstrando assim o efeito direto do álcool sobre o desenvolvimento do fungo. Quando aplicado por evaporação, o etanol, nas concentrações de 70 e 140 μL L^{-1}, inibiu completamente o crescimento micelial do fungo (Tabela 12).

De forma semelhante, todas as concentrações de etanol inibiram a germinação de conídios de *C. gloeosporioides* (32 % de conídios germinados para a testemunha, dados não mostrados). Sob tal aspecto, KARABULUT et al. (2004) constataram completa inibição da germinação de esporos de *B. cinerea* após 10 s de exposição a 30 % de etanol ou mais, a 24 °C. LICHTER et al. (2002) relataram que o etanol a 40 % inibiu completamente a germinação de conídios de *B. cinerea*.



A **B** **C** **D** **E**

Figura 3 – Crescimento micelial *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*, cultivado em BDA incorporado com etanol (B- 20; C- 30; D- 40 e E- 50 %). Como testemunha (A) utilizou-se placas somente com o meio de cultura.

Tabela 12 – Diâmetro da colônia de *Colletotrichum gloeosporioides* exposto ao vapor de etanol e mantido a 25 ℃, por oito dias.

	Diâmetro da colônia (cm)[x]		
Etanol ($\mu L\ L^{-1}$)	4 dias	6 dias	8 dias
0	2,92 a	4,48 a	5,72 a
17,5	2,97 a	4,35 a	5,73 a
35	2,87 a	3,91 a	5,26 a
70	0,00 b	0,00 b	0,00 b
140	0,00 b	0,00 b	0,00 b

[x]Média de dez repetições. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

4.3 Efeito do tratamento térmico no controle *in vivo* da antracnose em goiabas

No primeiro experimento, observou-se que as maiores temperaturas avaliadas (53 e 58 °C) foram altamente eficientes na redução da severidade (Tabela 13) e incidência da antracnose (Tabela 14), principalmente quando combinadas aos maiores tempos de exposição (5 e 10 min). A temperatura de 58 °C, por 5 e 10 min, inibiu completamente o desenvolvimento das lesões. No entanto, os frutos tratados na temperatura de 58 °C por 3, 5 ou 10 min, e a 53 °C por 5 ou 10 min, apresentaram manchas escuras na casca, indicando que estas combinações causaram escaldadura em goiabas (Figura 4).

Sob tal aspecto, SPONHOLZ et al. (2004) relataram que a exposição de frutos de bananeira 'Prata' a 50 ºC por 20 min reduziu a antracnose em 85 % e a 53 ºC por 15 e 20 min, os frutos apresentaram área lesionada de aproximadamente 3 % e 0 %, respectivamente. Frutos não tratados apresentavam 53 % da área lesionada aos 12 dias de armazenamento. BENATO et al. (2001b) constataram redução de podridões pós-colheita em maracujás-amarelos pela imersão dos frutos em água a 42,5 e 45 °C por 8 min. KARABULUT et. al. (2004), utilizaram o tratamento hidrotérmico e o etanol em uvas de mesa para o controle do mofo cinzento e concluíram que a imersão dos frutos por 30 ou 60 s em água aquecida a 50, 55 ou 60 °C, reduziu significativamente o número de bagas com podridões após o armazenamento por 30 dias a 1 °C. A termoterapia a 56 °C por 6 min foi eficiente no controle de podridões em frutos da bananeira, sem causar injúrias na casca (MORAES et al., 2005). Recentemente, HONG et al. (2007) em trabalho com *Citrus unshiu*, tangerina sem semente, tratados com água aquecida a 52, 55 e 60 °C por 2, 1 min e 20 s, respectivamente, constataram que os sintomas de mofos e da pinta-preta manifestaram-se tardiamente quando comparados com frutos não tratados e armazenados a 5 °C, por três semanas.

Tabela 13 - Severidade da antracnose (cm) em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, tratadas termicamente e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio I.

Dias	Temperatura (ºC)	Tempo (min)				
		0'	3'	5'	10'	Média A** (temperatura)[z]
4	Test. absoluta (T)[w]	0,44 a[x]	Test. X Fat.[ns]			
	Test. água (TA)[w]	0,72 a				
	43		0,80	0,71	0,78	0,77 a
	48		0,72	0,54	0,22	0,51 ab
	53		0,48	0,00	0,10	0,19 bc
	58		0,16	0,00	0,00	0,05 c
	Média B* (Tempo)		0,55 A	0,32 AB	0,28 B	AxB[n.s.]
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A** (temperatura)
6	T	1,10 a	Test. X Fat.[**]			
	TA	1,28 a				
	43		1,32	1,03	1,19	1,19 a
	48		1,16	1,22	0,78	1,07 a
	53		0,92	0,38	0,20	0,51 b
	58		0,66	0,00	0,00	0,22 b
	Média B** (Tempo)		1,03 A	0,67 B	0,54 B	AxB[n.s.]
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A** (temperatura)
8	T	1,88 a	Test. X Fat.[**]			
	TA	1,28 b				
	43		1,32 Aab	1,06 Ab	1,20 Aab	1,19 b
	48		l,74 ABa	1,78 Aa	1,30 Ba	1,61 a
	53		1,30 Aab	0,86ABb	0,80 Bb	0,99 b
	58		1,10 Ab	0,00 Bc	0,00 Bc	0,37 c
	Média B** (Tempo)		1,37 A	0,93 B	0,83 B	AxB**

[x]Média de cinco repetições, com três frutos como unidade experimental; [y]Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si ($P \leq 0,05$). [z]Interação: n.s. = não significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade;* = significativo a 5% de probabilidade. [w]T = frutos não imersos em água e TA =frutos imersos em água sob temperatura ambiente por 10 min.

Tabela 14 - Incidência da antracnose (proporção) em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, tratadas termicamente e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio I.

Dias	Temperatura (ºC)	Tempo (min)				
		0'	3'	5'	10'	Média A** (temperatura)[z]
4	Test absoluta (T) [w]	0,20 b[x]	Test. X Fat.[ns]			
	Test água (TA) [w]	0,46 a				
	43		1,00	0,80	0,66	0,82 a
	48		0,46	0,26	0,13	0,29 b
	53		0,13	0,00	0,07	0,07 c
	58		0,07	0,00	0,00	0,02 c
	Média B** (Tempo)		0,42 A	0,27 B	0,22 B	AxB[ns]
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A** (temperatura)
6	T	0,93 a	Test. X Fat.[**]			
	TA	0,93 a				
	43		1,00 Aa	0,80 Aa	1,00 Aa	0,93 a
	48		0,93 Aa	0,86 Aa	0,33 Bb	0,71 b
	53		0,46 Ab	0,20ABb	0,13 Bbc	0,26 c
	58		0,26 Ab	0,00 Ab	0,00 Ac	0,09 c
	Média B** (Tempo)		0,66 A	0,46 B	0,37 B	AxB**
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A** (temperatura)
8	T	0,93 a	Test. X Fat.[**]			
	TA	0,93 a				
	43		1,00 Aa	0,80 Aab	1,00 Aa	0,93 a
	48		1,00 Aa	0,93 Aa	0,93 Aa	0,95 a
	53		0,80 Aab	0,53 Bb	0,46 Bb	0,60 b
	58		0,53 Ab	0,00 Bc	0,00 Bc	0,18 c
	Média B** (Tempo)		0,83 A	0,60 B	0,56 B	AxB*

[x]Média de cinco repetições, com três frutos como unidade experimental; [y]Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si ($P \leq 0,05$). [z]Interação: n.s. = não significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade;* = significativo a 5% de probabilidade. [w]T = frutos não imersos em água e TA =frutos imersos em água sob temperatura ambiente por 10 min.

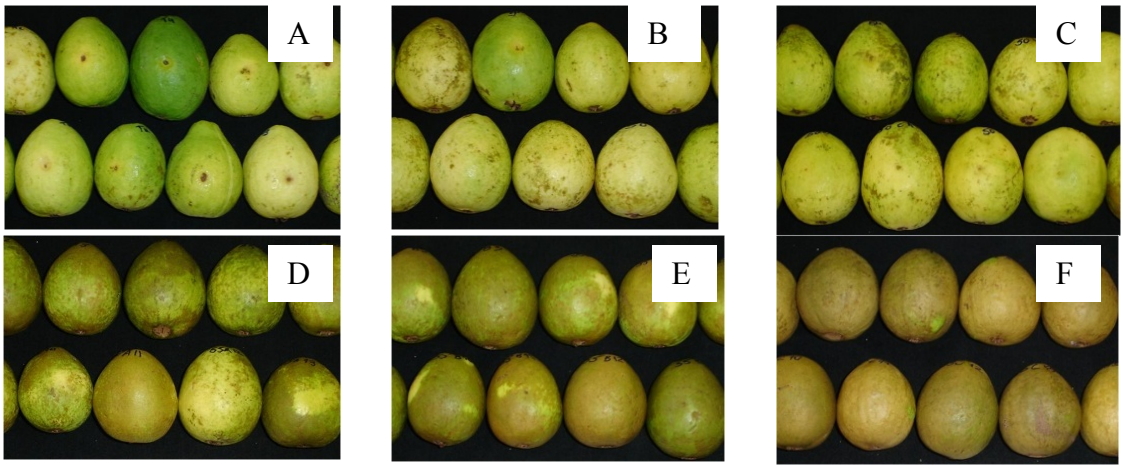


Figura 4 - Escaldadura em goiabas 'Kumagai' tratadas com água sob temperatura ambiente (A) ou a 53 °C / 5 min (B), 53 °C / 10 min (C), 58 °C / 3 min (D), 58 °C / 5 min (E), e 58 °C / 10 min (F).

No segundo experimento, a interação tempo x temperatura apresentou, em todos os dias de avaliação, diferenças significativas entre os tratamentos. A temperatura de 50 °C por 10 minutos foi altamente eficiente no controle da antracnose, impedindo completamente o desenvolvimento da doença (Tabelas 15 e 16 e Figura 5), além de não promover escaldadura nos frutos. Os frutos imersos em 50 °C por 3, 5 ou 10 minutos apresentaram redução de 38, 53 e 100 % da incidência da antracnose, respectivamente, em relação aos frutos imersos em água sob temperatura ambiente, no 4° dia de avaliação.

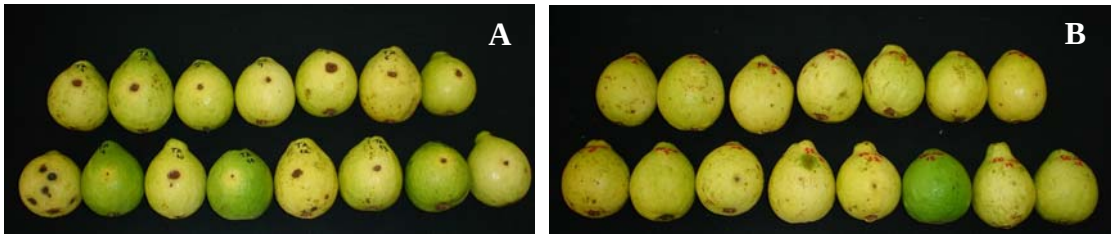


Figura 5 – Goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, imersas em água sob temperatura ambiente (testemunha, A) ou a 50 °C / 10 min (tratamento hidrotérmico, B), seguidas de armazenamento a 25 ºC / 80 %UR por seis dias.

Tabela 15 - Severidade da antracnose (cm) em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, tratadas termicamente e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio II.

Dias	Temperatura (ºC)	Tempo (min)				
		0'	3'	5'	10'	Média A* (temperatura)[z]
	Test absoluta (T) [w]	0,98 a [x]	Test. X Fat.**			
	Test água (TA) [w]	0,88 a				
4	40		0,54 Aa [y]	0,70 Aa	0,70 Aa	0,64 ab
	45		0,78 Aa	0,68 Aa	0,84 Aa	0,77 a
	50		0,82 Aa	0,60 Aa	0,00 Bb	0,47 b
	Média B (Tempo) [n.s.]		0,71 A	0,66 A	0,51 A	AxB**
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A** (temperatura)
	T	1,08 a	Test. X Fat.*			
	TA	1,10 a				
6	40		0,94 Aa	1,14 Aa	0,94 Aa	1,01 a
	45		0,96 Aa	0,86Aab	1,20 Aa	1,01 a
	50		1,00 Aa	0,60 Ab	0,00 Bb	0,53 b
	Média B (Tempo) [n.s.]		0,97 A	0,87 AB	0,71 B	AxB**
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A** (temperatura)
	T	1,80 a	Test. X Fat.**			
	TA	1,50 a				
8	40		1,26 Aa	1,38 Aa	1,16 Aa	1,27 a
	45		1,26 Aa	1,14 Aa	1,52 Aa	1,31 a
	50		1,00 Aa	1,04 Aa	0,00 Bb	0,68 b
	Média B* (Tempo)		1,17 AB	1,19 A	0,89 B	AxB **

[x]Média de cinco repetições , com quatro frutos como unidade experimental; [y]Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si ($P \leq 0,05$). [z]Interação: n.s. = não significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade;* = significativo a 5% de probabilidade. [w]T = frutos não imersos em água e TA =frutos imersos em água sob temperatura ambiente por 10 min.

Tabela 16 - Incidência da antracnose (proporção) em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, tratadas termicamente e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio II.

Dias	Temperatura (ºC)	Tempo (min)				
		0'	3'	5'	10'	Média A** (temperatura)[z]
	Test absoluta (T) [w]	0,73 a [x]	Test. X Fat.**			
	Test água (TA) [w]	0,86 a				
4	40		0,86	0,60	0,60	0,68 a
	45		0,46	0,46	0,46	0,46 ab
	50		0,53	0,40	0,00	0,31 b
	Média B* (Tempo)		0,62 A	0,49 AB	0,35 B	AxB[n.s.]
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A** (temperatura)
	T	0,80 a	Test. X Fat.[ns]			
	TA	0,86 a				
6	40		0,86 Aa	0,73 Aa	0,80 Aa	0,80 a
	45		0,66 Aa	0,86 Aa	0,86 Aa	0,80 a
	50		0,73 Aa	0,53 Aa	0,00 Bb	0,42 b
	Média B (Tempo) [n.s.]		0,75 A	0,71 A	0,55 A	AxB**
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A** (temperatura)
	T	0,86 a	Test. X Fat.[ns]			
	TA	0,93 a				
8	40		0,93 Aa	0,86 Aa	0,87 Aa	0,89 a
	45		0,80 Aa	0,93 Aa	0,93 Aa	0,89 a
	50		0,86 Aa	0,67 Aa	0,00 Bb	0,51 b
	Média B** (Tempo)		0,86 A	0,82 A	0,60 B	AxB **

[x]Média de cinco repetições, com quatro frutos como unidade experimental; [y]Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si ($P \leq 0,05$). [z]Interação: n.s. = não significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade;* = significativo a 5% de probabilidade. [w]T = frutos não imersos em água e TA =frutos imersos em água sob temperatura ambiente por 10 min.

Quanto aos atributos físico-químicos, verificou-se, com relação à cor de casca (Tabela 17), que os frutos tratados termicamente por 10 min apresentaram aumento de luminosidade e cromaticidade, e redução no ângulo de cor (H^o), indicativo de frutos mais amarelos e claros quando comparados aos demais tempos de exposição. Portanto, os resultados obtidos indicaram que as temperaturas e tempos de exposição avaliados, no segundo ensaio, não causaram escurecimento na casca dos frutos. Quanto à cor de polpa (Tabela 18), não houve influência do tratamento térmico sobre os parâmetros luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade. Verificou-se ainda que as diferentes combinações temperatura x tempo não influenciaram os teores de sólidos solúveis, o pH, a acidez titulável e a firmeza dos frutos (Tabela 19).

Tabela 17 - Cor de casca de goiaba branca 'Kumagai' tratadas termicamente e armazenadas a 25°C / 80% UR por seis dias.

	Cor de Casca[x]				
	Temperatura (ºC)	Tempo (min)			
		0'	3'	5'	10'	Média A[ns] (temperatura)
L	Testemunha	61,53	Test. X Fat.[ns]			
	40		61,67	66,35	69,24	65,77 a
	45		65,13	62,47	68,08	65,23 a
	50		61,54	66,84	69,70	66,02 a
	Média B[**] (Tempo)		62,81 B	65,22 AB	68,99 A	AxB[ns]
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A[ns] (temperatura)
H°	Testemunha	111,63	Test. X Fat.[ns]			
	40		112,39	106,48	103,57	107,48 a
	45		108,57	110,44	106,06	108,35 a
	50		111,63	106,44	99,76	105,94 a
	Média B (tempo) [**]		110,86 A	107,79 AB	103,13 B	AxB[ns]
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A[ns] (temperatura)
C	Testemunha	34,32	Test. X Fat.[ns]			
	40		33,93	36,33	36,87	35,71 a
	45		34,57	33,89	36,80	35,08 a
	50		34,99	35,94	37,10	36,01 a
	Média B[*] (tempo)		34,49 B	35,39 AB	36,93 A	AxB [ns]

[x]Análise inicial: L – 59,24, H° – 116,15, chroma – 37,41. Em colorímetro Minolta, sistema *L C H*, onde L* representa luminosidade (0=preto a 100=branco), *C* representa cromaticidade e *H* (Hue), o ângulo de cor (0° a 360° - 0°: vermelha, 90°: amarelo, 180°: verde e 270°: azul). Média de oito repetições, com um fruto como unidade experimental; Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estaticamente entre si ($P \leq 0,05$). [z]Interação: n.s. = não significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade;* = significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 18 - Cor de polpa de goiaba branca 'Kumagai' tratadas termicamente e armazenadas a 25°C / 80% UR por seis dias.

	Cor de Polpa[x]				
	Temperatura (ºC)	Tempo (min)			
		0'	3'	5'	10'	Média A[*] (temperatura)
L	Testemunha	83,38	Test. X Fat.[ns]			
	40		85,24	83,29	84,62	84,38 a
	45		82,92	82,41	83,53	82,95 b
	50		84,16	83,55	84,25	83,99 ab
	Média B[ns] (Tempo)		84,10 A	83,09 A	84,13 A	AxB[ns]
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A[ns] (temperatura)
H°	Testemunha	89,20	Test. X Fat.[ns]			
	40		88,76	89,32	89,32	89,13 a
	45		89,64	88,59	89,54	89,26 a
	50		89,38	89,32	89,95	89,55 a
	Média B (tempo) [ns]		89,26 A	89,08 A	89,60 A	AxB[ns]
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A[ns] (temperatura)
C	Testemunha	21,20	Test. X Fat.[ns]			
	40		20,37	21,24	20,38	20,66 a
	45		21,54	20,41	20,50	20,82 a
	50		21,78	20,84	21,18	21,27 a
	Média B[ns] (tempo)		21,23 A	20,83 A	20,69 A	AxB [ns]

[x]Análise inicial: L – 79,00, H° – 97,08, chroma – 22,21. Em colorímetro Minolta, sistema *L C H*, onde L* representa luminosidade (0=preto a 100=branco), *C* representa cromaticidade e *H* (Hue), o ângulo de cor (0° a 360° - 0°: vermelha, 90°: amarelo, 180°: verde e 270°: azul). Média de oito repetições, com um fruto como unidade experimental; Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estaticamente entre si ($P \leq 0,05$). [z]Interação: n.s. = não significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade, * = significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 19 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável, pH e firmeza de polpa de goiabas 'Kumagai' tratadas termicamente e armazenadas a 25°C / 80% UR por seis dias.

Sólidos solúveis (%)[x]					
Temperatura (ºC)	Tempo (min)				
	0'	3'	5'	10'	Média A[ns] (temperatura)[z]
Testemunha	8,73				
40		8,50	9,23	8,88	8,87 a
45		8,25	9,25	9,43	8,97 a
50		9,30	9,23	8,55	9,03 a
Média B[ns] (Tempo)		8,68 A	9,23 A	8,95 A	AxB[ns]
pH[x]					
Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A[ns] (temperatura)
Testemunha	3,61	Test. X Fat.[ns]			
40		3,57	3,60	3,55	3,57 a
45		3,59	3,56	3,69	3,61 a
50		3,58	3,64	3,60	3,60 a
Média B (tempo) [ns]		3,58 A	3,60 A	3,61 A	AxB[ns]
Acidez titulável (% ácido cítrico)[x]					
Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A[ns] (temperatura)
Testemunha	0,67	Test. X Fat.[ns]			
40		0,73	0,64	0,70	0,69 a
45		0,73	0,68	0,64	0,68 a
50		0,71	0,66	0,67	0,68 a
Média B[ns] (tempo)		0,72 A	0,66 A	0,67 A	AxB [ns]
Firmeza (N)[x]					
Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A[ns] (temperatura)
Testemunha	32,12	Test. X Fat.[ns]			
40		34,37	51,09	49,95	45,13 a
45		43,07	45,57	53,93	47,52 a
50		55,53	40,84	29,36	41,91 a
Média B[ns] (tempo)		44,33 A	45,83 A	44,41 A	AxB [ns]

[x]Análise inicial: sólidos solúveis – 9,44, pH – 3,62, acidez titulável – 0,63, firmeza – 89,90. Média de quatro repetições, com dois frutos como unidade experimental. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estaticamente entre si ($P \leq 0,05$). [z]Interação: n.s. = não significativo.

Com o objetivo de verificar se o intervalo de tempo entre a inoculação e o tratamento dos frutos influenciaria no processo de desenvolvimento da doença, estudaram-se, no terceiro experimento, os efeitos de diferentes tempos de incubação (2, 4 e 8 h) sobre o desenvolvimento da antracnose em goiabas tratadas hidrotermicamente (50 °C / 10 min). Observou-se que os tempos de incubação avaliados não influenciaram a severidade e a incidência da antracnose nos frutos (Tabela 20). Os frutos inoculados e tratados termicamente, independente do tempo de incubação, não apresentaram sintomas da antracnose durante o período de armazenamento. Além de atuar diretamente no controle de podridões, o tratamento térmico pode induzir respostas de resistência em frutos.

Assim, avaliou-se no quarto experimento, a possibilidade do tratamento hidrotérmico (50 °C / 10 min) proteger frutos da goiabeira contra a antracnose através da indução de mecanismos de defesa. Para tanto, os frutos foram inoculados em diferentes intervalos de tempo (0, 24 e 48 h) após o tratamento dos frutos, e observou-se que somente o momento da inoculação influenciou o desenvolvimento da doença, independentemente do tratamento. Frutos inoculados imediatamente após o tratamento hidrotérmico (0 h) apresentaram lesões maiores que os demais tempos de inoculação (Tabela 21).

Tabela 20 - Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas, tratadas a 50 °C / 10 min (TT) após diferentes tempos (2, 4 e 8 h) de incubação, e armazenadas a 25 ºC / 85 %UR por oito dias. Ensaio III.

Severidade (cm)					
Dias	Tratamento[x]	Tempo (horas)			Média A** (tratamento)[z]
		2	4	8	
4	Testemunha	0,42 Aa	0,32 Aa	0,39 Aa	0,37 a
	50° / 10 min	0,00 Ab	0,00 Ab	0,00 Ab	0,00 b
	Média B (Tempo)[n.s.]	0,21 A	0,16 A	0,19 A	AxB**
		2	4	8	Média A** (tratamento)
6	Testemunha	0,73 Aa	0,63 Aa	0,71 Aa	0,68 a
	50° / 10 min	0,00 Ab	0,00 Ab	0,00 Ab	0,00 b
	Média B (Tempo)[n.s.]	0,36 A	0,31 A	0,35 A	AxB**
		2	4	8	Média A** (tratamento)
8	Testemunha	1,49 Aa	1,15 Aa	1,42 Aa	1,34 a
	50° / 10 min	0,00 Ab	0,00 Ab	0,00 Ab	0,00 b
	Média B (Tempo)[n.s.]	0,74 A	0,57 A	0,71 A	AxB**
Incidência (proporção)					
Dias	Tratamento	Tempo (horas)			Média A** (tratamento)[z]
		2	4	8	
4	Testemunha	0,72 Aa	0,56 Aa	0,62 Aa	0,62 a
	50° / 10 min	0,00 Ab	0,00 Ab	0,00 Ab	0,00 b
	Média B (Tempo)[n.s.]	0,36 A	0,28 A	0,31 A	AxB**
		2	4	8	Média A** (tratamento)
6	Testemunha	1,00	1,00	1,00	1,00 a
	50° / 10 min	0,00	0,00	0,00	0,00 b
	Média B (Tempo)[n.s.]	0,50 A	0,50 A	0,50 A	AxB**
		2	4	8	Média A** (tratamento)
8	Testemunha	1,00	1,00	1,00	1,00 a
	50° / 10 min	0,00	0,00	0,00	0,00 b
	Média B (Tempo)[n.s.]	0,50 A	0,50 A	0,50 A	AxB**

[x]Média de cinco repetições, com quatro frutos como unidade experimental. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). [z]Interação: n.s. = não significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade;* = significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 21 - Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' tratadas a 50 °C / 10 min, inoculadas em diferentes tempos (0, 24 e 48 h) após os tratamentos, e armazenadas a 25 ºC / 80 %UR por oito dias. Ensaio IV.

Severidade (cm)					
Dias	Tratamento[x]	Tempo (horas)			Média A[n.s.] (tratamento)[z]
		0	24	48	
6	Testemunha	0,52	0,00	0,10	0,21 a
	50° / 10 min	0,52	0,00	0,10	0,21 a
	Média B (Tempo)**	0,52 A	0,00 B	0,10 B	AxB[ns]
		0	24	48	Média A[n.s.] (tratamento)
8	Testemunha	1,46 Aa	0,60 Ba	0,54 Bb	0,87 a
	50° / 10 min	1,00 Ab	0,52 Aa	1,00 Aa	0,84 a
	Média B (Tempo)**	1,23 A	0,56 B	0,77 B	AxB*
Incidência (proporção)					
Dias	Tratamento	Tempo (horas)			Média A[n.s.] (tratamento)[z]
		0	24	48	
6	Testemunha	0,10 Ab	0,00 Aa	0,10 Aa	0,07 a
	50° / 10 min	0,35 Aa	0,00 Ba	0,10 Ba	0,15 a
	Média B (Tempo)**	0,23 A	0,00 B	0,10 B	AxB*
		0	24	48	Média A[n.s.] (tratamento)
8	Testemunha	0,55	0,25	0,60	0,47 a
	50° / 10 min	0,45	0,45	0,45	0,45 a
	Média B (Tempo)[n.s.]	0,50 A	0,35 A	0,53 A	AxB[ns]

[x]Média de cinco repetições, com quatro frutos como unidade experimental; Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si ($P \leq 0,05$). [z]Interação: n.s. = não significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade;* = significativo a 5% de probabilidade.

Em tomates, a redução na taxa de degradação de mRNA codificador de peroxidase manteve a resistência dos tecidos dos frutos a doenças durante o tratamento a 38 °C por três dias, porém essa foi perdida em um ou dois dias após o tratamento (LURIE at al., 1997). Os mesmos autores relataram ainda que o tratamento inibiu o amadurecimento dos frutos e reduziu a incidência de infecções naturais que se desenvolveram durante o armazenamento. Foi também demonstrado que, quando o

fruto foi inoculado com *Botrytis cinerea*, antes do tratamento térmico, não houve desenvolvimento da doença.

4.3.1 Efeito do tratamento térmico sobre o desenvolvimento *in vitro* de *C. gloeosporioides*

As temperaturas de 55, 60 e 65 °C, pelos tempos de 3, 5 e 10 min, inibiram completamente o desenvolvimento micelial de *C. gloeosporioides* após 12 dias de incubação a 25 °C, sob luz intermitente (12 h de luz / 12 h de escuro) (Figura 6). A temperatura de 50 °C, independente do tempo de exposição (3, 5 ou 10 min), reduziu significativamente o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* (Figura 6 e Tabela 22), corroborando com os dados obtidos no ensaio *in vivo*, que demonstrou que a combinação 50 °C / 10 min foi efetiva na redução da severidade e incidência da antracnose nos frutos (Tabelas 15 e 16).

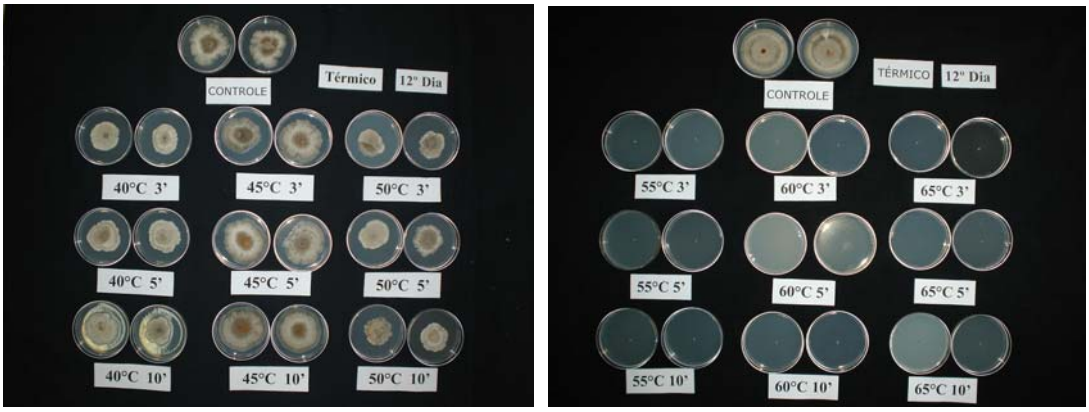


Figura 6 – Crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* exposto às temperaturas de 40, 45 e 50 °C por 3, 5 e 10 min (A) e 55, 60 e 65 °C por 3, 5 e 10 min (B) e mantido a 25 °C, por doze dias.

Tabela 22 - Diâmetro da colônia (cm) de *Colletotrichum gloeosporioides* submetido a diferentes combinações temperatura x tempo.

Dias	Temperatura (ºC)	Tempo (min)				
		0'	3'	5'	10'	Média A** (temperatura)
4	Testemunha	1,97	Test. X Fat.**			
	40		1,42	1,57	1,30	1,43 b
	45		1,72	1,75	1,85	1,77 a
	50		1,25	1,05	0,93	1,07 c
	Média B^{ns} (Tempo)		1,46 A	1,45 A	1,36 A	AxB^{ns}
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A** (temperatura)
6	Testemunha	2,98	Test. X Fat.**			
	40		2,17	2,30	1,98	2,15 b
	45		2,57	2,78	2,90	2,75 a
	50		1,88	1,85	1,80	1,84 c
	Média B (tempo) ^{ns}		2,21 A	2,31 A	2,22 A	AxB^{ns}
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A** (temperatura)
8	Testemunha	3,85	Test. X Fat.**			
	40		2,83 Aab	2,82 Ab	2,43 Ab	2,69 b
	45		3,38 Ba	3,65 ABa	4,08 Aa	3,70 a
	50		2,60 Ab	2,70 Ab	2,57 Ab	2,62 b
	Média B^{ns} (tempo)		2,94 A	3,05 A	3,03 A	AxB *
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A** (temperatura)
10	Testemunha	4,77	Test. X Fat.**			
	40		3,58	3,75	3,15	3,49 b
	45		4,43	4,62	5,20	4,75 a
	50		3,20	3,33	3,32	3,28 b
	Média B^{ns} (tempo)		3,73 A	3,89 A	3,89 A	AxB ^{ns}
	Temperatura (ºC)		3'	5'	10'	Média A** (temperatura)
12	Testemunha	6,38	Test. X Fat.**			
	40		4,68	4,83	4,00	4,50 b
	45		5,78	6,08	6,80	6,22 a
	50		4,42	4,58	4,32	4,44 b
	Média B^{ns} (tempo)		4,96 A	5,16 A	5,04 A	AxB ^{ns}

[x]Média de seis repetições, com uma placa como unidade experimental. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estaticamente entre si ($P \leq 0,05$). [z]Interação: n.s. = não significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade;* = significativo a 5% de probabilidade.

De forma semelhante, MORAES et al. (2005) constataram que a combinação 56 °C / 6 min retardou, mas não inibiu completamente o crescimento micelial de *C. musae*, porém foi efetivo no controle da podridão nos frutos de bananeira. Trabalho recente demonstrou que a germinação de esporos de *P. expansum*, causador do bolor azul em peras, foi inibida através do tratamento hidrotérmico a 46 °C por 15 ou 20 min (ZHANG et. al., 2008). MARQUENIE et al. (2002) constataram completa inativação de esporos de *B. cinerea* e *Monilinia fructigena* pelo tratamento a 45 °C / 15 min e 45 °C / 3 min, respectivamente.

4.4 Efeito do dióxido de carbono (CO_2) no controle *in vivo* da antracnose em goiabas

O dióxido de carbono, nas concentrações de 50, 60 e 70 %, aplicado nos frutos por 24 h, não foi efetivo no controle da antracnose, não reduzindo a severidade e a incidência da doença (Tabela 23). A concentração de 80 % de CO_2 reduziu a severidade da antracnose somente no 4° dia de avaliação, não reduzindo significativamente a incidência da podridão nos frutos.

Tabela 23 - Severidade (cm) e incidência (proporção) da antracnose em goiabas 'Kumagai' inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, expostas ao CO_2, por 24 h, e armazenadas a 25 °C / 80 %UR por oito dias.

Tratamentos	Severidade (cm)[x]		
CO_2 (%)	4 dias	6 dias	8 dias
0	0,66 a	1,08 a	1,78 a
50	0,40 a	0,76 a	1,62 a
60	0,46 a	0,86 a	1,44 a
70	0,42 a	0,80 a	1,42 a
80	0,38 b	1,04 a	1,80 a
	Incidência (proporção)[x]		
	4 dias	6 dias	8 dias
0	0,66 a	1,00 a	1,00 a
50	0,82 a	1,00 a	1,00 a
60	0,48 a	0,90 a	1,00 a
70	0,44 a	0,94 a	0,94 a
80	0,52 a	0,94 a	1,00 a

[x]Média de cinco repetições, compostas de quatro frutos como unidade experimental
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

Resultados diferentes foram encontrados por CIA et al. (2008), que relataram que a exposição de caquis ao CO_2 (80 % / 18 h) inibiu completamente o desenvolvimento de *Rhizopus stolonifer* nos frutos armazenados sob condições ambiente. Altos níveis de CO_2 suprimem o desenvolvimento de muitos patógenos pela

inibição de várias funções metabólicas (PRUSKY, 1997). RETAMALES et al. (2003) constataram que o tratamento de uvas 'Thompson Seedless' ou 'Red Globe' com CO_2 a 15 % foi tão efetivo quanto o SO_2 no controle de *B. cinerea*. Rosas armazenadas sob 10, 20 ou 30 % de CO_2 em temperatura de 10 a 12 °C apresentaram menor incidência de *B. cinerea*, sugerindo que o controle pode ter sido devido à ação direta do CO_2 sobre o patógeno (PHILLIPS et al., 1985).

Além de atuar diretamente sobre patógenos, altas concentrações de CO_2, aplicadas por períodos relativamente curtos de tempo, podem induzir a síntese de compostos antifúngicos em frutos. A exposição de abacates a 2 % de O_2 e 10 % de CO_2, a 10 °C resultou em significativa redução da incidência de antracnose (*C. gloeosporioides*). O acondicionamento de abacates em filmes poliméricos (15% O_2 + 9% CO_2) atrasou o amolecimento dos frutos, evitou a redução do composto antifúngico diene e manteve a quiescência de *C. gloeosporioides* (PRUSKY et al., 1985). O emprego de atmosfera de 30% CO_2 + 15% O_2, aplicada por 24 h, aumentou os níveis do composto antifúngico diene na casca e polpa de abacates imaturos e, atrasou o desenvolvimento de podridões (PRUSKY et al., 1993).

Sob tal aspecto, PRUSKY & KEEN (1993) relataram que o tratamento de abacates cv. Fuerte com 30 % CO_2, por 24 h a 20 ºC, logo após a colheita, mostrou um aumento nos níveis de *diene* (composto antifúngico) imediatamente após a retirada dos frutos desta condição e inibiu o desenvolvimento das lesões de *C. gloeosporioides*.

5 CONCLUSÕES

a) O tratamento hidrotérmico, a 50 °C por 10 min, controla a antracnose em goiabas, armazenadas por oito dias a 25 °C, não causando o escurecimento dos frutos.

b) O etanol, na concentração de 50 %, aplicado pela imersão dos frutos por 2 min, reduz a incidência e a severidade da antracnose em goiabas até quatro dias a 25 °C e não altera os atributos de qualidade dos frutos.

c) O ácido acético, na concentração de 500 $\mu L\ L^{-1}$, aplicado por imersão durante 2 min, reduz a severidade da antracnose em goiabas.

d) O CO_2, nas concentrações de 50, 60, 70 ou 80 %, aplicado durante 24 h, não é eficiente na redução da antracnose em goiabas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADSULE, R.N.; KADAM, S.S. Guava. In: SALUNKHE, D.K.; KADAM, S.S. (Ed.). Handbook of fruit science and technology, production composition, storage and processing. New York: Marcel Dekker, cap. 9, p. 419-433, 1995.

AGRIANUAL 2005: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP. Consultoria & Comércio, p. 349-352, 2005.

AHLAWAT, V.P.; YAMDAGNI, R.; JINDAL, D.C. Studies on the effect of postharvest treatments on storage behavior of guava (*Psidium guavaja* L.) cv. Sardar (L49). **Haryana Agricultural University Journal Research** , Hisar, v. 10, n. 2, p. 244-247, 1980.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/controle/controle_alcool.pdf, (18 março 2009).

BAILEY, J.A.; O'CONNELL, R.J.; PRING, R.J.; NASH, C. Infection strategies of *Colletotrichum* species. In: BAILEY, A. J.; JEGER, J. M. *Colletotrichum*: biology, pathology and control. Oxford: British Society for Plant Pathology. p. 88-120, 1992.

BASSETO, E. Conservação de goiabas 'Pedro Sato' tratadas com 1-metilciclopropeno: concentrações e tempos de exposição. 2002. 71p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiróz', Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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**, Amsterdam, v. 35, p. 303-308, 2005.

BENATO, E.A.; CIA, P.; SIGRIST, J.M.M.; SOUZA, N.L. Efeito do tratamento hidrotérmico no controle de podridões pós-colheita em maracujá amarelo. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 27, n. 4, p. 399-403, 2001b.

BIALE, J.B.; BARCUS, D.E. Respiratory patterns in tropical fruits of the amazon basin. **Tropical Science**, New York, v. 12, p. 93-104, 1970.

BROWN, B.I.; WILLS, R.B.H. Postharvest changes in guava fruit of different maturing. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 19, n. ¾, p. 237-243, 1983.

CAMILI, E.C.; CIA, P.; BENATO, E.A. Indução de resistência contra doenças pós-colheita. In: CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; DE RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.S. (Org.). Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. 1 ed. Piracicaba, p. 195-218, 2005.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. Análises químicas de alimentos. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos (Manual técnico), 1990. 121 p.

CASTRO, J.V.; SIGRIST, J.M.M: Matéria-prima. In: Mediana, J.C.; CASTRO, J.V.; SIGRIST, J.M.M.; MARTIN, Z.; KATO, K.; MAIA, M.L.; GARCIA, A.E.B.; LEITE, R.S.S.F. Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2.ed. Campinas: ITAL, cap. 2, p. 121-140, 1988.

CAVALINI, F.C. Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'**.** 2004. 69 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CAVALINI, F.C. Fisiologia do amadurecimento, senescência e comportamento de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato'. 2008. 90 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CHEN, K.S., ZHANG W.S., LI X., WANG X.,WANG G.Y., ZHENG J., ABEYSINGHE D.C., FERGUSON I.B. Ethanol vapour treatment alleviates postharvest decay and maintains fruit quality in Chinese bayberry. **Postharvest Biology and Technology,** Amsterdam, v. 46, p. 195–198, 2007.

CHERVIN, C.; WESTERCAMP, P.; MONTEILS, G. Ethanol vapours limit Botrytis development over the postharvest life of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 36, p. 319-322, 2005.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL; FAEPE, 1990. 320 p.

CHITARRA, M.I.F. Características das frutas de exportação. In: GONGATTI NETO, A.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.E.C.; BLEINROTH, E.W.; MATALLO, M.; CHITARRA, M.I.F.; BORDIN, M.R. Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA, cap. 1, p. 9-11, 1996.

CIA, P. Avaliação de agentes bióticos e abióticos na indução de resistência e no controle de antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamão (*Carica papaya*). 2005. 197 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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.

CIA, P.; BENATO, E.A.; PASCHOLATI, S.F; GARCIA, E.O. Altas concentrações de CO_2 no controle da podridão mole em caqui rama forte. **Summa Phythopatologica**, Jaguariúna, v. 34, p. 79-80, 2008.

COMBRINK, J.C.; KOCK, S.L.; VAN EEDEN, C. Effect of posthaverst treatment and packing on the keeping quality of fresh guava fruit. **Acta Horticulturae**, Den Haag, n. 275, p. 639-645, 1990.

COSTA, A.J.F.; KALIL, E.M. Desinfecção e esterilização. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v. 2, p. 1-4, 1994.

DANFOSS – AMÉRICA LATINA, http://www.danfoss.com/Latin_America_portuguese/businessAreas/refrigeration.htm, (12 novembro 2008).

DANTAS, S.A.F.; COELHO, R.S.B. Controle alternativo com indução de resistência. In: OLIVEIRA, S.M.A; TERAO, D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C.H. (Org.). Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais. 1ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 289-331, 2006.

EL-SHEIKH ALY, M.M.; BARAKA, M.A.; EL-SAYED ABBASS, A.G. The effectiveness of fumigants and biological protection of peach against fruit rots**. Assiut Journal of Agriculture Science**, Assiut, v. 3, p. 19–31, 2000.

GASPAR, J.W.; COUTO, F.A.A.; SALOMÃO, L.C. Effect of low temperature and plastic films on postharvest life guava (*Psidium guajava* L.). **Acta Horticulturae**, Den Haag, n. 452, p. 107-114, 1997.

GERHARDT, L.B.A.; MANICA, I.; KIST, H.; SIELER, R.L. Características fisico-químicas dos frutos de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 185-192, 1997.

GONGATTI NETO, A.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G. Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1996. 35 p.

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

HANDERBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. The commercial storage of fruits, vegetables, florist and nursery stocks. Washington: USDA, 1986. 130 p. (USDA. Agriculture Handbook, 66).

HONG, S.T.; LEE, H.H.; KIM, D. Effect of hot water treatment on the storage stability of satsuma mandarim as a postharvest decay control. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 43, p. 271-279, 2007.

IBRAF - INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Estatísticas**.** http://www.ibraf.org.br/estatisticas/exportação/comparativo.pdf , (15 dezembro 2008).

JACOMINO, A.P. Conservação de goiabas 'Kumagai' em diferentes temperaturas e materiais de embalagem**.** Piracicaba, 1999. 90 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

JACOMINO, A.P.; MARTINEZ OJEDA.; KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J.A. Conservação de goiabas tratadas com emulsão de cera carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 401-405, 2003.

JUNQUEIRA, N.T.V.; COSTA, H. Controle das doenças da goiabeira. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H. (Ed.) Controle de doenças de plantas : fruteiras. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v. 2, p. 1247-1277, 2002.

KARABULUT, O.A.; GLABER, F.M.; MANSOUR, M.; SMILANICK, J.L. Post harvest ethanol and hot water treatments of table grapes to control gray mold. **Post harvest Biology and Technology**, v. 34, p. 169-177, 2004.

LELIÈVRE, J.M.; LATCHE, A. JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J.C. Ethylene and fruitr ripening. **Physiology and Plantarum**, Sweden, v. 101, p. 727-739, 1997.

LICHTER, A.; ZUTKHY, H.; SONEGO, L.; DVIR, O.; KAPLUNOV, T.; SARIG, P.; BEN-ARIE, R. Ethanol controls postharvest decay of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 301-308, 2002.

LIMA FILHO, R.M.; OLIVEIRA, S.M.A.; MENEZES, M. Caracterização enzimática e patogenicidade cruzada de *Colletotrichum* spp. associados a doenças de pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 6, p. 620-625, 2003.

LIMA, A.V. Qualidade pós-colheita da goiaba 'Pedro Sato' tratada com Ca'ClIND.2' e 1-MCP em condições ambiente. 2004. 67 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LIU, W.T.; CHU, C.L.; ZHOU, T. Thymol and acetic acid vapors reduce postharvest brown rot of apricots and plums. **HortScience**, Alexandria, v. 37, n.1, p.151-156, 2002.

LURIE, S.; FALLIK, E.; HANDROS, A.; SHAPIRA, R. The possible involvement of peroxidase in resistance to Botrytis cinerea in heat treated tomato fruit. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, United Kingdom, v. 50, p. 141-149, 1997.

LURIE, S. Postharvest heat treatments of horticultural crops. **Horticultural Review**, Leuven**,** v. 22, p. 91-121, 1998.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Fruticultura tropical: goiaba. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 373 p.

MARQUENIE, D.; LAMMERTYN, J.; GEERAERD, A.H.; SOONTJENS, C.;. VAN IMPE, J.F.; NICOLAI, B.M.; MICHIELS, C.W. Inactivation of conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructigena* using UV-C and heat treatment. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 74, p. 27-35, 2002.

MEDINA, J.C. Goiaba, da cultura ao processamento e comercialização. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria da Agricultura, coordenadoria da pesquisa agropecuária, ITAL, Campinas. 1978. 106 p.

MERCADO-SILVA, E.; BAUTISTA, P.B.; GARCIA-VELASCO, M.A. Fruit development, harvest index ripening changes of guavas produced in central Mexico. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 13, p. 143-150, 1998.

MERCIER, J.; BAKA, M.; REDDY, B.; CORCUFF, R.; ARUL, J. Shortwave ultraviolet irradiation for control of decay caused by *Botrytis cinerea* in Bell pepper: induced resistance and germicidal effects. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 126, n. 1, p. 128-33, 2001.

MORAES, W.S., ZAMBOLIM, L., LIMA, J.D., SALOMÃO, L.C.C. & CECON, P. Termoterapia de banana 'Prata-Anã' no controle de podridões em pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 603-608, 2005.

MORAES, S.R.G.; MASSOLA Jr., N.S.; TANAKA, F.A.O. Estudos ultraestruturais da penetração de *Colletotrichum gloesporioides* em goiabas com diferentes idades. **Summa Phytophatologica**, Jaguariúna, v. 34, p. 27, 2008.

MOYLS, A.L.; SHOLBERG, P.L.; GAUNCE, A.P. Modified-atmosphere packaging of grapes and strawberries fumigated with acetic acid. **HortScience**, Alexandria, v. 31, n. 3, p. 414-416, 1996.

NULTSCH, W. Botânica geral. Trad. de P.L. de Oliveira. 10 ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 489 p.

OJEDA, M.R. Utilização de ceras, fungicidas e sanitizantes na conservação de goiabas 'pedro sato' sob condição ambiente. 2001. 57 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

OLIVEIRA, M.A. Utilização de película de mandioca como alternativa a cera comercial na conservação pós-colheita de frutos de goiaba (*Psidium guavaja*). 1996. 73 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

OLIVEIRA, S.M.A.; DANTAS, S.A.F.; GURGEL, L.M.S. Indução de resistência em doenças pós-colheita em frutas e hortaliças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 12, p. 343-371, 2004.

PANDEY, R.R.; AURORA, D.K.; DUBEY, R.C. Effect of Everiromenmental conditions and inoculum density on infection of guava fruits by *Colletotrichum gloesporioides*. **Mycopathologia**, Den Haag, v. 137, p. 165-172, 1997.

PEREIRA, F.M. Cultura da goiabeira. Jaboticabal: FUNEP, 1995, p. 47.

PERES, N.A.R.; KURAMAE, E.E.; DIAS, M.S.C.; SOUZA, N.L. Identification and characterization of *Colletotrichum* spp. affecting fruit after harvest in Brazil. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 150, p. 128-134, 2002.

PESIS, E. The role of the anaerobic metabolites, acetaldehyde and ethanol, in fruit ripening, enhancement of fruit quality and fruit deterioration. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 37, p. 1-19, 2005.

PHILLIPS, D. J., Margosan, D. A., and Fouse, D. C. Postharvest control of Botrytis rot of roses with carbon dioxide. **Plant Disease,** St. Paul, v. 69, p. 789-790, 1985.

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

PIZA Jr., C.T.; KAVATI, R. A cultura da goiaba de mesa. Campinas: CATI (Boletim Técnico 219), 1994. 28 p.

PRUSKY, D.; KOBILER, I.; JACOBY, B.; SIMS, J.J.; MIDLAND, S.L. Inhibitors of avocado lipoxygenase: their possible relationship with the latency of *Colletotrichum gloeosporioides*. **Physiological and Plant Pathology**, v. 27, p. 269-79, 1985.

PRUSKY, D.; KOBILER, I.; ARDI, R.; FISHMAN, Y. Induction of resistance of avocado fruit to *Colletotrichum gloeosporioides* attack using CO_2 treatments. **Acta Horticulture**, v. 343:325-30, 1993.

PRUSKY, D.; KEEN, N.T. Involvement of preformed antifungal compounds in the resistance of subtropical fruits to fungal decay. **Plant Disease**, St. Paul, v. 77, n. 2, p. 114-19, 1993.

PRUSKY, D. Pathogen quiescence in postharvest diseases. **Annual Review of Phytopatology**, Palo Alto, v. 34, p. 413-434, 1997.

RETAMALES, J.; DEFILIPPI, B.G.; ARIAS, M.; CASTILLO, P.; MANRÍQUEZ, D. High-CO_2 controlled atmospheres reduce decay incidence in Thompson Seedless and Red Globe table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 29, p. 177-182, 2003.

RHODES, M.J.C. The maturation and ripening of fruits. In: THIMANN, K.V.; ADELMAN, R.C.; ROTH, G.S. **Senescence in plants**. Florida: CRC Press, cap. 8, p. 157-205, 1980.

ROMANAZZI, G.; KARABULUT, O.A.; SMILANICK, J.L. Combination of chitosan and ethanol to control postharvest gray mold of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 45, p. 134-140, 2007.

ROMERO, I.; SANCHEZ-BALLESTA, M.T.; MALDONADO, R.; ESCRIBANO, M.I.; MERODIO, C. Expression of class I chitinase and β-1,3-glucanase genes and postharvest fungal decay controlo f table grapes by high CO_2 pretreatment. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 41, p. 9-15, 2006.

ROZWALKA, L.C. Controle alternativo da antracnose em frutos de goiabeira, em laboratório. 2003. 45 p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SAHA, A.K. Effect of postharvest treatment with growth regulators on the ripening and chemical composition of guava (*Psidium guavaja* L.). fruits. **Indian Journal of Horticulture**, Locknow, v. 28, n. 1, p. 11-15, 1971.

SHOLBERG, P.L., GAUNCE, A.P. Fumigation of fruit with acetic acid to prevent postharvest decay. **Horticultural Science**, Alexandria, v. 30, p.1271–1275, 1995.

SHOLBERG, P.L., GAUNCE, A.P. Fumigation of stone fruit with acid acetic to control postharvest decay. **Crop Protection**, Guildford, v. 15, p. 681-686, 1996.

SHOLBERG, L.P. Fumigation of fruit with short-chain organic acids to reduce the potential of postharvest decay. **Plant Disease**, St. Paul, v. 80, p. 689-693, 1998.

SHOLBERG, P.L.; HAAG, P.; HOCKING, R.; BEDFORD, K. The use of vinegar vapour to reduce postharvest decay of harvested fruit. **Horticultural Science**, Alexandria, v. 35, p. 898-903, 2000.

SHOLBERG, L.P.; CLIFF, M.; MOYLS, A.L. Fumigation with acetic acid vapor to control decay of stored apples. **Fruits**, LesUlis, v. 56, n. 5, p. 355-366, 2001.

SHOLBERG, L.P.; SHEPHARD, T.; RANDALL, P.; MOYLS, L. Use of mensured concentrations of acetic acid vapour to control postharvest dacay in d' Anjou pears. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 32, p. 89-98, 2003.

SIDDIQUI, S.; KOVÁCS, E.; BECZNER, J.; GOYAL, R.K.; GARG, F.C. Effect of ethanol, acetic acid and hot water vapors on the shelf-life of guavas. **Acta Alimentaria**, Budapeste, v. 34, n. 1, p. 49-57, 2005.

SIGRIST, J.M.M. Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CEREDA, M.P.; SANCHES, L. Manual de armazenamento e embalagem-produtos agropecuários. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, p. 1-12, 1983.

SILVA, E.A.B.R. Termossensibilidade de fungos causadores de podridões pós-colheita em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.)**.** 1993. 98 p. Dissertação (Mestrado em Horticultura). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SING, B.P.; SING, H.K.; CHAUKAN, K.S. Effect of postharvest calcium treatment on the storage life of guava fruits. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 51, n. 1, p. 44-47, 1980.

SPONHOLZ, C.; BATISTA, U.G.; ZAMBOLIM, L.; SALOMÃO, L.C.C.; CARDOSO, A.A. Efeito do tratamento hidrotérmico e químico de frutos de banana Prata no controle da antracnose em pós-colheita. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, p. 480-485, 2004.

TIAN, S.; FAN, Q.; XU, Y.; WANG, Y.; JIANG, A. Evaluation of the use of high CO_2 concentrations and cold storage to control *Monilinia fructicola* on sweet cherries. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 22, p. 53-60, 2001.

TRIPATHI, P.; DUBEY, N.K. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetable. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 32, p. 235–245, 2004.

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

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

WIJERATNAM, R.S.W.; HEWAJULIGE, I.G.N.; ABEYRATNE, N. Postharvest hot water treatment for the control of *Thielaviopsis* black rot of pineapple. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 36, p. 323-327, 2005.

WILLS, R.; LEE, T.H.; GRAHAM, W.B.; HALL, E.G. Postharvest an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. Kensington: New South Wales University Press, 1981. 161 p.

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. 2ed. Zaragoza: Acribia, 1998. 240 p.

XISTO, A.L.R.P. Conservação pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato' com aplicação de cloreto de cálcio em condições ambiente. 2002. 47 p. Disertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

XISTO, A.L.R.P.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D. et al. Textura de goiabas "Pedro Sato" submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. **Ciências Agrotecnológicas**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 113-118, 2004.

YUSOF, S.; HASHIM, H. Hot water versus vapor heat treatment and their effects on guava (*Psidium guavaja* L.). fruits. **Acta Horticulturae**, Den Haag, n. 292, p. 217-221, 1992.

ZHANG, H.Y., WANG; S DONG, Y.; ZHENG, X.D. Integrated control of postharvest blue mold decay of pears with hot water treatment and *Rhodotorula glutinis* **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 49, p. 308–313, 2008.

ZOFFOLI, J.P.; LATORRE B.A.; RODRÍGUEZ, E.J.; ALDUNCE, P. Modified atmosphere packaging using chlorine gas generators to prevent *Botrytis cinerea* on table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 135 –142, 1999.