

Avaliação de fungos sapróbios no controle pós-colheita da antracnose em goiabas 'Pedro Sato'

Flávia Manduca Ferreira Rodrigues Alves



INSTITUTO AGRONÔMICO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA
TROPICAL E SUBTROPICAL

AVALIAÇÃO DE FUNGOS SAPRÓBIOS NO CONTROLE
PÓS-COLHEITA DA ANTRACNOSE EM GOIABAS
'PEDRO SATO'

FLÁVIA MANDUCA FERREIRA RODRIGUES ALVES

Orientadora: Dra. Patrícia Cia

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
Outubro 2013

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

A474a Alves, Flávia Manduca Ferreira Rodrigues
Avaliação de fungos sapróbios no controle pós-colheita da antracnose em goiabas ' Pedro Sato'/ Flávia Manduca Ferreira Rodrigues Alves
Campinas, 2012. 63 fls.

Orientadora: Patrícia Cia
Dissertação (Mestrado) Agricultura Tropical e Subtropical – Instituto Agrônômico

1. Goiabas – Controle biológico 2. Pós-colheita. I. Cia, Patrícia II 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
(19) 2137-0601
pgiac@iac.sp.gov.br



Curso de Pós-Graduação
Agricultura Tropical e Subtropical
Certificado de Aprovação

Título: Avaliação de fungos sapróbios no controle pós-colheita da antracnose em goiabas 'Pedro Sato'

Aluna: Flávia Manduca Ferreira Rodrigues Alves

Área de Concentração: Tecnologia da Produção Agrícola

Processo SAA nº: 12073/2011

Orientadora: Dra. Patrícia Cia

Aprovado pela Banca Examinadora:

Dra. Patrícia Cia - IAC

Dra. Eliane Aparecida Benato Rodrigues da Silva - IB

Dra. Ilana Urbano Bron - IAC

Campinas, 29 de outubro de 2013

Visto:

Adriana Parada Dias da Silva
Coordenadora Pós-Graduação
Instituto Agrônomo

DEDICATÓRIA

Aos meus pais José Eduardo e Angela Maria,

Ao meu marido Samuel e meu filho Pedro,

Aos meus irmãos André e Fernanda,

Aos meus avós José e Ivone (*in memoriam*),

Pelo amor, carinho, compreensão e tudo que representam à mim

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de viver e presenciar momentos maravilhosos.

Aos meus pais, queridos, que sempre estiveram ao meu lado, prontos pra me dar carinho, incentivo e bons ensinamentos, serei eternamente grata.

Ao meu marido Samuel pela paciência, amor, companheirismo nos momentos mais difíceis de minha vida.

Ao meu filho Pedro pelo carinho e amor incondicional em todos os momentos.

À minha avó Aurora pelo amor, atenção e suas orações.

Aos meus irmãos André e Fernanda pelo carinho, amor, companheirismo ao longo de toda minha vida.

À minha sogra Luisa Helena pela amizade, conselhos e entendimento.

À Dra. Patrícia Cia pela amizade, bons conselhos, ensinamentos e paciência durante todos esses anos de convívio.

À Dra. Eliane Benato e Dra Ilana pelo apoio e ensinamentos em todos momentos que precisei.

Ao Sr Odair do Nascimento (produtor das goiabas) pela amizade, ajuda e paciência comigo.

À minha grande amiga Maria de Fátima Domingos pela amizade, ajuda em todos os momentos do meu experimento, apoio e incentivo.

Aos meus amigos do laboratório de pós-colheita, Raquel Mantovani, Bárbara Marçon, Francine Scolfaro Ponzo, Maria do Carmo Dorighele, Dunga e Valdir pela ajuda, amizade, conversas e ensinamentos. Aos amigos do curso de mestrado Pedro Eduardo Rampazzo, Fausto Alvarenga, Franciele dos Santos, Livia Sumam, Alex Calori, Abikeyla Robaina pela amizade, ajuda e ensinamentos e pelos momentos de diversão.

À todos os amigos da Pós Graduação do IAC, em especial a Célia Terra e Adriana Parada Dias da Silveira.

À CAPES pelo auxílio financeiro;

À todos os professores do Programa de Pós Graduação do IAC, pelos ensinamentos.

À Pós Graduação e ao Instituto Agrônomo pela oportunidade.

"O melhor aprendizado é se pensar que o valor das coisas não estão no tempo em que duram, mas na intensidade em que acontecem..."

Fernando Pessoa

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 Aspectos sobre a cultura da goiabeira.....	3
2.2 Doenças Pós-colheita e antracnose.....	5
2.3 Controle Biológico.....	8
2.4 Indução de Resistência.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Isolado de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> e de fungos sapróbios.....	17
3.2 Efeito dos fungos sapróbios sobre o crescimento micelial de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , in vitro.....	18
3.2.1 Avaliação do crescimento micelial dos fungos sapróbios em diferentes meios de cultura.....	18
3.2.2 Avaliação do antagonismo de fungos sapróbios sobre o crescimento micelial de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	18
3.2.3 Avaliação do antagonismo dos fungos sapróbios sobre <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> pela produção de voláteis.....	19
3.3 Efeito dos sapróbios no controle da antracnose em goiabas pós-colheita.....	20
3.3.1 Avaliação de fungos sapróbios no controle da antracnose em goiaba, pela produção de voláteis.....	20
3.3.2 Avaliação das suspensões de esporos de sapróbios no controle da antracnose em goiabas.....	21
3.3.3 Avaliação da possibilidade dos sapróbios atuarem indiretamente no controle da antracnose em goiabas.....	22
3.3.4 Avaliação dos sapróbios no controle da antracnose em goiabas mantidas sob refrigeração.....	22
4 RESULTADOS.....	25
4.1 Efeito dos fungos sapróbios sobre o desenvolvimento de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> in vitro.....	25
4.1.1 Avaliação do crescimento micelial dos fungos sapróbios em diferentes meios de cultura.....	25
4.1.2. Avaliação do antagonismo de fungos sapróbios sobre o crescimento micelial de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	26
4.1.3 Avaliação in vitro da possibilidade de produção de compostos voláteis pelos sapróbios.....	27
4.2 Efeito dos sapróbios no controle da antracnose em goiabas pós-colheita.....	30
4.2.1 Avaliação de fungos sapróbios no controle da antracnose em goiaba, pela produção de voláteis.....	30
4.2.2 Avaliação das suspensões de esporos dos sapróbios no controle da antracnose em goiabas	31
4.2.3 Avaliação da possibilidade dos sapróbios atuarem indiretamente no controle da antracnose em goiabas.....	33
4.2.4 Avaliação dos sapróbios no controle da antracnose em goiabas mantidas sob	

refrigeração.....	
5 DISCUSSÃO.....	50
6 CONCLUSÃO.....	54
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Espécies de fungos sapróbios utilizados nos experimentos.....	17
Tabela 2 -	Grupos de fungos sapróbios utilizados no experimento.....	19
Tabela 3 -	Número de dias necessários para os sapróbios atingirem o bordo das placas contendo os meios de cultura, mantidas a 25°C e fotoperíodo de 12 h.....	25
Tabela 4 -	Grau de antagonismo observado entre os sapróbios e <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> cultivados em placa contendo meio de aveia, mantidos a 25°C em fotoperíodo de 12 h.....	26
Tabela 5 -	Crescimento micelial de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> aos 2,4 e 6 dias em teste de voláteis produzidos pelos sapróbios, mantidos a 25°C em fotoperíodo de 12 h.....	28
Tabela 6 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência (%) e severidade (cm) da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' expostas aos voláteis dos sapróbios, por 24 horas, e armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	30
Tabela 7 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência (%) e severidade (cm) da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' tratadas com diferentes sapróbios, por aspersão, e armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	31
Tabela 8 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' tratadas com o <i>Pithomyces chartarum</i> , por aspersão, e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.	33
Tabela 9 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' expostas aos voláteis de <i>Pithomyces chartarum</i> , e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.	33
Tabela 10 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' tratadas com <i>Curvularia inaequalis</i> , por aspersão, e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	34
Tabela 11 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' expostas aos voláteis de <i>Curvularia inaequalis</i> , e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	34
Tabela 12 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' tratadas com <i>Memnoniella echinata</i> , por aspersão, e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	35
Tabela 13 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' expostas aos voláteis de <i>Memnoniella echinata</i> e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80%	

	UR por oito dias.....	35
Tabela 14 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com <i>C. virescens</i> var. <i>chlamydosporium</i> , por aspersão, e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	36
Tabela 15 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de <i>C.virescens</i> var. <i>chlamydosporium</i> e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	36
Tabela 16 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com <i>Gonytrichum clamydosporium</i> , por aspersão e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	37
Tabela 17 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de <i>Gonytrichum clamydosporium</i> , e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	37
Tabela 18 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com <i>Gonytrichum macrocladum</i> , por aspersão e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.	38
Tabela 19 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de <i>Gonytrichum macrocladum</i> , e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	38
Tabela 20 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com <i>Stachybotrys nephrosfora</i> , por aspersão e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	39
Tabela 21 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de <i>Stachybotrys nephrosfora</i> , e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	39
Tabela 22 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com <i>Stachybotrys globosa</i> , por aspersão e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	40
Tabela 23 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para	40

	incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de <i>Stachybotrys globosa</i> , e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	
Tabela 24 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com <i>Curvularia eragrostidis</i> , por aspersão e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias	41
Tabela 25 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de <i>Curvularia eragrostidis</i> , e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	41
Tabela 26 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com <i>C. virescens</i> var. <i>virescens</i> por aspersão e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	42
Tabela 27 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de <i>C. virescens</i> var. <i>virescens</i> , e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	42
Tabela 28 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com <i>Phialomyces macrosporus</i> por aspersão e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	43
Tabela 29 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de <i>Phialomyces macrosporus</i> , e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	43
Tabela 30 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com <i>Memnoniella levispora</i> por aspersão e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	44
Tabela 31 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de <i>Memnoniella levispora</i> , e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	44
Tabela 32 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com <i>Stachybotrys chartarum</i> por aspersão e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	45
Tabela 33 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para	45

	incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de <i>Stachybotrys chartarum</i> e inoculados com <i>C. gloeosporioides</i> após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.....	
Tabela 34 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência (%) e severidade (cm) da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ inoculadas com <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , tratadas com suspensão de esporos de <i>Curvularia eragrostidis</i> , por aspersão, e armazenadas por 15 dias a 10 °C / 90% UR, seguido por mais seis dias a 25 °C / 80% UR.....	46
Tabela 35 -	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência (%) e severidade (cm) da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’, expostas aos voláteis de <i>Memnoniella levispora</i> ou <i>Stachybotrys chartarum</i> e, inoculadas com <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> 24 h após o tratamento, armazenadas por 15 dias a 10 °C / 90% UR, seguido por mais seis dias a 25 °C / 80% UR.....	47
Tabela 36 -	Sólidos solúveis (SS), acidez titulável, firmeza, cor de casca e polpa em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com suspensão de esporos de <i>Curvularia eragrostidis</i> , por aspersão, e armazenadas por 15 dias a 10 °C / 90% UR, seguido por mais seis dias a 25 °C / 80% UR.....	47
Tabela 37 -	Sólidos solúveis (SS), acidez titulável, firmeza, cor de casca e polpa em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de <i>Memnoniella levispora</i> ou <i>Stachybotrys chartarum</i> por 24 h, e armazenadas por 15 dias a 10 °C / 90% UR, seguido por mais seis dias a 25 °C / 80% UR.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Escala de classificação quanto ao grau de antagonismo encontrado entre <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> e fungos sapróbios.....	19
Figura 2 -	Frasco de vidro contendo estrutura metálica separando frutos e placa contendo o sapróbio.....	21
Figura 3 -	Aspecto das colônias de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> cultivado em aveia-ágar, na presença dos diferentes sapróbios, mantidos a 25°C, em fotoperíodo de 12 h.....	27
Figura 4 -	Aspecto das colônias de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> aos 4 dias cultivado em meio aveia-ágar, em placas divididas ao meio, na presença dos diferentes sapróbios mantidos a 25°C, em fotoperíodo de 12 h.....	28

AVALIAÇÃO DE FUNGOS SAPRÓBIOS NO CONTROLE PÓS-COLHEITA DA ANTRACNOSE EM GOIABAS 'PEDRO SATO'

RESUMO

Atualmente, ênfase tem sido dada ao uso de agentes de controle biológico para o controle de podridões pós-colheita. O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos de sapróbios provenientes do semiárido nordestino no controle da antracnose e sobre atributos de qualidade de goiabas 'Pedro Sato' armazenadas a 25 °C e sob refrigeração (10 °C). Para tanto, goiabas 'Pedro Sato' foram inoculadas com *C. gloeosporioides* (10^5 conídios mL⁻¹) e, após 2 h, tratadas com a suspensão dos sapróbios na concentração de 10^6 esporos mL⁻¹, por aspersão, ou através da exposição dos frutos aos seus voláteis. Para avaliar a possibilidade dos agentes atuarem indiretamente no controle da antracnose, goiabas foram primeiramente tratadas com as suspensões de esporos dos sapróbios ou expostas aos voláteis e inoculados com o patógeno 24 e 48 h após os tratamentos. Após os tratamentos, em todos os ensaios, os frutos foram armazenados a 25 °C / 80% UR durante oito dias e avaliados, a cada dois dias, quanto à incidência e severidade da podridão. Com base na redução de sintomas com relação à testemunha, os sapróbios que se mostraram efetivos no controle da antracnose foram novamente avaliados mantendo-se os frutos sob refrigeração (10 °C/90% UR), por 15 dias, quando foram transferidos para 25 °C / 80% UR por mais seis dias. Após esse período os frutos foram novamente avaliados quanto à incidência e severidade da antracnose, bem como quanto aos atributos físico-químicos (cor de casca e polpa, firmeza, sólidos solúveis e acidez titulável). *In vitro*, avaliaram-se os efeitos dos sapróbios, ou de possíveis voláteis produzidos pelos mesmos, sobre o desenvolvimento de *C. gloeosporioides* utilizando-se placas de poliestireno contendo meio de aveia divididas ou não ao meio. Nestes ensaios foram avaliados os sapróbios *Memnoniella echinata*, *Pythomyces chartarum*, *Gonytrichum macrocladum*, *Phialomyces macrosporus*, *Clhoridium virescens* var. *virescens*, *Clhoridium virescens* var. *clamydosporium*, *Stachybotrys chartarum*, *Curvularia eragrostidis*, *Gonytrichum clamydosporium*, *Curvularia inaequalis*, *Stachybotrys nephrosfora*, *Memnoniella levispora* e *Stachybotrys globosa* no controle de *C. gloeosporioides*. Os resultados mostraram que, *in vitro*, os sapróbios *C. inaequalis*, *M. echinata*, *S. nephrosfora* e *G. clamydosporium* reduziram o desenvolvimento micelial de *C. gloeosporioides*, quando os mesmos foram cultivados em placas com divisão, evidenciando a possibilidade de produção de compostos voláteis

biologicamente ativos. Além disso, constatou-se efeito antagônico entre os sapróbios *Chloridium virescens* var. *virescens*, *Phialomyces macrosporus*, *Curvularia inaequalis*, *Memnoniella levispora*, *Memnoniella echinata*, *Gonytrichum macrocladum*, *Stachybotrys globosa*, *Stachybotrys nephrospora* e *C. gloeosporioides* em ensaio qualitativo. *In vivo*, *Curvularia eragrostidis* reduziu a incidência da antracnose, quando os frutos foram primeiramente inoculados com *C. gloeosporioides* e, após 2 h, tratados com a suspensão do sapróbio por aspersão e, *Memnoniella levispora* e *Stachybotrys chartarum* reduziram significativamente a incidência da antracnose quando os frutos foram inoculados 24 h após a exposição aos voláteis dos sapróbios. Estes mesmos sapróbios avaliados em frutos mantidos sob refrigeração não foram efetivos na redução da incidência e/ou severidade da antracnose e não alteraram os atributos de qualidade de goiabas ‘Pedro Sato’. Outros estudos deverão ser realizados visando a identificação de compostos voláteis biologicamente ativos produzidos por *Memnoniella levispora* e *Stachybotrys chartarum*, bem como elucidar os mecanismos bioquímicos possivelmente envolvidos na indução de respostas de defesa nos frutos.

Palavras chave: *Psidium guajava*, *Colletotrichum gloeosporioides*, controle biológico.

Evaluation of saprophytic fungi on postharvest control of anthracnose in 'Pedro Sato' guava

ABSTRACT

Biological control agents (BCA's) for the control of postharvest disease are currently being emphasized. The objective of this study was evaluate the effects of BCA's, from the Brazil northeast semi-arid region, on the postharvest anthracnose control in 'Pedro Sato' guava and on quality attributes of fruit stored at 25 °C and under refrigeration (10 °C). 'Pedro Sato' guavas were inoculated with *C. gloeosporioides* (10^5 conidia mL⁻¹) and after two hours they were BCA's treated through spray of spore suspension (10^6 spores mL⁻¹) or through fruit exposition at saprophytic fungi volatiles. Another assay was carried out to evaluate the capacity of the saprophytic fungi to act indirectly on anthracnose control; guavas were primarily treated with BCA's spore suspensions or exposed to their volatiles and inoculated 24 and 48 hours after Fruit were stored at 25 °C / 80% RH for eight days and checked for rot incidence and severity each every two days. According to the symptom reduction, saprophytic fungi that show effective on anthracnose control was evaluated again kept guavas under refrigeration (10 °C / 90% RH) for 15 days, followed for six more days at 25 °C / 80% RH. Fruit were assessed for anthracnose incidence and severity, and physical-chemical attributes (skin and pulp color, firmness, soluble solids and titratable acidity). On the in vitro assay, effects of BCA's or possible BCA's volatiles were evaluated on the *C. gloeosporioides* growth in polystyrene dishes containing oatmeal media divided or not in the half. The BCA's *Memmoniella echinata*, *Pythomyces chartarum*, *Gonytrichum macrocladum*, *Phialomyces macrosporus*, *Chloridium virescens* var. *virescens*, *Clhoridium virescens* var. *clamydosporium*, *Stachybotrys chartarum*, *Curvularia eragrostidis*, *Gonytrichum clamydosporium*, *Curvularia inaequalis*, *Stachybotrys nephrosfora*, *Memmoniella levispora* e *Stachybotrys globosa* were evaluated on *C. gloeosporioides* control. In vitro, *C. inaequalis*, *M. echinata*, *S. nephrosfora* and *G. clamydosporium* reduced *C. gloeosporioides* mycelial growth , when they were grown on divided dishes. These results show the possibility of producing biologically active volatile compounds. In addition, it was found antagonistic effect between *Chloridium virescens* var. *virescens*, *Phialomyces macrosporus*, *Curvularia inaequalis*, *Memmoniella levispora*, *Memmoniella echinata*, *Gonytrichum macrocladum*, *Stachybotrys globosa*, *Stachtbotrys*

nephrospora and *C. gloeosporioides* in qualitative assays. *In vivo*, *Curvularia eragrostidis* reduced anthracnose incidence when the fruit were first inoculated with *C. gloeosporioides* and treated with BCA suspension 2 h after. Furthermore, when fruits were inoculated 24 h after exposure to *Memnoniella levispora* and *Stachybotrys chartarum* volatiles it was found a significantly reduction of anthracnose incidence. Under refrigeration these BCA's not reduced anthracnose incidence and/or severity and not influenced quality attributes of 'Pedro Sato' guavas. Other studies should be conducted in order to identify biologically active volatile compounds produced by *Stachybotrys chartarum* and *Memnoniella levispora* and to elucidate the biochemical mechanisms possibly involved in the induction of defense responses in fruit.

Keywords: *Psidium guajava*, *Colletotrichum gloeosporioides*, biological control.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.) tem grande expressão no mercado brasileiro, sendo o Brasil considerado um dos maiores produtores do mundo. No ano de 2011 o volume de produção foi de 342.528 toneladas, em aproximadamente 15 mil hectares, concentradas principalmente nas regiões nordeste e sudeste do país (IBGE, 2011). Em São Paulo, as goiabas produzidas são destinadas aos mercados de fruta fresca e à industrialização (OJEDA, 2001). Em 2012 as exportações brasileiras de goiabas atingiram 139.414 quilos totalizando um valor de US\$ (FOB) 309.178 (SEBRAE, 2013).

A expansão do mercado consumidor de goiaba *in natura* está associada à qualidade dos frutos e ao aumento da vida útil pós-colheita. Devido à sua natureza delicada, as goiabas são frutas altamente perecíveis, com limitado período de conservação pós-colheita, sob condições ambiente (SINGH & PAL, 2008). Além disso, 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).

Durante o período pós-colheita, as goiabas estão sujeitas a infecção por diversos microrganismos em virtude, por exemplo, da diminuição da resistência da casca e polpa, e do amolecimento dos tecidos durante o amadurecimento. A perda pós-colheita de frutos tropicais no Brasil situa-se na ordem de 30% dos produtos comercializados (TAVARES, 2004), sendo as doenças pós-colheita importantes neste contexto. A podridão mais comum nessa fase é a antracnose, causada pelo fungo do gênero *Colletotrichum* spp. (PANDEY et al., 1997). A antracnose, também conhecida como mancha chocolate, é a principal doença pós-colheita no Brasil (PICCININ et al., 2005) ocasionando perdas consideráveis, tornando-se assim um fator limitante à exportação dos frutos. 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 defensivos agrícolas, 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 aos agrotóxicos potenciais indutores de resistência, para o controle de doenças de pós-colheita (CIA et al., 2007). Dentre os métodos alternativos de controle de podridões pós-colheita destacam-se os físicos (tratamento térmico, altas concentrações de CO₂, radiação UV-C), os químicos (ácido acético, etanol, quitosana) e os biológicos (microrganismos antagonistas). Neste sentido, o controle biológico surge como uma alternativa viável, já que reúne características favoráveis a sua utilização, como a adaptação ao meio, e principalmente pelo baixo impacto ambiental (BETTIOL, 1997). Com isso, surge a possibilidade de se avaliar microrganismos que reúnem características desejáveis para que seja usado em biocontrole, como, por exemplo, a capacidade de sobreviver em condições adversas e ser eficaz em baixas concentrações. Os fungos sapróbios da caatinga apresentam características que os tornam promissores para o controle biológico, por apresentarem resistência à restrição hídrica, capacidade de retirar nutrientes de tecidos mortos, boa competitividade e alta rusticidade (PINTO, 2013).

Nesse contexto, o projeto intitulado “Bioprospecção de fungos sapróbios no semi-árido nordestino para o controle de doenças infecciosas em plantas: indução de resistência”, ao qual o presente trabalho está vinculado, tem por objetivo a bioprospecção de moléculas voláteis ou não que atuem como indutores de resistência visando o desenvolvimento de bioprodutos (eliciadores de resistência em plantas). Para isso, isolados de fungos sapróbios provenientes do semiárido nordestino depositados na CCMB (Coleção de Microrganismos da Bahia) – situada na Universidade Estadual de Feira de Santana – BA, foram utilizados no presente trabalho. Esses fungos são decompositores da matéria orgânica sobre o solo e são encontrados na serrapilheira sobre folhas, galhos ou cascas nas camadas superficiais do solo.

Dessa forma, o desenvolvimento de diferentes métodos de controle de doenças em pós-colheita que possibilitem uma melhor conservação dos frutos e também a minimização do uso de agroquímicos torna-se de grande importância. Nesse sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de fungos sapróbios, em associação ao armazenamento refrigerado, no controle pós-colheita da antracnose e sobre os atributos físico-químicos de goiabas ‘Pedro Sato’.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos Sobre a Cultura da Goiabeira

A goiabeira pertence a família Myrtaceae, que é composta por mais de 70 gêneros e 2.800 espécies, distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais do globo, principalmente na América e Austrália. O gênero *Psidium* possui cerca de 150 espécies, dentre as quais se destacam *P. guajava* L., *P. catleyanum* Sabine (araçá-doce, araçá-de-praia ou araçá de coroa) e *P. guineense* Swartz ou *P. araça* Raddali (araçá-verdadeiro ou araçá-azedo) (PEREIRA, 1995).

A goiabeira é originária da América tropical, possivelmente entre o México e Peru, onde ainda pode ser encontrada em estado silvestre. No Brasil, ela está amplamente distribuída da região Sul ao Nordeste (MANICA et al., 2001; PEREIRA & MARTINEZ JÚNIOR, 1986), concentrada principalmente nos estados de São Paulo e Pernambuco os quais detêm aproximadamente 70% da produção brasileira.

No Estado de São Paulo, a goiabeira é cultivada em três sistemas de produção bastante distintos, em virtude da dedicação que exigem do produtor, do planejamento da cultura, do capital envolvido e do destino da produção. Esses três sistemas podem ser chamados de cultura da goiaba de mesa, para indústria e cultura mista, que visa atingir os dois mercados, simultaneamente. Sendo assim, a cultura mista vem se tornando uma alternativa bastante atraente para os produtores de goiaba, pois os frutos de melhor qualidade são destinados ao mercado de fruta fresca, com melhores preços, e o restante é utilizado para processamento, nas diferentes formas, de acordo com o tipo de fruto (PIZA JR., 1997).

As goiabas de polpa branca são destinadas exclusivamente ao mercado *in natura* (interno e externo) e as de polpa vermelha podem ser destinadas tanto ao mercado *in natura* quanto para indústria (GONGATTI- NETTO et al., 1996).

Dentre as cultivares de goiabas selecionadas para o mercado de frutas frescas destaca-se a cultivar Pedro Sato, por ser grande, com formato oblongo, apresentando a polpa firme e espessa, coloração rosada, sabor agradável, cavidade central cheia com poucas sementes e casca rugosa (KAVATI, 1997). Além de possuir excelente valor nutricional e ser rica em vitamina C é excelente para a preparação de doces, sorvetes, coquetéis e doces, sendo, atualmente, a cultivar de mesa de casca rugosa mais difundida no Estado de São Paulo.

Em relação a fisiologia pós-colheita de goiabas, as informações ainda são limitadas e contraditórias, apresentando comportamento distinto quanto ao padrão respiratório em função da variedade. Para a variedade Pedro Sato, os trabalhos apresentam algumas divergências (CAVALINI, 2004; 2008). Para LIMA et al. (1998) a variedade apresenta comportamento do tipo climatérico, que quando colhida no estágio "de vez", apresenta pico respiratório três dias após a colheita. Entretanto, MATTIUZ (2002) observou que goiabas 'Pedro Sato', colhidas em estágio "de vez" e armazenadas a temperatura ambiente tiveram aumento constante da atividade respiratória até sete dias após a colheita, período em que os frutos apresentaram elevado grau de senescência. Já AZZOLINI (2002) observou aumento gradual da atividade respiratória, com atividade máxima após o completo amadurecimento.

No entanto CAVALINI (2008) constatou que os frutos amadureceram após a colheita, comportamento típico dos frutos climatéricos; porém, a elevação dos níveis de C_2H_4 ocorreu após início do amadurecimento. Além disso, não houve resposta ao etileno exógeno, o que normalmente ocorre em frutos não-climatéricos, concluindo-se que os frutos da variedade Pedro Sato não podem ser classificados como climatéricos, nem tão pouco como não climatéricos, pois apesar de amadurecerem após a colheita, o pico de produção de etileno ocorre após o amadurecimento dos mesmos e, além disso, não respondem à aplicação de etileno.

A goiaba ocupa posição de destaque entre as frutas tropicais e subtropicais, pois apresenta teores elevados de vitaminas A e C além de teores satisfatórios de vitaminas do complexo B, principalmente tiamina (B1), riboflavina (B2) e niacina. Os elevados teores de fibra úmida de ótima qualidade (3,0 a 6,0%), de proteínas, de açúcares totais e de elementos minerais, como cálcio, fósforo e potássio, fazem da goiaba, uma das mais completas e equilibradas frutas em relação ao valor nutritivo (CARNEVALI, 1976; PEREIRA, 1995; MANICA et al., 1998). Além disso, o elevado teor de licopeno encontrado nas goiabas vermelhas confere a esta fruta alto valor comercial.

A procura por uma melhor qualidade de vida relacionada ao consumo de alimentos saudáveis está em evidência no comportamento dos principais consumidores do mundo. Nos últimos anos, o grande interesse por frutas tropicais e seus sucos, tem despertado interesse por países europeus e norte-americanos o que tem propiciado ótimas possibilidades de negócios com polpas e com frutas frescas produzidas no Brasil. Com isso há um maior estímulo para os produtores brasileiros investirem na produção de goiabas já que o país apresenta solo e clima favoráveis a produção da cultura

aumentando-se assim perspectivas potenciais no incremento da produção agrícola, geração de empregos, ampliação na atividade industrial e no potencial de exportação da fruta (REZENDE, 2010).

A preferência do mercado externo é para o consumo de goiaba de polpa branca para mesa, e do mercado interno, a opção é pela goiaba de polpa vermelha. No entanto, de acordo com AZZOLINI (2002), a alta perecibilidade da goiaba ainda é o principal problema enfrentado pelos agricultores na comercialização da fruta *in natura* tanto no mercado nacional como internacional. A falta de tecnologias de conservação limita o período de comercialização da fruta diminuindo-se assim a qualidade dos frutos e reduzindo o número de mercados consumidores. Dessa forma, a adoção de tecnologias para o aumento do período pós-colheita se faz necessária.

2.2 Doenças Pós-Colheita e Antracnose

As doenças pós-colheita podem ser classificadas de duas maneiras, doenças típicas ou quiescentes. As doenças típicas são causadas por patógenos que infectam os frutos logo após a colheita. Já as infecções quiescentes são causadas por patógenos que infectam frutos imaturos antes da colheita. Os frutos com infecções quiescentes permanecem assintomáticos até a maturação quando ocorrem mudanças fisiológicas e estruturais nos frutos, que desencadeiam o surgimento de sintomas da doença (BARKAI-GOLAN, 2001).

As doenças pós-colheita mais importantes em goiabas são as do tipo quiescentes causadas pelos patógenos *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz & Sacc. (teleomorfo: *Glomerella cingulata*) e *C.acutatum* J. H. Simmonds (teleomorfo: *Glomerella acutata*), agentes causais da antracnose, *Guignardia psidii* Ullasa e Rawal, agente causal da pinta preta e *Fusicocum* sp., agente causal da podridão de Fusicocum (BARKAI-GOLAN, 2001; MARTINS et al., 2007; FISCHER et al., 2011). Quanto às doenças típicas podem-se citar as podridões ocasionadas por *Rhizopus* e *Pestalotia*.

A antracnose é a principal doença de frutos em pós-colheita no Brasil (PICCININ et al, 2005). Por muito tempo, *C. gloeosporioides* foi considerado o único agente causal da doença (PICCININ et al., 2005; JUNQUEIRA & COSTA , 2002). Posteriormente, PERES et al. (2002) identificaram *C. acutatum* associado a lesões de antracnose em goiaba. Assim, a antracnose da goiaba pode ser causada por infecções simples ou múltiplas dessas duas espécies (PERES et al., 2002; SOARES et al., 2008).

As semelhanças existentes para o tamanho e formato dos conídios entre *C. gloeosporioides* e *C. acutatum* aliadas a frequente ocorrência de isolados de conídios de tamanhos e formatos intermediários tem demonstrado que as características morfológicas dos conídios não representam um atributo consistente na definição dessas duas espécies (SANDERS & KORSTEN, 2003) Sendo assim, muitos autores têm utilizado este método em conjunto com outros métodos para diferenciação e caracterização de espécies de *Colletotrichum* (SHARMA et al., 2005; ANDRADE et al., 2007).

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 (PANDEY et al., 1997).

As espécies de *Colletotrichum* apresentam ampla distribuição geográfica particularmente em ambientes quentes e úmidos onde causam danos em diversas culturas, os quais são muito severos em frutas. A antracnose tem maior incidência em temperaturas próximas a 28 °C e umidade relativa do ar alta (ao redor de 95 %). SOARES (2008) trabalhando com goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' constatou que a infecção e colonização dessas cultivares são favorecidas por um período de molhamento acima de 6 horas e temperaturas entre 25 e 30 °C e entre 20 a 30 °C, respectivamente.

Segundo PICCININ et al. (2005), o fungo pode sobreviver em ramos infectados na planta ou em restos vegetais contaminados deixados sobre o solo. O patógeno é disseminado a longa distância através de mudas ou partes vegetais de propagação e frutos contaminados.

Devido a penetração de *Colletotrichum* sp. poder 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). A infecção do hospedeiro pelo fungo pode ser direta, com a formação de apressórios, e também pode ocorrer indiretamente via ferimentos, principalmente nos frutos, causados por insetos ou durante o manuseio, e também pela cavidade floral (PICCININ et al., 2005).

O sintoma causado pela doença é caracterizado por lesões arredondadas, grandes, necróticas, com o centro dos tecidos deprimidos, onde são produzidas massas de conídios de coloração alaranjada (BAILEY et al., 1992), podendo ocorrer uma

podridão-mole nos frutos, prejudicando a sua comercialização (LIMA FILHO et al., 2003).

O controle da antracnose no campo é feito basicamente com métodos culturais e químicos. O controle cultural é realizado através de poda de ramos com sintomas, adubações equilibradas de nitrogênio e plantio em espaçamentos que permitam um bom arejamento das plantas. No controle químico, é realizada pulverização com fungicidas cúpricos quando os frutos estão com menos de 3 cm de comprimento (PICCININ et al., 2005) seguido de ensacamento ou de pulverização durante todo crescimento do fruto (JUNQUEIRA & COSTA, 2002).

Entretanto, devido aos efeitos prejudiciais de agroquímicos ao meio ambiente e a saúde humana, ao enquadramento dos cultivos ao PIF (Produção Integrada de Frutas) somado à resistência de patógenos a fungicidas e a retirada de alguns produtos do mercado, têm levado a redução na utilização de agroquímicos e o aumento das pesquisas envolvendo a utilização de agentes alternativos para o controle de doenças de pós-colheita (SOARES, 2008; CIA et al., 2007).

A redução das perdas em pós-colheita na cadeia produtiva de frutas representa um constante desafio, considerando que as frutas são órgãos que possuem alto teor de água e nutrientes e que, mesmo depois da colheita até a senescência, mantêm vários processos biológicos em atividade, apresentando desta forma maior predisposição a distúrbios fisiológicos, danos mecânicos e ocorrência de podridões (KADER, 2002 citado por SILVEIRA et al., 2005).

Na perspectiva de reduzir as podridões pós-colheita, várias tecnologias têm sido adotadas como, controle químico (inibidores de amadurecimento, fungicidas sistêmicos e protetores), controle biológico (antagonistas), controle físico (refrigeração, tratamento térmico, radiação, atmosfera controlada e modificada) e indução de resistência (elicitores bióticos e abióticos). A eficácia dessas medidas de controle pode variar conforme a espécie ou cultivar, a maturação fisiológica e as características bioquímicas do tecido da fruta (BARKAI-GOLAN, 2001).

Atualmente, a utilização de fungicidas ainda é a principal medida para o controle de podridões pós-colheita. Entretanto, não há registro de produtos para seu uso em pós-colheita em goiabas.

Poucos são os trabalhos que envolvem o estudo de doenças pós-colheita em goiabas, dessa forma os métodos mais estudados envolvem o uso de ceras (OJEDA, 2001) de absorvedores de etileno (AHLAWAT et al., 1980), reguladores de crescimento

(SAHA, 1971); aplicações de cálcio (BOTELHO et al., 2000), termoterapia (YUSOF & HASHIM, 1992), atmosfera modificada (JACOMINO, 1999; GASPAR, 1997) tratamento com 1-metilciclopropeno (BASSETO et al., 2005), agentes de controle biológico (HASHEM & ALAMRI, 2009).

Embora muitos desses tratamentos sejam eficientes em retardar a maturação e conservar a qualidade dos frutos, alguns interferem nas características sensoriais do fruto. Outros estendem a vida útil de forma economicamente inexpressiva, ou podem deixar resíduos químicos (BASSETO, 2002).

2.3 Controle Biológico

Em pós-colheita, o uso de fungicidas está sendo cada vez mais limitado devido aos riscos ambientais e toxicológicos e, em alguns países europeus o tratamento com fungicida em pós-colheita foi definitivamente banido (ADASKAVEG & FÖRSTER 2010).

Além disso, o incremento dos custos de controle químico, a perda de eficiência de alguns produtos e os problemas ambientais advindos dessa prática, indica a necessidade da busca de alternativas para o controle de fitopatógenos, entre as quais, a utilização de agentes biológicos se coloca em destaque.

COOK & BAKER (1983) definiram o controle biológico como a redução da densidade do inóculo ou das atividades determinantes de uma doença provocada por um patógeno, realizada por ou através de um ou mais organismos que não o homem.

Uma variedade de antagonistas microbianos têm sido relatados em pós-colheita para controlar vários patógenos em diferentes espécies como pimentão, manga, goiaba e maçã. CHANCHAICHAOVIVAT et al. (2007) selecionando diferentes antagonistas para o controle da antracnose em pimentão constataram que a levedura antagonista *Pichia guilliermondii* mostrou maior eficácia na redução da doença, abaixo de 6,5 % quando aplicada em frutos infectados. Em manga, KEFIALEW & AYALEW (2008) testaram quatro isolados de cinco bactérias, leveduras e fungos contra *C. gloeosporioides* agente causal da antracnose, observaram que todos os isolados mantiveram a severidade da antracnose (desenvolvimento da lesão) abaixo de 5% enquanto a testemunha sem tratamento atingiu 29%. Em goiaba, HASHEM & ALAMRI (2009) ao trabalharem com cepas de levedura constataram que em ensaio *in vivo* as leveduras *P. anomala* Moh 93 e *P. anomala* Moh104 reduziram a podridão da

goiabeira causada por *Botryodiplodia theobromae* em 39,1e 50,0%, respectivamente. Em maçã, LI et al. (2011) observaram eficácia do antagonista *Rhodotorula mucilaginosa* contra o mofo cinzento e azul onde a incidência de podridões e diâmetro da lesão ocasionados pelos fungos *Penicillium expansum* e *Botrytis cinerea* foram significativamente reduzidos quando tratados com o agente microbiano.

Além disso, algumas espécies de leveduras merecem destaque quanto sua eficiência na utilização em pós-colheita de frutas e hortaliças, como: *Acremonium breve*, *Candida guilliermondii*, *C. albidus* var. *aerius*, *Debaryomyces hansenii*, *Hanseniaspora uvarum* e *Cryptococcus laurentii*, sendo que as leveduras *D. hansenii*, *Rhodoturola mucilaginosa* e *C. oleophila* são as mais utilizadas na pós-colheita de citros. As leveduras têm sido os organismos preferencialmente utilizados quando se trata da produção de frutos destinados ao comércio *in natura* por esses organismos não serem bons produtores de antibióticos cuja presença dessas substância são indesejáveis em frutos a serem consumidos pelo homem (VALDEBENITO-SANHUEZA, 2000).

O sucesso de muitos antagonistas tem estimulado o desenvolvimento de produtos biológicos para o controle de podridões pós-colheita de frutos e vegetais. Quatro antagonistas, duas leveduras (*Candida oleophila* e *Cryptococcus albidus*) e duas estirpes de bactéria (*Pseudomonas syringae*) estão comercialmente disponíveis com os nomes comerciais Aspire (produto registrado e comercializado nos Estados Unidos e Israel), Yield Plus (produto comercializado no Sul da África) e BIOSAVE-110 e BIOSAVE-111 (comercializado nos Estados Unidos) respectivamente (DROBY et al, 2002).

O controle biológico possui uma série de vantagens em relação aos defensivos convencionais. Enquanto que os fungicidas possuem somente um efeito temporário e usualmente necessitam aplicações repetidas durante o desenvolvimento da cultura, os agentes de controle biológico são capazes de se estabelecerem, colonizarem e reproduzirem no ecossistema. Além disso, as estratégias de controle biológico são compatíveis com as práticas de agricultura sustentável, necessárias para a conservação de recursos naturais da agricultura promovendo menor impacto ambiental evitando-se assim o rompimento do equilíbrio biológico (SIVAN & CHET, 1992).

Devido a simplicidade e baixo custo, são também importantes no contexto de agricultura familiar onde a escassez de recursos não permite adoção de altas tecnologias. Por essas razões, o controle biológico tem se desenvolvido como uma estratégia viável e promissora para a redução de doença de plantas usado tanto

individualmente como em combinação com outras medidas fitossanitárias (JACK et al., 1991).

Em controle biológico, a doença não é só a interação entre patógeno e hospedeiro, mas o resultado da interação entre patógeno, hospedeiro e uma série de microrganismos não patogênicos que também estão presentes no sítio de infecção. Esses não patógenos podem limitar ou aumentar a atividade do patógeno, ou a resistência do hospedeiro (BETTIOL & GHINI, 1995).

Os mecanismos das interações antagonistas entre microrganismos patogênicos e antagonistas com a planta podem ser divididos em antibiose, parasitismo, competição, predação e indução de defesa do hospedeiro (MELO & AZEVEDO, 1998). Apesar desta divisão, é comum o comportamento de um antagonista apresentar mais de um mecanismo, pois assim serão aumentadas as suas chances de sucesso. Um microrganismo pode interagir com outros, criando condições desfavoráveis ao desenvolvimento destes, sendo esta forma de interação denominada de antagonismo (BETTIOL, 1991).

WISNIEWSKI & WILSON (1992) descreveram como antagonista ideal em pós-colheita o microorganismo que apresenta características como: ser geneticamente estável, eficaz em baixas concentrações, capacidade de sobreviver em condições adversas, baixo custo de produção, compatíveis com as práticas de processamento comercial, resistência aos pesticidas mais comuns e não patogênico a saúde humana. Além disso, eles têm de colonizar, sobreviver e se multiplicar no ambiente que normalmente é ocupado pelo patógeno; assim, é conveniente que os agentes de biocontrole venham do mesmo habitat (JANISIEWICZ 1988, 1997; VIÑAS et al., 1998; JIJAKLI et al., 1999; NUNES et al., 2001a; 2007; MANSO & NUNES 2011 citados por SHARMA et al., 2009).

No mecanismo designado antibiose ocorre a interação entre organismos na qual um ou mais metabólitos produzidos por um microorganismo têm efeito prejudicial sobre o outro. Esses metabólitos podem compreender compostos antibióticos e algumas enzimas extracelulares, como β -1,3-glucanase, quitinase e protease (MEHROTRA et al., 1997).

No caso da quitinase, por exemplo, trabalhos mostram a importância dessa enzima hidrolítica para *Trichoderma harzianum*, fungo utilizado comercialmente no controle biológico de alguns fungos fitopatógenos, na degradação da parede celular e inibição da germinação de esporos desses fungos (LORITO et al., 1993). *T. harzianum*

também apresenta a capacidade da produção de substâncias antibióticas como tricondermina e harzianopiridona, indicando a capacidade do fungo como agente de biocontrole, que se deve a combinação da produção de enzimas extracelulares e substâncias antibióticas (MEHROTRA et al., 1997; MELO, 1991).

Também, diversas espécies de *Bacillus* são citadas como produtoras de antibióticos podendo secretar metabólitos comercialmente importantes como enzimas aminolíticas e enzimas proteolíticas (BETTIOL & GHINI, 1995).

Outro mecanismo de interação é o parasitismo que se refere a situação em que um microrganismo vive e alimenta-se sobre o outro. Os microrganismos hiperparasitas atacam hifas e estruturas de reprodução e sobrevivência dos patógenos, reduzindo-se assim a infecção pelo patógeno (BETTIOL & GHINI, 1995).

Além disso, os fungos podem crescer sobre as hifas de outros fungos, degradando as paredes celulares do fungo alvo denominado de micoparasitismo, este processo limita o crescimento e a atividade de muitos fungos fitopatogênicos (CARSOLIO et al., 1999).

Esta é uma relação muito comum entre os fungos. Algumas espécies de *Trichoderma* são micoparasitas eficazes no controle de inúmeros fungos fitopatogênicos, principalmente aqueles com estruturas de resistência consideradas difíceis de serem atacadas por microrganismos, como é o caso de *Sclerotinia sclerotiorum* e espécies de *Sclerotium*. Podem atuar através de um ou da associação de mecanismos como parasitismo, antibiose e competição [COOK & BAKER (1983), citados por BETTIOL & GHINI (1995)].

A secreção de enzimas micolíticas envolvidas na penetração do antagonista na célula do hospedeiro é parte importante do processo de hiperparasitismo, o que tem incentivado os estudos relacionados a composição de paredes de fungos. Em geral as paredes celulares de fungos são constituídas por quitina e glucana, podendo conter ainda lipídios e proteínas. As enzimas hidrolíticas (quitinases, 1,3-glucanases, lipases e proteases) são induzidas durante o processo de micoparasitismo por *Trichoderma* spp. e tem um efeito antifúngico direto (HARAN et al., 1996). Nesse sentido assume-se que isolados com elevada produção deste tipo de enzima possam ser mais efetivos na degradação do hospedeiro (LIMA, 2002).

A maioria dos relatos sobre o uso de antagonistas para o controle de doenças induzidas por fungos fitopatogênicos apresenta *Trichoderma* spp. como um dos mais promissores entre os agentes de biocontrole (SILVA et al., 1999). Espécies de

Trichoderma são apontados como agentes supressores de *R. solani* em experimentos realizados em laboratório (CHET & BACKER, 1983).

FIALHO (2004) trabalhando com linhagens de levedura de *Saccharomyces cerevisiae* em frutos de laranja em pós-colheita não observou a produção de enzimas hidrolíticas pela linhagem de CR-1 de *S. cerevisiae* nas condições empregadas, no entanto constatou atividade antifúngica dessa linhagem *in vitro* contra o fitopatógeno *Guignardia citricarpa* através da produção de compostos voláteis os quais causaram inibição no seu crescimento micelial.

A competição por nutrientes, espaço e oxigênio pelo antagonista e o agente patogênico é o principal modo de ação pelo qual o antagonista suprime o patógeno causando seu enfraquecimento (DROBY et al., 1989; WILSON & WISNIEWSKI, 1989 citados por SHARMA et al., 2009). Na competição do microrganismo antagonista com o patógeno, o antagonista deve estar melhor adaptado as condições ambientais e nutricionais do que o patógeno. Além disso, o microrganismo antagonista deve apresentar maior habilidade em crescer rapidamente e sobreviver em condições desfavoráveis do que o patógeno (DROBY et al., 1992).

ŽIVKOVIĆ et al. (2010) trabalhando com isolados de *Trichoderma harzianum* e *Gliocladium roseum* e três isolados da bactéria *Bacillus subtilis*, *Sreptomyces noursei* e *Streptomyces natalensis in vitro* para a avaliação do potencial de agentes de controle biológico contra *C. acutatum* e *C. gloeosporioides* observaram que esses antagonistas inibiram o crescimento micelial e a germinação de conídios dos dois isolados do fitopatógeno, sendo que as espécies de *Streptomyces* e *B. subtilis* demonstraram forte antagonismo contra os isolados fitopatogênicos através de mecanismos de competição e produção de metabólitos e antibióticos.

Os fungos sapróbios, utilizados no presente trabalho fazem parte do projeto intitulado “Bioprospecção de fungos sapróbios no semi-árido nordestino para o controle de doenças infecciosas em plantas: indução de resistência (SISBIOTA)”. Esse projeto possui como principais objetivos a seleção de fungos sapróbios que induzam resistência, os quais poderão ser utilizados no manejo de doenças; o isolamento de metabólitos produzidos pelos fungos sapróbios exibindo atividade indutora de resistência e/ou de controle biológico e também o estudo de aspectos bioquímicos, fisiológicos, moleculares durante as interações hospedeiro-patógeno quando da indução de resistência e/ou controle biológico.

Esses fungos estão depositados na Coleção de Microrganismos da Bahia (CMBA), aos cuidados do Professor Luís Fernando Pascholati Gusmão da Universidade Estadual de Feira de Santana. Tratam-se de fungos decompositores da matéria orgânica sobre o solo sendo encontrados na serrapilheira sobre folhas, galhos ou cascas nas camadas superficiais do solo. Abaixo estão listadas as espécies trabalhadas e respectivas regiões do semiárido nordestino onde foram coletadas:

- *Memoniella echinata* (Microrregião de Seridó-RN)
- *Pithomyces chartarum* (Serra das Confusões-PI)
- *Gonytrichum macrocladum* (Serra do Ramalho- BA)
- *Phialomyces macrosporus* (Município de Buíque- PE)
- *Chloridium virescens* var. *virescens* (Morro do Chapéu- BA)
- *Chloridium virescens* var. *clamydosporium* (Serra da Jibóia-BA)
- *Stachybotrys chartarum* (Serra da Jibóia-BA)
- *Curvularia eragrostidis* (Serra da Jibóia-BA)
- *Gonytrichum clamydosporium* (Serra do Ramalho-BA)
- *Curvularia inaequalis* (Serra da Jibóia-BA)
- *Stachybotrys nephrosfora* (Dunas de São Francisco-BA)
- *Memmoniella levispora* (Serra do Ramalho-BA)
- *Stachybotrys globosa* (Município de Souza, PB)

2.4 Indução de Resistência

A indução de resposta de defesa em frutas e vegetais por microorganismos antagonistas foi demonstrado como um dos modos de ação de microorganismos antagonistas no controle de doenças pós-colheita (EL-GHAOUTH et al., 1998; IPPOLITO et al., 2000). A indução de resistência é um método alternativo e eficiente na proteção de plantas e apresenta-se como uma alternativa menos agressiva a saúde da população e aos agroecossistemas (STADNIK & MARASCHIN, 2004). Foi a partir da década de 1990 que se intensificou os estudos sobre a resistência induzida no controle de doenças pós-colheita, utilizando-se elicitores físicos, químicos e biológicos (FORBES-SMITH, 1999).

A resistência induzida consiste no aumento do nível de resistência através da utilização de agentes externos (os indutores) sem alterar o genoma da planta (STADNIK

& MARASCHIN, 2004), ocorrendo de maneira não específica por meio da ativação de genes que codificam para várias respostas de defesa, como proteínas relacionadas a patogênese (proteínas-RP), quitinases, glucanases, enzimas envolvidas na síntese de fitoalexinas como fenilalanina amônia-liase; acúmulo de lignina, entre outras (BONALDO et al., 2005).

A expressão da resistência induzida pode ser local ou sistêmica, quando ela se expressa em local diferente a qual foi exposta pelo agente indutor. As siglas ISR (*Induced Systemic Resistance*) e SAR (*Systemic Acquired Resistance*) compreendem fenômenos diferentes do ponto de vista bioquímico. A SAR geralmente envolve o acúmulo de proteínas-RP como mecanismos de defesa da planta, podendo resultar em necrose no tecido tratado pelo agente indutor. No caso da ISR, não há acúmulo de proteínas-RP e nenhuma alteração visível no tecido tratado é perceptível. Do ponto de vista fenotípico, ISR e SAR são fenômenos idênticos, pois em ambos os casos ocorre a expressão sistêmica de resistência da planta (STADNIK & MARASCHIN, 2004).

Em relação a origem, os agentes indutores de resistência podem ser classificados em abióticos e bióticos. Os agentes indutores de origem biótica ou abiótica podem apresentar natureza química variada, como os oligossacarídeos, glicoproteínas, oligopeptídeos e ácidos graxos, o que mostra a não existência de característica estrutural única na determinação da atividade eliciadora (STANGARLIN et al., 1999). Após o reconhecimento, uma cascata de sinais é acionada, o que leva a ativação dos mecanismos de defesa das plantas. Um dos primeiros eventos na interação planta-patógeno é a explosão oxidativa, que se constitui na produção de espécies reativas de oxigênio, que pode resultar em reação de hipersensibilidade. Outra molécula sinalizadora é o óxido nítrico que atua na sinalização da via do ácido salicílico e na ativação de genes, como o da fenilalanina amônia-liase que estimula a via dos fenilpropanóides, o que resulta na produção de vários compostos de defesa de plantas, como as fitoalexinas (BELTRAME, 2005).

A aplicação de indutores no início da fase pós-colheita retarda o processo de infecção, prolongando a vida dos frutos no armazenamento (FORBES-SMITH, 1999).

A utilização de indutores abióticos como o ácido β -aminobutírico (BABA), ácido jasmônico, metil jasmonato, o Acibenzolar-S-metil (ASM), a quitosana, tem sido eficiente em potencializar ou manter a resistência natural dos produtos colhidos (OLIVEIRA et al., 2004).

Os elicitores de origem biótica compreendem os microrganismos como leveduras, bactérias, isolados não patogênicos e componentes microbianos capazes de induzir reações de defesas em frutas (EL-GHAOUTH et. al., 2003; OLIVEIRA et al., 2004). Alguns produtos contendo elicitores bióticos estão disponíveis comercialmente no Brasil para uso em pós-colheita tais como Aspire® (à base de *Candida oleophila* Montrocher), Agro-Mos® (mananoligossacarídeo da parede da levedura *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex Hansen 1026) são considerados indutores de resistência (DANTAS et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2004).

Em citros, a primeira observação de um potencial microbiano no controle de doenças pós-colheita foi relatado por GUTTER & LITTAUER (1953), com *Bacillus subtilis*. Este microrganismo foi relatado como antagonista de doenças pós-colheita de frutas (SHOLBERG et al. 1995; FAN et al., 2000; KORSTEN et al., 2007; YÁNEZ-MENDIZÁBAL et al., 2011).

Também em citros, LIU et al (2010) trabalhando com suspensão de células de leveduras *Cryptococcus laurentii* e *Rhodosporium paludigenum* no controle da podridão ácida, verificaram redução da incidência e lesão. *Cryptococcus laurentii* e *Rhodosporium paludigenum* reduziram a incidência de 55% (controle) para 23,8 e 31,7% e o diâmetro da lesão de 18,7 mm para 9,8 mm e 5,6 mm respectivamente após 5 dias. Além disso, frutos tratados com as duas espécies de leveduras e depois inoculados com o patógeno *Geotrichum citri-aurantii* apresentaram mudanças nas atividades da peroxidase e superóxido dismutase, sendo capazes de induzir uma notável resposta de indução de resistência.

VIVEKANANTHAN et al. (2004) trabalhando com *Pseudomonas fluorescens* com uma formulação de quitina na pré-colheita verificaram redução na incidência da antracnose de 60% em relação ao controle em manga. Além disso, sua eficácia foi superior ao tratamento com fungicida padrão utilizado, o carbendazim.

DANTAS et al. (2004) com o objetivo de avaliar o potencial de indutores abióticos e bióticos como acibenzolar-S-methyl (ASM) e Agro- Mos contra podridões de *Lasiodiplodia* e de *Fusarium* em mamão verificaram aumentos na atividade da β -1,3-glucanase observados nos tratamentos com ASM e AM, que coincidiram com reduções na incidência de antracnose.

TIAN et al.(2005) ao testarem diferentes indutores de resistência como ácido salicílico, ácido oxálico e o antagonista *Cryptococcus laurentii* em pós-colheita contra *Alternaria alternata* em pêra, verificaram que os indutores aumentaram

significativamente as atividades enzimáticas relacionadas a defesa tais como β -1,3-glucanase, fenilalanina amônia liase, peroxidase e polifenol oxidase, e redução da incidência da doença.

QUAGLIA et al. (2011) verificaram eficácia dos agentes de controle biológico (ACBs) e / ou indução de resistência em pós-colheita em maçãs contra o mofo azul causado por *Penicillium expansum*. Os autores constataram que os indutores químicos de resistência testados tinham efeitos diretos contra *P. expansum*, reduzindo significativamente as porcentagens de infecção e / ou o tamanho da lesão.

Recentemente, compostos orgânicos voláteis (COVs) produzidos por microorganismos, especialmente, fungos e bactérias têm sido estudados potencialmente no controle de fitopatógenos (CAMPOS et al., 2010).

Esses compostos possuem baixa massa molecular e podem pertencer a diversas classes químicas tais como alcoóis, aldeídos, cetonas, ésteres, lactonas, terpenos e compostos de enxofre (WHEATLEY, 2002). Além disso, novos trabalhos têm focado atenção nestes produtos do metabolismo, que se apresentam como gases ou possuem alta pressão de vapor, e que em condições normais são liberados da célula (TARKKA & PIECHULLA, 2007).

MERCIER & JIMENEZ (2004) trabalhando com fumigação de *Muscodor albus* em pêssegos e maçãs constataram controle do mofo azul e cinza causado por *Penicillium expansum* e *Botrytis cinerea*, respectivamente, e controle completo da podridão parda em pêssegos causado por *Monilinia fructicola*, destacando-se assim *Muscodor albus* como um biofumigante potencial em pós-colheita.

LIU et al. (2008) ao trabalharem com diferentes espécies de bactéria *Paenibacillus polymyxa*, *Pumillus Bacillus* e *B. subtilis*, isoladas a partir de uma planta de pepino em solo rizosférico, observaram a produção de COVs que inibiram o crescimento de 20% a 100% de *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria brassicae*, *A. solani*, *Ascochyta citrullina*, *Fusarium oxysporum*, *F. gramineum*, *Cercospora kikuchii*, *Rhizoctonia solani*, *Phoma arachnidicola* e *Verticillium dahliae* demonstrando potencial para reduzir infecções fúngicas.

Mais recentemente, FIALHO (2008) ao trabalhar com linhagem de *Saccharomyces cerevisiae* observou liberação de compostos voláteis antimicrobianos como mecanismo de ação no controle de *Guignardia citricarpa*, agente causal da pinta preta dos citrus. Os voláteis produzidos foram identificados através da técnica de SPME-GCMS (*Solid Phase Microextraction*), encontrando-se compostos pertencentes

ao grupo dos alcoóis, como etanol, 3-metil-1-butanol, 2-metil-1-butanol e feniletilalcool. Também foi constada a presença de ésteres como acetato de etila, octanoato de etila e um éster de identidade não confirmada.

Além do efeito direto sobre fitopatógenos, há também a possibilidade da indução de resistência em plantas por voláteis.

RYU et al. (2004), estudando a indução de resistência por rizobactérias promotoras de crescimento, analisou vários voláteis liberados pelas bactérias, e demonstrou que o 2,3-butanodiol induzia resistência contra *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* em *Arabidopsis* sp.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Isolado de *Colletotrichum gloeosporioides* e de fungos sapróbios

O isolado de *Colletotrichum gloeosporioides* foi fornecido pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP) e cultivado em meio BDA (batata-dextrose- ágar) por sete dias, repicando-se o fungo semanalmente, mantido em câmara tipo B.O.D. à temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 h.

Os isolados dos fungos sapróbios foram cedidos e enviados pelo Prof. Luís Fernando Pascholati Gusmão, da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA). Estes isolados encontram-se depositados na Coleção de Microrganismos da Bahia (CMBA), os quais são apresentados na Tabela 1. Inicialmente, os sapróbios foram recuperados em meio BDA e incubados a 25 °C, com fotoperíodo de 12 h.

Tabela 1. Espécies de fungos sapróbios utilizados nos experimentos.

Espécies	Número de depósito	Código
<i>Memnoniella echinata</i>	0004/07	MEE
<i>Pithomyces chartarum</i>	0036/07	PIC
<i>Gonytrichum macrocladum</i>	0034/08	GOM
<i>Phialomyces macrosporus</i>	0053/07	PHM
<i>Chloridium virescens</i> var. <i>virescens</i>	0129/08	CVV
<i>Chloridium virescens</i> var. <i>chlamydosporium</i>	0022/09	CVC
<i>Stachybotrys chartarum</i>	0156/11	STC
<i>Curvularia eragrostidis</i>	0047/06	CUE
<i>Gonytrichum clamydosporium</i>	0084/07	GOC
<i>Curvularia inaequalis</i>	0005/06	CUI
<i>Stachybotrys nephrosfora</i>	0019/07	STN
<i>Memnoniella levispora</i>	0033/08	MEL
<i>Stachybotrys globosa</i>	0011/10	STG

3.2. Efeito dos Fungos Sapróbios Sobre o Crescimento Micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*, in vitro.

3.2.1 Avaliação do crescimento micelial dos fungos sapróbios em diferentes meios de cultura

Inicialmente, foram avaliados os meios de cultura sobre o desenvolvimento dos sapróbios, com objetivo de se investigar qual dos meios favoreceria o crescimento micelial. Foram avaliados os meios: aveia-ágar (60 g de aveia em flocos finos, 15 g de ágar para 1000 mL de água destilada), batata-dextrose-ágar (200 g de batata, 20 g dextrose, 15 g ágar para 1000 mL de água destilada) e cenoura-ágar (200 g de cenoura com casca trituradas em liquidificador, 17 g de ágar para 1000 mL de água destilada). Para a avaliação do crescimento micelial dos sapróbios, discos de 5 mm de diâmetro foram retirados das bordas das colônias dos sapróbios cultivados em BDA e transferidos para placas de petri contendo os diferentes meios de cultura. As placas foram mantidas em câmaras tipo B.O.D. a 25 °C, sob fotoperíodo de 12 h. As medidas dos diâmetros das colônias dos treze fungos sapróbios utilizados foram efetuadas a cada três dias até que as mesmas atingissem o bordo das placas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis repetições e uma placa como unidade experimental.

3.2.2 Avaliação do antagonismo de fungos sapróbios sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*

Para a avaliação de possível antagonismo entre sapróbio-patógeno foi realizado teste qualitativo, empregando-se meio de aveia-ágar. Para tanto, 20 mL de meio de cultura foram depositados em placas de poliestireno (90 mm), as quais foram divididas em quatro quadrantes. Em cada quadrante depositou-se disco de micélio (5 mm) do sapróbio, em pontos equidistantes e, no centro da placa, depositou-se disco de micélio de *C. gloeosporioides* (5 mm) de diâmetro. Como testemunhas foram utilizadas placas com quatro discos de meio aveia-ágar depositados em quatro pontos equidistantes, sendo *C. gloeosporioides* depositado no centro da placa. As placas foram mantidas em câmaras tipo B.O.D. com fotoperíodo de 12 h e à temperatura de 25 °C. As avaliações foram realizadas visualmente, a cada dois dias, até que o patógeno atingisse as bordas das placas. Desta forma, zonas de inibição do crescimento micelial do patógeno foram consideradas em diferentes graus, alto grau de antagonismo (+++), médio (++), baixo (-), e nenhum grau de antagonismo (0) de acordo com a escala de classificação proposta

por ROMA, R.C.C. (2013) (dados não publicados), (Figura 1). O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com cinco repetições e uma placa como unidade experimental. Os sapróbios foram divididos em três grupos sendo cada grupo composto por quatro sapróbios e a testemunha, exceto o terceiro grupo, com cinco sapróbios e a testemunha (Tabela 2).

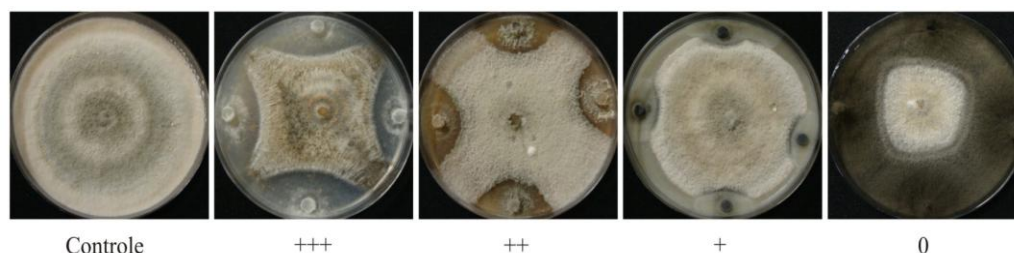


Figura 1 - Escala de classificação quanto ao grau de antagonismo encontrado entre *Colletotrichum gloeosporioides* e os fungos sapróbios. Controle: apenas crescimento de *C. gloeosporioides*; (+++): elevado grau de antagonismo; (++) : médio grau de antagonismo; (+): baixo grau de antagonismo; (0): não houve antagonismo.

Tabela 2. Grupos de fungos sapróbios utilizados no experimento.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<i>Stachybotrys chartarum</i>	<i>Memnoniella echinata</i>	<i>Stachybotrys nephrosfora</i>
<i>Phialomyces macrosporus</i>	<i>Memnoniella levispora</i>	<i>Pithomyces chartarum</i>
<i>Curvularia eragrostidis</i>	<i>C. virescens</i> var. <i>virescens</i>	<i>Gonytrichum clamydosporium</i>
<i>C. virescens</i> var. <i>chlamydosporium</i>	<i>Curvularia inaequalis</i>	<i>Gonytrichum macrocladum</i>
		<i>Stachybotrys globosa</i>

3.2.3. Avaliação do antagonismo dos fungos sapróbios sobre *Colletotrichum gloeosporioides* pela produção de voláteis

Para a avaliação da possibilidade de produção de voláteis pelos sapróbios, utilizaram-se placas de poliestireno de 90 mm de diâmetro, com os dois compartimentos, contendo 10 mL de meio de cultivo aveia-água em cada lado. No centro de um lado da placa depositou-se disco de micélio do sapróbio (5 mm de diâmetro) e na extremidade oposta depositou-se disco de micélio de *C. gloeosporioides* (5 mm de diâmetro). Como testemunha, foram utilizadas placas contendo disco de micélio de *C. gloeosporioides* e, do lado oposto, disco de meio de cultura. As placas foram mantidas em câmaras tipo B.O.D. a 25 °C, sob fotoperíodo de 12 h. A avaliação

do crescimento micelial foi realizada a cada dois dias medindo-se o raio do patógeno e do sapróbio. A última avaliação foi realizada quando o micélio do patógeno nas placas testemunha atingia o bordo das mesmas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco repetições e uma placa como unidade experimental para os todos os sapróbios estudados.

3.3. Efeito dos Sapróbios no Controle da Antracnose em Goiabas Pós- Colheita

3.3.1. Avaliação de fungos sapróbios no controle da antracnose em goiaba, pela produção de voláteis

Goiabas ‘Pedro Sato’, em estágio de maturação verde e fisiologicamente desenvolvidas, provenientes de Valinhos-SP, foram selecionadas quanto a uniformidade de cor, ausência de defeitos e podridões e 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 4×10^5 esporos mL⁻¹. Os esporos foram retirados de cultura do fungo em meio batata-dextrose-ágar (BDA) por oito dias em incubadora BOD, a 25 °C, com fotoperíodo de 12 h.

Após 2 h da inoculação, os frutos foram depositados em frascos de vidro (3,2 L) de maneira que ficassem separados do sapróbio por meio de estrutura metálica. Abaixo dessa estrutura foi colocado uma placa de poliestireno contendo o sapróbio em meio de cultura aveia-ágar mantido por 10 dias em câmara tipo B.O.D. à temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 h. Em cima, foram depositados os frutos, de tal maneira que os possíveis voláteis produzidos pudessem entrar em contato com o fruto inoculado (Figura 2). Os frascos foram fechados e os frutos foram expostos aos sapróbios por um período de 24 h a 25 °C.



Figura 2 - Frasco de vidro contendo estrutura metálica separando frutos e placa contendo o sapróbio.

Como testemunha utilizou-se placas de poliestireno contendo somente o meio de cultura. Após os tratamentos os frutos foram mantidos a 25 °C/ 80% UR por oito dias, sendo avaliados a cada dois dias quanto a severidade (diâmetro da lesão) e incidência (número de frutos com sintomas da antracnose, com resultados expressos em %) da podridão. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco repetições e quatro frutos como unidade experimental. Os dados (severidade e incidência da podridão) obtidos nestes nos experimentos foram utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme equação:

$$AACPD = \sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i)/2] * [(T_{i+1} - T_i)]$$

sendo: n, o número de observações; Y_i , a severidade da doença na “i”-ésima observação e, T_i , o tempo em dias na “i”-ésima observação.

3.3.2 Avaliação das suspensões de esporos de sapróbios no controle da antracnose em goiabas

Goiabas ‘Pedro Sato’, em estágio de maturação verde e fisiologicamente desenvolvidas, provenientes de Valinhos-SP, foram selecionadas quanto à uniformidade de cor, ausência de defeitos e podridões e inoculadas em um ponto da região equatorial, como descrito anteriormente no item 3.3.1.

Após 2 h da inoculação, os frutos foram aspergidos até o ponto de escorrimento com as suspensões dos sapróbios ajustadas para a concentração de 10^6 esporos mL^{-1} . As

suspensões foram preparadas adicionando-se água destilada sobre os sapróbios em placas contendo meio de aveia e com o auxílio de uma alça de Drigalsky foi feita a remoção dos esporos, transferidos em seguida para um erlenmeyer de 250 mL. Em seguida adicionou-se água destilada até completar 250 mL ajustando-se a suspensão de esporos para 10^6 esporos por mL^{-1} , por meio de contagem de esporos em câmara de Neubauer. Os frutos testemunha foram também inoculados, mas somente aspergidos com água destilada. Após a secagem, os frutos foram acondicionados em caixa de papelão e mantidos a 25 °C e 80% UR por oito dias, sendo avaliados a cada dois dias quanto à severidade (diâmetro da lesão) e incidência (número de frutos com sintomas da antracnose, com resultados expressos em %) da podridão. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco repetições e quatro frutos como unidade experimental. Os dados (severidade e incidência da podridão) obtidos nestes nos experimentos foram utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme equação descrita em 3.3.1.

3.3.3. Avaliação da possibilidade dos sapróbios atuarem indiretamente no controle da antracnose em goiabas

A possibilidade de efeito indireto dos sapróbios no controle da antracnose foi avaliada inoculando-se os frutos em diferentes intervalos de tempo (24 e 48 h) após os tratamentos, de acordo com os métodos descritos em 3.3.1 e 3.3.2. Os frutos foram primeiramente tratados com a suspensão de esporos dos sapróbios e expostos aos voláteis, posteriormente, foram inoculados após diferentes intervalos de tempo do tratamento (24 e 48 h), através de injeção subcuticular de suspensão de conídios de *C. gloeosporioides* (10^5 conídios mL^{-1}). Os frutos foram mantidos a 25 °C/ 80% UR durante oito dias e avaliados a cada dois dias quanto à incidência e severidade da podridão. Os dados obtidos foram utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme equação descrita em 3.3.1. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial, com cinco repetições e quatro frutos como unidade experimental.

3.3.4. Avaliação dos sapróbios no controle da antracnose em goiabas mantidas sob refrigeração

Com base na redução de sintomas com relação à testemunha, os sapróbios que se mostraram efetivos no controle da antracnose no ensaio *in vivo* foram novamente avaliados mantendo-se os frutos sob refrigeração (10 °C/90% UR) por 15 dias, sendo em seguida transferidos para 25 °C / 80% UR, por mais seis dias. No período em que foram mantidos a 25 °C, os frutos foram avaliados quanto à incidência e severidade da antracnose e, ao final deste período, foram também analisados quanto aos atributos de qualidade (cor de casca e polpa, firmeza, teor de sólidos solúveis e acidez titulável), conforme metodologia descrita a seguir.

Os dados obtidos para incidência e severidade da podridão foram utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme equação descrita em 3.3.1. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições compostos por quatro frutos como unidade experimental.

- Cor de casca e polpa: em colorímetro (HunterLab), 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 penetrômetro digital (Force Gauge), utilizando-se ponteira de 8 mm, efetuando-se a leitura em dois pontos opostos na região equatorial dos frutos, após a retirada da casca.

Sólidos solúveis: em refratômetro manual digital (Atago), com escala de 0 a 32° Brix determinado no suco da fruta, obtido pela centrifugação de quatro frutos por repetição.

- Acidez titulável: determinada no suco na fruta (1:9), obtido pela centrifugação de quatro frutos por repetição, 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).

Os dados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey, em delineamento inteiramente casualizado, sendo a discussão dos resultados efetuada a 5 % de significância. Para tanto, foi empregado o programa estatístico ASSISTAT (versão 7.7 beta, registro INPI 0004051-2, SILVA & AZEVEDO, 2009).

4. RESULTADOS

4.1 Efeito dos Fungos Sapróbios Sobre o Desenvolvimento de *Colletotrichum gloeosporioides* in vitro

4.1.1. Avaliação do crescimento micelial dos fungos sapróbios em diferentes meios de cultura

Este ensaio teve por objetivo avaliar três meios de cultura (batata, aveia, cenoura) no desenvolvimento micelial dos sapróbios; constatou-se que os meios de aveia e cenoura favoreceram o crescimento mais rápido do micélio (Tabela 3) dos sapróbios. Observou-se que os fungos que apresentaram maior velocidade de crescimento foram *Curvularia eragrostidis* em meio de cenoura, *Curvularia inaequalis*, que apresentou rápido crescimento nos três meios avaliados, *Pithomyces chartarum*, em meio de aveia, *C. virescens* var. *clamydosporium*, em meio de cenoura e, *Stachybotrys nephrosfora* nos meios de cenoura e aveia (Tabela 3). De maneira geral, a maior parte dos fungos estudados apresentou desenvolvimento mais rápido do micélio em meio de cultura de aveia, o qual foi utilizados nos ensaios posteriores.

Tabela 3 - Número de dias necessários para os sapróbios atingirem o bordo das placas contendo os meios de cultura, mantidas a 25 °C e fotoperíodo de 12 h.

Sapróbio	Meio de cultura ¹		
	BDA	Cenoura	Aveia
<i>Memnoniella echinata</i>	28	26	24
<i>Pithomyces chartarum</i>	14	10	8
<i>Gonytrichum macrocladum</i>	28	22	24
<i>Phialomyces macrosporus</i>	12	10	10
<i>C. virescens</i> var. <i>virescens</i>	14	12	10
<i>C. virescens</i> var. <i>clamydosporium</i>	12	8	10
<i>Stachybotrys chartarum</i>	14	12	10
<i>Curvularia eragrostidis</i>	12	6	8
<i>Gonytrichum clamydosporium</i>	20	18	14
<i>Curvularia inaequalis</i>	8	8	8
<i>Stachybotrys nephosfora</i>	10	8	8
<i>Memnoniella levispora</i>	30	26	20
<i>Stachybotrys globosa</i>	20	12	14

¹aveia-água (60 g de aveia em flocos finos, 15 g de água para 1000 mL de água destilada), BDA batata-dextrose-água e cenoura-água (200 g de cenoura, 17 g de água para 1000 mL de água destilada). Média de seis repetições.

4.1.2. Avaliação do antagonismo de fungos sapróbios sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*

Na Tabela 4 e Figura 3 são apresentados os resultados obtidos para a avaliação de antagonismo entre sapróbio e *C. gloeosporioides*. Constatou-se médio grau de antagonismo entre patógeno-sapróbio para *Chloridium virescens* var. *virescens*, baixo grau para *Phialomyces macrosporus*, *Curvularia inaequalis*, *Memnoniella levispora*, *Memnoniella echinata*, *Gonytrichum macrocladum*, *Stachybotrys globosa*, *Stachybotrys nephrosfora* e e nenhum grau de antagonismo para os sapróbios *Stachybotrys chartarum*, *Chloridium virescens* var. *chlamydosporium*, *Curvularia eragrostidis*, *Pithomyces chartarum* e *Gonytrichum clamydosporium*. Estes resultados indicam que os sapróbios *Chloridium virescens* var. *virescens*, *Phialomyces macrosporus*, *Curvularia inaequalis*, *Memnoniella levispora*, *Memnoniella echinata*, *Gonytrichum macrocladum*, *Stachybotrys globosa* e *Stachybotrys nephrosfora* podem inibir o desenvolvimento do patógeno, através de competição por espaço e nutrientes e/ou antibiose.

Tabela 4 - Grau de antagonismo observado entre os sapróbios e *Colletotrichum gloeosporioides* cultivados em placas contendo meio de aveia, mantidos a 25 °C em fotoperíodo de 12 h.

Grupo	Sapróbio	Grau de antagonismo ¹
1	<i>Stachybotrys chartarum</i>	-
	<i>Phialomyces macrosporus</i>	+
	<i>Chloridium virescens</i> var. <i>chlamydosporium</i>	-
	<i>Curvularia eragrostidis</i>	-
2	<i>Curvularia inaequalis</i>	+
	<i>Memoniella levispora</i>	+
	<i>Chloridium virescens</i> var. <i>virescens</i>	++
	<i>Memnoniella echinata</i>	+
3	<i>Gonytrichum macrocladum</i>	+
	<i>Stachybotrys globosa</i>	+
	<i>Stachybotrys nephrosfora</i>	+
	<i>Pithomyces chartarum</i>	-
	<i>Gonytrichum clamydosporium</i>	-

¹Grau de antagonismo (-: sem efeito, + baixo grau de antagonismo, ++ médio grau de antagonismo, +++ elevado grau de antagonismo). Média de cinco repetições.

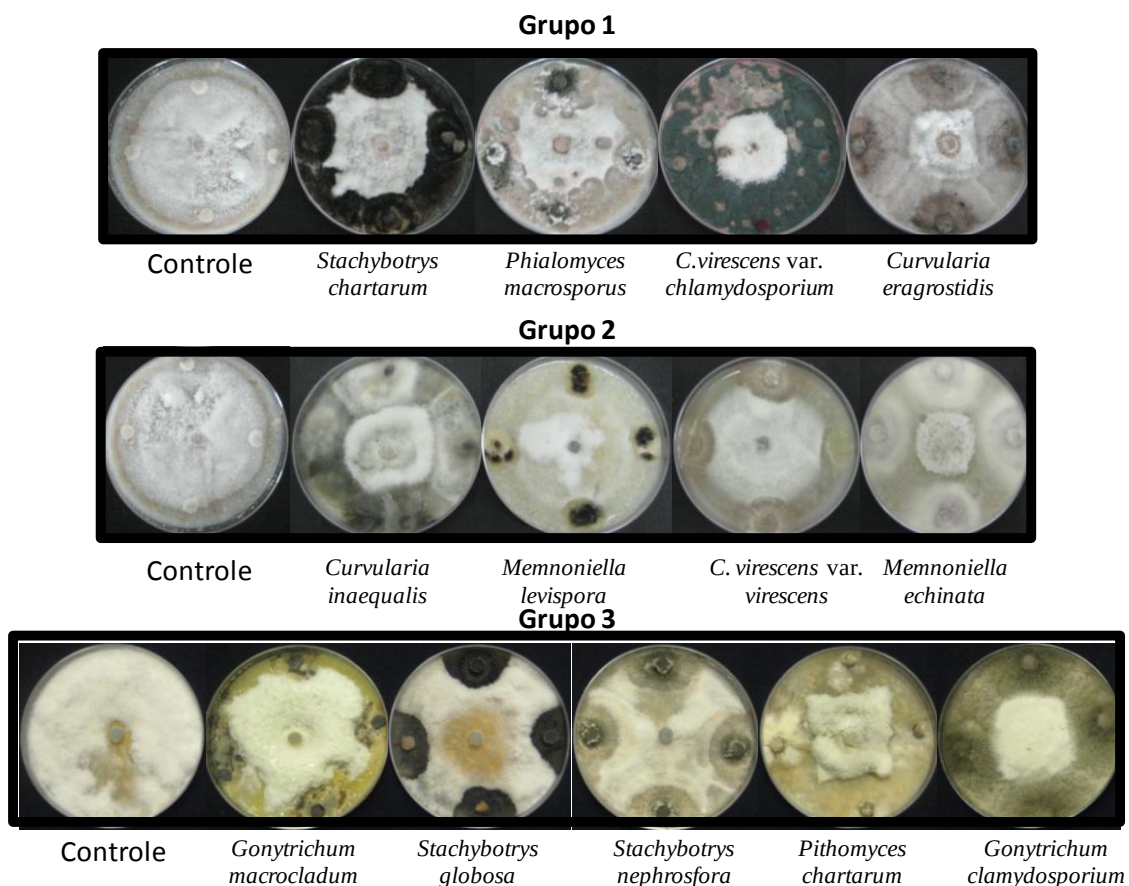


Figura 3 - Aspecto das colônias de *Colletotrichum gloeosporioides* cultivado em aveia-água, na presença dos diferentes sapróbios, mantidos a 25 °C, em fotoperíodo de 12 h.

4.1.3. Avaliação *in vitro* da possibilidade de produção de compostos voláteis pelos sapróbios

Após quatro dias de incubação a 25 °C observou-se que os sapróbios *Curvularia inaequalis* e *Memnoniella echinata* (Grupo 2) e, *Stachybotrys nephrospora* e *Gonytrichum clamydosporium* (Grupo 3) inibiram o desenvolvimento de *C. gloeosporioides*, evidenciando uma possível produção de compostos voláteis por esses fungos (Tabela 5 e Figura 4).

Tabela 5 - Crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* aos 2,4 e 6 dias em teste de voláteis produzidos pelos sapróbios, mantidos a 25 °C, em fotoperíodo de 12 h.

Grupo	Tratamento	Raio da colônia (cm)		
		2	4	6(dias)
1	Controle	0	1,5	1,5
	<i>Stachybotrys chartarum</i>	0	1,5	1,5
	<i>Phialomyces macrosporus</i>	0	1,5	1,5
	<i>C. virescens</i> var. <i>clamydosporium</i>	0	1,5	1,5
	<i>Curvularia eragrostidis</i>	0	1,5	1,5
	CV (%)	-	-	-
2	Controle	0	1,5 a	1,5
	<i>Curvularia inaequalis</i>	0	0,8 b	1,5
	<i>Memnoniella levispora</i>	0	1,5 a	1,5
	<i>C. virescens</i> var. <i>virescens</i>	0	1,5 a	1,5
	<i>Memnoniella echinata</i>	0	0,48 b	1,5
	CV (%)	-	25,57	-
3	Controle	0	1,5 a	1,5
	<i>Gonytrichum macrocladum</i>	0	1,5 a	1,5
	<i>Stachybotrys globosa</i>	0	1,38 a	1,5
	<i>Stachybotrys nephrosfora</i>	0	0,96 b	1,5
	<i>Pithomyces chartarum</i>	0	1,5 a	1,5
	<i>Gonytrichum clamydosporium</i>	0	0,86 b	1,5
	CV (%)	-	5,78	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente entre si (Tukey $p \leq 0,05\%$). Médias de 5 repetições.

Grupo 1



Controle

*Stachybotrys
chartarum*

*Phialomyces
macrosporus*

C. virescens var.
chlamydosporium

*Curvularia
eragrostidis*

Grupo 2



Controle

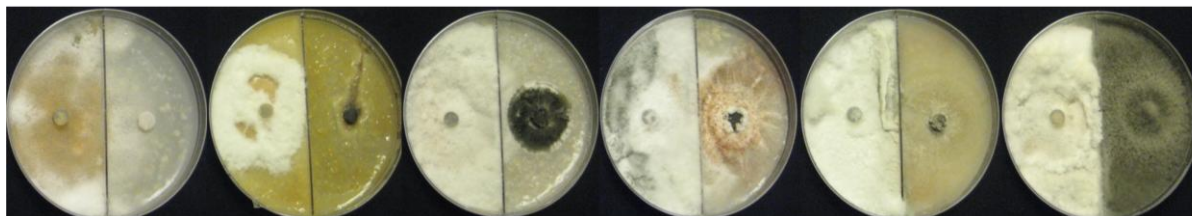
*Curvularia
inaequalis*

*Memmoniella
levispora*

C. virescens var.
virescens

*Memmoniella
echinata*

Grupo 3



Controle

*Gonytrichum
macrocladum*

*Stachybotrys
globosa*

*Stachybotrys
nephrospora*

*Pithomyces
chartarum*

*Gonytrichum
clamydosporium*

Figura 4 - Aspecto das colônias de *Colletotrichum gloeosporioides* aos quatro dias cultivado em meio aveia-água, em placas divididas ao meio, na presença dos diferentes sapróbios, mantidos a 25 °C, em fotoperíodo de 12 h.

4.2 Efeito dos Sapróbios no Controle da Antracnose em Goiabas Pós- Colheita

4.2.1. Avaliação de fungos sapróbios no controle da antracnose em goiaba, pela produção de voláteis

Os resultados revelaram que os possíveis voláteis produzidos pelos sapróbios não foram efetivos em reduzir a incidência e/ou a severidade da antracnose em goiabas mantidas a 25 °C, durante oito dias (Tabela 6).

Tabela 6 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência (%) e severidade (cm) da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis dos sapróbios, por 24 h, e armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias (continua)

Grupo 1	
Saprobio	AACPD (Incidência)
Testemunha	340 a
<i>Stachybotrys chartarum</i>	305 a
<i>Phialomyces macrosporus</i>	335 a
<i>Curvularia eragrostidis</i>	390 a
<i>Chloridium virescens</i> var. <i>chlamydosporium</i>	325 a
C.V.(%)	13,44
AACPD (Severidade)	
Testemunha	11,64 a
<i>Stachybotrys chartarum</i>	11,68 a
<i>Phialomyces macrosporus</i>	12,90 a
<i>Curvularia eragrostidis</i>	13,86 a
<i>Chloridium virescens</i> var. <i>chlamydosporium</i>	11,76 a
C.V.(%)	17,20
Grupo 2	
Saprobio	AACPD (Incidência)
Testemunha	320 a
<i>Memnoniella echinata</i>	335 a
<i>Memnoniella levispora</i>	320 a
<i>Chloridium virescens</i> var. <i>virescens</i>	330 a
<i>Curvularia inaequalis</i>	325 a
C.V.(%)	17,28
AACPD (Severidade)	
Testemunha	10,52 a
<i>Memnoniella echinata</i>	14,00 a
<i>Memnoniella levispora</i>	11,72 a
<i>Chloridium virescens</i> var. <i>virescens</i>	11,78 a
<i>Curvularia inaequalis</i>	11,60 a
C.V.(%)	15,97
Grupo 3	
Saprobio	AACPD (Incidência)
Testemunha	235 a
<i>Stachybotrys nephrosfora</i>	215 a

<i>Pythomyces chartarum</i>	180 a
<i>Gonytrichum clamydosporium</i>	240 a
<i>Gonytrichum macrocladum</i>	170 a
<i>Stachybotrys globosa</i>	285 a
C.V.(%)	31,55
AACPD (Severidade)	
Testemunha	7,50 a
<i>Stachybotrys nephrosfora</i>	4,90 a
<i>Pythomyces chartarum</i>	5,10 a
<i>Gonytrichum clamydosporium</i>	6,62 a
<i>Gonytrichum macrocladum</i>	4,44 a
<i>Stachybotrys globosa</i>	5,06 a
C.V.(%)	36,87

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey = 0,05).

4.2.2. Avaliação das suspensões de esporos de sapróbios no controle da antracnose em goiabas

Os resultados mostraram que somente *Curvularia eragrostidis* reduziu a incidência da antracnose, constatando-se 31% de redução do número de frutos com sintomas da podridão; porém, não houve efeito significativo deste sapróbio para a severidade das lesões (Tabela 7).

Tabela 7 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência (%) e severidade (cm) da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' tratadas com diferentes sapróbios, por aspersão, e armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

Grupo 1	
Saprobio	AACPD (Incidência)
Testemunha	400 a
<i>Curvularia eragrostidis</i>	275 b
<i>Stachybotrys chartarum</i>	370 ab
<i>Phialomyces macrosporus</i>	400 a
<i>Chloridium virescens</i> var. <i>chlamydosporium</i>	330 ab
C.V.(%)	15,40
AACPD (Severidade)	
Testemunha	13,72 a
<i>Curvularia eragrostidis</i>	11,38 a
<i>Stachybotrys chartarum</i>	12,44 a
<i>Phialomyces macrosporus</i>	13,12 a
<i>Chloridium virescens</i> var. <i>chlamydosporium</i>	11,84 a
C.V.(%)	12,10
Grupo 2	
Saprobio	AACPD (Incidência)
Testemunha	345 a
<i>Memnoniella echinata</i>	315 a
<i>Memnoniella levispora</i>	315 a
<i>Chloridium virescens</i> var. <i>virescens</i>	325 a
<i>Curvularia inaequalis</i>	300 a
C.V.(%)	18,09
AACPD (Severidade)	
Testemunha	12,16 a
<i>Memnoniella echinata</i>	12,60 a
<i>Memnoniella levispora</i>	11,78 a
<i>Chloridium virescens</i> var. <i>virescens</i>	11,94 a
<i>Curvularia inaequalis</i>	11,60 a
C.V.(%)	17,39
Grupo 3	
Saprobio	AACPD (Incidência)
Testemunha	185 a
<i>Stachybotrys nephrosfora</i>	130 a
<i>Pithomyces chartarum</i>	205 a
<i>Gonytrichum clamydosporium</i>	240 a
<i>Gonytrichum macrocladum</i>	200 a
<i>Stachybotrys globosa</i>	175 a
C.V.(%)	26,19
AACPD (Severidade)	
Testemunha	4,74 a
<i>Stachybotrys nephrosfora</i>	6,66 a
<i>Pithomyces chartarum</i>	4,40 a
<i>Gonytrichum clamydosporium</i>	4,48 a
<i>Gonytrichum macrocladum</i>	4,86 a
<i>Stachybotrys globosa</i>	3,26 a
C.V.(%)	19,40

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

4.2.3 Avaliação da possibilidade dos sapróbios atuarem indiretamente no controle da antracnose em goiabas

Constatou-se que *Pithomyces chartarum*, *Curvularia inaequalis*, *Memnoniella echinata*, *Chloridium virescens* var. *chlamydosporium*, *Gonytrichum clamydosporium*, *Gonytrichum macrocladum*, *Stachybotrys nephrosfora*, *Stachybotrys globosa*, *Curvularia eragrostidis*, *Chloridium virescens* var. *virescens*, *Phialomyces macrosporus*, não reduziram significativamente a incidência e/ou a severidade da antracnose em goiabas. No entanto, constatou-se que os voláteis de *Memnoniella levispora* reduziram a incidência da antracnose em 20%, comparativamente à testemunha, quando os frutos foram inoculados 24 h após exposição. Resultados semelhantes foram observados para *Stachybotrys chartarum*; houve redução de 23% na incidência da antracnose em goiabas inoculadas 24 h após exposição do patógeno aos voláteis do sapróbio (Tabelas 8 a 33).

Tabela 8 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com o *Pithomyces chartarum*, por aspersão, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Pithomyces chartarum</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	375	390	382,5 a
Sapróbio	370	345	357,5 a
Média	372,5 A	367,5 A	
CV(%) = 9,96			
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	13,65	14,73	14,19 a
Sapróbio	12,89	16,11	15,50 a
Média	13,27 B	15,42 A	
CV(%) = 14,25			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 9 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de *Pithomyces chartarum*, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Pithomyces chartarum</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	350	380	365 a
Sapróbio	360	390	375 a
Média	355 A	385 A	
CV(%)	16,65		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	12,56	16,10	14,33 a
Sapróbio	12,54	15,01	13,78 a
Média	12,55 B	15,55 A	
CV(%)	9,04		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 10 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com *Curvularia inaequalis*, por aspersão, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Curvularia inaequalis</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	265	235	250 a
Sapróbio	320	300	310 a
Média	355 A	385 A	
CV(%) = 25,37			
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	8,54	7,13	7,83 a
Sapróbio	9,85	7,03	8,44 a
Média	9,20 A	7,08 B	
CV(%) = 23,64			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 11 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de *Curvularia inaequalis*, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Curvularia inaequalis</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	345	240	292,5 a
Sapróbio	280	215	247,5 a
Média	312,5 A	227,5 B	
CV(%)	27,19		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	10,29	9,18	9,73 a
Sapróbio	9,53	8,49	9,01 a
Média	9,91 A	8,83 A	
CV(%)	32,73		

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

Tabela 12 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com *Memnoniella echinata*, por aspersão, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Memnoniella echinata</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	210	280	245 a
Sapróbio	170	315	242,5a
Média	190 B	297,5 A	
CV(%)	23,22		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	9,40	9,45	9,42 a
Sapróbio	8,86	9,21	9,03 a
Média	9,13 A	9,33 A	
CV(%)	20,69		

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

Tabela 13 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de *Memnoniella echinata* e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Memnoniella echinata</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	205	380	292,5 a
Sapróbio	160	325	242,5 a
Média	182,5 B	352,5 A	
CV(%)	25,89		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	7,99	10,37	9,18 a
Sapróbio	7,94	9,70	8,82 a
Média	7,96A	10,03A	
CV(%)	30,81		

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

Tabela 14 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com *C. virescens* var. *chlamydosporium*, por aspersão, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Chloridium virescens</i> var. <i>chlamydosporium</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	375	350	362,5 a
Sapróbio	355	375	365 a
Média	365 A	362,5 A	
CV(%)	12,25		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	13,55	13,09	13,32 a
Sapróbio	12,03	12,33	12,18 a
Média	12,79 A	12,71 A	
CV(%)	17,30		

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

Tabela 15 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de *C.virescens* var. *chlamydosporium* e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Chloridium virescens</i> var. <i>chlamydosporium</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	365	395	380 a
Sapróbio	360	365	362,5 a
Média	362,5 A	380 A	
CV(%)	10,43		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	13,14	13,22	13,18 a
Sapróbio	12,41	13,88	13,14 a
Média	12,78 A	13,55 A	
CV(%)	9,84		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 16 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com *Gonytrichum clamydosporium*, por aspersão e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Gonytrichum clamydosporium</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	350	375	362,5 a
Sapróbio	370	385	377,5 a
Média	360 A	380 A	
CV(%)	8,28		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	11,44	11,51	11,47 a
Sapróbio	11,08	12,78	11,93 a
Média	11,26 A	12,14 A	
CV(%)	9,80		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 17 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de *Gonytrichum clamydosporium*, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Gonytrichum clamydosporium</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	350	375	362,5a
Sapróbio	380	365	372,5 a
Média	365 A	370 A	
CV(%)	8,33		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	11,46	11,93	11,70 a
Sapróbio	11,41	11,53	11,47 a
Média	11,43 A	11,73 A	
CV(%)	15,68		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 18 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com *Gonytrichum macrocladum*, por aspersão e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Gonytrichum macrocladum</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	380	365	372,5 a
Sapróbio	325	350	337,5 a
Média	352,5 A	357,5 A	
CV(%)	10,85		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	10,09	9,93	10,42 a
Tratamento	9,18	9,80	9,49 a
Média	10,04 A	9,87 A	
CV(%)	13,89		

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

Tabela 19 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de *Gonytrichum macrocladum*, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Gonytrichum macrocladum</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	285	330	307,5 a
Sapróbio	265	335	300 a
Média	275 B	332,5 A	
CV(%)	18,68		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	7,54	7,77	7,65 a
Sapróbio	8,85	7,83	8,34 a
Média	8,20 A	7,80 A	
CV(%)	25,92		

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

Tabela 20 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com *Stachybotrys nephrosfora*, por aspersão e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Stachybotrys nephrosfora</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	170	295	232,5 a
Sapróbio	140	285	212,5 a
Média	155 B	290 A	
CV(%)	29,99		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	5,98	9,14	7,56 a
Sapróbio	5,60	8,76	7,18 a
Média	5,79 A	8,95 A	
CV(%)	38,06		

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

Tabela 21 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de *Stachybotrys nephrosfora*, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Stachybotrys nephrosfora</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	155	310	232,5 a
Sapróbio	160	320	240 a
Média	157,5 A	315 A	
CV(%)	28,25		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	7,76	9,78	8,77 a
Sapróbio	7,87	9,28	8,58 a
Média	7,82 A	9,53 A	
CV(%)	29,90		

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

Tabela 22 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com *Stachybotrys globosa*, por aspersão e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Stachybotrys globosa</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	365	390	377,5 a
Sapróbio	375	375	375 a
Média	370 A	382,5A	
CV(%)	6,30		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	10,77	12,91	11,84 a
Sapróbio	10,45	11,24	10,85 a
Média	10,61B	12,08 A	
CV(%)	12,42		

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

Tabela 23 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de *Stachybotrys globosa*, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Stachybotrys globosa</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	370	370	370 a
Sapróbio	345	385	365 a
Média	357,5 A	377,5 A	
CV(%)	12,45		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	11,56	11,48	11,52 a
Sapróbio	9,02	11,92	10,47 a
Média	10,29 A	11,70 A	
CV(%)	16,82		

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

Tabela 24 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com *Curvularia eragrostidis*, por aspersão e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Curvularia eragrostidis</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	345	395	370 a
Sapróbio	370	365	367,5 a
Média	357 A	380 A	
CV(%)	10,11		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	11,27	15,32	13,30 a
Sapróbio	12,87	15,10	14,00 a
Média	12,07 B	15,21 A	
CV(%)	13,46		

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

Tabela 25 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' expostas aos voláteis de *Curvularia eragrostidis*, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Curvularia eragrostidis</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	375	375	375 a
Sapróbio	365	395	380 a
Média	370 A	385A	
CV(%)	9,65		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	13,73	16,03	14,90 a
Sapróbio	13,17	14,62	13,90 a
Média	13,45 A	15,32 A	
CV(%)	14,39		

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

Tabela 26 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' tratadas com *Chloridium virescens* var. *virescens* por aspersão e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Chloridium virescens</i> var. <i>virescens</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	290	240	265 a
Sapróbio	260	260	260 a
Média	275 A	250A	
CV(%)	20,59		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	11,00	7,40	9,20 b
Sapróbio	11,73	9,54	10,63a
Média	11,36 A	8,47 B	
CV(%)	12,73		

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

Tabela 27 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' expostas aos voláteis de *C. virescens* var. *virescens*, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Chloridium virescens</i> var. <i>virescens</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	265	205	235 a
Sapróbio	280	200	240 a
Média	272,5 A	202,5 B	
CV(%)	30,33		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	9,53	7,26	8,39 a
Sapróbio	7,90	7,21	7,55 a
Média	8,71 A	7,23 A	
CV(%)	35,26		

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

Tabela 28 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' tratadas com *Phialomyces macrosporus* por aspersão e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Phialomyces macrosporus</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	375	385	380 a
Sapróbio	355	365	360 a
Média	365 A	375 A	
CV(%)	10,58		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	14,95	13,84	14,40 a
Tratamento	13,62	15,12	14,37 a
Média	14,28 A	14,48 A	
CV(%)	15,50		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 29 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de *Phialomyces macrosporus*, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Phialomyces macrosporus</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	330	385	357,5 a
Sapróbio	330	390	360 a
Média	330 B	387,5 A	
CV(%)	9,54		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	10,03	12,05	11,04 b
Sapróbio	11,94	13,80	12,87 a
Média	10,99 B	12,92 A	
CV(%)	15,48		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 30 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com *Memnoniella levispora* por aspersão e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Memnoniella levispora</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	365	375	370 a
Sapróbio	290	360	325 a
Média	327,5 A	367,5 A	
CV(%)	15,64		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	9,65	10,46	10,05 a
Sapróbio	8,66	10,07	9,36 a
Média	9,15 A	10,26 A	
CV(%)	18,35		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 31 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' expostas aos voláteis de *Memnoniella levispora*, e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Memnoniella levispora</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	355 aA	335 aA	345 a
Sapróbio	280 bB	335 aA	307,5 b
Média	317,5 A	335 A	
CV(%)	12,12		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	9,48	8,28	8,88 a
Sapróbio	8,39	9,72	9,05 a
Média	8,93 A	9,01A	
CV(%)	18,83		

Letras diferentes, minúscula para linha e maiúscula para coluna, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 32 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' tratadas com *Stachybotrys chartarum* por aspersão e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Stachybotrys chartarum</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	330	390	350 a
Sapróbio	360	385	372,5 a
Média	337,5 A	385 A	
CV(%)	8,08		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	11,04	13,54	12,29 a
Sapróbio	14,16	13,38	13,77 a
Média	12,60 A	13,46 A	
CV(%)	14,27		

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

Tabela 33 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência e severidade da antracnose em goiabas 'Pedro Sato' expostas aos voláteis de *Stachybotrys chartarum* e inoculadas com *C. gloeosporioides* após 24 e 48 horas, armazenadas a 25 °C / 80% UR por oito dias.

<i>Stachybotrys chartarum</i>			
AACPD (Incidência)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	390 aA	380 aA	385 a
Sapróbio	300 bB	390 a A	345 b
Média	345 B	385 A	
CV(%)	9,87		
AACPD (Severidade)			
	24 Horas	48 Horas	Média
Testemunha	14,91	11,57	13,24 a
Tratamento	13,35	13,29	13,32 a
Média	14,13 A	12,43 A	
CV(%)	14,52		

Letras diferentes, minúscula para linha e maiúscula para coluna, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.2.4 Avaliação dos sapróbios no controle da antracnose em goiabas mantidas sob refrigeração

Os resultados mostraram que o tratamento de goiabas 'Pedro Sato' com a suspensão de esporos de *Curvularia eragrostidis*, por aspersão, após 2 h da inoculação dos frutos, não reduziu a incidência e/ou a severidade da antracnose em goiabas mantidas sob refrigeração (Tabela 34).

Tabela 34 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência (%) e severidade (cm) da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, tratadas com suspensão de esporos de *Curvularia eragrostidis*, por aspersão, e armazenadas por 15 dias a 10 °C / 90% UR, seguido por mais seis dias a 25 °C / 80% UR.

Tratamento	AACPD (Incidência)
Testemunha	372 a
<i>Curvularia eragrostidis</i>	388 a
CV (%)	4,71
	AACPD (Severidade)
Testemunha	10,16 a
<i>Curvularia eragrostidis</i>	10,78 a
CV(%)	9,07

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

Constatou-se ainda que o tratamento de goiabas ‘Pedro Sato’ através de exposição aos voláteis de *Memnoniella levispora* ou *Stachybotrys chartarum* não reduziu a incidência e/ou severidade de *C. gloeosporioides* em frutos inoculados 24 h após os tratamentos e armazenados por 15 dias a 10 °C / 90% UR, seguido por mais seis dias a 25 °C / 80% UR (Tabela 35).

Tabela 35 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência (%) e severidade (cm) da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’, expostas aos voláteis de *Memnoniella levispora* ou *Stachybotrys chartarum* e, inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides* 24 h após o tratamento, armazenadas por 15 dias a 10 °C / 90% UR, seguido por mais seis dias a 25 °C / 80% UR.

Tratamento	AACPD (Incidência)
Testemunha	380 a
<i>Memnoniella levispora</i>	400 a
<i>Stachybotrys chartarum</i>	395 a
CV (%)	5,08
	AACPD (Severidade)
Testemunha	11,54 a
<i>Memnoniella levispora</i>	11,94 a
<i>Stachybotrys chartarum</i>	10,88 a
CV(%)	8,92

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

A avaliação dos frutos quanto aos atributos físico-químicos revelou que o tratamento de goiabas ‘Pedro Sato’ com a suspensão de esporos de *Curvularia eragrostidis*, seguido pelo armazenamento dos frutos sob refrigeração (10 °C / 90% UR) por 15 dias, seguido por mais seis dias a 25 °C / 80% UR, não alterou significativamente os teores de sólidos solúveis, a acidez titulável, a firmeza, bem como a cor de casca e de polpa (Tabela 36).

Tabela 36 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável, firmeza, cor de casca e polpa em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com suspensão de esporos de *Curvularia eragrostidis*, por aspersão, e armazenadas por 15 dias a 10 °C / 90% UR, seguido por mais seis dias a 25 °C / 80% UR.

Tratamento	SS (%) ^x	Acidez Titulável (% ácido cítrico)		Firmeza (N) ^x		
Testemunha	10,20 a	0,64 a		10,11 a		
<i>C. eragrostidis</i>	10,30 a	0,65 a		8,17 a		
CV (%)	6,62	4,86		30,32		
	Cor de casca ^x			Cor de polpa ^x		
	L	H°	Chroma	L	H°	Chroma
Testemunha	68,74a	67,17a	63,95a	53,00a	47,46a	43,69a
<i>C.eragrostidis</i>	67,90a	69,18a	65,95a	53,22a	47,14a	43,01a
CV (%)	2,96	1,29	2,08	2,85	1,23	2,02

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Resultados semelhantes foram observados para goiabas expostas aos voláteis de *Memnoniella levispora* ou *Stachybotrys chartarum* por 24 h; o tratamento dos frutos com os sapróbios não alterou significativamente os teores de sólidos solúveis, a acidez titulável, a firmeza, bem como a cor de casca e de polpa, após 15 dias de armazenamento a 10 °C / 90% UR por 15 dias, seguido por mais seis dias a 25 °C / 80% UR (Tabela 37).

Tabela 37 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável, firmeza, cor de casca e polpa em goiabas ‘Pedro Sato’ expostas aos voláteis de *Memnoniella levispora* ou *Stachybotrys chartarum* por 24 h, e armazenadas por 15 dias a 10 °C / 90% UR, seguido por mais seis dias a 25 °C / 80% UR.

Tratamento	SS (%) ^x	Acidez Titulável (% ácido cítrico)		Firmeza (N) ^x		
Testemunha	7,94 a	0,62 a		13,45 a		
<i>M. levispora</i>	10,10 a	0,64 a		10,63 a		
<i>S. chartarum</i>	10,12 a	0,66 a		11,58 a		
CV(%)	19,49	5,20		31,09		

Tratamento	Cor de casca ^x			Cor de polpa ^x		
	L	H°	Chroma	L	H°	Chroma
Testemunha	68,68a	69,51a	67,66a	52,86a	48,25a	44,47a
<i>M.levispora</i>	67,95a	69,53a	66,64a	52,60a	50,28a	47,63a
<i>S. chartarum</i>	68,68a	69,40a	67,23a	52,65a	49,70a	44,23a
CV (%)	1,44	1,34	2,42	2,24	8,95	5,11

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

5 DISCUSSÃO

Nos ensaios *in vitro* constatou-se que os sapróbios *Curvularia inaequalis*, *Memnoniella echinata*, *Stachybotrys nephrosfora* e *Gonytrichum clamydosporium* reduziram o desenvolvimento micelial de *C. gloeosporioides*, quando os mesmos foram cultivados em placas com divisão, evidenciando a possibilidade de produção de compostos voláteis biologicamente ativos (Tabela 5 e Figura 4). Além disso, constatou-se efeito antagônico entre os sapróbios *Chloridium virescens* var. *virescens*, *Phialomyces macrosporus*, *Curvularia inaequalis*, *Memnoniella levispora*, *Memnoniella echinata*, *Gonytrichum macrocladum*, *Stachybotrys globosa* e *Stachybotrys nephrosfora* nos ensaios qualitativos. É importante observar que os sapróbios *Curvularia inaequalis*, *Memnoniella echinata* e *Stachybotrys nephrosfora* exibiram certo grau de antagonismo contra *C. gloeosporioides*, bem como efeito positivo na redução do crescimento micelial nos ensaios em que placas divididas ao meio foram utilizadas, evidenciando a produção de voláteis biologicamente ativos. Para os demais sapróbios, cuja produção de voláteis não foi evidente, mas que apresentaram efeito antagônico nos ensaios qualitativos é possível que essas espécies produzam metabólitos extracelulares, não voláteis, termoestáveis e difusíveis que inibiram de certa forma o desenvolvimento do fitopatógeno. Esses compostos geralmente possuem baixa massa molecular, são ativos em baixas concentrações e podem pertencer a diversas classes químicas (WHEATLEY, 2002). Entretanto, o sapróbio *Gonytrichum clamydosporium* apresentou efeito positivo no ensaio de placas com divisão e não apresentou nenhum grau de antagonismo em ensaio qualitativo. Esse fato pode estar relacionado, ao tempo de produção dos compostos voláteis pelo sapróbio, que provavelmente foram retardados ou não produzidos em quantidades suficientes ao ponto de não inibirem o desenvolvimento do fitopatógeno.

Quanto aos experimentos realizados visando-se avaliar os efeitos dos sapróbios e de seus voláteis no controle da antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’, observou-se que somente *Curvularia eragrostidis* reduziu a incidência da antracnose, quando os frutos foram primeiramente inoculados com *C. gloeosporioides* e, após 2 h, tratados com a suspensão do sapróbio, por aspersão. *Curvularia eragrostidis* reduziu em 31% o número de frutos com sintomas da podridão; porém, não houve efeito significativo deste sapróbio para a severidade das lesões (Tabela 7). Uma hipótese para explicar tal fato seria a competição por espaço e/ou nutrientes pelo sapróbio, o que pode ter inibido o

desenvolvimento do patógeno. *In vitro* não foi constatada a produção de voláteis nem grau de antagonismo para este sapróbio. Tal fato pode estar relacionado à diferença de ambiente no qual o sapróbio foi exposto. Além disso é possível supor que as condições como o tempo de exposição e o meio de cultura utilizado poderiam não ser adequados para a produção de algum fator inibidor do crescimento fúngico que teria sido produzido e atuado no ensaio com os frutos (FIALHO, 2004).

Em relação à avaliação da possibilidade de compostos voláteis biologicamente ativos produzidos pelos sapróbios atuarem no controle da antracnose em goiabas, observou-se que nenhuma espécie estudada reduziu a incidência e/ou a severidade de *C. gloeosporioides* nos frutos (Tabela 7). Tal fato pode ser explicado novamente pela diferença de ambiente ao qual os sapróbios foram expostos. Segundo REZENDE (2010) a produção de compostos orgânicos voláteis dependem de diversos fatores, como disponibilidade de nutrientes, temperatura e fase de crescimento. Além disso, os fungos possuem diferentes comportamentos frente às alterações de temperatura, umidade, concentração de CO₂, e aumento de outros gases (BETTIOL & MORANDI, 2009) o que pode não ter favorecido a produção de compostos voláteis por esses sapróbios.

Por outro lado, os ensaios realizados visando se avaliar a possibilidade de efeito indireto dos sapróbios no controle da antracnose em goiabas revelou que *Memnoniella levispora* e *Stachybotrys chartarum* reduziram significativamente a incidência da antracnose quando os frutos foram inoculados 24 h após a exposição aos voláteis dos sapróbios (Tabelas 31 e 33). Estes resultados evidenciam a possibilidade de compostos biologicamente ativos produzidos pelos referidos sapróbios atuarem positivamente no controle da podridão através da indução de mecanismos de defesa nos frutos. Para confirmar essa hipótese se faz necessária a análise bioquímica das enzimas envolvidas nas respostas de defesa dos frutos como a β -1,3 glucanase e quitinase e/ou de enzimas envolvidas no estresse oxidativo (peroxidase, catalase, superóxido dismutase) (DROBY et al., 2002).

Os demais sapróbios avaliados não se mostram efetivos no controle da antracnose quando os frutos foram primeiramente expostos aos voláteis e, após 24 ou 48 h, inoculados com o patógeno, nem tampouco quando os frutos foram aspergidos com a suspensão dos sapróbios e, após 24 ou 48 h, inoculados com *C. gloeosporioides* (Tabelas 8 a 30 e 32).

De maneira geral, os microrganismos possuem especificidades em relação a sua sobrevivência, pois requerem determinadas condições como temperatura, umidade

relativa entre outros fatores para sobreviverem no ambiente. Além disso, a concentração na suspensão desses fungos a serem utilizadas é um importante fator a ser considerado (BETTIOL & MORANDI, 2009; ZHANG et al., 2010).

ZHANG et al. (2010) trabalhando com três tipos de leveduras contra *Monilinia laxa* em pêssego verificaram que houve maior eficácia desses microrganismos antagonistas contra a podridão quando se aumentou a concentração das mesmas.

Sendo assim, a ausência de resultados positivos em frutos que foram aspergidos com a suspensão de esporos dos sapróbios para o controle da antracnose pode estar relacionada à concentração das suspensões de esporos que foram utilizadas. Segundo CAPDEVILLE et al. (2003) o grau de proteção resultante da indução de resistência pode variar de acordo com a concentração do indutor e do inóculo do fitopatógeno, com o intervalo de tempo entre o tratamento indutor e o contato com o fitopatógeno e, por fim, com o genótipo utilizado. Esses fatores influenciam na resposta a ser obtida durante o estudo do processo de defesa vegetal.

Em relação ao intervalo de tempo entre o tratamento indutor e o contato com o fitopatógeno, EL GHAOUTH et al. (2003) verificaram que em maçãs, a aplicação de *Candida saitoana* 0 e 24 horas antes da inoculação de *B. cinerea* não apresentou efeito sobre o desenvolvimento da lesão causado pelo patógeno, mas quando inoculado no intervalo de 48 a 72 horas, o agente de controle biológico reduziu o diâmetro da lesão de 50 a 70%.

Com base na redução de sintomas com relação à testemunha, os sapróbios que se mostraram efetivos no controle da antracnose em goiabas armazenadas a 25 °C foram novamente avaliados mantendo-se os frutos sob refrigeração (10 °C/90% UR) por 15 dias, sendo em seguida transferidos para 25 °C / 80% UR, por mais seis dias. Os resultados mostraram que o tratamento de goiabas ‘Pedro Sato’ com a suspensão de esporos de *Curvularia eragrostidis*, por aspersão, após 2 h da inoculação dos frutos, não reduziu a incidência e/ou a severidade da antracnose em goiabas mantidas sob refrigeração (Tabela 34).

Resultados semelhantes foram obtidos para frutos expostos aos voláteis de *Memnoniella levispora* e *Stachybotrys chartarum*; os sapróbios não se mostraram efetivos em proteger frutos de goiabeira contra a antracnose quando foram expostos aos voláteis dos sapróbios, inoculados 24 h após os tratamentos e armazenados sob refrigeração (10 °C/90% UR) por 15 dias, sendo em seguida transferidos para 25 °C / 80% UR, por mais seis dias (Tabela 35). Os fungos possuem diferentes comportamentos

com relação às alterações de temperatura, umidade, concentração de CO₂, disponibilidade de nutrientes e aumento de outros gases. Além disso, a temperatura pode interferir diretamente sobre o desenvolvimento de fungos, pois as atividades enzimáticas estão diretamente relacionadas a esse fator (BETTIOL & MORANDI, 2009). Vale ressaltar, ainda, que esses sapróbios são provenientes de clima semiárido, portanto adaptados a ambientes com temperaturas elevadas.

Diferentemente do observado, CALVO et al. (2006) trabalhando com maçãs tratadas com *Rahnella aquatilis*, armazenadas a 15° C e 90% UR verificaram redução da incidência de *Penicillium expansum* e *Botrytis cinerea*.

Quanto aos atributos de qualidade avaliados constatou-se que *Curvularia eragrostidis*, *Memnoniella levispora* e *Stachybotrys chartarum* não alteraram significativamente o teor de sólidos solúveis, a acidez titulável, a firmeza e a coloração de casca e polpa (Tabelas 36 e 37). Sob tal aspecto, LU et al. (2013) não observaram efeitos significativos na firmeza e teores de sólidos solúveis em tangerinas tratadas com a levedura antagonista *Rhodosporidium paludigenum* e armazenadas a 25 °C, porém os autores constataram redução dos teores de acidez e ácido ascórbico em frutos tratados com a levedura.

De maneira geral, a aquisição de resistência por parte dos fitopatógenos e os riscos a natureza e a saúde humana contribuíram muito para a intensificação de pesquisas relacionadas a métodos alternativos de controle. Recentemente tem-se verificado esforços no intuito de se descobrir fumigantes alternativos como compostos naturais reconhecidos como seguros. A biofumigação de frutos utilizando esses microrganismos, ou mesmo a fumigação com misturas artificiais de voláteis, pode ser vantajosa no intuito de inibir o desenvolvimento de patógenos em áreas fechadas durante o transporte e armazenamento. Os fumigantes são ideais para o tratamento na fase pós-colheita visto ser um processo que minimiza a manipulação do produto. Portanto, o desenvolvimento de pesquisas que levem a identificação de moléculas que possam atuar no controle de fitopatógenos através de mecanismos diretos e/ou através de indução de resistência em pós-colheita se faz necessária.

6 CONCLUSÕES

- *Curvularia eragrostidis* reduz a incidência de antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com a suspensão de esporos do sapróbio e mantidas a 25 °C por até oito dias.
- *Memnoniella levispora* e *Stachybotrys chartarum* reduzem a antracnose em goiabas ‘Pedro Sato’ quando aplicados 24 horas antes da inoculação do patógeno, em frutos mantidos a 25 °C, podendo contribuir para o estudo de potenciais moléculas indutoras de resistência.
- *Curvularia eragrostidis*, *Memnoniella levispora* e *Stachybotrys chartarum* não reduzem o desenvolvimento da antracnose em frutos mantidos sob refrigeração (10 °C), seguido por período de transferência a 25 °C.

REFERÊNCIAS

- ADASKAVEG, J. E.; FÖRSTER, H. New developments in postharvest fungicide registrations for edible horticultural crops and use strategies in the United States. In: PRUSKY, D.; GULLINO, M. L. (Ed.). **Post-harvest pathology series: plant pathology in the 21st century**. New York: Springer, 2010. v. 2. p. 107–111.
- AHLAWAT, V.P.; YAMDAGNI, R.; JINDAL, D.C. Studies on the effect of post-harvest treatments on storage behavior of guava (*Psidium guajava* L.) cv. sardar (L49). **Haryana Agricultural University Journal of Research**, Hissar, v. 10, n. 2, p. 244-247, 1980.
- ANDRADE, E.M.; UESUGI, C.H.; UENO, B.; FERREIRA, M.A.S.V. Caracterização morfo-cultural e molecular de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* patogênicos ao mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 2, p. 21-31, 2007.
- AZZOLINI, M. **Fisiologia pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato' estádios de maturação e padrão respiratório**. 2002. 100p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- BAILEY, J.A.; O'CONNELL, R.J.; PRING, R.J.; NASH, C. Infection strategies of *Colletotrichum* species. In: BAILEY, A. J.; JEGGER, J. M. **Colletotrichum: biology, pathology and control**. Oxford: British Society for Plant Pathology, 1992. p. 88-120.
- BARKAI-GOLAN, R. **Postharvest diseases of fruits and vegetables: development and control**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. 418 p.
- 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 Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- 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.
- BELTRAME, A.B. **Efeito de cianobactérias e algas eucarióticas na resistência de plantas de fumo contra o Tobacco mosaic virus (TMV)**. 2005. 87 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- BETTIOL, W. Seleção de microrganismos antagonistas a fitopatógenos. In: _____. (Ed.). **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna. EMBRAPA, CNPDA, 1991. p. 223-236.
- BETTIOL, W. Biocontrole na fitosfera: problemas e perspectivas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 5, p. 59-97, 1997.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Controle biológico In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, A.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1. cap. 36. p. 717-728.

BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. Impacto das mudanças climáticas sobre o controle biológico de doenças de plantas. In: **Controle biológico de doenças de plantas: Uso e perspectivas**. Jaguariúna: EMBRAPA/CNPDA, 2009. cap.3. p. 31.

BONALDO, S.M.; PASCHOLATI, S.F.; ROMEIRO, R.S. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas. In: CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 11-28.

BOTELHO, R.V.; SOUZA, N.L.; PERES, N.A. Efeito do tratamento pós-colheita com cloreto de cálcio, pelo método da temperatura diferenciada, no controle de *Colletotrichum gloeosporioides* em goiabas "Branca de Kumagai". **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 26, p. 268-271, 2000.

CALVO, J.; CALVENTE, V.; ORELLANO, M.E.; BENUZZI, D.; TOSETTI, M.A.S. Biological control of postharvest spoilage caused by *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* in apple by using the bacterium *Rahnella aquatilis*. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, 113, p. 251-257, 2006.

CAMPOS, V.P.; PINHO, R.S.C.; FREIRE, E.S. Volatiles produced by interacting microorganisms potentially useful for the control of plant pathogens. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 525-535, maio/jun. 2010.

CAPDEVILLE, G.; BEER, S.V.; WATKINS, C.B.; WILSON, C.L.; TEDESCHI, L.O.; AIST, J.R. Pre- and post-harvest harpin treatments of apples induce resistance to blue mold. **Plant Disease**, v.87, p.39-44, 2003.

CARNEVALI, A. La guava. **Frutticoltura**, Bologna, v. 38, n. 12, p. 29-33, 1976.

CARSOLIO, C.; BENHAMOU, N.; HARAN, S.; CORTÉS, C.; GUTIÉRREZ, A.; CHET, A.; HERRERA- ESTRELLA, A. Role of the *Trichoderma harzianum* endochitinase, gene ech42, in mycoparasitism. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 65, p. 929-935. 1999.

CAVALINI, F.C. **Fisiologia do amadurecimento, senescência e comportamento respiratório de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato'**. 2008. 91 p. Tese (Doutorado em Fisiologia e Bioquímica de plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

CAVALINI, F. C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'**. 2004. 80 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luís de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CHANCHACHAOVIVAT, A.; RUENWONGSA, P.; PANIJPAN, B. Screening and identification of yeast strains from fruits and vegetables: potential for biological control

of Postharvest chilli anthracnose (*Colletotrichum capsici*). **Biological Control**, Orlando, v. 42, p. 326-335, 2007.

CHET, F.; BAKER, R. Isolation and biocontrol potential of *Trichoderma hamatum* from soil naturally suppressive to *Rhizoctonia solani*. **Phytopathology**, Palo Alto, v. 73, p. 137-160, 1983.

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**. Viçosa: UFV, 2007. p. 245-280,

COOK, R.J.; BAKER, K.F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens**. Saint Paul: APS Press, 1983. 539 p.

DANTAS, S.A.F.; OLIVEIRA, S.M.A.; BEZERRA NETO, E.; COELHO, R.S.B.; SILVA, R.L.X. da. Indutores de resistência na proteção do mamão contra podridões pós-colheita. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, p. 314-319, 2004.

DROBY, S.; CHALUTZ, E.; WILSON, C.L.; WISNIEWSKI, M.E. Biological control of postharvest diseases: a promising alternative to the use of synthetic fungicides. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 20, p. 1495–1503, 1992.

DROBY, S.; VINOKUR, V.; WEISS, B.; COHEN, L.; DAUS, A.; GOLDSCHIMIDT, E.; PORAT, R. Induction of resistance to *Penicillium digitatum* in grapefruit by the yeast biocontrol agent *Candida oleophila*. **Biological Control**, Orlando, v. 92, n. 4, p. 393-399, 2002.

EL-GHAOUTH, A.; WILSON, C.L.; WISNIEWSKI, M.E.. Ultrastructural and cytochemical aspects of biocontrol activity of *Candida saitoana* in apple fruit. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 88, p. 282–291, 1998.

EL-GHAOUTH, A.; WILSON, C. L.; WISNIEWSKI, M. Control of postharvest decay of apple fruit with *Candida saitoana* and induction of defense responses. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 93, p. 344-348, 2003.

FAN, Q.; TIAN, S. P.; LI, Y.-Y.; XU, Y.; WANG, Y. Biological control of postharvest brown rot in peach and nectarine fruit by *Bacillus subtilis* (B-912). **Acta Botanica Sinica**, Peiping, v. 42, p. 1137–1143, 2000.

FIALHO, M. B. **Efeito *in vitro* de *Saccharomyces cerevisiae* sobre *Guignardia citricarpa*, agente causal da pinta preta dos citros**. 2004. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

FIALHO, M.B. **Mecanismos de ação de compostos orgânicos voláteis antimicrobianos produzidos por *Saccharomyces cerevisiae* sobre o desenvolvimento de *Guignardia citricarpa*, agente causal da pinta preta dos citros**. 2008. 120 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

FISCHER, I.H.; ALMEIDA, A.M.; ARRUDA, M.C.; BERTANI, R.M.A.; GARCIA, M.J.M.; AMORIM, L. Danos em pós-colheita de goiabas na Região do Centro-Oeste Paulista. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 570-576, 2011.

FORBES-SMITH, M. Induced resistance for the biological control of postharvest diseases of fruit and vegetables. **Food Australia**, North Sidney, v. 51, n. 8, p. 382-385, 1999.

GASPAR, J.W.; COUTO, F.A.A.; SALOMÃO, L.C. Effect of low temperature and plastic flims on post-harvest life of guava (*Psidium guajava* L). **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 452, p.107-114, 1997.

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

GUTTER, Y.; LITTAUER, P. Antagonistis action of *Bacillus subtilis* against citrus fruit pathogens. **Bulletin of the Research Council of Israel**, Jerusalem, v. 3, p. 192–196, 1953.

HARAN, S.; SCHICKLER, H.; CHET, I. Molecular mechanisms of lytic enzymes involved in the biocontrol activity of *Trichoderma harzianum*. **Microbiology**, London, v. 142, p. 2321-2331, 1996.

HASHEM, M.; ALAMRI, S. The biocontrol of postharvest disease (*Botryodiplodia theobromae*) of guava (*Psidium guajava* L.) by the application of yeast strains. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 53, p. 123-130, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_%5Banual%5D/2011/pam2011.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_%5Banual%5D/2011/pam2011.pdf)>. Acesso em: 10 de janeiro de 2014.

IPPOLITO, A.; NIGRO, F. Impact of preharvest application of biological control agents on postharvest diseases of fresh fruit and vegetables. **Crop Protection**, Guildford, v. 19, n. 8-10, p. 715–723, 2000.

JACK, A.; LEWIS, I.; PAPAVIZAS, G.C. Biocontrol of plant diseases: the approach for tomorrow. **Crop Protection**, Guildford, v. 10, p. 95-105, 1991.

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

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: UFV, 2002. v. 2. p. 1247-1277.

KAVATI, R. Cultivares. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1., Jaboticabal, 1997. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/UNESP-FUNEPGOIABRÁS, 1997. p. 1-16.

KEFIALEW, Y.; AYALEW, A. Postharvest biological control of anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) on mango (*Mangifera indica*). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 50, p. 8-11, 2008.

KORSTEN, L.; HAVENGA, W.; ZEEMAN, K.; REGNIER, T. Mode of action of *Bacillus subtilis* as a biocontrol agent of fruit diseases. **Bulletin OILB**, Dijon, v. 30, p. 107-111, 2007.

LI, R.; ZHANG, H.; LIU, W.; ZHENG, X. Biocontrol of postharvest gray and blue mold decay of apples with *Rhodotorula mucilaginosa* and possible mechanisms of action. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 46, p. 151-156, 2011.

LIMA, A.L.; Caracterização morfológica, molecular e bioquímica de *Trichoderma* spp. Isolados de solo de cerrado. 2002. 74 p. (Tese doutorado em Fitopatologia)-Universidade de Brasília, Brasília, DF, 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, M.A.; DURIGAN, J.F.; TOSTES, D.R.D. Avaliação do comportamento respiratório de goiabas 'Pedro Sato' e a influência de diferentes embalagens na sua conservação sob refrigeração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., Rio de Janeiro, 1998. **Anais**. Rio de Janeiro: SBCTA, p. 1980-1983, v.3. 1998.

LU, L.; YE, C.; GUO, S.; SHENG, K.; SHAO, L.; ZHOU, T.; YU, T.; ZHENG, X. Preharvest application of antagonistic yeast *Rhodospiridium paludigenum* induced resistance against postharvest diseases in mandarin orange. **Biological Control** (in press), 2013.

LIU, W.; WU, W.; ZHU, B.; DU, Y.; LIU, F. Antagonistic activities of volatiles from four strains of *Bacillus* spp. and *Paenibacillus* spp. against soil-borne plant pathogens. **Agricultural Sciences in China**, Beijing, v. 7, n. 9, p. 1104-1114, sept. 2008.

LIU, X.; FANG, W.; LIU, L.; YU, T.; LOU, B.; ZHENG, X. Biological control of postharvest sour rot of citrus by two antagonistic yeasts. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 51, n. 1, p. 30-35, jul. 2010.

LORITO, M.; HARMAN, G.E.; HAYES, C.K.; BROADWAY, R.M.; TRONSMO, A.; WOO, S.L.; DI PIETRO, A. Chitinolytic enzymes produced by *Trichoderma harzianum*: antifungal activity of purified endochitinase and chitobiosidase. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 83, p. 302-337, 1993.

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.

MANICA, I.; KIST, H.; MICHELETTO, E.L.; KRAUSE, C.A. Competição entre quatro cultivares e duas seleções de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1305-1313, 1998.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Goiaba do plantio ao consumidor**: tecnologia de produção, pós-colheita, comercialização. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 124 p.

MARTINS, M.C.; AMORIM, L.; LOURENÇO, S.A.; GUTIERREZ, A.S.D.; WATANABE, H.S. Incidência de danos pós-colheita em goiabas no mercado atacadista de São Paulo e sua relação com a prática de ensacamento de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 245-248, 2007.

MATTIUZ, B. **Fisiologia e qualidade pós-colheita de goiabas**. 2002. 118 p. Tese (Doutorado na área de Fitotecnia)- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal. 2002.

MEHROTRA, K.; ANEJA, K.R.; AGGARWAL, A. Fungal control agents. In: RECHCIGL, N.A.; RECHCIGL, J.E. (Ed.). **Environmentally safe approaches to crop disease control**. Boca Raton: CRC – Lewis Publishers, 1997. p. 111-137.

MELO, I.S. Potencialidades de utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (Ed.). **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: EMBRAPA/CNPDA, 1991. p. 135-156.

MELO, I.S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. p. 17-67.

MERCIER, J.; JIMENÉZ, J.I. Control of fungal decay of apples and peaches by the biofumigant fungus *Muscodor albus*. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 31, p. 1- 8, 2004.

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 Phytopathologica**, Jaguariúna, v.34, p.27, 2008.

OJEDA, R.M. **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, 2001.

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**, Dordrecht, v. 137, p. 165-172, 1997.

PEREIRA, F.M.; MARTINEZ JR., M. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: Legis Suma, 1986. 142 p.

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

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.

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

PINTO, F.A.M.F. **Controle da mancha manteigosa com fungos sapróbios em cafeeiro** 2013. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

PIZA JR., C. de T. Condução e poda da goiabeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 1997. p. 33-62.

QUAGLIA, M.; EDERLI, L.; PASQUALINI, S.; ZAZZERINI, A. Biological control agents and chemical inducers of resistance for postharvest control of *Penicillium expansum* Link. on apple fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 59, p. 307-315, 2011.

REZENDE, D.C. **Efeito de compostos orgânicos voláteis identificados a partir de *Saccharomyces cerevisiae* e *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum* e no controle da antracnose em goiaba**. 2010. 80 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luís de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

RYU, C-M.; FARAG, M.A.; HU, C-H.; REDDY, M.S.; KLOPPER, J.W.; PARÉ, P.W. Bacterial volatiles induce systemic resistance in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 134, p. 1017-1026, 2004.

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

SANDERS, G.M.; KORSTEN, L. A comparative morphological study of South African avocado and mango isolates of *Colletotrichum gloeosporioides*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 81, p. 877-885, 2003.

SEBRAE: Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas. Disponível em: <www.sebrae.com.br/setor/fruticultura/exportacoes-de-frutas-fevereiro-2013>. Acesso em: 20 de outubro de 2013.

SHARMA, P.N.; KAUR, M.; SHARMA, O.P.; SHARMA, P.; PATHANIA, A. Morphological, pathological and molecular variability in *Colletotrichum capsici* the cause of fruit rot of chilies in the subtropical region of north-western. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 153, p. 232-237, 2005.

SHARMA, R.R.; SINGH, D.; SINGH, R. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: a review. **Biological Control**, Orlando, v. 50, p. 205-221, 2009.

SHOLBERG, P. L.; MARCHI, A.; BECHARD, J. Biocontrol of postharvest diseases of apple using *Bacillus* spp. Isolated from stored apples. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 41, p. 247-252, 1995.

SILVA, A.C.F.; ROSA, C.R.E.; MELO, I.S.; Sensibilidade de isolados de *Trichoderma* spp. a benomil e iprodione. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, p. 395-399, 1999.

SILVA, F. DE A. S. E. & AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, **Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

SILVEIRA, N.S.S.; MICHEREFF, D.J.; SILVA, I.L.S.S.; OLIVEIRA, S.M.A. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas tropicais: patogênese e controle. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 5, p. 283-299, 2005.

SINGH, S.P.; PAL, R.K. Controlled atmosphere storage of guava (*Psidium guajava* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 47, p. 296-306, 2008.

SIVAN, A.; CHET, I. Microbial control of plant diseases. In: CHET, I. (Ed.). **Applied and environmental microbiology**. Washington: Wiley - Liss, 1992. p. 335-354.

SOARES, A. R. **Infecção e colonização de goiabas por *Colletotrichum gloesporioides* e *Colletotrichum acutatum* sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento**. 2008. 86 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luís de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

STADNIK, M.J.; MARASCHIN, M. Indução de resistência de plantas a fitopatógenos. In: STADNIK, M.J.; TALAMINI, V. (Ed.). **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: CCA/UFSC, 2004. 293 p.

STANGARLIN, J.R.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; CRUZ, M.E. S.; NOZAKI, M.H. Plantas medicinais e o controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 2, p. 16-21, 1999.

TARKKA, M.T.; PIECHULLA, B. Aromatic weapons: truffles attack plants by the production of volatiles. **The New Phytologist**, Lancaster, v. 175, p. 381-383, 2007.

TAVARES, G. M. **Controle químico e hidrotérmico da antracnose em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) na pós-colheita**. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004. p.55.

TIAN, S.P.; QIN, G.Z.; XU, Y. Survival of antagonistic yeasts under field conditions and their biocontrol ability against postharvest diseases of sweet cherry. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 33, n. 3, p. 327–331, 2005.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.V. Leveduras para o biocontrole de fitopatógenos. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. (Ed.). **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. v. 3. cap. 2. p.41-56.

VIVEKANANTHAN, R.; RAVI, M.; SARAVANAKUMAR, D.; KUMAR, N.; PRAKASAM, V.; SAMYYAPPAN, R. Microbially induced defense related proteins against postharvest anthracnose infection in mango. **Crop Protection**, Guildford, v. 23, p. 1061–1067, 2004

WHEATLEY, R.E. The consequences of volatile organic compound mediated bacterial and fungal interactions. **Antonie van Leeuwenhoek**, Amsterdam, v. 81, p. 357-364, 2002.

WISNIEWSKI, M.; WILSON, C. L. Biological control of postharvest diseases of fruit and vegetables: recent advances. **HortScience**, Alexandria, v. 27, p. 94–98, 1992.

YÁÑEZ-MENDIZÁBAL, V.; USALL, J.; VIÑAS, I.; CASALS, C.; MARÍN, S.; SOLSONA, C. Potential of a new strain of *Bacillus subtilis* CPA-8 to control the major postharvest diseases of fruit. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 21, p. 409–426, 2011.

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

ZHANG, D.; SPADARO, D.; GARIBALDI, A.; GULLINO, M.L. Selection and evaluation of new antagonists for their efficacy against postharvest brown rot of peaches. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 55, p. 174–181, 2010.

ZIVKOVIC, S.; STOJANOVIC, S.; IVANOVIC, Z.; GAVRILOVIC, V.; POPOVIC, T.; BALAZ, J. Screening of antagonist activity of microorganisms against *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporioides*. **Archives of Biological Sciences**, Belgrade, v. 62, n. 3, p. 611-623, 2010.