

**RINALDO MALAQUIAS LIMA FILHO**

**CONTROLE ALTERNATIVO DA ANTRACNOSE NO MARACUJÁ-AMARELO  
NA PÓS-COLHEITA**

**Recife – PE**

**Março, 2008**

**RINALDO MALAQUIAS LIMA FILHO**

**CONTROLE ALTERNATIVO DA ANTRACNOSE NO MARACUJÁ-AMARELO  
NA PÓS-COLHEITA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Doutor em Fitopatologia.

**COMITÊ DE ORIENTAÇÃO**

Professora Dr<sup>a</sup>. Sônia Maria Alves de Oliveira - Orientadora

Dr. Daniel Terao - Co-orientador

**Recife – PE**

**Março, 2008**

**CONTROLE ALTERNATIVO DA ANTRACNOSE NO MARACUJÁ-AMARELO  
NA PÓS-COLHEITA**

**RINALDO MALAQUIAS LIMA FILHO**

Tese defendida e aprovada pela banca examinadora em: 03 /03 / 2008.

**Orientadora:**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sônia Maria Alves de Oliveira (UFRPE)

**Examinadores:**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Inês Sucupira Maciel (UFRPE)

---

Prof<sup>º</sup>. Dr. Delson Laranjeira (UFRPE)

---

Dr. Domingos Eduardo Tavares Andrade (IPA)

---

Dr<sup>ª</sup>. Suzana Alencar Freire Dantas (ADAGRO)

---

Dr<sup>ª</sup>. Luciana Melo Sartori Gurgel (IPA)

**Recife – PE**

**Março, 2008**

“**Assim disse Jesus:** Um semeador saiu a semear.

Uma parte da semente caiu ao longo do caminho, e os pássaros vieram e a comeram.

Outra parte caiu em solo pedregoso, onde não havia muita terra, e nasceu logo, porque a terra era pouco profunda. Logo, porém, que o sol nasceu, queimou-se, por falta de raízes.

Outras sementes caíram entre os espinhos: os espinhos cresceram e as sufocaram.

Outras, enfim, caíram em terra boa: deram frutos, cem por um, sessenta por um, trinta por um.

Aquele que tem ouvidos  
ouça.”

Mateus 13, 4-9.

Ao senhor Deus, eterno guia nos caminhos  
da ciência, que permitiu meu caminhar nessa  
jornada em busca do conhecimento,

**Ofereço.**

À minha querida filha Letícia Valentim Lima,  
que com alegria tem suavizado os momentos  
difíceis de minha vida.

Com amor,

**Dedico.**

À minha mãe Marinete de Oliveira Lima, por  
sua dedicação e carinho.

Aos meus irmãos Lucy Cleide, Flávio e  
Wirpson, pelo apoio e incentivo,

**Agradeço.**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de realização do Curso de Doutorado em Fitopatologia;

À Escola Agrotécnica Federal de Barreiros – PE, pelo apoio institucional;

À minha querida orientadora, Professora Dr<sup>a</sup>. Sônia Maria Alves de Oliveira, pela dedicação, conhecimentos transmitidos, profissionalismo, credibilidade, companheirismo e, sobretudo a amizade sempre presente em todos os momentos.

Ao Professor Dr. Rildo Sartori Barbosa Coelho, pelo incentivo, exemplo de dedicação a ciência e principalmente a amizade dispensada;

Ao Professor Dr. Delson Laranjeira, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, pelo apóio e atenção;

À Professora Dr<sup>a</sup>. Rosimar dos Santos Musser, pelo incentivo, amizade e companheirismo;

Ao Professor Dr. José Vargas de Oliveira pela amizade e companheirismo;

Aos Professores companheiros de trabalho Glauco Caldas, Adalberto Arruda, Jorge Nascimento, Emílio, Dailon, Nielly Miguel, Kelly, Luciana, Iarajane, Suely Cristina, João Alisson, Lúcio, Airton Bernardo, Paulo André, Pereira, Salete, Leda, Elida, Marinês, Mauricéia e Valéria pelo apoio, amizade e incentivo;

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia pelos conhecimentos transmitidos e amizade;

Aos amigos de turma Erick Couto, Beatriz Barguil, Sandra Maranhão, Andréa Chaves pelo companheirismo e amizade;

Aos companheiros do Laboratório de Patologia Pós-colheita Wagner Rogério, Albaneide Lopes, Luciana Sartori, Roberto Luiz, Thiago Oliveira, Severina Rodrigues, Filipe Melo, Leila e Alice pela amizade, compartilhando as alegrias e tristezas;

À querida amiga Erlen Keila por preencher vários dias com doçura e paz;

À amiga Darci pelo apoio, incentivo, companheirismo e amizade;

Aos colegas Zilderlânia, Cícero, Jean, Franklin, Márcio, Saulo, Juliana, Agna, Daniela, Adriana, Marcileine, Lane e Kirley pelo companheirismo e amizade;

Aos amigos Wilson (*in memoriam*), Nice, Ivanilton, João Manoel, Genésio e Maria sempre presente em todos os momentos;

Aos funcionários da Área de Fitossanidade Romildo e Ivanise, pelas facilidades oferecidas;

Enfim, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I – Introdução Geral.....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
CAPÍTULO II – Efeito de indutores de resistência no maracujá-amarelo na pós-colheita.....	35
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
INTRODUÇÃO.....	37
MATERIAL E MÉTODOS.....	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
CAPÍTULO III – Alternativa de manejo da antracnose com 1-MCP em maracujá-amarelo na pós-colheita.....	60
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
INTRODUÇÃO.....	61
MATERIAL E MÉTODOS.....	63
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
CONCLUSÕES GERAIS.....	75



## RESUMO GERAL

Vários fungos causam doenças no maracujá-amarelo na fase de pós-colheita, principalmente *Colletotrichum gloeosporioides* que provoca lesões nas frutas, prejudicando a comercialização. Entre os métodos alternativos de controle de doenças pós-colheita a indução de resistência sistêmica com elicitores bióticos e abióticos é uma alternativa promissora, da mesma forma que a utilização do 1-metilciclopropeno (1-MCP) para a manutenção da qualidade do fruto e prevenção contra a antracnose. Este trabalho teve por objetivo verificar os efeitos dos indutores de resistência Agro-Mos (AGM), acibenzolar-S-metil (ASM) e Ecolife (ECL) em maracujá-amarelo contra a antracnose. Foram testados tempos de imersão de 5, 10, 15 e 20 min, assim como as dosagens de 0, 50, 100, 150, 200, 300  $\mu\text{L.L}^{-1}$  para AGM e ECL, e de 0, 10, 30, 50, 80, 100 mg i.a.L<sup>-1</sup> para ASM. Foi avaliado a incidência, severidade, atividade das PR-proteínas ( $\beta$ -1,3-glucanase, peroxidase, polifenoloxidase) e fatores físico-químicos (acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e pH) nas frutas tratadas. O índice de crescimento micelial e esporulação de *Colletotrichum gloeosporioides* foi determinado em placas de Petri contendo meio BDA e indutores de resistência nas dosagens supra citadas. Com a finalidade de verificar o efeito do 1-MCP sobre o desenvolvimento da antracnose e fatores físico-químicos, frutas sadias foram submetidas às concentrações de 0, 150, 300, 450 e 600 nL.L<sup>-1</sup> durante 12 h, inoculadas com o patógeno e armazenadas durante sete dias à  $25 \pm 2$  °C. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro repetições e a unidade experimental foi composta por uma bandeja contendo 10 frutas. O tempo de imersão não influenciaram a incidência e severidade da antracnose. Os tratamentos AGM e ECL nas dosagens 50 e 100  $\mu\text{L.L}^{-1}$  reduziram a incidência da antracnose para 85%, mas não influenciou a severidade da

doença. AGM, ASM e ECL foram eficientes na ativação das PR-proteínas causando acúmulo nas frutas tratadas. A maior atividade da  $\beta$ -1,3 glucanase foi detectada em ECL ( $100 \mu\text{L.L}^{-1}$ ), enquanto as enzimas peroxidase e polifenoloxidase apresentaram maior atividade em AGM ( $100 \mu\text{L.L}^{-1}$ ). As atividades enzimáticas descreveram perfil semelhante com expressivo acúmulo em torno das menores dosagens dos indutores, decrescendo, em seguida até o último nível testado. Os tratamentos AGM, ASM e ECL não causaram alteração nos teores de SST e pH, porém, AGM e ASM apresentaram redução significativa nos teores de ATT. No estudo do efeito do 1-MCP o crescimento micelial e esporulação foram influenciados diretamente pelos tratamentos com AGM e ECL. O tamanho das lesões foi inversamente proporcional às dosagens testadas, sendo menores com o aumento da concentração do produto. As maiores lesões ocorreram na testemunha ( $0 \text{ nL.L}^{-1}$ ) 1,42 cm e a menor 0,77 cm nas frutas submetidas a maior concentração ( $600 \text{ nL.L}^{-1}$ ). O desenvolvimento da doença foi menor nos tratamentos com as doses de 300, 450 e  $600 \text{ nL.L}^{-1}$ . Não houve alteração no pH, no entanto, verificou-se aumento significativo de SST e ATT na polpa do maracujá tratados com 1-MCP quando comparados com a testemunha.

**Palavras chaves:** *Colletotrichum gloeosporioides*, indutores de resistência, 1-metilciclopropeno, PR-proteínas, incidência, severidade, fatores físico-químicos.

## ABSTRACT

Several fungi cause diseases in the yellow passion fruit on postharvest, mainly the *Colletotrichum gloeosporioides* cause lesions in the fruits, harming the commercialization. Among the alternative methods of control of postharvest diseases is the systemic induction of resistance with biotic and abiotic elicitor is a promising alternative. The another alternative method is the use of the 1-methylcyclopropene for the maintenance of the quality of fruit and prevention against the anthracnose. The aimed of this work was verify the effects of the inductors Agro-Mos (AGM), acibenzolar-S-methyl (ASM) and Ecolife (ECL) in yellow passion fruit against the anthracnose. The times of immersion tested were 5, 10, 15, 20 min, the dosages 0, 50, 100, 150, 200, 300  $\mu\text{L.L}^{-1}$  of AGM and ECL, and 0, 10, 30, 50, 80, 100 mg i.a.L<sup>-1</sup> of ASM. The incidence, severity, activity of the PR-proteins was evaluated ( $\beta$ -1,3-glucanase, peroxidase, polyphenoloxidase), and physiochemical factors (total titrable acidity (ATT), total soluble solids (SST) and pH) in the treated fruits. It was determined the index of growth micelial and sporulation of *C. gloeosporioides* in plates of Petri half containing BDA and inductors in the dosages mentioned. With the purpose of verifying the effect of the 1-methylcyclopropene (1-MCP) about the development of the anthracnose and physiochemical factors, healthy fruits were submitted to the concentrations of 0, 150, 300, 450 and 600 nL.L<sup>-1</sup> during 12 h, inoculated with the pathogen and stored for seven days to  $25 \pm 2$  °C. The completely randomized design with four repetitions, and the experimental unit a containing 10 fruits. The time of immersion didn't influence the incidence and severity of the anthracnose. The treatments AGM and ECL on dosages 50 and 100  $\mu\text{L.L}^{-1}$  reduced the incidence of the anthracnose for 85%, but the severity of the disease was not influence. AGM, ASM, ECL were efficient in the activation of the RP-

proteins causing accumulation in the treated fruits. The largest activity enzymes  $\beta$ -1,3-glucanase was detected in ECL ( $100 \mu\text{L.L}^{-1}$ ), peroxidase and polyphenoloxidase was observed in AGM ( $100 \mu\text{L.L}^{-1}$ ). The enzymatic activities describe a profile similar with an expressive accumulation around the smallest dosages of the inducers, decreasing, soon afterwards until last tested level. The treatments AGM, ASM, ECL didn't cause alteration in the tenors of SST and pH, however, AGM and ASM presented significant reduction in the tenors of ATT. The micelial growth and sporulation were influenced directly by the treatments with AGM and ECL. The size of the lesions was inversely proportional to the tested dosages, being smaller with the increase of the concentration of 1-MCP. The largest lesions was observed in the control ( $0 \text{ nL.L}^{-1}$ ) 1,42 cm and the smallest 0,77 cm in the submitted fruits the largest concentration ( $600 \text{ nL.L}^{-1}$ ). The development of the disease was smaller in the treatments with the doses of 300, 450 and  $600 \text{ nL.L}^{-1}$ . There was not alteration in the pH, however, it was verified significant increase of SST and ATT in the pulp of the passion fruit treated with 1-MCP when compared with the control.

**keywords:** *Colletotrichum gloeosporioides*, resistance inductors, 1-methylcyclopropene, RP-proteins, incidence, severity, physiochemical factors.



**CAPÍTULO I**

**INTRODUÇÃO GERAL**

## **CONTROLE ALTERNATIVO DA ANTRACNOSE NO MARACUJÁ-AMARELO NA PÓS-COLHEITA**

### **INTRODUÇÃO GERAL**

A produção brasileira do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) tem aumentado nos últimos anos, atingindo 615.196 toneladas em 44.363 hectares colhidos em 2006, sendo a produtividade média nacional de 13,87 t/ha. Entre as regiões produtoras, destaca-se o Nordeste (377.136 t), Sudeste (152.204 t) e o Centro-Oeste (52.254 t) apresentaram as maiores quantidades produzidas no país. Em relação aos estados produtores, a Bahia se destaca a nível nacional com uma produção de 207.962 t numa área plantada de 15.871 ha, acompanhada por Ceará, 101.035 t em 4.919 ha e Espírito Santo, 72.079 t em 2.767 ha, no ano de 2006 (IBGE, 2008).

No mercado mundial, o volume comercializado da fruta in natura ainda é pequeno, quando comparado com outros produtos de exportação, por ser considerada uma fruta exótica e sofrer restrições das barreiras fitossanitárias (SOUZA et al., 2002), além da exigência por qualidade, frutas bem selecionadas e livres de doenças pós-colheita (TERAO et al., 2005). Para evitar o problema, é preciso melhorar a qualidade externa do maracujá-amarelo destinado ao mercado in natura, caracterizado pela difícil conservação pós-colheita, apresentando murcha, enrugamento da casca e grande

susceptibilidade as doenças que causam podridão (RUGGIERO, 2000; SILVA; DURIGAN, 2000).

Entre as doenças que afetam o maracujá-amarelo na fase de pós-colheita, a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., é mais importante por causar lesões na casca que comprometem a aparência e a comercialização (JUNQUEIRA et al., 2003). As frutas podem desenvolver infecções imediatas, com a presença dos sintomas em pouco tempo após a penetração, ou quiescentes, com desenvolvimento sintomatológico condicionado ao estágio de maturação (ALMEIDA, 2006). Posteriormente ocorre o aparecimento de lesões deprimidas com podridão seca que causa o enrugamento precoce da área afetada, onde se observa as frutificações do fitopatógeno (SANTOS FILHO et al., 2004).

O controle é difícil, quando as condições climáticas são favoráveis ao patógeno (YAMASHIRO, 1987). Entretanto, o controle tem sido feito, indiscriminadamente, pela aplicação de agrotóxicos (OLIVEIRA et al., 2006), que onera o custo de produção e causa impactos ambientais através dos resíduos tóxicos, acarretando risco de desequilíbrio biológico da microflora epifítica, além da possibilidade de permanência de resíduos nas frutas para consumo (TEIXEIRA et al., 1995). Vale ressaltar que não existem produtos registrados para o tratamento do maracujá-amarelo na pós-colheita (SIGRIST, 2002).

A restrição ao uso de fungicidas em pós-colheita tem crescido nos últimos anos, fato este que leva à procura de métodos alternativos de controle de doenças. Porém, a área de patologia pós-colheita no Brasil, precisa se expandir, buscando informações e novas tecnologias que venham contribuir para minimizar perdas e agregar valores aos produtos, aumentando a competitividade (BENATO, 1999). Neste

contexto, a indução de resistência sistêmica para o tratamento de frutas pode representar um método eficaz no controle de doenças pós-colheita (DANTAS et al., 2004), possibilitando a restrição do crescimento do fitopatógeno e a supressão ou redução dos sintomas da doença (GUZZO et al., 2004). Entre as alternativas utilizadas na pós-colheita, o 1-metilciclopropeno tem sido acrescido à lista de produtos que aumentam a vida útil e a qualidade de frutas e hortaliças (BLANKENSHIP; DOLE, 2003), além da perspectiva da sua utilização no controle de doenças pós-colheita (TERAO et al., 2005).

### **O hospedeiro**

O maracujá-amarelo pertence à família Passifloraceae e gênero *Passiflora* composto por 24 subgêneros e 465 espécies, das quais 150 a 200 são nativas do Brasil (CUNHA et al., 2002). Entre as espécies, cerca de 70 produzem frutas que podem ser aproveitadas como alimento (CUNHA et al., 2004).

A fruta é uma baga ovóide ou subglobosa, com diâmetro equatorial variando de 4,9 a 7,8 cm e longitudinal entre 5,4 a 10,4 cm (DURIGAN et al., 2004). O suco, com aroma e sabor bastante agradável é bem aceito nos diversos centros consumidores (LIMA, 2002). A importância é dada pelo valor medicinal e alimentício, apresentando elevados teores de fósforo, potássio, vitaminas A, B1 (tiamina), B2 (riboflavina), C (ácido ascórbico) e niacina (MATSUURA; FOLEGATTI, 2002). Além disso, o mesocarpo possui um alto teor de pectina e a semente contém óleo, carboidratos, proteínas e minerais (MATSUURA; FOLEGATTI, 2004). Entretanto, o valor econômico e social da cultura, encontra-se associado à alimentação humana na forma de suco, doce, geléia, sorvete e licor (CANÇADO JÚNIOR et al., 2000), promovendo a geração de



emprego, conseqüentemente, absorção e fixação de mão de obra no meio rural (LIMA, 2002).

O maracujazeiro pode ser cultivado na maioria das regiões tropicais e subtropicais com altitude entre 100 a 900 m, temperatura média em torno de 23 a 25 °C, umidade relativa baixa e ausência de frio e geada (MANICA, 1981). No Brasil, é cultivado em escala variável no Nordeste, pelas condições favoráveis ao desenvolvimento, aonde nos últimos anos vem ganhando significativo impulso através de aumento da área plantada e de novas tecnologias geradas (RUGGIERO, 2000).

Apesar do elevado número de espécies que formam o gênero *Passiflora*, apenas algumas são de interesse por causa da qualidade das frutas utilizadas na indústria para fabricação de sorvetes, licores e doces, como também, em virtude da adaptabilidade como trepadeiras ornamentais, ou ainda, pelas propriedades medicinais (MEDINA et al., 1980). Dentre as espécies, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* é bastante cultivada por ser mais vigorosa, adaptada a altas temperaturas, apresenta frutas com peso entre 43 g a 131 g, maior produção por hectare, maior acidez total e grande rendimento de suco (LIMA et al., 1994).

Em relação à origem do maracujazeiro amarelo, há divergência entre os estudiosos. Pope (1953) sugeriu origem híbrida, resultante do cruzamento do maracujá-roxo (*P. edulis* Sims) com outra espécie, possivelmente *P. lingularis* Juss. Por outro lado, Storey (1950) sugeriu ocorrência de mutação no híbrido citado. Desta forma, não há informação precisa sobre a sua origem.

Nos últimos anos a área cultivada no Brasil aumentou consideravelmente, entretanto sem os cuidados necessários, propiciando o aumento dos problemas fitossanitários a ponto de reduzir o tempo de exploração econômica da cultura. Neste

contexto, a cultura do maracujazeiro está sujeita a ocorrência de pragas e doenças que reduzem a produção. Dentre as doenças aparecem o tombamento ou “damping-off”, mela, bacterioses, morte prematura, podridão do colo, murcha ou fusariose, verrugose ou cladosporiose e antracnose. Esta última vem ocupando lugar de destaque, sendo considerada o principal problema em pós-colheita (SANTOS FILHO; JUNQUEIRA, 2003; SANTOS FILHO et al., 2004).

### **O patógeno**

*Colletotrichum* é um dos mais importantes gêneros fúngicos por ter como representantes um grande número de espécies fitopatogênicas, especialmente nas regiões tropical e subtropical. Este fungo causa doença economicamente significativa em cereais, pastagens, hortaliças, legumes e culturas perenes (MUNIZ et al., 1998), além de diversas frutas tais como goiaba, manga, mamão, caju, jaca, pinha, biribá, cajá, canjarana, ciriguela e umbu (SANTOS FILHO et al., 2004), causando sintomas comumente chamados de antracnose.

A espécie *C. gloeosporioides* provoca infecções quiescentes nos frutos tropicais de várias culturas, permanecendo inativa no tecido hospedeiro por considerável período, antes da formação da lesão. Para ser bem sucedido, o patógeno precisa vencer as defesas do hospedeiro e iniciar a infecção sob condições ambientais e fisiológicas prevalecentes (BROW, 1975; PRUSKY, 1996). Esta habilidade o torna um dos mais importantes patógenos de pós-colheita (SUTTON, 1992).

As mudanças fisiológicas normais do hospedeiro, manuseio incorreto ou condições ambientais adversas podem ativar as infecções quiescentes, promovendo o

desenvolvimento da doença (CAPELLINI; CEPONIS, 1984; JARVIS, 1994). Quando os tecidos tornam-se senescentes ou são feridos, o fungo pode colonizá-los produzindo abundantes acérvulos, em condições de umidade relativa favorável, o que pode causar perdas significativas logo no início da colheita ou só resultar em antracnose na pós-colheita (BINYAMINI; SCHIFFMANN-NADEL, 1972; BROW, 1975).

O fungo sobrevive nos tecidos doentes da planta, restos culturais no pomar e frutas doentes. A principal via de disseminação são os respingos de chuva e o vento, sendo favorecidas por temperaturas em torno de 27 °C para a produção de esporos e alta umidade relativa do ar na evolução da doença (SANTOS FILHO et al., 2004; ALMEIDA, 2006).

#### **A antracnose**

A antracnose está disseminada de forma generalizada em todas as regiões de cultivo do maracujá-amarelo no país, principalmente naquelas onde ocorrem estações quentes e chuvosas (LIMA, 2002). É considerada a doença mais freqüente e perniciosa que incide na parte aérea da planta (YAMASHIRO, 1987), afetando todos os órgãos, tais como folhas, ramos, inflorescências e frutos em qualquer estágio de desenvolvimento (ALMEIDA, 2006). A doença tem ocorrido frequentemente associada com a bacteriose causada por *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* (Pereira) Dye, em plantios no estado de São Paulo, o que tem agravado ainda mais o problema (DIAS, 2000).

Os sintomas nas folhas inicialmente são lesões circulares com bordos verde-escuro mais intenso que o tecido sadio (CUNHA et al., 2004). Estas evoluem, adquirindo coloração pardacenta e podem coalescer formando grandes áreas de tecido necrosado,

que atinge todo limbo foliar e provoca seca e queda de folhas. Em infecções severas verifica-se grande desfolha das plantas (DIAS, 2000).

Nos ramos, a antracnose provoca aparecimento de manchas alongadas e escurecidas, as quais desenvolvem cancrios, expondo os tecidos do lenho (LIMA, 2002; TEIXEIRA et al., 1995). As lesões podem circundar os ramos, provocando morte da parte acima da área afetada (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997).

Nas frutas verdes, ocorre o aparecimento de manchas de aspecto aquoso que adquirem posteriormente coloração parda com a formação de tecido corticoso deprimido, geralmente murcham e caem. Em frutas maduras, verificam-se o aparecimento de lesões arredondadas, coloração escura, bordos ligeiramente elevados com centro deprimido, que afetam a polpa, onde se observam pontuações mais ou menos concêntricas, constituídas da frutificação do patógeno. Esta doença pode ainda aparecer como uma podridão mole das frutas, prejudicando a comercialização (LIMA et al., 1993; ALMEIDA, 2006).

### **Controle alternativo**

A antracnose é controlada através do uso de fungicidas a base de oxiclureto de cobre associados a mancozeb e chlorotalonil (LIMA, 2002; SANTOS FILHO, 1994). A grande vantagem de sua utilização é que o efeito residual garante proteção durante prolongado período de armazenamento, com algumas restrições como a fitotoxicidade, resíduo e espectro de ação residual. Por outro lado, onera o custo de produção e sua utilização é limitada por falta de registro de fungicidas para a cultura (BENATO, 1999). Além de acarretar risco de desequilíbrio biológico da microflora epifítica do maracujazeiro, possibilitar a permanência de resíduos nas frutas para o consumo (TEIXEIRA et al., 1995), provocando o aumento na severidade da doença em plantas

pela interferência e morte de antagonistas, ou provocar ação nociva sobre a microflora benéfica (ELAD, 1990).

As podridões de frutas são de difícil controle e os fungicidas sistêmicos, geralmente empregados, propiciam, entre outros inconvenientes, o surgimento de isolados resistentes do fitopatógeno (MELO, 1991). Entretanto, as condições de pós-colheita são bastante adequadas para a aplicação de agentes biocontroladores, os quais se tornam economicamente viável (TJAMOS et al., 1992). Porém, a maior efetividade é obtida quando os produtos tratados possuem resistência intrínseca à infecção e as condições de armazenamento são menos favoráveis ao desenvolvimento do fitopatógeno (ZAMBOLIM et al., 2002)

Entre as alternativas de controle de doenças em pós-colheita, os métodos físicos e biológicos têm merecido atenção de muitos pesquisadores, por atenderem a necessidade de redução do uso dos fungicidas e as exigências dos mercados internacionais, garantindo a competitividade na exportação de frutas (BENATO, 2003).

Entre os métodos alternativos, a indução de resistência surge como uma nova tecnologia para o controle de doenças pós-colheita que pode ser de forma localizada ou sistêmica, esta última denominada de resistência sistêmica adquirida (RSA) ou de resistência sistêmica induzida. É uma proposta promissora, reduz efetivamente a dependência aos produtos químicos, promove a proteção contra um amplo número de patógenos, incluindo vírus, bactérias e fungos (KUC', 1991). O que possibilita a redução das perdas e disponibilizando ao mercado consumidor frutas e hortaliças de qualidade, sem a contaminação de microrganismos e resíduos de agrotóxicos (OLIVEIRA et al., 2004).

Agentes bióticos e abióticos podem elicitar resposta de resistência em frutas e hortaliças. Ativadores abióticos como o acibenzolar-S-metil, ácido salicílico e ácido acético apresentam resultado positivo no controle de doenças de plantas e indução de resistência (BENATO, 2003), assim como o ácido  $\beta$ -aminobutírico, ácido jasmônico, metil jasmonato e quitosana (OLIVEIRA et al., 2006). Indutores de resistência à base de acibenzolar-S-metil têm sido estudados contra fungos, vírus e bactérias, além de outros produtos comerciais como Ecolife (derivado da biomassa cítrica) contendo polifenóis, flavonóides, fitoalexinas e ácidos orgânicos diluídos, que têm mostrado eficiência na proteção de pepino cafeeiro e cacauero (CAVALCANTI et al., 2006). Da mesma forma, elicitores bióticos utilizados na indução de resistência, como por exemplo, microrganismos não patogênicos, mostraram ser efetivos meios para proteção de frutas na fase pós-colheita contra patógenos fúngicos (PRUSKY, 1996).

O controle de patógenos que causam doenças pós-colheita com leveduras tem sido testado, especialmente, quando o objetivo é a proteção de frutos que serão consumidos in natura, devido ao fato que esses microrganismos são ativos consumidores de nutrientes, efetivos como colonizadores de ferimentos e, em alguns casos, indutores de resistência no hospedeiro, e não serem produtores de antibióticos, (SANHUEZA, 1998).

Contudo, muitos frutos apresentam mecanismos fisiológicos responsáveis pela defesa como lignificação, formação de periderme e produção de fitoalexinas contra invasão de patógenos. Em outros casos, a resistência ocorre devido ao acúmulo de compostos fungitóxicos e/ou formação de barreira de lignina em volta do sítio de infecção (ZAMBOLIM et al., 2002).

A proteção induzida é dependente do intervalo de tempo entre o tratamento com o indutor e a inoculação do patógeno, onde ocorre mudança específica no metabolismo do

vegetal, envolvendo os mecanismos estruturais e bioquímicos, pré e pós-formados, codificados pelos genes das plantas na tentativa do confinamento do patógeno (STANGARLIN, 2003). Estes mecanismos podem colaborar como marcadores da resistência induzida tais com verificado por Dantas (2003) e Dantas et al., (2004), associando os níveis da enzima fenilalanina amônia liase, peroxidase e deposição de lignina em mamão tratado com indutores de resistência a redução expressiva na incidência da antracnose causada por *C. gloeosporioides* na fruta em resposta ao tratamento.

Outras tecnologias estão sendo pesquisadas objetivando à manutenção da qualidade de frutas e hortaliças em pós-colheita, a exemplo, o 1-metilciclopropeno (1-MCP) empregado para retardar o amadurecimento e, conseqüentemente, aumentar o período de prateleira (BOTREL et al., 2002). Uma simples aplicação de 1-MCP pode proporcionar tempo suficiente para o transporte das frutas à distâncias maiores, com melhor custo benefício (PEREIRA; BELTRAN, 2002), contribuindo dessa forma como uma das mais importantes ferramentas na fase de pós-colheita de frutos sensíveis à ação do etileno (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O etileno é um hormônio volátil produzido por quase todos os vegetais, que pode difundir dentro ou fora dos tecidos, desempenhando um papel fundamental no amadurecimento e senescência das frutas. O aumento natural da produção de etileno precede o amadurecimento, dando suporte às rápidas transformações na aparência, aroma e textura das frutas climatéricas (VILAS BOAS, 2002). No entanto, o etileno resultante do amadurecimento de frutas climatéricas pode induzir a germinação de conídios e a formação do apressório em *C. gloeosporioides*, sendo um sinalizador para início do

desenvolvimento da infecção ativa em frutas (FLEISHMAN; KOLATTUKUDY, 1994; PRUSKY, 1996).

O 1-MCP é um gás que age competindo com o etileno pelos sítios de ligação dos receptores nas membranas das células (BLANKENSHIP; DOLE, 2003). Embora seja um gás, tem sido formulado em pó solúvel que libera o 1-MCP quando misturado a uma solução básica ou em água (JACOMINO et al., 2002). O produto interfere na habilidade de resposta ao etileno, a nível variável, de acordo com as condições para cada espécie, cultivar, região, manejo de colheita e armazenamento (CORRENT et al., 2004). A substância tem um modo de ação não tóxica, onde é aplicado em doses extremamente baixas, não havendo expectativa de detecção de resíduos nos produtos tratados. Pode ser aplicado imediatamente após a colheita, durante o armazenamento, transporte ou nos centros de distribuição (PEREIRA; BELTRAN, 2002), retardando ou inibindo o amadurecimento e a senescência de frutas climatéricas.

A aplicação do 1-MCP pode ser realizada colocando-se as frutas num contentor ou câmara, onde o produto é liberado, retornando-as para as condições desejadas de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Em temperatura ambiente, a dissipação e penetração do gás nos tecidos de diferentes frutas são relativamente rápidas, normalmente entre quatro a doze horas são suficientes para obtenção da máxima performance (PEREIRA; BELTRAN, 2002). No entanto, o período de ação é limitado pela produção de novos receptores do etileno sintetizados dinamicamente, permitindo o amadurecimento normal da fruta (TERAO; SILVA, 2006), resultando no aumento do período de prateleira.

Associando as informações, o emprego do 1-MCP visando o controle de fitopatógenos em pós-colheita tem sido estudado pela hipótese de que frutos com a



maturação mais lenta seriam mais resistentes às podridões (LEVERENTZ et al., 2003). Colaborando com a hipótese, Terao (2003) verificou o efeito positivo na redução da maturação do melão cv. 'Orange Flesh', ao mesmo tempo em que controlou a podridão causada por *Fusarium pallidoroseum* (Cooke). No entanto, poucos estudos relacionados a patologia pós-colheita foram encontrados na literatura e os resultados obtidos ainda são inconsistentes e específicos às espécies tratadas (BLANKENSHIP; DOLE, 2003).

Com o objetivo de testar alternativas de controle da antracnose em maracujá-amarelo na pós-colheita, avaliou-se o efeito de indutores de resistência bióticos e abióticos na ativação da resistência sistêmica induzida na pós-colheita, como também a influência do 1-MCP sobre o desenvolvimento da antracnose no maracujá-amarelo e fatores físico-químicos na fruta.

### Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, L.C.C. Doenças do maracujá. In: OLIVEIRA, S.M.A., TERAPO. D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C.H. (Eds.). Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2006. pp. 775-803.
- BENATO, A.R. A indução de resistência no controle de doenças pós-colheita: frutas e hortaliças. Summa Phytopathologica, Botucatu, v.29, p.125-126, 2003.
- BENATO, A.R. Controle de doenças pós-colheita em frutas tropicais. Summa Phytopathologica, Botucatu, v.25, p.90-93, 1999.
- BINYAMINI, N.; SCHIFFMANN-NADEL, M. Latent infection in avocado due to *Colletotrichum gloeosporioides*. Phytopathology, Saint Paul, v.62, p.592-594, 1972.
- BLANKENSHIP, S.M.; DOLE, J.M. 1-Methylcyclopropene: a review. Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, v.28, p.1-25, 2003.
- BOTREL, N.; FREIRE JÚNIOR, M.; VASCONCELOS, R.M.; BARBOSA, H.T.G. Inibição do amadurecimento da banana 'Prata-Anã' com a aplicação do 1-metilciclopropeno. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.24, p.53-56, 2002.
- BROW, G.E. Factors affecting postharvest development of *Colletotrichum gloeosporioides* in citrus fruit. Phytopathology, Saint Paul, v.65, p.120-123, 1975.
- CANÇADO JÚNIOR, F.L.; ESTANISLAU, M.L.L.; PAIVA, B.M. Aspectos econômicos da cultura do maracujá. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.21, p.10-17, 2000.
- CAPELLINI, R.A.; CEPONIS, M.J. Postharvest losses in fresh fruits and vegetable: postharvest losses in perishable crops. In: MOLIE, H.E. (Ed.). Postharvest pathology of

fruits and vegetable. Berkeley: University of California Agricultural Experiment Station, 1984. p.24-32.

CAVALCANTI, F.R.; RESENDE, M.L.V.; ZACARONI, A.B.; RIBEIRO JUNIOR, P.M.; COSTA, J.C.B.; SOUZA, R.M. Acibenzolar-S-metil e ecolife na indução de respostas de defesa do tomateiro contra a mancha bacteriana. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 31, p. 372-380. 2006.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL-FAEPE, 2005. 785p.

CORRENT, A.R.; PARUSSOLO, A.; GIRARDI, C.L.; ROMBALDI, C.V. Efeito do 1-metilciclopropeno na conservação de maçã ‘Royal Gala’ em ar refrigerado e atmosfera controlada. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 26, p. 217-221, 2004.

CUNHA, M.A.P.; BAROSA, L.V.; FARIA, L.V. Botânica. In: LIMA, A.A.; CUNHA, M.A.P. (Eds.). Maracujá: produção e qualidade na passicultura. Cruz da Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2004. p.15-35.

CUNHA, M.A.P.; BAROSA, L.V.; JUNQUEIRA, N.T.V. Espécies de maracujazeiro. In: LIMA, A.A. (Ed.). Maracujá produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. 104p. (Frutas do Brasil, 15).

DANTAS, S.A.F. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas de mamão e laranja: ocorrência e indução de resistência com elicitores bióticos e abióticos. 2003, 88f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2003.

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

DIAS, M.S.C. Principais doenças fúngicas e bacterianas do maracujazeiro. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.21, p.34-38, 2000.

DURIGAN, J.F.; SIGRIST, J.M.M.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; VIEIRA, G. Qualidade e tecnologia pós-colheita do maracujá. In: Lima, A.A., Cunha, M.A.P. (Eds). Maracujá: produção e qualidade na passicultura. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2004. p.281-303.

ELAD, Y. Reasons for the delay in development of biological control of foliar pathogens. Phytoparasitica, Bet Dagan, v. 18, p. 99-105, 1990.

FLAISHMAN, M.A.; KOLATTUKUDY, P.E. Timing of fungal invasion using host's ripening hormone as a signal. Proceedings of National Academy of Science, Washington, v.91, p. 6579-6583, 1994.

GUZZO, S.D.; HARA KAVA, R.; LUNCON, C.M.M.; TSAI, S.M. Resistência sistêmica adquirida em cafeeiro contra *Hemileia vastatrix* e indução local e sistêmica de quitinase e  $\beta$ -1-3-glucanase por acibenzolar-S-metil. Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 30, p.376-381. 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. SIDRA 2003: sistema IBGE de recuperação automática. [on line]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=1613>> Acesso em: 09/01/2008.

JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P.R.C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.59, p.303-308. 2002.

JARVIS, W.R. Latent infections in pre and postharvest environment. Hortscience, v.29, p. 749-751, 1994.

JUNQUEIRA, N.T.V.; SBARMA, R.D.; JUNQUEIRA, K.P.; ANDRADE, L.R.M. Doenças constatadas na fase de pós-colheita. In: SANTOS FILHO, H.P.; JUNQUEIRA, N.T.V. (Eds). Maracujá: fitossanidade. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2003. (Frutas do Brasil, 32). p. 32-36.

KUC', J. Plants immunization a non pesticide control of plant disease. Petria, Roma, v. 1, p. 79-83, 1991.

LEVERENTZ, B.; CONWAY, W.S.; JANISIEWICZ, W.J.; SAFNER, R.A.; CAMP, M.J. Effect of combining MCP treatment, heat treatment an biocontrol on the reduction of postharvest decay of Golden Delicious apples. Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, v.27, p.221-233, 2003.

LIMA, A.; BORGES, A.L.; SANTOS FILHO, H.P.; SANTOS, L.B.; FANCELLI, M.; SANCHES, N.F. Instruções práticas para o cultivo do maracujazeiro. Cruz das Almas: EMBRAPA – CNPQMF, 1994. 49p. (Circular técnico, 20).

LIMA, A.A. (Ed.). Maracujá produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. 104p. (Frutas do Brasil, 15).

LIMA, M.I.P.M.; GASPOROTO, L.; SANTOS, A. Controle químico da antracnose do maracujazeiro. Manaus: EMBRAPA-MARA, 1993. 3p. (Comunicado técnico, 05).

MANICA, I. Fruticultura tropical: 1. Maracujá. São Paulo: Ceres, 1981. 160p.

- MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S. Maracujá: pós-colheita. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. 51p. (Frutas do Brasil, 23)
- MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S. Processamento. In: LIMA, A.A.; CUNHA, M.A.P. (Ed.). Maracujá: produção e qualidade na passicultura. Cruz das Almas: Embrapa mandioca e fruticultura, 2004. p. 305-324.
- MEDINA, C.J.; GARCIA, J.C.C.; TOCCHINI, R.P.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V.A.; CANTO, W.L. Maracujá: da cultura ao desenvolvimento e processamento. São Paulo: ITAL, 1980. (Série frutas tropicais, 9).
- MELO, I. S. Potencialidade de utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (org.). Controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991. p. 333-344.
- MUNIZ, M.F.S.; SANTOS, R.C.R.; BARBOSA, G.V.S. Patogenicidade de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* sobre algumas plantas frutíferas. Summa Phytopatologica, Botucatu, v.24, p.177-179, 1998.
- 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.
- OLIVEIRA, S.M.A.; TERAPO, D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C.H. (Eds.). Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 855p.
- PEREIRA, W.S.P.; BELTRAN, A. Mecanismos de ação e uso de 1-MCP bloqueador da ação do etileno, visando prolongar a vida útil das frutas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed). Manejo integrado: frutas tropicais-doenças e pragas. Viçosa: UFV, 2002. p.31-42.

- PIO-RIBEIRO, G.; MARIANO, R.L.R. Doenças do maracujazeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Eds.). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, 1997. p.525-534.
- POPE, N.T. The edible passion fruit in Hawaii. Hawaii: Agricultural Experimental States Hawaii, 1953. 21p. (Bulletin, 74).
- PRUSKY, D. Pathogen quiescence in postharvest diseases. Annual Review of Phytopathology, Saint Paul, v.34, p.413-434, 1996.
- RUGGIERO, C. Situação atual da cultura do maracujazeiro no Brasil. Informe Agropecuário, Belo horizonte, v.21, p.5-9, 2000.
- SANHUEZA, R.M.V. Leveduras para o biocontrole de fitopatógenos. VI SICONBIOL, p. 340-343, 1998.
- SANTOS FILHO, H.P. Doenças do maracujazeiro. In: LIMA et al. Instruções práticas para o cultivo do maracujazeiro. Cruz das Almas: EMBRAPA-MAARA, 1994. p. 37-42. (Circular técnica, 20).
- SANTOS FILHO, H.P.; JUNQUEIRA, N.T.V. Maracujá: fitossanidade. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2003. 86. (Frutas do Brasil, 32)
- SANTOS FILHO, H.P.; LARANJEIRA, F.F.; SANTOS, C.C.F.; BARBOSA, C.J. In: LIMA, A.A.; CUNHA, M.A.P. (Eds.). Maracujá: produção e qualidade na passicultura. Cruz da Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2004. p.239-280.
- SIGRIST, J.M.M. Tratamento pós-colheita. In: MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S. (Eds.). Maracujá: pós-colheita. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. 51p. (Frutas do Brasil, 23)

SILVA, A.P.; DURIGAN, J.F. Colheita e conservação pós-colheita de maracujá. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.21, p. 67-71, 2000.

SOUZA, J.S.; CARDOSO, C.E.L.; FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. Mercado mundial. In: MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S. (Eds.). Maracujá: pós-colheita. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. (Frutas do Brasil, 23). p. 9-12.

STANGARLIN, J.R. Aspectos bioquímicos do fenômeno da indução de resistência. Summa Phytopathologica, Botucatu, v.29, p.129-130, 2003.

STOREY, N.B. Chomossom e numbers of some especies of in Hawai. Science, Washington, v.4, p.34-42, 1950.

SUTTON, B.C. The genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum gloeosporioides*. In: BAILEY, J. A.; JEGER, M. J. (Eds.). Colletotrichum : biology, pathology and control. Wallingford: CAB Internacional. 1992. p.1-26.

TEIXEIRA, C.G.; CASTRO, J.V.; TOCCHINI, R.P.; NISIDA, A.L.A.C.; HASHIZUME, T.; MEDINA, J.C.; TURATTI, J.M.; LEITE, R.S.S.F.; BLISKA, F.M.M.; GARCIA, E.B. Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2ªed. Campinas: ITAL, 1995. 267p. (Série frutas tropicais, 9).

TERAO, D. Estratégias de controle de podridões em pós-colheita de frutos de meloeiro. 2003. 142f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2003.

TERAO, D.; OLIVEIRA, S.M.A.; VIANA, F.M.P.; ALVES, R.E.; ROSSETTI, A.G.; MOURA, R.D. Avaliação de 1-metilciclopropeno (1-MCP) no controle de doenças pós-colheita em frutos de meloeiro. Summa Phytopathologica, Botucatu, v.31, p.232-235, 2005.



TERAO, D.; SILVA, E.O. Controle alternativo com bloqueador de etileno. In: OLIVEIRA, S.M.A.; TERAQ, D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C.H. (Eds.). Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 265-287.

TJAMOS, E.C.; PAPAVIDAS, G.C.; COOK, R.J. Biological control of plant diseases: progress and challenges for the future. New York: Plenum Press, 1992. 461p.

VILAS BOAS, E.V.B. 1-MCP: um inibidor da ação do etileno. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS, 2., 2002, Lavras. Anais... Lavras:UFLA, 2002. P. 24-30.

YAMASHIRO, T. Principais doenças do maracujazeiro amarelo no Brasil. In: RUGGIERO, C. (Eds.). Maracujá. Ribeirão Preto: Legis Summa, 1987. p.146-159.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VENTURA, J.A.; VALE, F.X.R. Controle de doenças em pós-colheita de frutas tropicais. In: ZAMBOLIM, L. (Ed). Manejo integrado: frutas tropicais-doenças e pragas. Viçosa: UFV, 2002. p.443-512.



**CAPÍTULO II**

**EFEITO DE INDUTORES DE RESISTÊNCIA NO MARACUJÁ-AMARELO NA  
PÓS-COLHEITA**

## Efeito de indutores de resistência no maracujá-amarelo na pós-colheita

Rinaldo M. Lima Filho<sup>1</sup>, Sônia M. Alves Oliveira<sup>2</sup>, Erlen Keila C. Silva<sup>2</sup>, Erick F. Couto<sup>2</sup>,  
Albaneide L. Lopes<sup>2</sup>, Wagner R. L. S. Pessoa<sup>2</sup> & Thiago A.S. Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escola Agrotécnica Federal de Barreiros – PE, CEP 55600-000, Barreiros, PE, Brasil,  
[rinaldomlf@hotmail.com](mailto:rinaldomlf@hotmail.com); <sup>2</sup>Laboratório de Patologia Pós-Colheita, Fitopatologia/DEPA,

Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil

(Aceito para publicação em / / )

Autor para correspondência: Rinaldo M. Lima Filho

---

LIMA FILHO, R.M., OLIVEIRA, S.M.A., SILVA, E.K.C., COUTO, E.F., LOPES, A.L.,  
PESSOA, W.R.L.S. & OLIVEIRA, T.A.S. Efeito de indutores de resistência no maracujá-  
amarelo na pós-colheita. Fitopatologia Brasileira.

### RESUMO

A indução de resistência sistêmica com elicitores bióticos e abióticos é uma alternativa promissora no controle de doenças pós-colheita. Objetivou-se verificar os efeitos dos indutores Agro-Mos (AGM), acibenzolar-S-metil (ASM) e Ecolife (ECL) em maracujá-amarelo contra a antracnose. Foram testados os tempos de imersão de 5, 10, 15 e 20 min, as dosagens 0, 50, 100, 150, 200, 300  $\mu\text{L.L}^{-1}$  para AGM e ECL e de 0, 10, 30, 50, 80, 100 mg i.a.L<sup>-1</sup> para ASM. Avaliou-se a incidência, severidade, atividade das PR-proteínas ( $\beta$ -1,3-glucanase, peroxidase, polifenoloxidase) e fatores físico-químicos (SST, ATT e pH) nas frutas tratadas. Determinou-se o índice de crescimento micelial e esporulação de *Colletotrichum gloeosporioides* em placas de Petri contendo meio BDA e indutores nas dosagens supra citadas. O tempo de imersão não influenciou a incidência e severidade da antracnose. Os tratamentos AGM e ECL nas dosagens 50 e 100  $\mu\text{L.L}^{-1}$  reduziram a incidência da antracnose para 85%, diferindo significativamente da testemunha com 100 %, mas não influenciaram a severidade da doença. AGM, ASM e ECL foram eficientes na ativação das PR-proteínas causando acúmulo nas frutas tratadas. A maior atividade de  $\beta$ -1,3 glucanase (57,5 mg glicose.proteína.h) foi detectada em ECL (100  $\mu\text{L.L}^{-1}$ ).

Para as enzimas peroxidase (23700 U.proteína.min) e polifenoloxidase (550 U.proteína.min) ocorreu com AGM na dosagem de 100  $\mu\text{L.L}^{-1}$ . As atividades enzimáticas descreveram um perfil semelhante com expressivo acúmulo em torno das menores dosagens dos indutores, decrescendo, em seguida até o último nível testado. Os tratamentos AGM, ASM e ECL não causaram alteração nos teores de SST e pH, porém, AGM (100, 150, 200, 300  $\mu\text{L.L}^{-1}$ ) e ASM (10  $\text{mg.L}^{-1}$ ) apresentaram redução significativa nos teores de ATT, comparados com a testemunha. O crescimento micelial e esporulação foram influenciados pelos tratamentos testados.

**Palavras-chave adicionais:** *Colletotrichum gloeosporioides*, incidência, severidade, PR-proteínas, fatores físico-químicos.

## ABSTRACT

### Effect of resistance inductors in yellow passion fruit on postharvest

The induction of systemic resistance with biotic and abiotic activators is a promising alternative in the control of postharvest diseases. The objectives were verify the effects of the inductors Agro-Mos (AGM), acibenzolar-S-methyl (ASM) and Ecolife (ECL) in yellow passion fruit-yellow against anthracnose, as wel as to tested the time of immersion 5, 10, 15, 20 min, the dosages 0, 50, 100, 150, 200, 300  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  of AGM and ECL, and 0, 10, 30, 50, 80, 100  $\text{mg i.a} \cdot \text{L}^{-1}$  of ASM. It was evaluated the incidence, severity, activity of the PR-proteins ( $\beta$ -1,3-glucanase, peroxidase and polyphenoloxidase) and physiochemical factors (SST, ATT and pH) in the treated fruits. It was determined the index of growth micelial and sporulation of *Colletotrichum gloeosporioides* in petri plates containing potato-dextrose-agar (PDA) and resistance inductors in the mentioned dosages. The time of immersion didn't influence the incidence and severity of the anthracnose. The treatments AGM and ECL on dosages 50 and 100  $\text{mL.100L}^{-1}$  reduced the disease incidence of for 85%, differing significantly of control with 100%, but the severity was not influenced. AGM, ASM, ECL were efficient in the activation of the PR-proteins causing accumulation in the treated fruits. The largest activity of  $\beta$ -1,3-glucanase (57,5  $\text{mg dextrose.protain.h}$ ) was detected in ECL (100  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ ). The higher activity of the enzyme peroxidase (23500 U.protain.min) and polyphenoloxidase (550 U.protain.min) occurred with the

treatment AGM in 100  $\mu\text{L.L}^{-1}$ . The enzymatic activity describe a profile similar with an expressive accumulation around the smallest dosages of the inductors, decreasing, soon afterwards it does tie it finish tested level. The treatments AGM, ASM and ECL didn't cause alteration in the tenors of SST and pH, however, AGM (100, 150, 200, 300  $\mu\text{L.L}^{-1}$ ) and ASM (10  $\text{mg.L}^{-1}$ ) presented significant reduction on ATT, compared with the control. The growth micelial and sporulation were influenced by the treatments tested.

**Additional keywords:** *Colletotrichum gloeosporioides*, incidence, severity, RP-proteins, physiochemical factors.

---

## INTRODUÇÃO

As causas mais sérias de perdas de produtos na fase de pós-colheita são as infecções causadas por microrganismos favorecidos por danos físicos e fisiológicos, que predispõem os tecidos a colonização do patógeno podendo ocasionar uma rápida e extensa infecção no hospedeiro (Oliveira *et al.*, 2006). Os fungos são os microrganismos mais comuns causadores de deterioração em frutas, em especial, nas regiões tropicais onde são favorecidos pela elevada temperatura e umidade (Chitarra & Chitarra, 2005). Entre os fungos fitopatogênicos, *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. é considerado um dos mais importantes patógenos de frutas na pós-colheita (Zambolim *et al.*, 2002), principalmente, por causar podridão em diversas frutas tropicais (Lima Filho *et al.*, 2003).

No maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) *C. gloeosporioides* causa antracnose, a doença mais séria na fase de pós-colheita. O patógeno penetra por ferimento ou diretamente na superfície intacta provocando lesões escuras que prejudicam a aparência externa e a comercialização (Santos Filho & Junqueira, 2003). As frutas infectadas podem desenvolver infecções imediatas, com a presença dos sintomas em pouco tempo após a penetração, ou quiescentes, com desenvolvimento sintomatológico condicionado ao estágio de maturação da fruta (Almeida, 2006).

A utilização de métodos alternativos de controle de doenças em pós-colheita constituem importante desafio para a agricultura moderna, com destaque para o uso de resistência sistêmica induzida (RSI) que promove a ativação dos mecanismos naturais contra a invasão de fitopatógenos, pela aplicação de indutores bióticos ou abióticos (Dantas & Coelho, 2006), o que resulta na restrição do crescimento, supressão dos sintomas da doença e conferindo uma proteção sistêmica de longa duração contra ampla gama de fitopatógenos (Guzzo *et al.*, 2004).

Entre os indutores bióticos, os microrganismos antagonistas como leveduras, bactérias, isolados não patogênicos e produtos comerciais como o Agro-Mos® (mananoligossacarídeo fosforilado derivado da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* 1026 Hansen) são capazes de induzir reação de defesa em frutas e hortaliças (Dantas & Coelho, 2006). Os abióticos são produtos sintéticos como o acibenzolar-S-metil (ácido benzo-1,2,3-triazazole-7-carbotióico éster S-metil) ou naturais, a exemplo do Ecolife (polifenóis, flavonóides, fitoalexinas e ácidos orgânicos diluídos) capazes de ativar mecanismos de resistência (Sticher *et al.*, 1997; Guzzo *et al.*, 2004; Cavalcanti *et al.*, 2006; Dantas & Coelho, 2006).

Entre os mecanismos envolvidos na resistência sistêmica induzida pode-se citar os estruturais por deposição de lignina e formação de calose, os bioquímicos, com o acúmulo de enzimas relacionadas à patogênese (PR–proteínas). As PR–proteínas  $\beta$ -1,3-glucanase, quitinase, peroxidase, polifenoloxidase têm sido utilizadas em diversos estudos como marcadores da RSI em plantas contra fitopatógenos (Rezende *et al.*, 2001; Guzzo *et al.*, 2004; Cavalcanti *et al.*, 2006), porém poucos trabalhos estão relacionados a proteção de frutas na pós-colheita (Dantas, 2003; Yao & Tian, 2005).

O presente estudo teve por objetivos testar indutores de resistência bióticos e abióticos em maracujá-amarelo na ativação da RSI na pós-colheita, avaliar os efeitos do tempo de imersão e dosagens de indutores sobre a incidência e severidade da antracnose, detectar o acúmulo de PR–proteínas e a variação nos fatores físico-químicos das frutas tratadas, e verificar o efeito dos indutores sobre crescimento micelial e esporulação de *C. gloeosporioides*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Obtenção e seleção dos isolados

Seis isolados de *C. gloeosporioides* (CM1, CM2, CM3, CM4, CM5, CM6) provenientes de maracujá-amarelo, cedido pelo Laboratório de Patologia Pós-Colheita/UFRPE, foram cultivados em meio batata-dextrose-agar (BDA) durante sete dias. As inoculações foram realizadas pela deposição de 10  $\mu\text{L}$  da suspensão de conídios ajustadas para  $10^6$  conídios. $\text{mL}^{-1}$  sobre o ferimento causado por furador de cinco pontas e 3 mm de profundidade na região equatorial do epicarpo do maracujá, previamente lavados com água e sabão. Após as inoculações, as frutas foram colocadas em bandejas plásticas, mantidas em câmara úmida, composta por um saco plástico contendo um chumaço de algodão embebido em água destilada esterilizada (ADE), por 24 h e armazenados em condições de laboratório ( $25 \pm 2$  °C) durante sete dias. As frutas utilizadas foram classificadas como grupo amarelo, cor 2, classe 3, tipo extra (CEAGESP, 2007).

Nas avaliações mediu-se o diâmetro das lesões em dois sentidos opostos estabelecendo-se a média. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento. A unidade experimental representada por uma bandeja contendo 10 frutas inoculadas. Os dados foram submetidos à análise de variância e separação de médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, empregando o programa estatístico SAEG, para seleção de isolados de acordo com agressividade.

### Influência do tempo de imersão de maracujá em indutores de resistência sobre a incidência e severidade da antracnose

Maracujá-amarelo, proveniente da região produtora do Vale do São Francisco-PE, foram lavados em água e sabão, submetidos a imersão em solução dos indutores de resistência AgroMos (AGM)  $150 \mu\text{L.L}^{-1}$ , acibenzolar-S-metil (ASM)  $50 \text{ mg.L}^{-1}$  e Ecolife (ECL)  $150 \mu\text{L.L}^{-1}$  nos tempos de 5, 10, 15 e 20 minutos. Após a indução, foram mantidas em bandejas plásticas sobre papel toalha durante 6 h. Como fonte de inóculo foi utilizada 10  $\mu\text{L}$  da suspensão ( $10^6$  conídios. $\text{mL}^{-1}$ ) do isolado CM1 depositada em ferimento na região equatorial do maracujá. As frutas inoculadas foram mantidas em câmara úmida durante 24 h e armazenadas nas condições de

laboratório ( $25 \pm 2$  °C) durante oito dias. A avaliação constituiu na medição do tamanho da lesão em dois sentidos opostos e estabelecendo a média. Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão para verificar o melhor tempo de indução, utilizando-se o programa estatístico SAEG.

### **Efeito das dosagens de indutores de resistência sobre a incidência e severidade da antracnose do maracujá**

Frutas do maracujazeiro amarelo (cor 2, classe 3, tipo extra) foram lavadas e submetidas a imersão por cinco minutos em solução de indutores de resistência nas concentrações de 50, 100, 150, 200 e 300  $\mu\text{L.L}^{-1}$  para AGM e ECL, enquanto as concentrações de 10, 30, 50, 80 e 100  $\text{mg.L}^{-1}$  foram utilizadas para ASM. As testemunhas foram imersas em água. Retiradas da solução, secas, inoculadas e armazenadas conforme descrição anterior.

Avaliou-se a incidência da antracnose pela percentagem de frutas inoculadas apresentando os sintomas da doença e a severidade através da média do diâmetro da lesão em dois sentidos opostos, após o oito dias de armazenamento. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos (doses dos indutores) e quatro repetições. A unidade experimental foi representada por uma bandeja contendo dez frutas. Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de Scott Knott, pelo programa estatístico SAEG.

### **Atividade das enzimas $\beta$ -1,3 glucanase, peroxidase e polifenoloxidase**

A extração das proteínas procedeu-se após sete dias de armazenamento das frutas tratadas com as diferentes dosagens dos indutores (conforme item anterior). De cada fruta, retirou-se dois discos do tecido vegetal do mesocarpo, com 3 cm de diâmetro, na região adjacente a lesão, totalizando 20 unidades por repetição de cada tratamento. As amostras foram trituradas em multiprocessador durante dois minutos, coletados 4 g do tecido processado, macerado em almofariz contendo 10 mL do tampão acetato de sódio 100 mM (pH 5,0), 1 mM de EDTA e 1% v/v polivinilpirrolidone (PVP), na presença de 3 mL de  $\text{N}_2$ . O macerado foi centrifugado à 14000 g . 20 min, a 4 °C. O sobrenadante coletado para tubos Eppendorfs etiquetados e armazenados em



freezer na temperatura de  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  para posterior avaliação da atividade enzimática e determinação do teor de proteínas.

A atividade da  $\beta$ -1,3-glucanase (EC.3.2.1.6) foi determinada através do aumento da quantidade de glicose liberada na mistura reativa pela hidrólise da laminarina, segundo Ippolito et al. (2000) com algumas modificações, pela adição de  $20\text{ }\mu\text{L}$  do tampão acetato de sódio  $100\text{ mM}$  (pH 5,0),  $20\text{ }\mu\text{L}$  de laminarina ( $10\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) e  $20\text{ }\mu\text{L}$  do extrato protéico. Na prova em branco, a laminarina foi substituída por água destilada. A mistura reativa foi incubada durante uma hora à  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Quantificada através do método descrito por Lever (1972) modificado com a adição de  $2\text{ mL}$  HAPHB ( $0,4\text{ g}$  de 4-hydroxy-benzhydrazide,  $10\text{ mL}$  HCl  $0,5\text{ M}$ ,  $40\text{ mL}$  de NaOH  $0,5\text{ M}$ ) e posterior incubação a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante cinco minutos. A reação foi paralisada em banho de gelo e realizada leituras em espectrofotômetro a  $460\text{ nm}$ . As leituras foram comparadas com padrões de glicose nas concentrações de  $0$  a  $500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Quanto a atividade da peroxidase (EC.1.11.1.7) esta foi mensurada por leitura direta em espectrofotômetro ( $470\text{ nm}$ ) considerando o aumento na absorbância causada pela mudança de coloração, translúcido para marrom, resultante da conversão do guaiacol em tetraguaiacol na presença de peróxido de hidrogênio de acordo com Dann & Deverall (2000) modificado. A mistura reativa composta de  $1\text{ mL}$  do tampão acetato de sódio  $100\text{ mM}$  (pH 5,0),  $250\text{ }\mu\text{L}$  guaiacol  $0,02\text{ M}$ ,  $250\text{ }\mu\text{L}$  peróxido de hidrogênio  $0,38\text{ M}$  e  $40\text{ }\mu\text{L}$  do extrato protéico. Os resultados foram expressos em atividade específica (U) definida como a quantidade de enzima que causou um aumento de  $0,001$  unidade de absorbância por minuto por  $\text{mg}$  de proteína. $\text{mL}^{-1}$  ( $\text{U}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mg}$  proteína $^{-1}$ ).

Para avaliar a atividade enzimática da polifenoloxidase (EC. 1.14.18.1) utilizou-se o método descrito por Hyodo & Yang (1971) modificado pela adição de  $1,2\text{ mL}$  de tampão acetato de sódio  $100\text{ mM}$  gelado em tubos de ensaio, acrescido de  $0,3\text{ mL}$  do extrato protéico e  $0,033\text{ mL}$  do catecol  $0,1\text{ M}$ . A mistura foi agitada em vortex por  $15$  segundos e incubada a  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante  $30$  minutos. Em seguida, a reação foi paralisada em banho de gelo, adicionado  $0,1\text{ mL}$  de ácido perclórico  $1,4\%$ . Novamente agitado em vortex e colocado em repouso por  $10$  minutos,

prossequindo-se as leituras em espectrofotômetro a 395 nm. Os resultados foram expressos em atividade específica definida como a quantidade de enzima que causou um aumento de 0,001 unidade de absorvância por minuto por mg de proteína.mL<sup>-1</sup> ( U.min<sup>-1</sup>.mg proteína<sup>-1</sup>).

O teor de proteínas solúveis no extrato enzimático foi determinado pelo método descrito por Bradford (1976) e comparados com um padrão de albumina de soro bovino (BSA).

### **Efeito de indutores de resistência sobre as características físico-químicas do maracujá-amarelo**

Para a análise da acidez total titulável (ATT), utilizou-se a técnica descrita na A.O.A.C. (1990). Após o período de armazenamento, a polpa do maracujá foi extraída e coletada 3 g para balão volumétrico de 100 mL. Em Erlenmeyers de 50 mL, adicionou-se 10 mL e duas gotas do indicador fenolftaleína, tituladas sob agitação constante com uma solução de NaOH 0,1 N até a mudança da coloração translúcida para a cor rósea indicativa do final da reação de neutralização. Os resultados obtidos foram registrados em porcentagem de ácido cítrico.

O pH foi aferido num potenciômetro devidamente calibrado. Para verificar o teor de sólidos solúveis totais (SST) utilizou-se um refratômetro graduado de zero a 32 °Brix.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições constituídas da polpa de 10 frutas. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Duncan a 5% de probabilidade pelo programa estatístico SAEG.

### **Efeito dos indutores de resistência sobre o crescimento micelial e esporulação de *Colletotrichum gloeosporioides***

Quanto à avaliação do crescimento micelial, o isolado CM1 foi cultivado em meio BDA contendo indutores de resistência Agro-Mos, ASM e Ecolife, nas concentrações citadas anteriormente, incorporados ao meio ( $\pm 45$  °C) e distribuídos em placas de Petri. As placas foram incubadas durante oito dias em temperatura ambiente ( $25 \pm 2$ °C). O crescimento micelial foi verificado por medição do diâmetro da colônia em dois sentidos perpendiculares e estimado através do índice de crescimento de acordo com Peres et al. (2004). Após o período de incubação,

preparou-se uma suspensão de conídios adicionando-se 20 mL de ADE seguido de raspagem da superfície da cultura com escova de cerdas macias. A suspensão de conídios obtida foi filtrada em gaze esterilizada e submetida a determinação da concentração em câmara de Neubauer (hemacitômetro).

O delineamento foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos (concentrações dos indutores) e cinco repetições. A unidade experimental foi uma placa de Petri. Os dados foram submetidos a análise de variância, regressão e separação de média pelo teste de Duncan à 5% de probabilidade pelo programa estatístico SAEG.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Obtenção e seleção dos isolados**

O isolado selecionado para os experimentos seguintes foi o CM1 por apresentar a maior agressividade, lesão média de 1,97 cm de diâmetro, diferindo dos demais (Tabela 1). A seleção de isolados de *C. gloeosporioides* com base na agressividade tem permitido a separação por grupos distintos entre baixa, média e alta agressividade (Lima Filho *et al.*, 2005) constituindo-se uma informação importante para que sejam utilizados os de maior agressividade (Almeida & Coelho, 2007).

### **Influência do tempo de imersão de maracujá em indutores de resistência sobre a incidência e severidade da antracnose**

O tempo de imersão das frutas (5, 10, 15 e 20 min) na solução dos indutores de resistência (ECL, AGM e ASM) não exerceu influência significativa na incidência e severidade da antracnose em maracujá, mostrando que o efeito do produto pode ser obtido por imersão da fruta em qualquer um dos tempos utilizados, nas concentrações utilizadas. Observações realizadas por Almeida (2005) em maracujá-amarelo tratado com ASM (100 ppm), ácido DL- $\beta$ -amino-n-butírico (1000 ppm) e o jasmonato metílico (100 ppm) durante três minutos de imersão, mostram que os tratamentos não diferiram da testemunha quanto a incidência e severidade da antracnose. No entanto, Dantas *et al.* (2005) utilizaram dois minutos de imersão em AGM e ECL para o tratamento pós-colheita de manga na prevenção de podridões causadas por *C.*

*gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. tendo uma redução significativa da incidência e severidade das doenças. Os resultados desta pesquisa indicam que a variação na expressão da RSI sobre a incidência e severidade não está relacionada com o tempo de exposição aos produtos, permitindo definir o menor tempo de imersão para que ocorra a indução de resistência em maracujá-amarelo.

### **Efeito das dosagens de indutores de resistência sobre a incidência e severidade da antracnose do maracujá**

A incidência da antracnose variou de 85 a 100 % nos tratamentos testados. O maior índice foi verificado na testemunha (100%) diferindo de AGM (85%) e ECL (85%) nas dosagens de 50 e 100  $\mu\text{L.L}^{-1}$ . Observando os valores de incidência entre as diferentes dosagens dos indutores testados, verificou-se os maiores níveis da doença frente às maiores dosagens (Figura 1). Este fato revela que as menores dosagens podem ser mais eficientes na redução da incidência de *C. gloeosporioides* em maracujá-amarelo. Resultados mais expressivos foram obtidos por Dantas et al. (2003) na redução da incidência da antracnose em mamão (*Carica papaya* L.) na pós-colheita por aplicação de ASM (100  $\text{mg.L}^{-1}$ ) e AGM (750 $\mu\text{L.L}^{-1}$ ), onde observaram uma redução em torno de 70 % para frutas tratadas na pré-colheita e 80 % nos tratamentos pré + pós-colheita. Corroborando, Willingham *et al.* (2002) obtiveram redução de 80 % na incidência da verrugose do maracujazeiro pela aplicação pré-colheita de ASM associado a azoxystrobin.

Quanto a severidade da antracnose, os tratamentos não diferiram significativamente da testemunha mostrando que os mesmos não influenciaram esta variável. Em concordância com os resultados, Almeida (2005) observou que não houve diferença significativa quanto ao tamanho de lesão de antracnose em maracujá tratado com ASM (100 ppm) e a testemunha.

### **Atividade das enzimas $\beta$ -1,3 glucanase, peroxidase e polifenoloxidase**

As enzimas  $\beta$ -1,3 glucanase, peroxidase e polifenoloxidase foram detectadas em todos os tratamentos testados. Para tanto, o modelo de regressão cúbico foi utilizado por apresentar o melhor ajuste e descrever o comportamento da enzima em resposta às concentrações dos indutores de resistência analisados (Figuras 2, 3 e 4). A detecção dessas enzimas como

marcadores bioquímicos de RSI por elicitores bióticos e abióticos em frutas na pós-colheita tem sido relatada em alguns trabalhos (Ippolito *et al.*, 2000; Yao & Tian, 2005) na investigação da correlação dos níveis detectados, incidência e severidade de doenças.

A expressão da enzima  $\beta$ -1,3 glucanase foi verificada em todos os tratamentos com os indutores ECL, AGM e ASM e comparada com os valores obtidos com a testemunha, representada pela dose zero dos tratamentos testados. Analisando as curvas de regressão obtidas, verifica-se um aumento progressivo na atividade enzimática chegando ao ponto de inflexão, onde, em seguida, ocorre a redução gradual nos níveis enzimáticos em função do aumento das dosagens dos indutores acima citados (Figura 2). Entretanto, a atividade da enzima na testemunha foi inferior aos tratamentos, mostrando que os acúmulos nos teores são devido à ação dos indutores avaliados. Entre os indutores, ECL incitou a maior atividade de  $\beta$ -1,3 glucanase (57,5 mg de glicose.proteína<sup>-1</sup>.h), observada em torno da dose 100  $\mu$ L . L<sup>-1</sup>. Para AGM e ASM os maiores níveis foram obtidos nas dosagens de 100  $\mu$ L.L<sup>-1</sup> (38,5 mg de glicose.proteína<sup>-1</sup>.h) e 30 mg i.a.L<sup>-1</sup> (47 mg de glicose.proteína<sup>-1</sup>.h) respectivamente (Figura 2). Notadamente, nestes tratamentos ocorreram as menores incidências da antracnose, podendo estar relacionadas com os elevados teores acumulados da  $\beta$ -1,3 glucanase. Segundo Yao & Tian (2005), a enzima  $\beta$ -1,3 glucanase hidrolisa alguns polímeros da parede celular de fungos, através dos quais são ativados os mecanismos de defesa contra infecções fúngicas.

Valores expressivamente maiores de acúmulo da  $\beta$ -1,3 glucanase em frutas tratadas na pós-colheita com indutores de resistência têm sido estudados e correlacionados com reduções significativas da incidência de doenças causadas por fungos, em evidência, Dantas *et al.* (2003) constataram que níveis elevados desta enzima correlacionaram-se inversamente (-70 %) com a incidência da antracnose no mamão tratado com ASM e AGM, ou seja, quanto maior o teor da enzima, menor incidência da doença. Em outros trabalhos, tem sido verificado o acúmulo da  $\beta$ -1,3-glucanase em resposta a indução de resistência contra fitopatógenos. Desta forma, Ippolito *et al.* (2000) verificaram que tratamentos com a levedura *Aureobasidium pullulans* (Bary) Arn. na proteção pós-colheita de maçã (*Malus domestica* Borkh) contra *Botrytis cinerea* Pear. e

*Penicillium expansum* Link. aumentaram significativamente os teores da  $\beta$ -1,3-glucanase, atingindo a máxima expressão 96 h após os tratamentos.

Quanto à atividade específica da peroxidase (POD), os indutores foram eficientes na ativação, verificada através do aumento expressivo no quantitativo desta enzima até o ponto de inflexão da curva de regressão, em seguida, decrescendo gradualmente no sentido da maior concentração do indutor (Figura 3). A maior atividade de peroxidase (23700 U) ocorreu nas frutas induzidas com AGM em torno da dosagem de  $100 \mu\text{L.L}^{-1}$ . Nas frutas tratadas com ASM (17750 U) e ECL (8500 U), pode-se verificar o acúmulo máximo da enzima em volta da dose  $30 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $50 \mu\text{L.L}^{-1}$  respectivamente. O acúmulo da POD tem sido verificado em outros patossistemas utilizando indutores bióticos e abióticos. Em resposta aos tratamentos pós-colheita de maçã, Ippolito *et al.* (2000) observaram o aumento nos teores POD, atingindo o máximo após 48 h, nas frutas tratadas com *A. pululans*. Contribuindo, Yao & Tian (2005) observaram o aumento da POD em cereja (*Prunus avivum* L.) tratada com ácido salicílico e metil jasmonato utilizado na proteção pós-colheita contra *Monilinia fructicola* (Wint) Honey. A atividade desta enzima tem sido associada a diversos processos, tais como a lignificação e suberização, em resposta a efeitos bióticos e abióticos, como o ataque de fitopatógenos (Boudet, 1998). Em resposta ao ataque de fungos, a POD potencializa a ligação de proteínas com radicais fenilpropanoídes resultando no reforço da parede celular impedindo a penetração (Huckelhoven *et al.*, 1999), além de estar envolvida na produção de espécies reativas de oxigênio tóxicas aos fitopatógenos (Dantas & Coelho, 2006).

A enzima polifenoloxidase (PPO) expressou atividade em resposta aos tratamentos com os indutores avaliados. A maior expressão (550 U) foi verificada em AGM, em torno da dose de  $100 \mu\text{L.L}^{-1}$ , posteriormente decrescendo acentuadamente até o último nível testado. Os valores máximos de atividade para ECL (513 U) e ASM (495 U) ocorreu nas respectivas dosagens de  $100 \mu\text{L.L}^{-1}$  e  $30 \text{ mg.L}^{-1}$ . Os valores observados entre os tratamentos contendo os indutores foram superiores aos obtidos com a testemunha (155 U), mostrando que a atividade da enzima foi ativada pela ação dos indutores (Figura 4). A PPO pode estar associada aos processos de

lignificação da parede celular em resposta as injúrias causadas por microrganismos invasores e na proteção de plantas pela ação tóxica de quinonas reativas produzidas a partir da catálise de compostos fenólicos (Meyer & Staples, 2002). As quinonas têm ação antimicrobiana e os polímeros podem atuar como taninos, formando complexos com proteínas que atuam como barreira física a penetração e avanço do patógeno no local do ferimento (Mueller & Beckman, 1974). Desta forma, a maior atividade da PPO em AGM na dosagem citada pode estar relacionada com a redução da incidência observada neste trabalho (Figura 1).

#### **Efeito de indutores de resistência sobre as características físico-químicas do maracujá-amarelo**

Os fatores físico-químicos ATT, pH e SST foram determinados em todos os tratamentos com os indutores de resistência ECL, AGM e ASM. No entanto, não foi verificada diferença significativa ( $P=0,05$ ) no pH e SST das frutas submetidas aos tratamentos com os indutores, quando comparados com a testemunha (Tabela 2). Porém, os valores de ATT apresentaram redução significativa nos teores das frutas submetidas aos tratamentos com AGM (100, 150, 200, 300  $\mu\text{L.L}^{-1}$ ) e ASM (100  $\text{mg.L}^{-1}$ ), diferindo da testemunha. Este fato pode ter sido provocado por uma possível alteração nos processos respiratórios das frutas induzidas nestas concentrações, tendo em vista que ácidos orgânicos constituem um dos substratos da respiração.

De acordo com Resende *et al.* (2001), uma vez colhido o maracujá-amarelo não dispõe mais dos compostos fornecidos pela planta e passa a utilizar sua reserva para produção de energia. Desta forma, as alterações observadas indicam haver um custo fisiológico devido à indução de resistência com os produtos nas respectivas dosagens citadas.

#### **Efeito dos indutores de resistência sobre o crescimento micelial e esporulação de *Colletotrichum gloeosporioides***

O índice de crescimento micelial e a esporulação de *C. gloeosporioides* em meio (BDA) contendo os indutores de resistência ECL, AGM e ASM foram estimados através de análise de regressão para as diferentes dosagens. Os modelos quadráticos e cúbicos apresentaram os melhores ajustes aos dados (Figura 5).

O indutor ECL estimulou o crescimento micelial *in vitro* de *C. gloeosporioides* e inibiu a esporulação, enquanto que, ASM não inibiu o crescimento micelial e a esporulação, sendo observado um pequeno acréscimo nestas variáveis (Figura 5). AGM obteve a maior esporulação ( $9,5 \times 10^6$  conídios.mL) observada nas menores dosagens, em seguida ocorreu inibição da esporulação e redução do índice de crescimento micelial em função do aumento da dosagem, mostrando a interferência direta sobre a fisiologia do fungo. Em semelhança, Yao & Tian (2005) observaram uma efetiva inibição do crescimento micelial e germinação de esporos de *M. fructicola* em meio BDA contendo ácido salicílico, e pouca inibição causada por metil jasmonato, utilizados como indutor de resistência na proteção pós-colheita de cereja.

De modo geral, os indutores de resistência (AGM e ECL) reduziram a incidência de *C. gloeosporioides*, mais não exerceram influência sobre a severidade da antracnose no maracujá-amarelo nas condições testadas. Contudo, as menores dosagens foram mais eficientes na ativação dos mecanismos de defesa promovendo maiores acúmulos das enzimas  $\beta$ -1,3-glucanase, peroxidase e polifenoloxidase. No entanto, foram verificados indícios de custo fisiológico para a fruta quando induzida com AGM, além de expressar atividade inibitória do crescimento micelial e esporulação. Observações visuais indicam que as frutas tratadas com AGM na pós-colheita tiveram a cor da casca alterada.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15<sup>a</sup> Ed. Arlington. 1990. pp. 685-1213.
- ALMEIDA, L.C.C. & COELHO, R.S.B. Caracterização da agressividade de isolados de *Colletotrichum* de maracujá amarelo com marcadores bioquímicos, fisiológico e molecular. *Fitopatologia Brasileira* 32:318-328. 2007.
- ALMEIDA, L.C.C. Doenças do maracujá. In: Oliveira, S.M.A., Terao, D., Dantas, S.A.F. & Tavares, S.C.C.H. (Eds.). *Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais*. Brasília DF. Embrapa Informação Tecnológica. 2006. pp. 775-803.



- ALMEIDA, L.C. Identificação específica de *Colletotrichum*, caracterização da agressividade e efeito de indutores químicos no controle da antracnose em maracujá amarelo. Tese de Doutorado. Recife PE. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2005.
- BOUDET, A.M. A new view of lignification. *Trends in Plant Science* 3:67-71. 1998.
- BRADFORD, M. A rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Analytical Biochemistry* 72:248-254. 1976.
- CEAGESP. Classificação do maracujá azedo. 2007. [on line]. Disponível em: <http://www.ceagesp.com.br/>. Acesso em: 01/02/2007.
- CHITARRA, M.I.F. & CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2ª ed. Lavras MG. UFLA. 2005.
- DAN, E.K. & DEVERAL, B.J. Activation of systemic disease resistance in pea by an avirulent bacterium or a benzothiadiazole, but not by a fungal leaf spot pathogen. *Plant Pathology* 49:324-332. 2000.
- DANTAS, S.A.F. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas de mamão e laranja: ocorrência e indução de resistência com elicitores bióticos e abióticos. Tese de Doutorado. Recife PE. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2003.
- DANTAS, S.A.F. & COELHO, R.S.B. Controle alternativo com indução de resistência. In: Oliveira, S.M.A., Terao, D., Dantas, S.A.F. & Tavares, S.C.C.H. (Eds.). *Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais*. Brasília DF. Embrapa Informação Tecnológica. 2006. pp. 290-350.
- DANTAS, S.A.F., OLIVEIRA, S.M.A., BEZERRA NETO, E., COELHO, R.S.B. & SILVA, R.L.X. Indutores de resistência na proteção do mamão contra podridões pós-colheita. *Summa Phytopathologica* 30:314-319. 2004.
- DANTAS, S.A.F., TAVARES, S.C., OLIVEIRA, S.M.S. & CAVALCANTI, V.A.L.B. Efeito de indutores abióticos de resistência a patógenos pós-colheita na firmeza de frutos de manga. *Summa Phytopathologica* 31(Supl.):174. 2005. (Resumo)

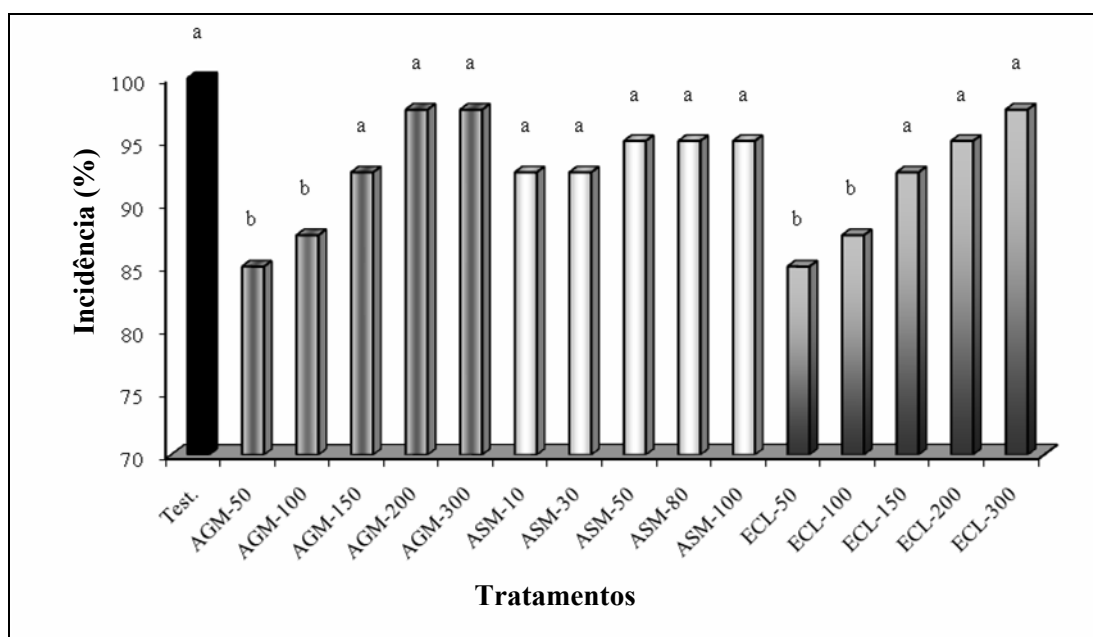
- GUZZO, S.D., HARAKAVA, R., LUNCON, C.M.M. & TSAI, S.M. Resistência sistêmica adquirida em cafeeiro contra *Hemileia vastatrix* e indução local e sistêmica de quitinase e  $\beta$ -1-3-glucanase por acibenzolar-S-metil. *Summa Phytopathologica* 30:376-381. 2004.
- HYODO, H. & YANG, S.F. Ethylene-enhanced synthesis of phenylalanine ammonia lyase in pea seedlings. *Plant Physiology* 47:765-770. 1971.
- HUCKELHOVEN, R., FOFOR, J., PREIS, C. & KOGEL, K.H. Hypersensitive cell death and papilla formation in barley attacked by the powdery mildew fungal are associated with hydrogen peroxide but not with salicylic acid accumulation. *Plant Physiology* 119:1251-1260. 1999.
- IPPOLITO, P., EL GHAOUTH, A., WILSON, C.L. & WISNIEWSKI, M. Control of postharvest decay of apple fruit by *Aereobasidium pullulans* and induction of defense responses. *Postharvest Biology and Technology* 19:265-272. 2000.
- LEVER, M. A new reaction for colorimetric determination of carbohydrates. *Analytical Biochemistry* 47:273-279. 1972.
- 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* 28:620-625. 2003.
- LIMA FILHO, R.M., OLIVEIRA, S.M.A., MACIEL, M.I.S. & MORAES, L.M. Influência da temperatura e período de molhamento sobre a severidade da antracnose em pós-colheita do maracujá-amarelo. *Summa Phytopathologica* 31:24-29. 2005.
- MEYER, A.M. & STAPLES, R.C. Laccase: new functions for an old enzyme. *Phytochemistry* 60:551-565. 2002.
- MULLER, W.C. & BECKMAN, C.H. Ultra structure of the phenol storing cell in roots of banana. *Physiological Plant Pathology* 4:187-190. 1974.
- OLIVEIRA, S.M.A., TERAQ, D., DANTAS, S.A.F. & TAVARES, S.C.C.H. (Eds.). *Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais*. Brasília DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

- PERES, A.P., SILVA-MANN, R., VIEIRA, M.D.G. & MACHADO, J.D.C. Variabilidade morfofocultural e genética de fungos associados à podridão peduncular do mamão. *Ciência Agrotécnica* 21:17-23. 2004.
- RESENDE, J.M., VILAS BOAS, E.V.B. & CHITARRA, M.I.F. Uso da atmosfera modificada na conservação pós-colheita do maracujá amarelo. *Ciência e Agrotecnologia* 25:159-168. 2001.
- SANTOS FILHO, H.P. & JUNQUEIRA, N.T.V. Maracujá: fitossanidade. Brasília: Embrapa Informação Tecnologia. 2003. (Frutas do Brasil, 32).
- STICHER, L., MAUCH-MANI, B. & METRAUX, J.P. Systemic acquired resistance. *Annual Reviews* 35:235-270. 1997.
- WILLINGHAM, S.L., PEGG, K.G., LANGDON, P.W.B., COOKE, A.M., PEAASLEY, D. & McLENNAN, R. Combinations of strobilurin fungicides and acibenzolar (Bion) to reduce scab on passionfruit caused by *Cladosporium oxysporum*. *Australasian Plant Pathology* 31:333-336. 2002.
- YAO, H. & TIAN, S. Effects of pré and post-harvest application of salicylic acid and methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. *Postharvest Biology and Technology* 35:253-262. 2005.
- ZAMBOLIM, L., COSTA, H., VENTURA, J.A. & VALE, F.X.R. Controle de doenças em pós-colheita de frutas tropicais. In: ZAMBOLIM, L (Ed.). *Manejo integrado: frutas tropicais – pragas e doenças*. Viçosa. UFV. 2002. pp. 443-511.

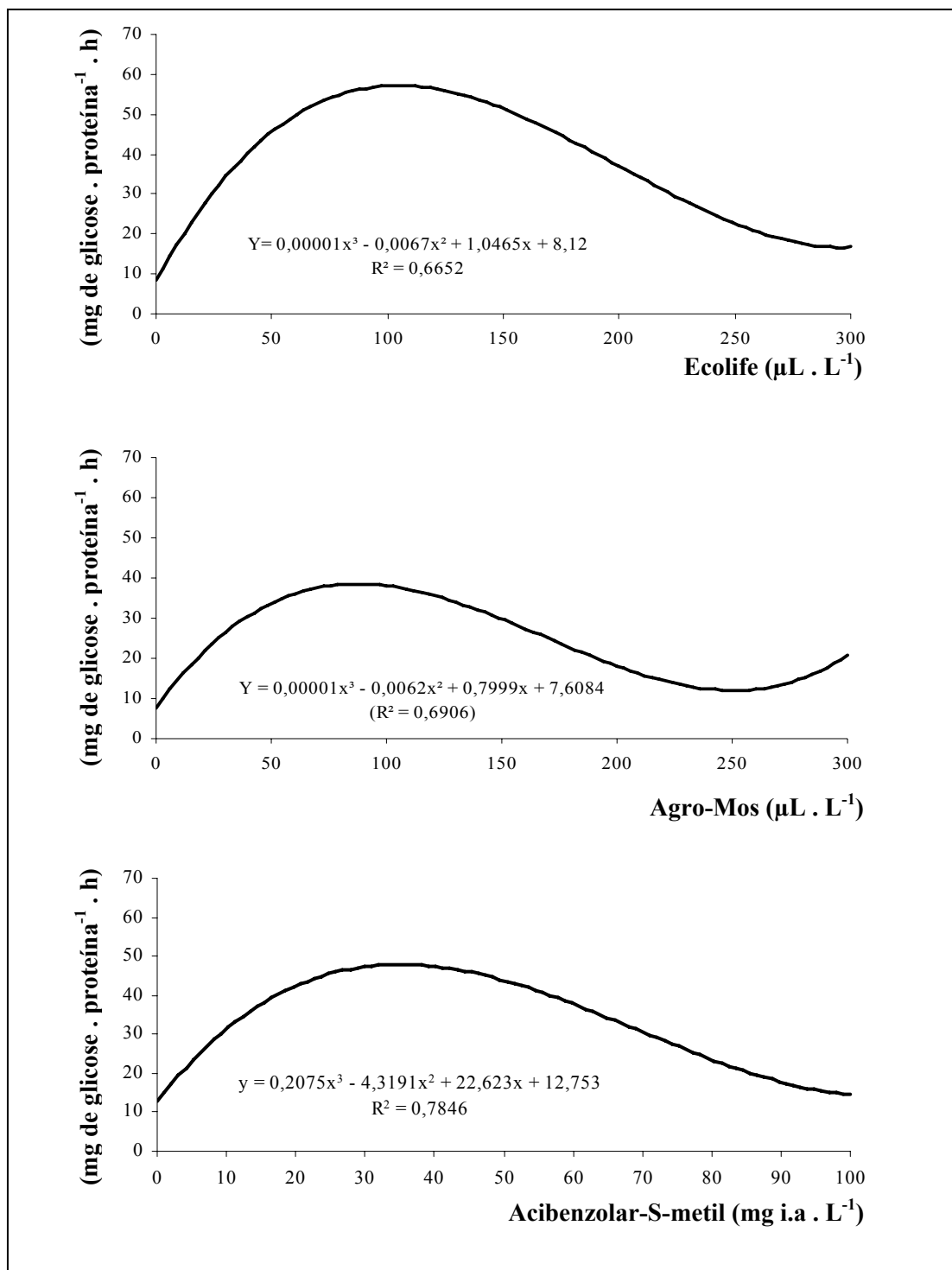
**Tabela 1** – Avaliação da agressividade de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* em maracujá-amarelo após sete dias de armazenamento em temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  ° C)

<b>Isolados</b>	<b>Diâmetro de Lesão (cm)</b>	
CM1	1,97* a	*Me
CM2	1,68 b	
CM3	1,29 c	dias
CM4	0,97 d	
CM5	1,02 d	de
CM6	1,78 b	
<b>CV (%)</b>	<b>14,1</b>	cinc

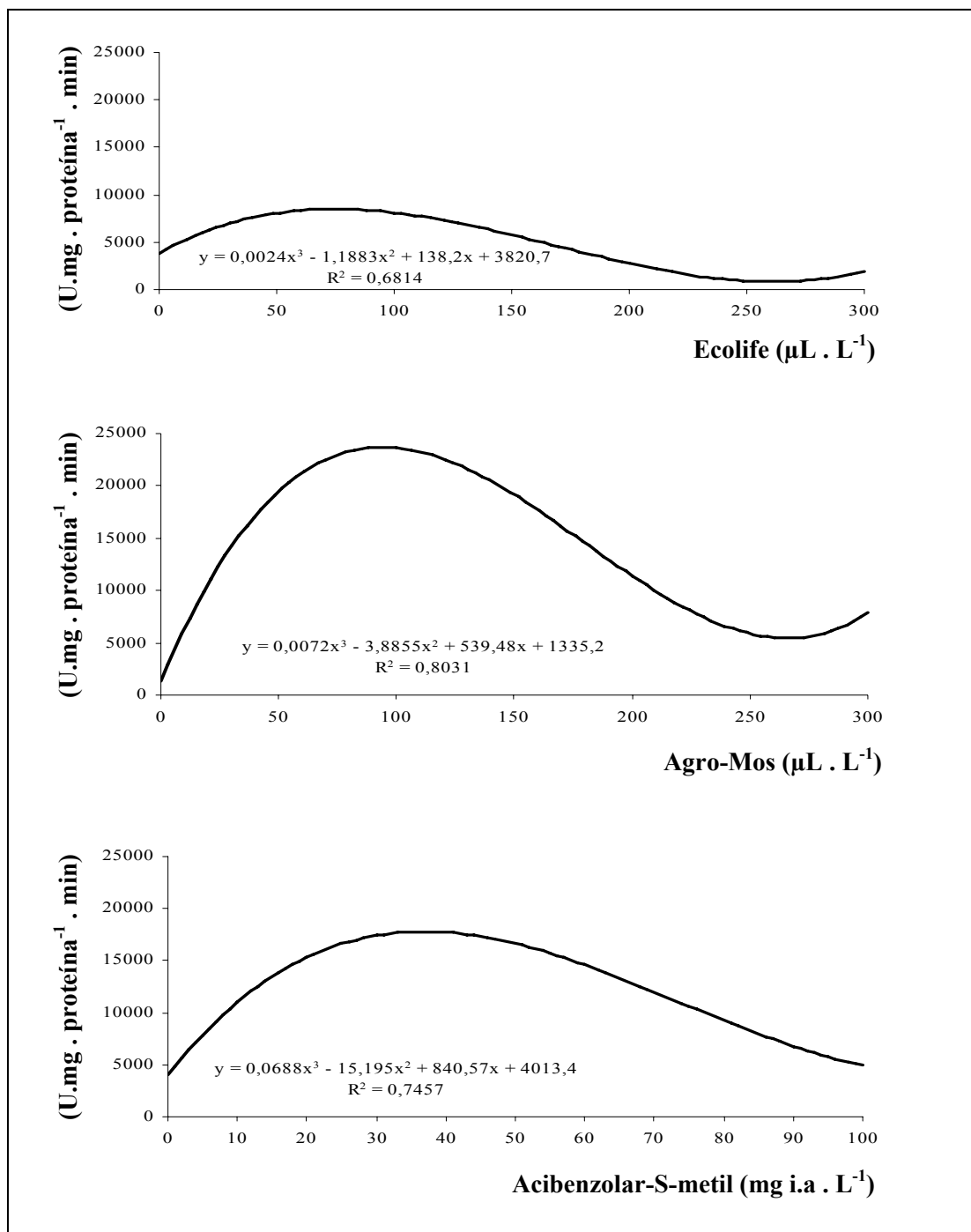
o repetições seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre-si pelo teste de Duncan (P=0,05).



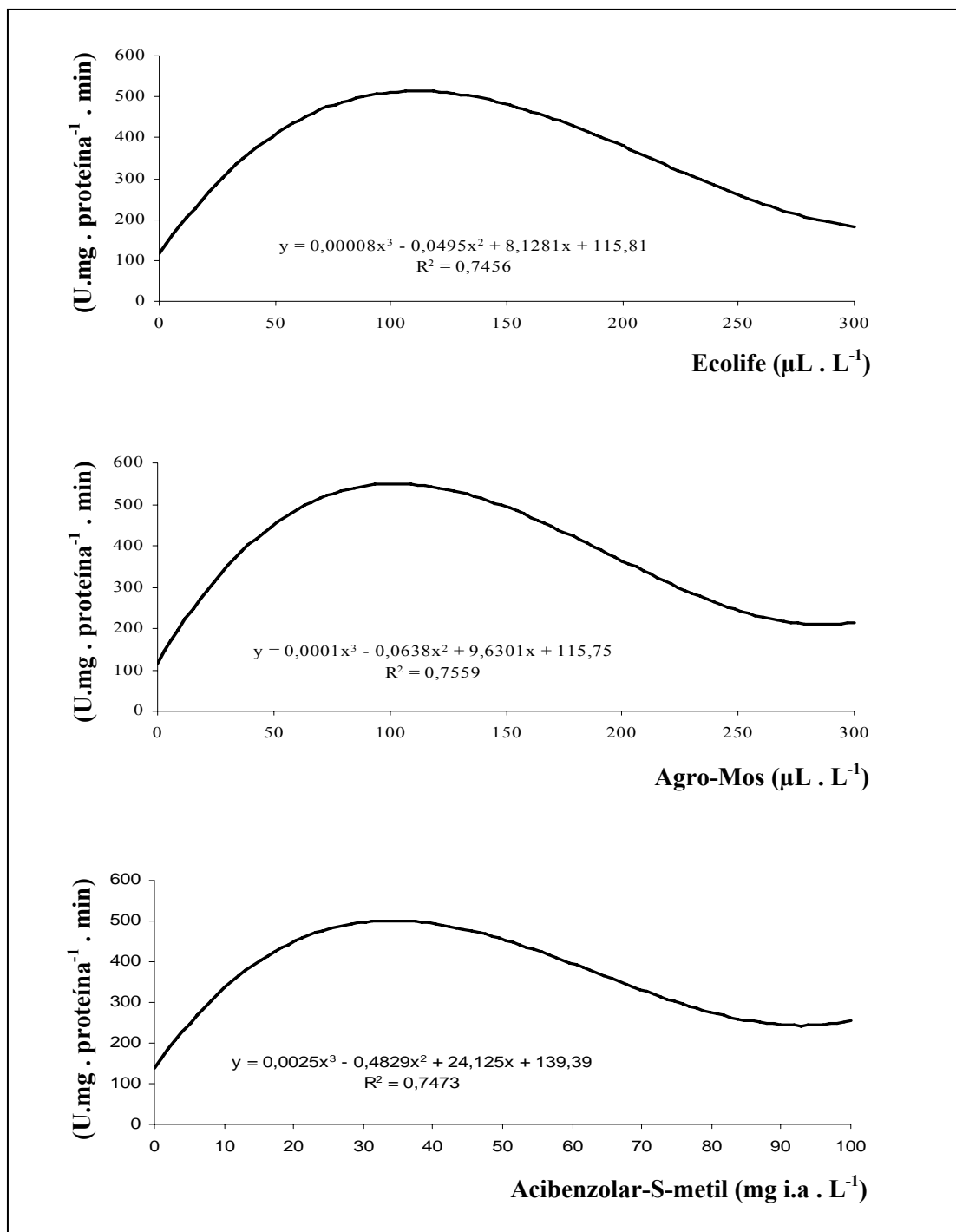
**FIG 1** - Efeito dos indutores de resistência sobre a incidência da antracnose em maracujá. Test = testemunha; AGM = Agro-Mos; ASM = acibenzolar-S-metil; ECL = Ecolife. Números acompanhando siglas = dosagens (50, 100, 150, 200, 300  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ ) e (10, 30, 50, 80, 100 mg i.a.  $\cdot \text{L}^{-1}$ ). Letras distintas diferem significativamente pelo teste de Scott Knott ( $p=0,05$ ).



**FIG 2** – Atividade da  $\beta$ -1,3-glucanase em maracujá-amarelo submetido aos indutores de resistência Ecolife (0, 50, 100, 150, 200, 300  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ ), Agro-Mos (0, 50, 100, 150, 200, 300  $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ ), acibenzolar-S-metil (0, 10, 30, 50, 80, 100  $\text{mg i.a}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e inoculado com *Colletotrichum gloeosporioides*, após sete dias de armazenamento.



**FIG 3** – Atividade específica de peroxidase em maracujá-amarelo submetido aos indutores de resistência Ecolife (0, 50, 100, 150, 200, 300 μL.L<sup>-1</sup>), Agro-Mos (0, 50, 100, 150, 200, 300 μL.L<sup>-1</sup>), ASM = acibenzolar-S-metil (0, 10, 30, 50, 80, 100 mg i.a.L<sup>-1</sup>) e inoculado com *Colletotrichum gloeosporioides*, após sete dias de armazenamento.



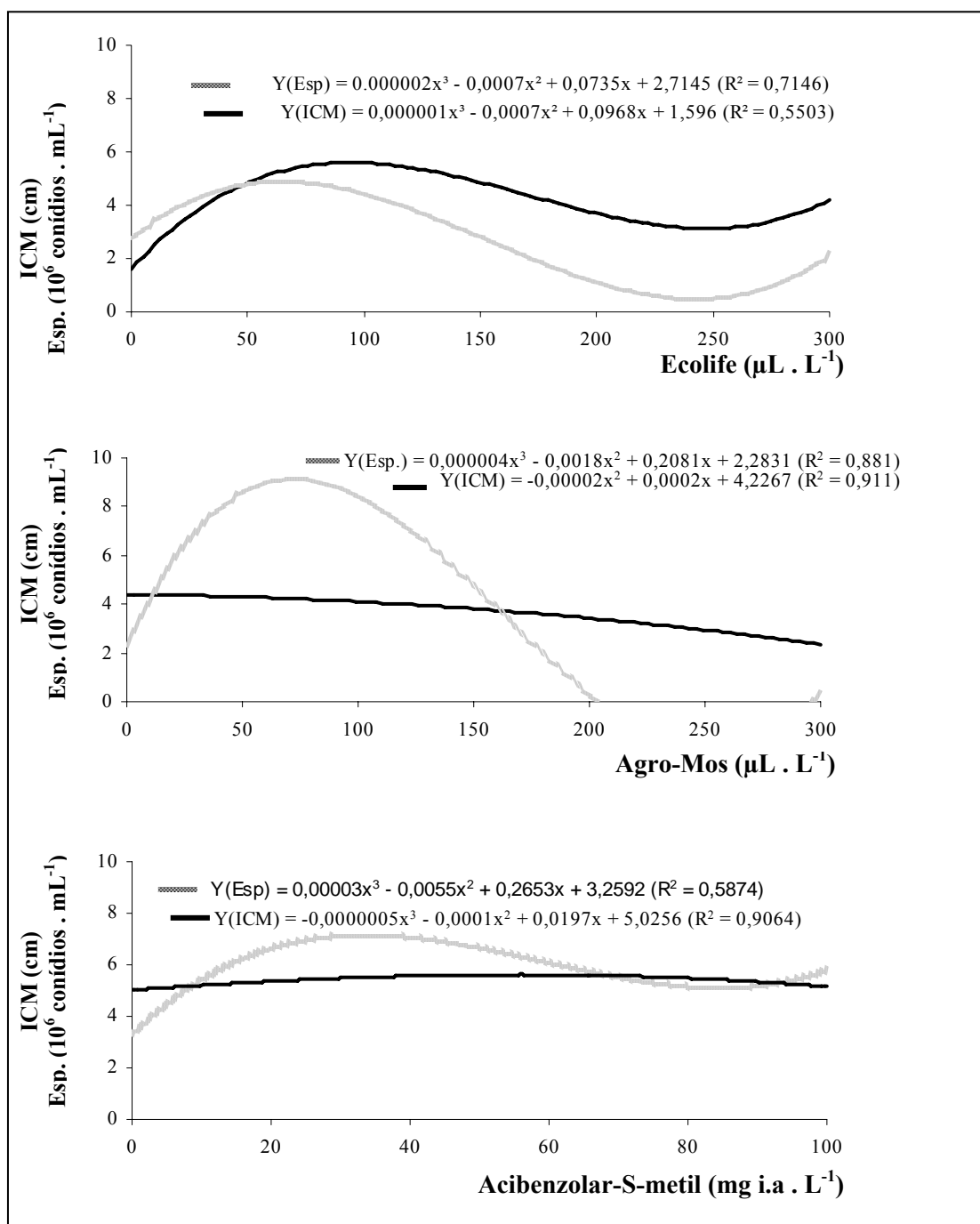
**FIG 4** – Atividade específica de polifenoloxidase em maracujá-amarelo submetido aos indutores de resistência Ecolife (0, 50, 100, 150, 200, 300 μL.L<sup>-1</sup>), Agro-Mos (0, 50, 100, 150, 200, 300 μL.L<sup>-1</sup>), acibenzolar-S-metil (0, 10, 30, 50, 80, 100 mg i.a.L<sup>-1</sup>) e inoculado com *Colletotrichum gloeosporioides*, após sete dias de armazenamento.



**Tabela 2** – Influência dos indutores de resistência (Agro-Mos, Ecolife e ASM) sobre os fatores físico-químicos em maracujá-amarelo inoculado com *Colletotrichum gloeosporioides* após sete dias de armazenamento em temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C)

<b>Ecolife (<math>\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}</math>)</b>	<b>ATT</b>	<b>pH</b>	<b>SST</b>	
0	3,33	3,11	12,8	*M
50	3,27	3,07	13,3	
100	3,20	3,09	13,05	edia
150	3,20	3,15	12,25	
200	3,40	3,05	13,25	s de
300	3,40	3,07	13,2	
<b>CV (%)</b>	6,57	2,13	5,75	quat
<b>Agro-Mos (<math>\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}</math>)</b>	<b>ATT</b>	<b>pH</b>	<b>SST</b>	
0	3,33*a	3,11	12,80	ro
50	3,27 a	3,07	13,30	
100	2,80 b	3,14	12,40	repe
150	2,67 b	3,20	11,80	
200	2,80 b	3,11	12,05	tição
300	2,87 b	3,17	12,65	
<b>CV (%)</b>	7,06	1,99	5,13	es
<b>ASM (<math>\text{mg} \cdot \text{ia} \cdot \text{L}^{-1}</math>)</b>	<b>ATT</b>	<b>pH</b>	<b>SST</b>	
0	3,33 a	3,12	12,8	(10
10	3,27 a	3,07	13,3	
30	3,00 ab	3,16	12,1	frut
50	3,00 ab	3,15	12,7	
80	3,33 a	3,12	13,25	os
100	2,73 b	3,17	13	
<b>CV (%)</b>	7,51	2,33	5,15	por

repetição) seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan (P=0,05). ASM = acibenzolar-S-metil; ATT = acidez total titulável (°Brix); pH = potencial hidrogênio-ionico; SST = sólidos solúveis totais (% ácido cítrico).



**FIG 5** – Efeito dos indutores de resistência Ecolife (0, 50, 100, 150, 200, 300 μL.L<sup>-1</sup>), Agro-Mos (0, 50, 100, 150, 200, 300 μL.L<sup>-1</sup>), acibenzolar-S-metil (0, 10, 30, 50, 80, 100 mg i.a .L<sup>-1</sup>) sobre o crescimento micelial e esporulação de *Colletotrichum gloeosporioides*, após sete dias de incubação. ICM = índice de crescimento micelial; Esp = esporulação.



**CAPÍTULO III**

**ALTERNATIVA DE MANEJO DA ANTRACNOSE COM 1-MCP EM MARACUJÁ-  
AMARELO NA PÓS-COLHEITA**

## Alternativa de manejo da antracnose com 1-MCP em maracujá-amarelo na pós-colheita

Rinaldo M. Lima Filho<sup>1</sup>, Daniel Terao<sup>2</sup> & Sônia M.A. Oliveira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Escola Agrotécnica Federal de Barreiros – PE, CEP 55600-000, Barreiros, PE, Brasil;

[rinaldomlf@hotmail.com](mailto:rinaldomlf@hotmail.com); <sup>2</sup>Embrapa Semi-Árido, CEP 56302-970, Petrolina, PE, Brasil.,

<sup>3</sup>Laboratório de Patologia Pós-Colheita/Fitopatologia/DEPA/ Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil

(Aceito para publicação em / / )

Autor para correspondência: Rinaldo M. Lima Filho

---

LIMA FILHO, R.M., TERAPO, D. & OLIVEIRA, S.M.A. Alternativa de manejo da antracnose com 1-MCP em maracujá-amarelo na pós-colheita. Fitopatologia Brasileira.

### RESUMO

Vários fungos causam doença no maracujá-amarelo na fase de pós-colheita, principalmente o *Colletotrichum gloeosporioides* que provoca lesões nas frutas, prejudicando a comercialização. Com a finalidade de verificar o efeito do 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre o desenvolvimento da antracnose e fatores físico-químicos, frutas sadias foram submetidas às concentrações de 0, 150, 300, 450 e 600 nL.L<sup>-1</sup> durante 12 h, inoculadas com o fitopatógeno e incubadas durante sete dias à 25 ± 2 °C. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro repetições e a unidade experimental foi composta por uma bandeja contendo 10 frutas. O tamanho das lesões foi inversamente proporcional às dosagens testadas, sendo menores com o aumento da concentração de 1-MCP. As maiores lesões ocorreram na testemunha 1,42 cm e as menores 0,77 cm nas frutas submetidas a maior concentração (600 nL.L<sup>-1</sup>). O desenvolvimento da doença foi menor nos tratamentos com as doses de 300, 450 e 600 nL.L<sup>-1</sup>. Não houve alteração no pH, no entanto, verificou-se aumento significativo de sólidos solúveis totais e acidez total titulável na polpa do maracujá tratados com 1-MCP quando comparados com a testemunha.

**Palavras-chave adicionais:** 1-metilciclopropeno, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*.

## ABSTRACT

### **Alternative of management of the anthracnose with 1-MCP on yellow passion fruit in postharvest**

Several fungal cause diseases in the passion fruit on postharvest, mainly the *Colletotrichum gloeosporioides* for causing lesions in fruits. With the purpose of verifying the effect of the 1-methylcyclopropeno (1-MCP) on development of the anthracnose of the yellow passion fruit and physical-chemical characteristics, healthy fruits were submitted to the concentrations of 0, 150, 300, 450, 600 nL.L<sup>-1</sup> during 12 h, inoculated and incubated for seven days to 25 ± 2 °C. The completely randomized design with four repetitions, the experimental unit a containing 10 fruits. The size lesions was inversely proportional the tested dosages, being smaller with the increase of the concentration of 1-MCP. The highest lesions presented on control treatment 1,42 cm and to smallest 0,77 cm in the submitted fruits the largest concentration (600 nL.L<sup>-1</sup>). The development of the disease was smaller in the treatments with the dosages of 300, 450, 600 nL.L<sup>-1</sup>. Was not alteration in the pH, however, was verified significant increase of total soluble solids and total titrable acidity in flesh treated with 1-MCP when compared with control treatment.

**Additional keywords:** 1-methylcyclopropeno, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*.

---

## INTRODUÇÃO

Na fase de pós-colheita do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) vários fungos são responsáveis por grandes perdas no armazenamento, transporte e comercialização. Dentre os fungos, *Colletotrichum gloeosporioides* Penz (Penz. e Saac.) constitui o mais sério problema para a fruta, por penetrar diretamente na superfície intacta e provocar lesões ou manchas escuras, prejudicando a aparência externa e a comercialização (Santos Filho & Junqueira, 2003).

As medidas de controle recomendadas são aplicadas ao manejo da doença no campo (Junqueira *et al.*, 2003), mantendo a antracnose em baixa incidência através da aplicação de fungicidas (São Jose *et al.*, 2000). Para a pós-colheita, o tratamento da antracnose é realizado com fungicidas de contato ou sistêmicos, tendo como vantagem o efeito residual que garante proteção durante o armazenamento prolongado das frutas, porém, devem-se ter precauções quanto à fitotoxidez e níveis residuais de produtos (Benato *et al.*, 2002).

O controle de doenças na pós-colheita tem sido feito indiscriminadamente pela aplicação de agrotóxicos, muitos dos quais não são registrados para a cultura, o que representa um risco à população (Oliveira *et al.*, 2006). No entanto, as exigências do mercado mundial de alimentos têm ampliado as barreiras fitossanitárias em busca de produtos livres ou com baixos níveis de resíduos de agrotóxicos, qualidade mercadológica e produzidos sem causar maiores danos ao meio ambiente (Junqueira, 2002). Neste contexto, os métodos alternativos de controle de doenças na pós-colheita têm merecido atenção especial pela necessidade em disponibilizar alimentos livres de agrotóxicos.

O bloqueador da ação de etileno, 1-metilciclopropeno (1-MCP), tem sido acrescido à lista de opções de produtos que aumentam o tempo de prateleira de frutas e hortaliças, principalmente por manter a qualidade na fase de pós-colheita (Terao *et al.*, 2005). Isto porque apresenta potencial para evitar mudanças associadas aos processos bioquímicos de amadurecimento e senescência de frutos climatéricos (Jacomino *et al.*, 2002). Desta forma, pode contribuir como uma das mais importantes ferramentas da pós-colheita durante o armazenamento e transporte de frutos sensíveis à ação do etileno (Chitarra & Chitarra, 2005).

O 1-MCP está sendo desenvolvido pela AgroFresh Ins, subsidiária da Rohm and Haas Company, na formulação em pó molhável que libera 1-MCP quando em mistura com água em ambientes hermeticamente fechados (Pereira & Beltran, 2002). O gás liberado liga-se fortemente ao sítio do etileno, evitando a sua ação (Jacomino *et al.*, 2002).

O tratamento de frutos, no período pré-climatério, com o inibidor de ação do etileno pode retardar o amadurecimento e o desenvolvimento de patógenos durante o armazenamento, tendo

em vista que frutos verdes são mais resistentes às podridões (Leverentz *et al.*, 2003). Este fato tem sido avaliado em alguns patossistemas, tais como, *Fusarium pallidoroseum* (Cooke) Saac. em melão (*Cucumis melo* L. cv. 'Orange Flesh'), observado por Terao *et al.* (2005), estudando a influência das dosagens de 1-MCP sobre a incidência e severidade da doença. Em concordância, Girardi *et al.* (2003) observaram a ausência de podridões em pêssegos (*Prunus persica* L.) tratados com 1-MCP até 30 dias de armazenamento.

Considerando o potencial da utilização do 1-MCP nos estudos de patologia pós-colheita, a pesquisa teve como objetivo avaliar a influência do 1-MCP sobre o desenvolvimento da antracnose no maracujá-amarelo e fatores físico-químicos da fruta.

## MATERIAL E METODOS

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Patologia Pós-Colheita da Embrapa Semi-Árido (CPATSA), Petrolina –PE.

### Obtenção do isolado

O isolado utilizado, *Colletotrichum gloeosporioides* (CM1) proveniente de maracujá-amarelo, foi cedido pelo Laboratório de Patologia Pós-Colheita da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Para restabelecer a patogenicidade, o isolado foi cultivado em meio batata-dextrose-agar (BDA) durante sete dias. Frutas sadias no estágio inicial de maturação foram utilizadas para a inoculação. Esta foi realizada por via de ferimento no epicarpo com a deposição de 10 µL da suspensão na concentração de  $10^6$  conídios.mL<sup>-1</sup>. Cinco frutas inoculadas foram colocadas em bandeja plástica e submetidas à câmara úmida durante 24h, retiradas e incubadas em temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C), por sete dias para reprodução dos sintomas. Posteriormente, o fitopatógeno foi reisolado em cultura pura, mantido em tubo de ensaio contendo meio BDA para utilização nos experimentos posteriores.

### Avaliação da influência de dosagens de 1-MCP sobre o desenvolvimento da antracnose no maracujá-amarelo

Foram coletados maracujás (grupo amarelo, cor 1, classe 3, tipo extra), classificado de acordo com CEAGESP (2007), da região produtora do Vale do São Francisco-PE, lavados com água e sabão, secos ao ar na temperatura ambiente.

Frutas selecionadas foram colocadas em câmara de tratamento de 186 L, fornecida pela Rohn and Haas Inc, hermeticamente fechada e tratadas com 1-metilciclopropeno (1-MCP 0,14% i.a) nas dosagens de 0, 150, 300, 450 e 600 nL.L<sup>-1</sup>, durante 12 h. Após este período, as câmaras de tratamento foram abertas, sendo as frutas colocadas em bandejas plásticas e inoculadas com suspensão do fitopatógeno na concentração de 10<sup>6</sup> conídios.mL<sup>-1</sup>. As inoculações foram realizadas por deposição de 10 µL da suspensão de conídios sobre o ferimento, causado por furador com cinco pontas de 3 mm de profundidade, na região equatorial do epicarpo do maracujá. As frutas inoculadas foram mantidas em câmara úmida por 24 h, sendo em seguida, retiradas e armazenadas em temperatura ambiente, durante sete dias.

Avaliou-se a incidência da antracnose através do percentual de pontos inoculados apresentando sintomas. A severidade estimada pela medição do diâmetro das lesões em dois sentidos opostos estabelecendo a média em relação ao tempo de armazenamento.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos (diferentes concentrações de 1-MCP) e quatro repetições. Para a testemunha, as frutas foram mantidas em câmara de tratamento sem adição de 1-MCP. A unidade experimental representada por uma bandeja contendo 10 frutas inoculadas. Os dados submetidos à análise de variância e regressão utilizando o programa estatístico SAEG.

#### **Avaliação dos efeitos do 1-MCP sobre os fatores físico-químicos do maracujá**

Para a análise da acidez total titulável (ATT), utilizou-se a técnica descrita na A.O.A.C. (1990). Da polpa do maracujá extraída, 3 g foi diluída em balão volumétrico de 100 mL. Em seguida, uma alíquota de 10 mL foi titulada com NaOH 0,1N na presença de fenolftaleína até a mudança da coloração translúcida para a rósea indicativa do final da reação de neutralização. Os resultados obtidos foram registrados em porcentagem de ácido cítrico.



O pH foi aferido em potenciômetro marca Quimis Q400A devidamente calibrado. Para verificar o teor de sólidos solúveis totais (SST), utilizou-se um refratômetro digital da marca Leica AR200 graduado de zero a 32 °Brix.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos (diferentes concentrações do 1-MCP), com quatro repetições constituídas da polpa de 10 frutas. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Duncan a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SAEG.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### **Avaliação da influência de dosagens de 1-MCP sobre o desenvolvimento da antracnose no maracujá-amarelo**

Não houve diferença significativa quanto à incidência da antracnose em frutas tratadas com 1-MCP e a testemunha. Resultado semelhante foi obtido por Brackmann *et al.* (2003) cuja incidência de podridão em caqui (*Diospyrus kaki* L.) cv. 'Quioto' tratados com 1000 nL.L<sup>-1</sup> de 1-MCP, armazenado durante dois meses em ambiente refrigerado e controlado, não diferiu da testemunha. No entanto, os resultados obtidos por Terao *et al.* (2005) demonstram haver interação entre as dosagens de 1-MCP, incidência e severidade da podridão causada por *F. pallidoroseum* em melão cv. Orange Flesh. Segundo Blankenship & Dole (2003), o efeito do tratamento com 1-MCP sobre doenças tem sido inconsistente, em algumas espécies de plantas pode aumentar ou reduzir a incidência de doenças.

Na análise do efeito das dosagens sobre a severidade da doença, o modelo de regressão quadrático  $Y = 0,000003x^2 - 0,0026x + 1,4269$  proporcionou o melhor ajuste dos dados  $R^2 = 0,9772$ . Nesta função, observa-se a redução significativa do diâmetro da lesão de acordo com o aumento das doses do bloqueador de etileno 1-MCP. As maiores lesões de antracnose foram observadas no tratamento testemunha, com diâmetro médio de 1,42 cm seguido de uma redução progressiva até o último nível do produto testado (600 nL.L<sup>-1</sup>) que proporcionou o menor

diâmetro de lesão com média de 0,77 cm após sete dias de armazenamento (Figura 1). Corroborando com os resultados, Terao *et al.* (2005) obtiveram uma curva de regressão no modelo quadrático para explicar o efeito da aplicação do 1-MCP sobre a severidade de *F. pallidroseum* em melão, os quais observaram o menor nível de severidade da doença no ponto de inflexão da curva, próximo à concentração de 400 nL.L<sup>-1</sup>. Em concordância com os resultados, Jacomino *et al.* (2002) observaram baixa severidade das podridões em mamão (*Carica papaya* L.) cv. Sunrise Solo tratados com 1-MCP, em função do aumento das dosagens, aos seis dias de armazenamento a 20 °C. Nesta condição, as frutas submetidas a 90 ou 270 nL.L<sup>-1</sup> encontravam-se aptas para a comercialização.

O desenvolvimento da antracnose em função do tempo foi estimado para as diferentes concentrações de 1-MCP através do modelo de regressão quadrático por apresentar os maiores coeficientes de determinação. Os primeiros sintomas da doença nas frutas foram observadas na testemunha após um dia de incubação. Já nas frutas tratadas com 1-MCP, os sintomas iniciais surgiram no segundo e terceiro dia. Este fato tem sido evidenciado em outros trabalhos onde o 1-MCP retardou o início do desenvolvimento das lesões em comparação com a testemunha (Bassetto *et al.*, 2002; Jacomino *et al.*, 2002; Terao *et al.*, 2003), provavelmente devido a dificuldade encontrada pelo patógeno na colonização dos tecidos do hospedeiro ainda imaturo (Figura 2).

O progresso da antracnose foi evidente na testemunha, uma vez que a curva de severidade da doença mostrou-se mais elevada ao longo do período de armazenamento. Nas frutas tratadas com 1-MCP, a doença teve o desenvolvimento reduzido quando comparado com a testemunha, principalmente nas concentrações de 300, 450 e 600 nL.L<sup>-1</sup> que apresentaram as menores lesões (Figura 2). Terao *et al.* (2005) observaram nitidamente a diferença no desenvolvimento da podridão pós-colheita do melão, entre a testemunha e os tratamentos com 1-MCP, ao longo do período de avaliação, chegando à conclusão que independente da dosagem do produto a severidade da doença é menor que na testemunha.

#### **Avaliação dos efeitos do 1-MCP sobre os fatores físico-químicos do maracujá**

O pH da polpa do maracujá submetido aos tratamentos variou de 2,98 a 3,23, não diferindo da testemunha com 3,20, mostrando que 1-MCP não causou alteração neste fator (Tabela 1). Concordando com os resultados obtidos, podemos verificar que entre as principais características químicas do suco de maracujá, o pH pode variar de 2,7 (Durigan *et al.*, 2004) e 3,56 (Durigan & Durigan, 2002).

Os sólidos solúveis totais das frutas variaram de 8,35 a 9,65 %. Mesmo assim, não se detectou diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos com 1-MCP, com exceção das frutas expostas à concentração de 300 nL.L<sup>-1</sup> que ocasionou um aumento na SST para 9,65% diferindo das demais concentrações (Tabela 1). De maneira similar Brackmann *et al.* (2003) não verificaram diferença nos teores de SST em caqui cv. Quioto tratado com 1-MCP (1000 nL.L<sup>-1</sup>) e a testemunha após dois meses de armazenamento refrigerado e controlado. No entanto, resultados de pesquisas demonstradas por Blankenship & Dole (2003) com 1-MCP em diversas frutas, foram inconsistentes de acordo com a espécie e a dosagem utilizada, podendo ocorrer o aumento, a redução ou não afetar os teores de SST.

A acidez total titulável analisada variou entre 1,84 e 2,52 (g ácido cítrico .100g<sup>-1</sup> polpa). No entanto, os valores observados entre os tratamentos com 1-MCP (2,27; 2,28; 2,50 e 2,52) foram sucessivamente maiores e proporcionais ao aumento da concentração do bloqueador de etileno testado, diferindo da testemunha com 1,84 (Tabela 1). Este fato mostra que os tratamentos com 1-MCP evitaram a redução nos teores de ATT decorrentes dos processos fisiológicos do amadurecimento. Da mesma forma, indica a influência direta que a utilização do 1-MCP pode contribuir na preservação da qualidade da polpa do maracujá-amarelo.

Os resultados obtidos por Corrent *et al.* (2004) indicam que os teores de ATT, em maçã (*Malus domestica* Borkh.) cv. 'Royal Gala' tratada com 1-MCP, mantiveram-se mais elevados que a não tratada, atribuindo o comportamento à redução da atividade metabólica da fruta. De modo semelhante, Basseto *et al.* (2002) observaram que goiaba (*Psidium guajava* L.) tratada com 1-MCP apresentou maior teor de ácido cítrico. Segundo Bender (1989), os ácidos orgânicos e açúcares constituem o substrato da respiração e estão diretamente relacionados à

conservabilidade da fruta, sendo influenciados pela produção de etileno que acelera a atividade respiratória.

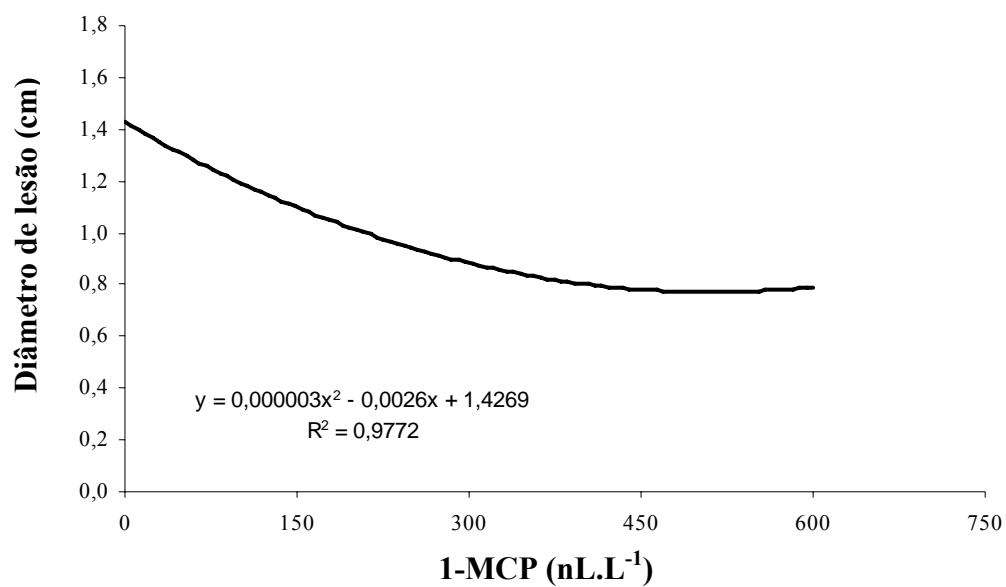
Os resultados observados nesta pesquisa são indicativos que a utilização de 1-MCP pode contribuir significativamente no aumento do período de prateleira e manutenção da qualidade da polpa do maracujá-amarelo. Observações visuais denotam a melhor aparência das frutas tratadas com o bloqueador de etileno que as não tratadas, após sete dias de armazenamento.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

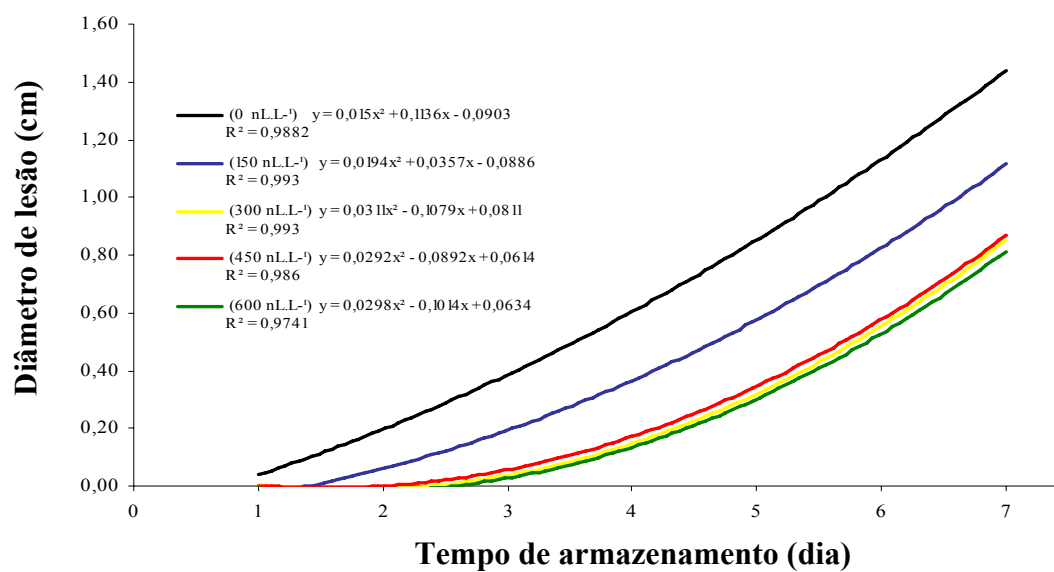
- A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15<sup>a</sup>ed. Arlington. 1990. pp. 685-1213.
- BASSETTO, E., SESSO, T.M., JACOMINO, A.P. & KLUGE, R.A. Efeito de 1-MCP e proclorz na conservação de goiabas Pedro Sato. *Revista Iberoamericana Tecnologia Postcosecha* 4:122-127. 2002.
- BENATO, E.A., SIGRIST, J.M.M., HANASHIRO, M.M., MAGALHÃES, M.J.M. & BINOTTI, C.S. Avaliação de fungicidas e produtos alternativos no controle de podridões pós-colheita em maracujá-amarelo. *Summa Phytopathologica* 28:299-304. 2002.
- BENDER, R.J. Frigoconservação convencional e em atmosfera controlada de maçã cv. Gala. *Revista Brasileira de Fruticultura* 11:45-50. 1989.
- BLANKENSHIP, S.M. & DOLE, J.M. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology* 28:1-25. 2003.
- BRACKMANN, A., FREITAS, S.T., MELO, A.M. & STEFFENS, C.A. Aplicação de 1-MCP em caqui 'Quioto' armazenado sob refrigeração e atmosfera controlada. *Revista Brasileira de Fruticultura* 25:42-44. 2003.
- CEAGESP. Classificação do maracujá azedo. 2007. [on line]. Disponível em: <http://www.ceagesp.com.br/>. Acesso em: 01/02/2007.
- CHITARRA, M.I.F. & CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2<sup>a</sup> ed. Lavras: UFLA, 2005.

- CORRENT, A.R., PARUSSOLO, A., GIRARDI, C.L. & ROMBALDI, C.V. Efeito do 1-metilciclopropeno na conservação de maçã 'Royal Gala' em ar refrigerado e atmosfera controlada. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26:217-221. 2004.
- DURIGAN, J.F. & DURIGAN, M.F.B. Característica dos frutos. In: Matsuura, F.C.A.U., Folegatti, M.I.S (Eds.). *Maracujá: pós-colheita*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2002. pp. 13-15. (Frutas do Brasil, 23).
- DURIGAN, J.F., SIGRIST, J.M.M., ALVES, R.E., FILGUEIRAS, H.A.C. & VIEIRA, G. Qualidade e tecnologia pós-colheita do maracujá. In: Lima, A.A., Cunha, M.A.P. *Maracujá: produção e qualidade na passicultura*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2004. pp. 281-303.
- GIRARDI, C.L., MARTINS, C.R., PARUSSOLO, A., TOMASI, R.J., CORRENT, A.R. & ROMBALDI, C.V. Efeito da aplicação de 1-metilciclopropeno na conservação da qualidade de pêssegos (*Prunus persica* L.), cultivar Chiripá. *Revista Brasileira de Agrociência* 9:157-161. 2003.
- JACOMINO, A.P., KLUGE, R.A., BRACKMANN, A. & CASTRO, P.R.C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. *Scientia Agrícola* 59:303-308. 2002.
- JUNQUEIRA, N.T.V. Manejo integrado de doenças do maracujazeiro, da mangueira, da goiabeira e das anonáceas. In: Zambolim, L (Ed.). *Manejo integrado: frutas tropicais – pragas e doenças*. Viçosa: UFV. 2002, pp.239-277.
- JUNQUEIRA, N.T.V., SBARMA, R.D., JUNQUEIRA, K.P. & ANDRADE, L.R.M. Doenças constatadas na fase de pós-colheita. In: Santos Filho, H.P.; Junqueira, N.T.V. *Maracujá: fitossanidade*. Brasília: Embrapa Informação Tecnologia. 2003. pp. 32-36. (Frutas do Brasil, 32).
- LEVERENTZ, B., CONWAY, W.S., JANISIEWICZ, W.J., SAFNER, R.A. & CAMP, M.J. Effect of combining MCP treatment, heat treatment, and biocontrol on the reduction of postharvest decay of golden delicious apples. *Postharvest Biology and Technology* 27:221-233. 2003.

- OLIVIERA, S.M.A., TERAPO, D., DANTAS, S.A.F. & TAVARES, S.C.C.H. (Eds.). Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.
- PEREIRA, W.S.P. & BELTRAN, A. Mecanismos de ação e uso do 1-MCP, bloqueador da ação de etileno, visando prolongar a vida útil das frutas. In: Zambolim, L (Ed.). Manejo integrado: frutas tropicais – pragas e doenças. Viçosa: UFV. 2002. pp.31-45.
- SANTOS FILHO, H.P. & JUNQUEIRA, N.T.V. Maracujá: fitossanidade. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 86p. 2003. (Frutas do Brasil, 32).
- SÃO JOSE, A.R., REBOUÇAS, T.N.H., PIRES, M.M., ANGEL, B.N., SOUZA, I.V.B. & BOMFIM, M.P. Maracujá: práticas de cultivo e comercialização. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 2000.
- TERAO, D., OLIVEIRA, S.M.A., VIANA, F.M.P., ALVES, R.E., ROSSETTI, A.G. & GONDIM, D.M.F. Avaliação de 1-metilciclopropeno (1-MCP) combinado a refrigeração no controle de doenças pós-colheita em frutos de melão. *Proceedings of the Society Tropical Horticultural* 31:232-235. 2003.
- TERAO, D., OLIVEIRA, S.M.A., VIANA, F.M.P., ALVES, R.E., ROSSETTI, A.G. & MOURA, R.D. Avaliação de 1-metilciclopropeno (1-MCP) no controle de doenças pós-colheita em frutos de meloeiro. *Summa Phytopathologica* 31:232-235. 2005.
- TERAO, D. & SILVA, E.O. Controle alternativo com bloqueador de etileno. In: Oliveira, S.M.A.; Terao, D.; Dantas, S.A.F.; Tavares, S.C.C.H. (Eds.). Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2006. pp. 266-287.



**FIG. 1** – Efeito das concentrações de 1- metilciclopropeno (1-MCP) sobre a severidade da antracnose do maracujá amarelo após sete dias de armazenamento em temperatura ambiente.



**FIG. 2** – Desenvolvimento da antracnose no maracujá-amarelo em diferentes concentrações de 1-metilciclopropeno (1-MCP) durante sete dias de armazenamento.



**TABELA 1-** Influência da aplicação de 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre os fatores físico-químico do maracujá-amarelo inoculado com *Colletotrichum gloeosporioides*

<b>Tratamentos</b>	<b>pH</b>	<b>SST (%)</b>	<b>ATT (%)</b>
1-MCP - 0 nL.L <sup>-1</sup>	3,20 a <sup>1</sup>	8,75 b	1,84 b
1-MCP -150 nL.L <sup>-1</sup>	3,23 a	8,35 b	2,27 a
1-MCP - 300 nL.L <sup>-1</sup>	3,01 a	9,65 a	2,28 a
1-MCP - 450 nL.L <sup>-1</sup>	3,03 a	8,68 b	2,50 a
1-MCP - 600 nL.L <sup>-1</sup>	2,98 a	8,45 b	2,52 a
CV (%)	5,76	6,64	7,99

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan (p=0,05);

pH = potencial hidrogênio iônico; SST = sólidos solúveis totais ( °Brix); ATT = acidez total titulável (% ácido cítrico).



**CONCLUSÕES GERAIS**

## CONCLUSÕES GERAIS

O tempo de imersão do maracujá-amarelo nos indutores Agro-Mos (AGM), acibenzolar-S-metil (ASM) e Ecolife (ECL) não influenciou a incidência e severidade da antracnose;

Os indutores AGM, ASM e ECL foram eficientes na ativação das PR-proteínas  $\beta$ -1,3-glucanase, peroxidase e polifenoloxidase;

Os tratamentos AGM e ECL nas dosagens de 50 e 100  $\mu\text{L.L}^{-1}$  reduziram a incidência da antracnose.;

A maior atividade das enzimas foram observados em ECL para  $\beta$ -1,3-glucanase, AGM para peroxidase e polifenoloxidase, ambos na dosagem de 100  $\mu\text{L.L}^{-1}$ ;

Os tratamentos AGM (100, 150, 200, 300  $\mu\text{L.L}^{-1}$ ) e ASM (100mg.L<sup>-1</sup>) causaram uma redução na acidez total titulável (ATT) do maracujá-amarelo, indicando haver um custo fisiológico para a fruta;

O indutor AGM apresentou atividade inibidora do crescimento micelial e da esporulação de *C. gloeosporioides* in vitro;

O 1-MCP não afetou a incidência da antracnose em maracujá-amarelo;

A severidade da doença foi reduzida com o aumento da concentração de 1-MCP entre 300 a 600 nL.L<sup>-1</sup>;

Os tratamentos com 1-MCP evitaram a redução dos teores de ATT no maracujá-amarelo.