

## Estratégias de Controle de Podridões em Pós-Colheita de Melão: uma Revisão



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agroindústria Tropical  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## **Documentos 112**

# **Estratégias de Controle de Podridões em Pós-Colheita de Melão: uma Revisão**

*Daniel Terao  
Sônia Maria Alves de Oliveira  
Francisco Marto Pinto Viana  
Armando César Macedo Saraiva*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Agroindústria Tropical**

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Caixa Postal 3761

Fone: (85) 3391-7100

Fax: (85) 3391-7109

Home page: [www.cnpat.embrapa.br](http://www.cnpat.embrapa.br)

E-mail: [vendas@cnpat.embrapa.br](mailto:vendas@cnpat.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical**

Presidente: *Francisco Marto Pinto Viana*

Secretário-Executivo: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Membros: *Janice Ribeiro Lima, Andréia Hansen Oster, Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior, José Jaime Vasconcelos Cavalcanti, Afrânio Arley Teles Montenegro, Ebenézer de Oliveira Silva*

Supervisor editorial: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Revisora de texto: *Ana Fátima Costa Pinto*

Normalização bibliográfica: *Ana Fátima Costa Pinto*

Foto da capa: *Cláudio de Norões Rocha*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

**1ª edição**

1ª impressão (2008)

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**Embrapa Agroindústria Tropical**

---

Estratégias de controle de podridões em pós-colheita de melão: uma revisão / Daniel Terao... [et al.] – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2008.

56 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 112).

ISSN 1677-1915

1. Melão - doença - pós-colheita. I. Terao, Daniel. II. Oliveira, Sônia Maria Alves de. III. Viana, Francisco Marto Pinto. IV. Saraiva, Armando Cesar Macedo. V. Série

CDD 635.61194

---

© Embrapa 2008

# **Autores**

## **Daniel Terao**

Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE, [daniel.terao@cpatsa.embrapa.br](mailto:daniel.terao@cpatsa.embrapa.br)

## **Sônia Maria Alves de Oliveira**

Engenheira Agrônoma, DEPA/Fitossanidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE

## **Francisco Marto Pinto Viana**

Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, [fmpviana@cnpat.embrapa.br](mailto:fmpviana@cnpat.embrapa.br)

## **Armando César Macedo Saraiva**

Engenheiro agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia, Bolsista CNPq/Embrapa Agroindústria Tropical [armando.saraiva@bol.com.br](mailto:armando.saraiva@bol.com.br)

# Apresentação

O Brasil deixou de ser apenas um país de grande potencial para a fruticultura, passando essa atividade a ocupar importante posição no *ranking* da agricultura nacional, já tendo demonstrado sua capacidade produtiva em volume e diversidade de frutas, principalmente após a inserção da Região Nordeste nesse contexto agrícola. A fruticultura, hoje, é um dos segmentos mais importantes da agricultura brasileira, respondendo por 25% do valor da produção agrícola nacional. Contudo, para competir no mercado internacional de frutas, o Brasil necessita, ainda, de um incremento na qualidade de seus frutos, tanto para os de consumo in natura como para os destinados à agroindústria. A Região Nordeste tem encontrado na fruticultura uma excelente alternativa para os desafios socioeconômicos que tem a vencer. Entretanto, a reduzida experiência com essa atividade pode redundar em fracasso, se importantes informações não forem agregadas às rotas tecnológicas dessas frutas, principalmente no que concerne ao tratamento pós-colheita dado aos frutos produzidos.

Sendo o meloeiro cultura de elevada expressão econômica para a economia nordestina, quaisquer publicações sérias que lhe digam respeito tornam-se importantes para todos aqueles que gravitam em torno do “Agronegócio Melão”. A manutenção da sustentabilidade dessa cultura, depende, entre outras coisas, do número e da organização das informações de ordem técnica e científica que lhe dizem respeito.

Mesmo em se tratando de uma revisão, as informações que compõem esse documento podem subsidiar futuros trabalhos técnicos e ou científicos com a cultura, pois trazem dados relevantes para o manejo pós-colheita do fruto.

*Lucas Antônio de Sousa Leite*

Chefe-Geral

Embrapa Agroindústria Tropical

# Sumário

Aspectos Gerais .....	9
Patologia Pós-Colheita de Melão.....	12
Aspectos Ecológicos e Epidemiológicos das Doenças em Pós-Colheita .....	13
Maturação de Frutos x Patologia Pós-Colheita .....	15
Manejo Integrado de Doenças em Pós-Colheita de Frutos .....	21
Considerações Finais .....	40
Referências .....	41

# **Estratégias de Controle de Podridões em Pós-Colheita de Melão: uma Revisão**

---

*Daniel Terao*

*Sônia Maria Alves de Oliveira*

*Francisco Marto Pinto Viana*

*Armando César Macedo Saraiva*

## **Aspectos Gerais**

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas frescas, com um PIB agrícola de US\$ 11 bilhões de dólares, gerando 4 milhões de empregos diretos, só na fruticultura (BRASIL, 2005) e com uma produção que supera 34 milhões de toneladas, tendo sua base agrícola da cadeia produtiva de frutas abrangendo 2,2 milhões de hectares. Embora tenha se destacado como importante produtor, consumidor e exportador, expandindo o agronegócio, o volume de exportações ainda é pequeno, principalmente, em razão do elevado volume de perdas, estimado em 10 milhões de toneladas/ano, correspondendo a 30-40% da produção (Instituto Brasileiro de Frutas - IBRAF, 2005).

Dentre as 14 espécies inicialmente contempladas pelo Programa de Produção Integrada de Frutos, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o melão destaca-se por sua grande expressão na exportação e contribuição na balança comercial de frutas frescas brasileiras (ANDRIGUETO e KOSOSKI, 2003). No comparativo de janeiro 2005/2006, observou-se uma variação de 70% no valor de 56,4% no volume de produção exportados. Isso corresponde, somente para 2006, a US\$ 13 milhões e cerca de 44% do volume total de frutas frescas exportadas (IBRAF, 2006).



O cultivo de melão tem crescido rapidamente na região Nordeste, nos últimos anos, onde se concentra a maior produção nacional, registrando crescimento expressivo em alguns estados, como é o caso do Rio Grande do Norte, na Região de Mossoró-Açu, onde as exportações nacionais de melão tiveram um crescimento de 115% nos últimos cinco anos. No ano de 2005, somente no primeiro trimestre, as exportações atingiram US\$ 20.368,765, equivalente a 20% das exportações nacionais de frutas (BRASIL, 2005). No Ceará, o volume das exportações no primeiro semestre de 2005 chegou a US\$ 2.279,283, o equivalente a 4,8 toneladas. No período de 1998 a 2003, houve um crescimento nas exportações de melão na ordem de até 16 vezes, passando de US\$ 815 mil para US\$ 18 milhões, contribuindo, atualmente, com 31,1% do melão brasileiro exportado (CEARÁ, 2004).

Apesar dessa rápida expansão, alguns segmentos da cadeia produtiva do melão nacional são ainda bastante frágeis e pouco estudados, como é o caso da patologia pós-colheita. Os patógenos em pós-colheita, principalmente os quiescentes, causam grandes transtornos aos atacadistas, varejistas e, principalmente, aos importadores de frutos, uma vez que os sintomas das doenças irão aparecer durante o armazenamento e transporte, em frutos aparentemente sadios, podendo causar perdas drásticas (SOMMER, 1982). De modo geral, as podridões pós-colheita são de difícil controle e têm sido responsáveis por grande porcentagem de perdas de produtos colhidos (BENATO, 1999; MORANDI, 2002).

A redução das perdas em pós-colheita na cadeia produtiva de frutas representa um constante desafio (KADER, 2002). Estima-se que as perdas acumuladas na pós-colheita de frutos tropicais e subtropicais oscilem entre 20% e 80%, na maioria dos países em desenvolvimento (BENATO, 2002; FINGER e VIEIRA, 2002), devido, principalmente, à deficiência no transporte e armazenamento refrigerado dos produtos (ECKERT, 1977), manipulação inadequada e, ou, tratamentos microbianos ineficientes (DHINGRA, 1985; MARI e GUIZZARDI 1998), ocorrendo perdas quantitativas e qualitativas e depreciando as frutas brasileiras nas negociações internacionais (CARRARO e CUNHA, 1994; VENTURA, 1995).

As doenças de plantas ocorrem sob as diversas condições ambientais. No entanto, a intensidade e a frequência de uma determinada doença são influenciadas pelo grau de desvio de cada condição ambiental em relação ao ponto ótimo para o desenvolvimento da doença (Agris, 2005).

As doenças na pós-colheita podem iniciar no campo, durante o desenvolvimento do fruto, e manifestar os sintomas depois da colheita, durante os processos de classificação, embalagem e transporte, até chegar ao consumidor final, permanecendo latente até a maturação do produto, danificando sua aparência e valor alimentar (CAPPELLINI e CEPONIS, 1984).

Alguns microrganismos causadores de podridões secretam substâncias tóxicas denominadas micotoxinas (SYLOS E RODRIGUEZ-AMAYA, 1999; DRUSCH e RAGAB, 2003), tornando o produto impróprio ao consumo, diminuindo seu valor nutricional e comercial. Preocupações com essas substâncias têm sido relatadas como ameaça à saúde humana e de animais, sendo causadoras de mutagênese e carcinogênese em células humanas (YIANNIKOURIS e JOUANY, 2002; RICHARD e PAYNE, 2002). Todos os tipos de produtos agrícolas são suscetíveis às doenças na pós-colheita. Em geral, as frutas são órgãos que possuem teor de água e nutrientes e, mesmo depois da colheita até a senescência, mantêm vários processos biológicos em atividade apresentando, dessa forma, maior predisposição a distúrbios fisiológicos, danos mecânicos e infecções por fungos e bactérias. Assim, frutos e hortaliças frescos e suculentos, flores e bulbos são frequentemente afetados por doenças pós-colheita. A extensão do dano depende de cada produto em particular, do agente fitopatogênico e das condições de estocagem (AGRIOS, 1997; KADER, 2002).

Existem inúmeros fatores que influem de maneira significativa na incidência de doenças na pós-colheita. Em pré-colheita, por exemplo, as condições climáticas da região produtora, espécies e cultivares, além de tratos culturais e fitossanitários incorretos, como o excesso de adubação nitrogenada e o uso inadequado ou abusivo de defensivos, acarretam seleção de estirpes resistentes de determinados patógenos (SNOWDON, 1990).

Várias tecnologias têm sido desenvolvidas e aplicadas com o objetivo de reduzir as podridões na pós-colheita, tais como o controle químico (inibidores de amadurecimento, fungicidas sistêmicos e protetores), controle biológico (antagonistas), controle físico (refrigeração, tratamento térmico, radiação, atmosfera controlada e modificada) e indução de resistência (elicitores bióticos e abióticos). A eficiência dessas medidas de controle depende da espécie ou cultivar, da maturação fisiológica e das características bioquímicas do tecido da fruta (BARKAI-GOLAN, 2001).

A tecnologia na pós-colheita visa não apenas melhorar a qualidade dos frutos, mas conservá-la. Por outro lado, tecnologias de colheita e de pós-colheita (transporte, manuseio, tratamento fitossanitário, climatização, embalagem e armazenamento) inadequadas podem comprometer todo o manejo de campo, causando perdas significativas de frutos e grandes prejuízos (SOMMER, 1982).

## Patologia Pós-Colheita de Melão

Os fungos são considerados os agentes principais causadores de doenças na pós-colheita em frutas, como consequência do grande número de espécies envolvidas, da diversidade e da eficiência dos mecanismos de penetração. Em frutos de melão, 20 diferentes patógenos já foram relatados (SNOWDON, 1990). As principais doenças em pós-colheita de melão são as podridões causadas por *Fusarium*, *Rhizopus*, *Alternaria* e *Cladosporium* (RAMSEY e SMITH, 1961). À temperatura ambiente, os dois primeiros agentes causais são mais severos, porém em armazenamento refrigerado, *Alternaria* e *Cladosporium* são os mais significativos (HUANG et al., 2000).

Huang et al. (2000) isolaram em experimento realizado com o melão "Hami" armazenado à temperatura ambiente, os seguintes fungos: *F. chlamydosporum*, *F. equiseti*, *F. semitectum*, *F. culmorum*, *F. sambucinum*, *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *F. moniliforme* var. *subglutinans*, *Alternaria alternata*, *R. stolonifer*, *R. arrhizus*, *Trichothecium*

*roseum*, *Penicillium* spp. e *Geotrichum candidum*. A podridão causada por *Fusarium* spp teve maior incidência, ocorrendo no talo e provocando rachaduras na superfície do fruto. A podridão de *Alternaria* ocorreu, principalmente, em partes do fruto que tiveram contato com o solo durante o seu desenvolvimento.

Desde 1999, uma podridão pós-colheita tem sido observada em plantios de meloeiro no Estado do Rio Grande do Norte. A infecção ocorre ainda no campo, na pré-colheita, com a penetração na região do corte do pedúnculo. Mesmo após a transferência para as câmaras frias, o patógeno continua a sua patogênese, podendo destruir totalmente o fruto ou causar lesões que afetam sua comercialização (COLARES, 2000). O patógeno associado ao apodrecimento do fruto do meloeiro foi confirmado como sendo *F. pallidoroseum* (= *F. semitectum*) (GADELHA, 2002).

*F. pallidoroseum* é um fungo mitospórico, pertencente à subclasse Hyphomycetidae (BARRETO e EVANS, 1988), comumente encontrado no solo e em restos de plantas nas regiões tropicais e subtropicais. Tipicamente, existe como um saprófita, mas pode atuar como patógeno fraco causando deterioração de plantas, podridão de raízes, podridão de frutos na pós-colheita ou deterioração de folhas em grande variedade de plantas, podendo também fazer parte de um complexo de doenças com outros fungos e nematóides. Esse fungo produz altos níveis de tricoteceno, forte toxina inibidora da síntese de proteínas nas células dos mamíferos, e outros metabólitos potencialmente tóxicos (GADELHA, 2002).

## **Aspectos Ecológicos e Epidemiológicos das Doenças em Pós-Colheita**

Os microrganismos, em geral, produzem grande quantidade de inóculo, sendo que as plantas doentes, os restos de culturas, o solo ou utensílios agrícolas podem servir de fontes de inóculo. A disseminação dá-se por intermédio dos agentes de dispersão como o homem, o ar e a água

(MADDEN, 1992; MAFFIA, 2002), insetos, equipamentos, caixas etc. Via de regra, os patógenos penetram nos frutos por ferimentos, muito embora algumas espécies de fungos possam penetrar através da superfície intacta por meio de estruturas especiais, aberturas naturais ou órgãos especiais, como as flores (BENATO, 1999; ECKET, 1980).

Na realidade, os frutos estão expostos a muitos microrganismos, embora a maioria não consiga invadir o tecido da planta e causar doença. Para ser bem sucedido, o patógeno precisa vencer as defesas do hospedeiro e iniciar o ataque sob condições ambientais e fisiológicas prevalentes (PRUSKY, 1996). Os frutos são protegidos por mudanças estruturais e fisiológicas que ocorrem especialmente durante o processo de amadurecimento. Os fitopatógenos, freqüentemente, infectam frutos imaturos causando, inicialmente, prejuízos menores que aumentam gradativamente durante o amadurecimento. Existe um grande interesse no conhecimento de mecanismos que ocorrem durante a maturação e que atuam na resistência natural dos frutos a fungos fitopatogênicos, com continuidade e efetividade na pós-colheita de frutos (PRUSKY e KEEN, 1993).

Havendo a penetração do patógeno no tecido da planta, poderá ocorrer a infecção, que pode ser chamada de infecção imediata, porque em pouco tempo apresenta os sintomas de infecção quiescente, onde ocorre a inibição do desenvolvimento do patógeno por condições impostas pelo hospedeiro, em virtude do estágio de maturação (VERHOEFF, 1974; SWINBURNE, 1983; JEFFRIES et al. 1990; PRUSKY e PLUMBLEY, 1992; PRUSKY, 1996; PRUSKY et al., 2000). A resistência dos frutos imaturos à colonização pelos patógenos deve-se aos fatores da presença de compostos tóxicos como fenóis e taninos, e de substâncias complexas inadequadas à nutrição dos patógenos. A parede celular dos frutos imaturos é formada de substâncias pécticas que não podem ser degradadas pelas enzimas produzidas pelo fungo, além da produção de fitoalexinas por frutos imaturos pós-infecção (JEFFRIES et al., 1990).

As infecções quiescentes podem iniciar em qualquer estágio de desenvolvimento do fruto na planta, ocorrendo a inibição do patógeno

através de condições fisiológicas impostas pelo hospedeiro, até que o estágio de maturação do fruto tenha sido alcançado (JEFFRIES et al., 1990) e, ou, iniciada a respiração climatérica (SCHIFFMANN-NADEL et al., 1985). O mecanismo de quiescência de fungos em frutos pode variar conforme a combinação patógeno-hospedeiro. Os estádios durante os quais o fungo torna-se quiescente podem ser a germinação do esporo, o alongamento do tubo germinativo, a formação de apressório e a penetração ou subsequente colonização (HARTUNG et al., 1981; PRUSKY e KEEN, 1993; PRUSKY, 1996). As mudanças fisiológicas normais do hospedeiro, o manuseio incorreto ou as condições ambientais adversas podem disparar a transição da fase de quiescência para ativa, promovendo o desenvolvimento da doença (CAPPELINI e CEPONIS, 1984; JARVIS, 1994).

## **Maturação de Frutos x Patologia Pós-Colheita**

### **Maturação de Frutos**

Os frutos são produtos perecíveis, com vida pós-colheita relativamente curta. Constituem-se em sistemas biológicos vivos que depois de destacados da planta-mãe utilizam os substratos acumulados (CHITARRA e CHITARRA, 2005), assumindo metabolismo ativo, e caso não seja controlado, compromete a qualidade do produto, diminuindo sua vida útil (VILAS BOAS, 2002a).

A maturação constitui a fase final do desenvolvimento dos frutos na qual as células atingem seu tamanho máximo e adquirem uma composição característica (KAYS, 1991). Está associada a mecanismos genéticos, bioquímicos, fisiológicos e estruturais (LELIÈVRE et al., 1997; WHITE, 2002). Entretanto, o processo de amadurecimento é excluído do desenvolvimento, visto que, nessa etapa, há predominância de processos degradativos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Após a colheita e até atingir o completo amadurecimento, os frutos passam por uma série de transformações endógenas resultantes do me-

tabolismo celular (ECKET, 1980), que se refletem em várias mudanças nas suas características, tais como, textura, cor, sabor, aroma, teor de sólidos solúveis totais, açúcares totais, acidez titulável, pH, atividade respiratória, produção de etileno e outras variáveis (CHITARRA e CHITARRA, 2005; LIMA, 2002), indicativas do processo de amadurecimento e posterior senescência. Durante esses processos, os frutos geralmente tornam-se mais suscetíveis à invasão por patógenos, em virtude, principalmente, do decréscimo de componentes fenólicos e do aumento da predisposição às injúrias mecânicas, que transformam esse substrato disponível ao rápido desenvolvimento de microrganismos (CHITARRA e CHITARRA, 1990; COURSEY, 1983; PALAZÓN e PALAZÓN, 2000).

As mudanças na cor dos frutos ocorrem em conseqüência da degradação da clorofila, bem como pela síntese de outros pigmentos. Apesar de nem todos os frutos mudarem a cor durante o amadurecimento, essa é uma das características mais associadas ao ponto de colheita e à maturidade para consumo (KAYS, 1991; TUCKER, 1993). Em alguns frutos, a textura é utilizada como índice de maturidade prático e confiável, pois ela influi na palatabilidade, nos métodos de colheita, no manuseio e transporte, na resistência às doenças e na vida útil do fruto (HUBER, 1983). Geralmente, as alterações de firmeza durante o armazenamento resultam principalmente da desestruturação da parede celular (RANWALA et al., 1992), e a velocidade com que ocorrem depende do tipo de fruto e das condições nas quais é mantido (KAYS, 1991).

O conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) é utilizado como índice de maturidade de frutos de melão, indicando a aceitação direta do produto pelo consumidor final (MENEZES, 1996). Grangeiro (1999) relata que o teor de SST é o critério responsável pelo estabelecimento dos padrões de qualidade nas regulamentações de mercado e que, conjuntamente com os ácidos orgânicos, contribui para a avaliação do flavor do fruto. Durante a maturação, ocorrem aumentos nos teores de SST e de açúcares solúveis totais (AST), em razão, principalmente, da hidrólise de carboidratos de reserva acumulados durante o crescimento do fruto na planta (KAYS, 1991; WILLS, 1998).

Na maioria dos frutos, durante o processo respiratório e nas reações de síntese de novos compostos, o teor de ácidos orgânicos diminui com o amadurecimento devido à utilização no ciclo de Krebs. Essas mudanças na acidez são importantes no desenvolvimento do sabor característico dos frutos (KAYS, 1991). A partir dessas variações no conteúdo dos ácidos orgânicos e da relação com o teor de açúcares, o sabor dos frutos e as propriedades do flavor da polpa podem ser significativamente afetados (PANGBORN, 1963).

Uma das razões para se estudar o comportamento fisiológico de melões é gerar informações que permitam administrar as condições de armazenamento, de modo a retardar os processos que levam à senescência, devendo serem consideradas para este propósito a intensidade da atividade respiratória e de produção de etileno, assim como a sensibilidade do fruto ao etileno exógeno (Cantwell, 2001).

Existem dois grupos de frutos quanto à sua maturação, climatéricos e não-climatéricos (McMURCHIE et al., 1972). Frutos climatéricos apresentam aumento de atividade respiratória e de produção de etileno independente, durante a maturação, e completam o amadurecimento depois de colhidos (ALVES et al., 1997; FONSECA et al., 2002). O amadurecimento de fruto não-climatérico geralmente é considerado independente do etileno. Em frutos climatéricos a produção de etileno pode ser inibida ou estimulada dependendo da fase fisiológica do fruto.

A primeira fase mostra uma auto-inibição na produção de etileno (estágio pré-climatérico, imaturo), seguida de uma fase de produção autocatalítica de etileno (estágio climatérico, amadurecimento) (LELIÈVRE et al., 1997; ALEXANDER e GRIERSON, 2002). A distinção entre esses frutos define importantes práticas de manejo na pós-colheita. Assim, frutos climatéricos podem ser colhidos de vez, ou pré-climatéricos, permitindo o controle de início do amadurecimento e do climatérico. Tal prática favorece a extensão do período de transporte e armazenamento, e reduz as perdas na pós-colheita por deterioração, sem que haja prejuízo no gosto e no aroma dos frutos (VILAS BOAS, 2002b).



## O Etileno

Um dos processos metabólicos mais importantes no ciclo vital dos frutos climatéricos é a produção de etileno. O etileno ( $C_2H_4$ ) é um hormônio volátil produzido, praticamente, por todos os vegetais, que pode se difundir para dentro ou para fora dos tecidos vegetais, a partir de fontes endógena e exógena biológicas e não-biológicas, as quais desempenham um papel fundamental no amadurecimento e senescência dos frutos (VILAS BOAS, 2002a). Tem a habilidade de elicitar respostas fisiológicas, tais como, geotropismo, abscisão, amadurecimento, senescência, dormência, florescimento, entre outras (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O etileno é o mais simples dos compostos orgânicos dentro dos processos fisiológicos das plantas, é um produto natural do metabolismo vegetal, e é produzido em todos os tecidos das plantas superiores e por alguns microrganismos (KADER, 1992; QADIR et al., 1997). O etileno pode ser endógeno, sintetizado nas células das plantas, ou exógeno, oriundo de fontes externas, como frutos em amadurecimento (PEREIRA e BELTRAN, 2002). A aplicação de etileno exógeno em frutos de citrus, laranja 'Navelate', 'Pinalate' e 'Navelina', por um período de tempo relativamente curto, pode beneficiar auxiliando no controle do desenvolvimento de doenças fúngicas. Verificou-se que a maior ou menor contaminação pelo patógeno está diretamente ligada à capacidade do fruto em sintetizar etileno. Quanto mais etileno sintetizado maior a resistência ao desenvolvimento das infecções, até que não se inicie o processo de senescência, uma vez que o etileno acelera a maturação dos frutos (NASCIMENTO, 2006).

Embora ainda não sejam bem conhecidos os detalhes moleculares de muitas respostas adversas ao etileno, sabe-se que os sinais para essas respostas são intermediados por proteínas receptoras, localizadas na membrana celular. Tem sido postulado que o etileno desativa uma série de eventos que resultam nas respostas típicas a ele. Em virtude dos efeitos diversos do etileno em grande número de espécies de plantas, muitos deles indesejáveis, há muita necessidade de manejar esses efeitos durante a fase de pós-colheita dos produtos (PEREIRA e BELTRAN, 2002).

A produção de etileno por fungo foi relatada pela primeira vez por Gane (1934), observando que o crescimento de plântulas de ervilha foi inibido pela atmosfera proveniente de ambiente colonizado por leveduras de panificação. Ilag e Curtis (1968) estudaram vários grupos de fungos e relataram que 58 das 228 espécies examinadas produziram etileno. A proporção de espécies produtoras de etileno para espécies não produtoras em diferentes grupos de fungos foi de 1:31 em Oomycetos; 1:10 em Ascomycetos; 1:6 em Basidiomycetos e 1:4 nos Deuteromycetos.

O etileno é produzido por inúmeros fungos e bactérias fitopatogênicas (FUKUDA et al, 1993). Diversos fungos fitopatogênicos usam a metionina como um precursor de etileno incluindo espécies de *Verticillium*, *Fusarium* e *Colletotrichum* (TZENG e DE VAY, 1984). Biale e Shepherd (1941) mostraram que *P. digitatum*, causador do mofo-verde em citros, produziu voláteis que tinham o mesmo efeito sobre tecidos vegetais do que aqueles causados pelo gás etileno, e que o fungo produzia esses voláteis tanto sobre os hospedeiros como em meio de cultura.

O aumento natural na produção de etileno, que precede o amadurecimento, catalisa o climatério respiratório, o qual, possivelmente, dá o suporte energético para as rápidas transformações na aparência, aroma e textura que tornam os frutos prontos para serem consumidos (VILAS BOAS, 2002a). No entanto, Chen et al. (1995) observaram que o aumento na taxa de produção de etileno, e a diminuição no número de dias para atingir o pico climatérico, não estavam associados às mudanças no amaciamento dos frutos de pêra. Tais efeitos podem ser benéficos ou deletérios dependendo do produto e do seu uso. A presença do etileno em ambientes de armazenamento compromete a qualidade de frutos climatéricos e não climatéricos por conduzi-los à senescência. É indesejável durante o transporte e armazenamento de frutos, sendo considerado um dos grandes vilões da pós-colheita (VILAS BOAS, 2002a). Frutos climatéricos, como o melão, caracterizam-se por significativas mudanças na produção de etileno, geralmente relacionadas com o início da maturação (McGLASSON, 1985). Esse fitohormônio, em quantidades mínimas, regula uma série de processos de desenvolvimento e responde ao estresse, incluindo abscisão de folhas, amadu-

recimento de frutos, senescência de órgãos, germinação de sementes, crescimento de plantas e a patógenos (PEREIRA e BELTRAN, 2002). O etileno é um importante sinalizador na maioria das situações de estresse abiótico, bem como, em interações planta-patógeno (BLEECKER e KENDE, 2000). Geralmente, a taxa de produção de etileno aumenta com a maturação da fruta, as injúrias físicas, a incidência de doenças, o aumento da temperatura, acima de 30 °C, e o estresse hídrico (KADER, 1992).

Baixa temperatura e atmosfera controlada, com baixo nível de oxigênio e alto nível de dióxido de carbono, causam redução da produção e ação do etileno, bem como, o retardamento da maturação e a deterioração dos frutos após a colheita (ARGENTA, 2000).

O etileno, tal como o jasmonato e o salicilato, desempenham importante função nas reações de defesa de plantas a patógenos. Plantas pré-tratadas com etileno mostraram um decréscimo na suscetibilidade a *Botrytis cinerea*, enquanto, pré-tratadas com 1-MCP, um inibidor de etileno, resultou em aumento da doença. O pré-tratamento com etileno induziu a expressão de diversos genes de PR-proteínas antes da infecção por *B. cinerea*. Os resultados confirmam que as reações do etileno são importantes para a resistência de tomate a *B. cinerea* (DIAZ et al., 2002).

A produção de etileno pode ser induzida pela invasão de patógenos, por toxinas fúngicas, assim como por raças específicas e elicitores endógenos. O etileno pode ativar os mecanismos de defesa da planta como a produção de fitoalexinas (FAN et al., 2000), PR-proteínas (RODRIGO et al., 1999; TORNERO et al., 1994; 1997), a indução de fenilpropanóides (CHAPPELL et al., 1984) e alterações na parede celular (BELL, 1981). A aplicação de etileno endógeno pode induzir a resistência, a suscetibilidade, ou não ter nenhum efeito, dependendo da interação planta-patógeno estudado (ESQUERRÉ TUGAYÉ e LAMPORT, 1979).

A função do etileno na defesa da planta é aparentemente versátil, tanto a percepção como a sinalização do etileno é requerida para a resistência de alguns patógenos do que a outros (KNOESTER et al., 1998; HOFFMAN et al., 1999; THOMMA et al., 1999).

Os diferentes resultados relacionados com a função do etileno na defesa de plantas refletem seu envolvimento em múltiplos processos fisiológicos na planta. O etileno pode acelerar a senescência em folhas e o amadurecimento de frutos (ABELES et al., 1992). Isso poderia predispor o tecido ao desenvolvimento de doenças causadas por alguns patógenos, geralmente necrotróficos. Por outro lado, o etileno estimula o desenvolvimento de necroses (LUNDI et al., 1998) e, em muitos casos, de reação de hipersensibilidade (HR) (CIARDI et al., 2001).

HR é um fenômeno de defesa envolvendo uma rápida necrose localizada nas células da planta, no sítio de infecção, que se segue a uma ativação local e sistêmica de genes relacionados com a defesa (POINTER et al., 1998). Pode-se dizer, que diferentes mecanismos de defesa estão envolvidos na resistência, cada um deles eficientes para um grupo particular de patógenos (THOMMA et al., 2001). Logo, a adoção de técnicas que previnem a ação do etileno caracteriza-se como prática eficaz na preservação da qualidade e extensão da vida de prateleira de frutos (VILAS BOAS, 2002a).

## **Manejo Integrado de Doenças em Pós-Colheita de Frutos**

Atualmente, os patógenos em pós-colheita são controlados, principalmente, pela aplicação massiva de fungicidas (BARKAI-GOLAN, 2001). Existe, portanto, uma demanda crescente por compostos e estratégias alternativas no controle de doenças fúngicas de frutos, visando diminuir os resíduos químicos (KNIGHT et al, 1997; MARI e GUIZZARDI, 1998).

Estudos realizados, recentemente, demonstram que o primeiro fator de estímulo ao consumo de frutos no mundo é a segurança sanitária, entendendo-se como uma necessidade essencial à condição de a fruta não apresentar contaminação biológica ou resíduos de produtos químicos (SANHUEZA, 2000). O cenário mercadológico internacional sinaliza que, cada vez mais, será valorizado o aspecto qualitativo e o respeito ao meio ambiente na produção de qualquer produto (ANDRIGUETO e KOSOSKI, 2003).

A abertura do mercado mundial, apesar de muito divulgada, ainda está longe de ser o que se espera, um comércio completamente livre. As exportações brasileiras estão sujeitas a vários tipos de barreiras tarifárias e não-tarifárias, tais como restrições de caráter sanitário e fitossanitário (ALMEIDA, 2002).

Com o intuito de elevar os padrões de qualidade e competitividade da fruticultura brasileira ao patamar de excelência requerido pelo mercado internacional, em bases voltadas para o sistema integrado de produção, sustentabilidade do processo e expansão da produção, emprego e renda, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento implantou o Programa de Produção Integrada de Frutos - PIF (ANDRIGUETO e KOSOSKI, 2003). Esse programa consiste num sistema de produção orientado, de livre adesão, por parte dos produtores, cujos procedimentos preceituados têm como base o rol de exigências dos mercados importadores, principalmente da Comunidade Européia, rigorosa em requisitos de qualidade e sustentabilidade, enfatizando sempre a proteção do meio ambiente, segurança alimentar, condições de trabalho, saúde humana e viabilidade econômica (VENTURA, 2003). Dentre os inúmeros preceitos que compõem a PIF, está a segurança alimentar, estabelecendo regras rígidas que levam em consideração os resíduos de agroquímicos, permitindo o monitoramento e a rastreabilidade do produto, por meio do número identificador estampado no selo da caixa. As frutas poderão ser, então, identificadas desde a fonte de produção até o seu destino final, reforçando assim a importância do Receituário Agrônomo, bem como, a restrição "monitorada", a utilização apenas, de produtos registrados, para cada cultura, tanto no país de origem como no país importador e nos tratamentos fitossanitários (ANDRIGUETO e KOSOSKI, 2003).

Na fruticultura, o manejo integrado de doenças tornou-se componente fundamental da produção integrada, buscando produzir com qualidade, utilizando-se métodos alternativos na tentativa de reduzir o uso de agroquímicos, com o objetivo de reduzir ao mínimo a contaminação ambiental, visando a preservação da saúde da população e a sustentabilidade do sistema (ZAMBOLIM, 2002). Recomenda-se, também, a

aplicação do maior número de medidas objetivando o manejo integrado, priorizando os métodos naturais, biológicos e biotecnológicos, buscando minimizar o uso de agroquímicos sintéticos, que causam impactos ambientais e sua aplicação deverá ser feita quando for absolutamente necessária e oportuna, escolhendo sempre aqueles mais seletivos e específicos. Os princípios e as medidas de controle de doenças devem ser empregados de acordo com cada patossistema, e com as condições agroecológicas de cada região produtora ou até do pomar, sendo recomendado que se aplique o maior número de táticas visando o manejo integrado (VENTURA, 2003).

As estratégias de controle de doenças na pós-colheita em frutos compreendem: a) redução do potencial de inóculo – deve-se efetuar a eliminação de restos de cultura; manejo e tratamento fitossanitário adequados em pré-colheita; proceder a sanificação de caixas equipamentos, água de lavagem de frutos, câmaras de armazenamento; fazer a seleção rigorosa dos frutos evitando danos mecânicos; b) supressão do desenvolvimento de podridões; c) inativação de infecção por ferimentos; d) prevenção e erradicação (ECKERT e OGAWA, 1985).

## **1-Metilciclopropeno (1-MCP) no manejo integrado de doenças em pós-colheita**

Em meados da década de 90, o Dr. E. Sisler, da Universidade do Estado da Carolina do Norte, EUA, descobriu que alguns ciclopropenos desativavam a ação do etileno e que 1-MCP (1-metilciclopropeno) era o que mais apresentava possibilidades de se tornar comercial (SISLER e BLANKENSHIP, 1996; SISLER e SEREK, 1997), apresentando potencial para ser a mais eficiente e conveniente ferramenta no manejo dos efeitos adversos do etileno em flores, frutos e hortaliças (PEREIRA e BELTRAN, 2002).

MCP-1 inibe a percepção do etileno por ligar-se de maneira irreversível à proteína receptora do etileno (SISLER et al., 1996; CHITARRA e CHITARRA, 2005) retardando a maturação (FAUBION, 2000). Tem sido aplicado em alguns frutos climatéricos, tais como banana (GOLDING et

al., 1998; JIANG et al., 1999a; HARRIS et al., 2000), maçã (FAN et al., 1999; FAN e MATTHEIS, 1999; RUPASINGHE et al., 2000; MIR et al., 2001; DeELL et al., 2002), damasco (FAN et al., 2000), abacate (KLUGE et al., 2001; JEONG et al., 2002); melão (ALMEIDA et al., 2001), tomate (MORETTI et al., 2001; WILLS e KU, 2002), mamão (JACOMINO et al., 2002), graviola (LIMA et al., 2001), pinha (BENASSI et al., 2002), goiaba vermelha (KLUGE et al., 2000), inibindo a perda de firmeza dos frutos, retardando a mudança de cor, reduzindo a taxa respiratória e a produção de etileno, aumentando a vida útil na pós-colheita.

A maturação do fruto pode ser retardada por meio do uso de inibidores da produção e da ação de etileno (KENDE, 1993; ABDI et al., 1998). 1-MCP ( $C_4H_6$ ) é um gás que compete com o etileno pelos sítios de ligações nos receptores das membranas (SISLER e SEREK, 1997), podendo retardar ou inibir eventos da maturação como o amadurecimento e a senescência (ZAMBOLIM et al., 2002), dependentes daquele fitohormônio (JIANG et al., 1999b; VILAS BOAS, 2002a). Segundo Leverentz et al. (2003), teoricamente, frutos com grau de maturação retardada pelo 1-MCP (1-metilciclopropeno) seriam mais resistentes à deterioração por doenças na pós-colheita. No entanto, Ku et al. (1999) observaram que em frutos não-climatéricos 1-MCP pode aumentar, reduzir, ou não ter nenhum efeito no desenvolvimento de doenças em pós-colheita.

A comercialização do 1-MCP foi licenciada, em âmbito mundial, pela *Agrofresh Inc.*, subsidiária da *Rohm and Haas Company (Spring House, PA)*, com o nome comercial, *Smart Fresh*, para uso em comestíveis no tratamento na pós-colheita em frutos e hortaliças, e na forma comercial, *EthylBloc*, para plantas ornamentais. Estudos de toxicidade aguda, mutagenicidade e físico-químicos, conduzidos com o produto formulado, demonstram a segurança oferecida pelo produto. Além disso, possui modo de ação não-tóxico e é aplicado em doses extremamente baixas (ppb) (SISLER et al., 2001), não havendo expectativa de detecção de resíduos nos produtos tratados. É encontrado em formulações sólidas, como pó, que, em contato com a água, liberam o gás em aproximadamente uma hora, dependendo principalmente da temperatura.

É aplicado na forma gasosa, em condições herméticas, como salas de armazenamento, câmaras de refrigeração, *containers ou trailers*. Pode ser aplicado imediatamente após a colheita, durante o armazenamento e o transporte ou nos centros de distribuição. Para se obter o máximo de benefício no controle do amadurecimento e da senescência, o tratamento com 1-MCP deve ser feito o mais próximo possível da colheita. Muitos produtos vegetais podem ser beneficiados com a aplicação do 1-MCP, principalmente os climatéricos e aqueles sensíveis ao etileno (PEREIRA e BELTRAN, 2002).

1-MCP é registrado em muitos países, como a Argentina, Colômbia, Equador, Estados Unidos, África do Sul, por exemplo. No Brasil, está em processo de regularização (COCOZZA, 2003). Um kit, de um único passo, de uso fácil, está sendo desenvolvido para câmaras de armazenamento de maçãs e outras aplicações em grandes câmaras. Tudo o que o usuário necessita fazer é adicionar água, acionar um botão e fechar a câmara.

A maioria dos trabalhos realizados até agora utiliza uma formulação 0,14%, embora uma formulação 3,3% esteja sendo estudada e deva ser colocada no mercado, quando o produto for totalmente liberado. Essa última formulação, a qual requer menos água para ser ativada, oferece uma liberação mais eficiente em câmaras de armazenamento maiores (VILAS BOAS, 2002a, CHITARRA e CHITARRA, 2005).

1-MCP tem mostrado ser uma excelente ferramenta para retardar o amadurecimento e a maturação, mantendo a qualidade na fase de pós-colheita em frutos tropicais. Uma simples aplicação de 1-MCP pode proporcionar tempo suficiente para o transporte desses frutos a longas distâncias, assim como a opção de se utilizar meios de transporte com melhor custo/benefício. A combinação do uso de 1-MCP e o armazenamento em baixas temperaturas têm se mostrado como excelente opção para viabilizar a exportação marítima de várias frutas, abrindo assim novos mercados para os países produtores, como o Brasil (PEREIRA e BELTRAN, 2002; BLANKENSHIP e BOLE, 2003).



O fruto pode permanecer produzindo etileno, embora não exista resposta ao hormônio, a despeito da fonte. Em condições normais, o etileno se liga a uma molécula receptora, provavelmente, uma proteína de membrana, de onde surge a resposta. A ligação do etileno ao receptor sugere o encaixe de uma chave à fechadura, considerando-se o etileno como a chave e o receptor como a fechadura. Quando o etileno se liga ao receptor, é como se a fechadura destravasse e a porta abrisse. Com isso, é desencadeada uma cascata de reações associadas à qualidade e vida pós-colheita dos frutos. Quando 1-MCP está ocupando o sítio receptor, é impossível para o etileno se ligar a ele. É dessa forma que 1-MCP atua como um inibidor da ação do etileno em vegetais (VILAS BOAS, 2002a).

O período de ação do 1-MCP é limitado, visto que novos receptores do etileno vão sendo sintetizados dinamicamente, permitindo o normal amadurecimento dos frutos, preferivelmente, após o período de armazenamento. Aplicações sucessivas, mensais, por exemplo, de 1-MCP podem ser viáveis na manutenção da qualidade de frutos por longos períodos (VILAS BOAS, 2002a).

A afinidade de 1-MCP pelo receptor é, aproximadamente, dez vezes maior que a do etileno, sendo mais ativo em menores concentrações. 1-MCP influi na biossíntese de etileno em algumas espécies mediante inibição em feedback (SISLER e SEREK, 1997).

De modo geral, as respostas dependem da concentração e do tempo de exposição ao gás (SISLER e SEREK, 1997; JIANG et al., 1999b; JEONG et al., 2002), mas variam com a espécie (SISLER e SEREK, 1997; HARRIS et al., 2000), com o estágio de maturação (HARRIS et al., 2000), a cultivar (WATKINS et al., 2000; BARITELLE et al., 2001) e, principalmente, com a temperatura (SISLER et al., 1996; SISLER e SEREK, 1997; KU e WILLS, 1999) e sua duração (DONG et al., 2002).

Os perfis de segurança, toxicidade em relação ao ser humano, aos animais e ao meio ambiente são extremamente favoráveis. O composto é usado em pequenas dosagens, tem um modo de ação não-tóxico e é

quimicamente similar a substâncias que ocorrem naturalmente (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2002).

Aliado ao incremento na vida útil pós-colheita de vários frutos testados, a aplicação de 1-MCP assim como de outras substâncias inibidoras de ação do etileno, apresenta a vantagem de proteger o tecido não apenas da produção endógena do fitohormônio, mas também da exógena (FENG et al., 2000).

Diferentes fatores podem influenciar os tratamentos que utilizam o uso de 1-MCP em produtos hortícolas onde os principais são: concentração do gás 1-MCP necessário para saturar os receptores e competir com o etileno; tempo de aplicação do tratamento para que 1-MCP penetre nos tecidos vegetais; temperatura ideal para que o tratamento seja efetivo em determinado espaço de tempo; grau de maturação do produto pois 1-MCP não é ativo em maturação avançada. A exemplo de maturação, na banana, a aplicação de 1-MCP é efetiva no retardo do amadurecimento quando as frutas se encontram no pré-climatérico, coloração da casca entre 2 e 3, mas , torna-se difícil retardar o amadurecimento, se já estiver no climatérico, coloração da casca igual a 4. A aplicação de 1-MCP em níveis crescentes sobre a banana 'Prata-Anã' colhida no estágio verde demonstrou ser eficiente no retardo do amadurecimento, quando aplicado a 90 ppb (CHITARARA e CHITARRRA, 2005).

Blankenship e Dole (2003) observaram que a concentração efetiva de 1-MCP é baixa entre  $2,5 \text{ nL.L}^{-1}$  a  $1 \mu\text{L. L}^{-1}$ , e essa interage com a temperatura. 1-MCP é mais comumente aplicado a 20-25 °C, mas pode ser usado em baixas temperaturas em alguns produtos. Geralmente, a duração do tratamento de 12h-24 h é suficiente para alcançar a resposta completa, e a baixa concentração de 1-MCP aplicada por longa duração pode ser tão efetiva quanto a alta. Diversos fatores podem ser considerados no uso de 1-MCP, inclusive cultivar, estágio de desenvolvimento e período entre a colheita e o tratamento.

Dependendo da espécie que estiver sendo tratada, 1-MCP pode ter uma série de efeitos: sobre a respiração, produção de etileno, produção

de voláteis, degradação de clorofila e mudanças de outras cores, modificações nas proteínas e membranas, amaciamento dos tecidos, doenças e danos, acidez e açúcares (ABDI, 1998; FAN et al., 1999; JIANG, 1999a; KU e WILLS, 1999; JEONG et al., 2002; WILLS e KU, 2002).

Os resultados até agora obtidos sobre o efeito de 1-MCP em várias doenças na pós-colheita são ainda inconsistentes, e demonstram ser específico para cada espécie estudada. Em morango, a concentração de 1-MCP maior que  $15 \text{ nL.L}^{-1}$  elevou a podridão em frutos. É possível que tenha inibido algum metabólito benéfico receptor ou estimulado alguma característica indesejável, relacionada ao mecanismo de defesa natural da planta (KU et al., 1999).

Segundo Kluge et al. (2001), o tratamento com 1-MCP proporcionou aumento da vida de prateleira de frutos de goiaba vermelha cultivar Pedro Sato, de quatro para seis dias, para o estágio verde, e de dois para quatro dias, para o estágio meio maduro, apresentando níveis de incidência de podridões, causadas por fungos, significativamente inferiores aos não tratados, em ambos os estádios de tratamento.

Mangas 'Keitt' tratadas com 1-MCP e armazenadas em condições de mercado local, temperatura ambiente, com transporte terrestre ou marítimo refrigerados, apresentaram efetivo atraso no processo de amadurecimento, manutenção da firmeza da polpa, atraso na mudança de coloração externa e acúmulo de sólidos solúveis, havendo prevenção de perda de peso fisiológico, além de serem claramente menos afetadas pela antracnose (OSUNA-GARCIA e BELTRAN, 2001). O desenvolvimento de podridão também foi mais lento em frutos de damascos tratados com 1-MCP (PESIS et al., 2002). No entanto, 1-MCP apenas reduziu, mas não preveniu a podridão em frutos de maçã, especialmente sob temperaturas elevadas (MIR et al., 2001).

Tratamento de maçãs pré-climatéricas com o inibidor da ação do etileno (1-MCP) atrasa o amadurecimento de frutos (BARITELLE et al., 2001), e diminui o desenvolvimento de podridão induzida por patógenos durante o armazenamento. Em frutos não climatéricos, 1-MCP

pode aumentar, diminuir ou não ter efeito sobre o desenvolvimento de podridão induzida por patógenos (PORAT et al., 1999; MULLINS et al., 2000).

Mullins et al. (2000) constataram que em pomelo, embora o tratamento com 1-MCP tenha prevenido a infecção, ele não afetou o avanço de *P. digitatum* sobre o tecido do hospedeiro. No entanto, Hofman et al. (2001) observaram que 1-MCP estava associado ao aumento na incidência de manchas na epiderme de frutos de mamão e maçã, e que ocorreram podridões maiores em frutos de abacate, maçã e mamão comparados com frutos não tratados, e já com a podridão no talo de manga foi duas vezes maior em frutos tratados com 1-MCP do que em frutos não tratados.

Porat et al. (1999) observaram que frutos de laranja tratados com 1-MCP tinham maior incidência de podridão do que a testemunha, e os autores postularam que o etileno endógeno em frutos de laranja pode ser necessário para manutenção de mecanismos de defesa.

Em geral, frutos de maçãs tratados com 1-MCP mostraram maior incidência de lesões, porém, apresentaram severidade similar quando comparados com a testemunha, bem como frutos de maçã que não tinham sido tratados com 1-MCP após a colheita tiveram lesões do mesmo tamanho ou menor que aqueles tratados com 1-MCP (LEVERENTZ et al., 2003). Essa diferença foi pequena e decresceu com o tempo de armazenamento. Por outro lado, 1-MCP é conhecido como retardante de maturação, estando de acordo com a hipótese de que maçãs menos maduras seriam mais resistentes à podridão. Não ficou claro porque nesse estudo 1-MCP aumentou a incidência e o desenvolvimento de podridão, enquanto inibiu o amadurecimento dos frutos. No entanto, esses resultados estão em concordância com aqueles obtidos por Porat et al. (1999), para laranja, e por Ku et al. (1999), para morango, nos quais 1-MCP aumentou o desenvolvimento de podridão. Uma hipótese que poderia ser levantada, é que a reação de defesa induzida pelo etileno seria mais inibida, pelo tratamento com 1-MCP, do que a indução do processo de senescência.

Chitarra e Chitarra (2005) relatam que em maçãs, os principais benefícios do tratamento com 1-MCP são a manutenção do sabor, da firmeza e da suculência. Também, relatam que a resposta do 1-MCP depende da cultivar, podendo ser baixa ('McIntosh', 'Golden Delicious'); moderada ('Gala', 'Jonathan', 'Sunrise') ou elevada ('Fuji', 'Delicious', 'Empire'), sendo afetada pela maturidade da fruta e pela região de produção.

Os mesmos autores afirmam os efeitos do 1-MCP em pêras, retardando o amadurecimento, o amaciamento, a perda de acidez, além de prevenir ou reduzir sintomas de desordens fisiológicas, como a escaldadura senescente ou superficial e escurecimento interno, muito embora não reduzindo a suscetibilidade às desordens resultantes da exposição a baixas temperaturas ou elevação de CO<sub>2</sub>.

Nectarinas "Smart Red Gold" com 30 N de firmeza de polpa, depois de colhidas, e com produção de etileno de  $1 \text{ n g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , foram tratadas em recipiente plástico selado contendo  $1 \mu\text{L L}^{-1}$  (1 ppm) de 1-metilciclopropeno e, em seguida, estocadas numa câmara fria a 4 °C, durante três dias. Observou-se, ao fim do tratamento, controle na produção de etileno na fruta, tendo um aumento relativo na produção após a colheita, e que esse aumento foi provocado pela presença do químico. Mesmo assim, a fruta apresentou baixo conteúdo de sólidos solúveis, alta firmeza de polpa e acidez titulável (BREGOLI et al., 2005)

1-MCP inibiu a resposta de etileno, assim como o retardamento da senescência em frutos de loquat (CHONG CAI et al., 2006), laranja (PORAT et al., 1999), abacaxi (SELVARAJAH et al., 2001) e mandarim 'Clementine' (LAAMIM et al., 2005).

Em pêras japonesas, 1-MCP reduziu a expressão de uma dentre três PR-proteínas testadas (ITAI et al., 2000). Independente dos mecanismos envolvidos, 1-MCP aumentou discretamente a incidência e severidade, especialmente quando combinada com outros fatores de estresse usados nesse estudo.

Vilas Boas e Kader (2006) encontraram redução nas taxas de respiração e amadurecimento em resposta ao tratamento de 1-MCP ( $1\mu\text{L/L}$  por 6h a  $14\text{ }^\circ\text{C}$ ), em banana frescas em fatias, após processadas, mas sem influência para as taxas de produção de etileno e escurecimento.

Morangos 'Everest' tratados com 1-MCP em concentrações de 0 a  $1.000\text{ nL/L}$  por 2 h a  $20\text{ }^\circ\text{C}$  e 95-100% de umidade relativa, mantiveram a firmeza e coloração dos frutos, mas diminuíram a produção de etileno. No entanto, o desenvolvimento de doenças foi acelerado em frutos tratados com elevadas concentrações de 1-MCP (500 a  $1.000\text{ nL/L}$ ). O tratamento com 1-MCP inibiu a atividade da enzima fenilalanina amônia liase (FAL), bem como diminuiu o conteúdo de antocianina e compostos fenólicos. Comparativamente, baixos níveis de fenólicos em frutos tratados com a maior concentração de 1-MCP ( $1.000\text{ nL/L}$ ) contribuíram para o decréscimo no nível de resistência desses frutos (JIANG et al., 2001).

Sisler et al. (1996) verificaram que 1-MCP inibe a ação de etileno em plantas em concentrações muito baixas ( $\text{nL/L}$ ), e prolonga a vida de muitos frutos e legumes. Verificou-se que o tratamento com 1-MCP prolongou a vida pós-colheita de frutos de morango através do retardamento no apodrecimento. A resposta benéfica ocorreu, no entanto, somente em baixas concentrações, 1-MCP em alta concentração ( $500\text{ nL/L}$ ) aumentou a doença (KU et al., 1999; JIANG et al., 2001; WILLS e KU, 2002).

Para a principal doença detectada em frutos de morango, a podridão causada por *Rhizopus stolonifer*, o número de horas necessárias para atingir 10% de severidade foi reduzido por tratamentos com 1-MCP a 500 e  $1.000\text{ nL/L}$  comparado com frutos controle. Enquanto que, tratamentos a 100 e  $250\text{ nL/L}$  retardaram o início da podridão (JIANG et al., 2001).

Ku et al. (1999) também constataram o efeito deletério pelo aumento da deterioração no tratamento de frutos de morango tratados com elevadas concentrações de 1-MCP. Esses autores supõem que houve inibi-

ção de alguns metabólitos benéficos que participam de mecanismos de defesa natural das plantas. De acordo com Jiang et al. (2001), o menor conteúdo de compostos fenólicos em morangos tratados com 1-MCP foi considerado como o responsável pelo aumento na incidência de doença. A síntese de fitoalexina encontrada em cenoura foi inibida por 1-MCP, sendo constatado que o tratamento com 1-MCP aumentou a suscetibilidade a *B. cinerea* (FAN et al., 2000; DIAZ et al., 2002).

A FAL é uma enzima chave na biossíntese de fenólicos (CHENG e BREEN, 1991). O aumento na atividade da FAL caracteriza tecidos de plantas sujeitos a ferimentos e infecção (LIANG et al., 1989). Ecker e Davis (1987) observaram que a atividade da FAL pode ser induzida por tratamento com etileno. O rápido aumento na atividade da FAL em frutos de morango no controle após um dia a 20 °C, foi suprimido em frutos tratados com 1-MCP (CHENG e BREEN, 1991). O atraso no aumento em antocianina, e compostos fenólicos em frutos tratados com 1-MCP está provavelmente associado com a baixa atividade da FAL. Compostos fenólicos são ativos contra patógenos (NEMEC, 1976).

Desde que os controles alternativos não sejam de largo espectro e de menor eficiência que os químicos, a combinação de métodos alternativos poderá ser mais efetiva que a utilização de um método isoladamente (LEVERENTZ et al., 2003).

## **Métodos Físicos - Regulação**

Os meios físicos podem ser, também, usados no controle de doenças em pós-colheita, podendo atuar diretamente sobre os patógenos, bem como, de modo indireto, sobre a fisiologia do fruto, retardando os processos bioquímicos de amadurecimento e senescência, reduzindo a taxa respiratória e a transpiração, mantendo, conseqüentemente, a resistência do fruto ao ataque de microrganismos. Dentre eles, a refrigeração é o processo mais indicado para prolongar a vida pós-colheita de frutos, suprimindo ou retardando o desenvolvimento de patógenos (DURIGAN, 1999; PALAZÓN e PALAZÓN, 2000; BAKAI-GOLAN, 2001; BENATO, 2001; 2002; ADASKAVEG, 2002; KADER, 2002).

O manejo da temperatura é um fator tão crítico no controle de doenças em pós-colheita, que os demais métodos de controle do amadurecimento e das doenças são denominados, em alguns casos, de suplementares à refrigeração (SOMMER, 1982; CHITARRA e CHITARRA, 2005). Dentre os métodos de conservação disponíveis, a refrigeração é o mais utilizado e eficiente no armazenamento de frutos e hortaliças (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Métodos como, o controle ou a modificação da atmosfera, uso de ceras na superfície dos produtos, entre outros, não produzem bons resultados se não forem associados às baixas temperaturas (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Com a redução da temperatura, a atividade das enzimas envolvidas nas reações de síntese e de degradação após a colheita também diminui (WILLS, 1998). Entretanto, esse efeito não é uniforme para todas as mudanças fisiológicas e a temperatura ideal de armazenamento varia consideravelmente (LIMA, 2002). O manejo de temperatura é importante, tanto para reduzir a deterioração fisiológica e a perda de umidade, como para reduzir o progresso da doença nos tecidos do hospedeiro. A refrigeração é o processo mais indicado para prolongar a vida útil das frutas em pós-colheita. Sabe-se que as atividades metabólicas tanto do patógeno como do hospedeiro possuem processos que são regulados por faixas de temperaturas específicas. Geralmente, faz-se a estocagem de frutos em baixas temperaturas (ZAMBOLIM, 2002).

Apesar de o crescimento de muitas espécies fúngicas ser comprometido, alguns patógenos, conseguem desenvolver-se em baixas temperaturas. Assim, a refrigeração deve ser associada a boas condições sanitárias por meio de procedimentos de limpeza e desinfestação (ADASKAVEG et al., 2002; DELHOM, 1979). O efeito inibidor da temperatura sobre os patógenos é bastante variável, por exemplo, temperaturas inferiores a 10 °C inibem o desenvolvimento de *Colletotrichum*, *Aspergillus* e *Phytophthora*, porém, *B. cinerea* se desenvolve, ainda que lentamente, a 0 °C (TUSET, 1987). Parece haver, nesse caso, adaptação do patógeno à nova condição. Alguns fungos, como *Cladosporium*, e bactérias como *Pseudomonas*, podem crescer em temperaturas inferiores a -20 °C. Porém, no caso da maioria dos fungos, o crescimento é completamente paralisado a temperaturas próximas a 0° C. Mesmo



quando o hospedeiro é retirado da condição de resfriamento, o crescimento fúngico é reduzido, existindo casos em que ocorre a inativação do fungo. É o que ocorre com *Pythium* sp., que sofre completa inativação pelo congelamento em temperatura abaixo de 0 °C. O ataque de *R. stolonifer* durante o final da maturação de pêssegos é menor se esses forem previamente armazenados durante uma a duas semanas a 0 °C. O mesmo acontece com o morango em relação a *B. cinerea*, mesmo depois de ser retirado da refrigeração, o que sugere que esses patógenos sejam sensíveis ao congelamento (ZAMBOLIM, 2002).

A capacidade de amadurecimento de pêras, após vários períodos de armazenamento refrigerado, pode ser determinada pela produção externa de etileno. Se a produção externa de etileno estiver abaixo de níveis mensuráveis, não haverá pico climatérico na respiração e as pêras não amadurecem (CHEN e MELLENTHIN, 1981).

## Controle Químico

O controle das doenças, com produtos químicos visa a interposição de uma barreira efetiva entre as partes suscetíveis da planta e o inóculo do patógeno, evitando ou reduzindo a taxa de penetração e de colonização nos tecidos do hospedeiro. Essa proteção, no caso de doenças fúngicas, pode ser obtida pelo uso de fungicidas de contato, ou protetores, e pelos sistêmicos que podem atuar como curativos ou erradicantes (VENTURA, 2003).

Todos os fungicidas sistêmicos, em razão de sua capacidade de penetração e translocação dentro da planta, são capazes de agir curativamente (BENATO, 1999; ZAMBOLIM et al., 2002). Na prática, entretanto, observa-se que, sob o ponto de vista epidemiológico, os mais importantes princípios envolvidos são proteção e imunização. Proteção, porque, ao serem pulverizados, a maior parte dos resíduos fica depositada externamente, à espera do patógeno; imunização, porque a pequena porcentagem que penetra pode exercer ação fungitóxica dentro dos tecidos sadios dos hospedeiros. Essa multiplicidade de efeitos dos fungicidas sistêmicos deve-se a três características: especificidade de ação

ao âmbito citoquímico, absorção pela planta e capacidade de translocação dentro da planta. Efetivamente, todos os fungicidas sistêmicos inibem, seletivamente, processos metabólicos específicos, compartilhados apenas por grupos restritos de fungos, atuando tão somente contra os patógenos visados. A alta especificidade de ação leva à alta fungitoxicidade, aliada à absorção e à capacidade de translocação que leva ao efeito sistêmico (KIMATI, 1995).

No entanto, a seletividade, que permite o fungicida atuar sistemicamente, aumentando sua eficiência em relação aos não sistêmicos é, ao mesmo tempo, causa de sua vulnerabilidade. Fungos, como todos os organismos vivos, são geneticamente maleáveis e podem, através de mutações, tornarem-se resistentes a fungicidas específicos que atuam em um ou mais processos vitais (DELP, 1980). Essa pressão seletiva pode ser diminuída dentre outras estratégias, pelo uso de um segundo fungicida, em mistura, de preferência um inibidor específico, ou utilizá-los em seqüência, e não em mistura, quando a adaptabilidade da forma resistente é menor do que a sensível (DEKKER, 1981).

O problema da resistência aos fungicidas tem sido uma questão freqüente quando se pensa em controle de fungos fitopatogênicos, portanto o surgimento de novas moléculas de fungicidas exerce papel importante na solução para o problema da resistência de patógenos em pós-colheita, embora esses compostos não sejam tão eficientes quanto o thiabendazole e o benomyl (ZAMBOLIM, 2002).

## **Thiabendazole**

Empregado originalmente como anti-helmíntico na medicina humana, foi introduzido em 1964 no controle de doenças de plantas. Apresenta um amplo espectro de ação antifúngica, semelhante ao do benomyl, porém quantitativamente menos eficiente nas doenças que ambos controlam. É um dos poucos produtos permitidos em tratamento pós-colheita de muitos frutos (KIMATI, 1995). Atualmente, apenas o thiabendazole apresenta registro para o tratamento pós-colheita de frutos de melão no Brasil.

O thiabendazole é um fungicida sistêmico que atua sobre sítios específicos, inibindo a polimerização da tubulina e mitose, assim mutações em genes correspondentes possibilitariam o surgimento de raças resistentes (NAKAUNE et al., 1998; SPOTTS e CERVANTES, 1986).

Apesar da eficiência desse fungicida, é fundamental a inclusão de outros princípios ativos no programa de controle, uma vez que o uso continuado de um mesmo princípio ativo possibilita a seleção de estirpes resistentes aos patógenos (PRUSKY et al., 1985; ROSENBERG e MEYER, 1981). Segundo Spotts e Cervantes (1986), é comum o surgimento de raças de fungos resistentes a fungicidas do grupo dos benzimidazóis, como thiabendazole, de maneira que, nessas condições, as podridões são mais severas quando fungicidas dessa classe são utilizados no tratamento de frutos (SUGAR e POWERS, 1986).

### **Imazalil**

O imazalil é um inibidor da biossíntese de ergosterol, com ação protetora e curativa (TOMLIN, 1995; NAKAUNE et al., 1998). Faz parte do maior e mais importante grupo de compostos já desenvolvidos para o controle de doenças fúngicas de plantas e animais, exibindo vários graus de sistemicidade e, freqüentemente, altíssima potência antifúngica. Controla um amplo espectro de doenças causadas por ascomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos, não tendo ação sobre fungos como *Pythium* e *Phytophthora*, que não sintetizam esteróis. A grande vantagem desse grupo de fungicidas sistêmicos, além das consideradas, é a dificuldade de os patógenos sensíveis tornarem-se resistentes, sem serem afetados em sua adaptabilidade. É particularmente ativo contra raças de patógenos fúngicos resistentes a benzimidazoles (KIMATI, 1995), sendo recomendado no controle de amplo espectro de doenças fúngicas em frutos, hortaliças e ornamentais, bem como de patógenos em pós-colheita como *Fusarium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Phomopsis*, *Gloeosporium*, entre outros, de diversos frutos (TOMLIN, 1995).

### **Azoxystrobin**

O azoxystrobin é um princípio ativo do grupo das estrobirulinas desenvolvido a partir de compostos naturais produzidos por cogumelos,

que atua na inibição da respiração mitocondrial de fungos, impedindo a transferência de elétrons entre o “citocromo b” e o “citocromo c” da cadeia respiratória (BARLETT et al., 2002).

A síntese do azoxystrobin foi iniciada utilizando um grupo de produtos naturais. Sua origem remonta aos anos 70, quando pesquisadores descobriram que substâncias naturais, produzidas por certos cogumelos comestíveis que crescem em florestas européias, possuíam propriedades fungicidas. Esses fungicidas naturais ajudam os cogumelos a competir com outros fungos pelos nutrientes do substrato. A partir dos anos 80, alguns desses produtos naturais, como a “oudemansina A” e a “estrobirulina A”, foram testados para controle de fungos fitopatogênicos em Jealott’s Hill, na Inglaterra. Foram observadas indicações promissoras de controle de doenças, o que estimulou um programa de síntese química, para criar substâncias análogas, com atividade fungicida melhorada e propriedades físicas otimizadas, com maior fotoestabilidade e menor volatilidade. Nesse processo foi descoberto o azoxystrobin, selecionado dentre 1.400 compostos sintetizados. Combina altos níveis de atividade fungicida com uma excelente seletividade para as culturas, mantendo ainda baixos níveis de toxicidade para os mamíferos e um perfil ambiental favorável (ZENECA AGRÍCOLA, 1998). Apresenta um amplo espectro de controle contra ascomicetos, basidiomicetos, deuteromicetos e oomicetos, com altos níveis de atividades intrínsecas em baixas doses (BARLETT et al., 2002).

Em virtude de seu modo de ação, o azoxystrobin é efetivo contra patógenos que desenvolveram sensibilidade reduzida a outros fungicidas, bem como não apresenta resistência cruzada com os inibidores de ergosterol e benzimidazol. Atua preventivamente, inibindo a germinação de esporos e os estágios iniciais do desenvolvimento dos fungos, possuindo ação curativa e erradicante, atuando em estádios pós-germinação do ciclo de vida de grande número de fungos. Confere, também, ação antiesporulante, reduzindo a produção de esporos de fungos. A movimentação do produto ocorre de maneira equilibrada, uma vez que a absorção se faz de forma gradual e constante, sendo que parte do produto permanece ativa na superfície do vegetal combatendo preven-

tivamente novas infecções. Ao ser absorvido, o produto difunde-se, de forma translaminar, para alcançar o sistema vascular e transloca-se pelo xilema (BARLETT et al., 2002).

Apesar de a produção integrada não excluir nenhum método de controle, a aplicação de agroquímicos deve ser realizada quando for absolutamente necessária e oportuna. A tendência atual da agricultura é a de apenas utilizar produtos fitossanitários mais seletivos e específicos, menos agressivos ao meio ambiente.

## Sanitização

Atualmente, há uma tendência crescente à restrição de uso de qualquer tratamento químico em pós-colheita, visto que o uso de fungicidas nesse período é o principal fator de contaminação química de frutos. Soma-se a isso, ao declínio da eficiência dos principais princípios ativos registrados para o controle químico de podridões em pós-colheita, devido ao aumento e predomínio de isolados resistentes dos principais patógenos envolvidos nas podridões (JANISIEWICZ e KORSTEN, 2002).

Grande atenção tem sido dada ao uso de produtos sanitizantes que apresentem efeito no controle de doenças em pós-colheita, sem risco à saúde humana. O cloro, na forma de hipoclorito, como microbiocida, é muito utilizado como desinfestante e sanitizante, porém, seu uso está diminuindo devido ao perigo que os produtos das reações de cloração, trihalometanos, podem causar à saúde humana, além da rápida perda da ação fungistática na presença de substâncias orgânicas que modificam o pH da solução. Por isso, alternativas para o uso do hipoclorito vêm sendo estudadas, entre as quais, o dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ). Esse produto é aprovado pela Food and Drug Administration (FDA, CFR 173.300/ CFR 1781010), para uso na potabilização da água e na lavagem de frutos e hortaliças, reconhecido como um sanitizante seguro, mais estável e não corrosivo (MARI et al., 1999). O dióxido de cloro apresenta as seguintes vantagens, ser efetivo em pH neutro, desinfestante em meio ácido, não ser oxidante, mais solúvel que o cloro e não formar compostos halometanos (DEGANI, 1975).

O dióxido de cloro é um efetivo agente antimicrobiano, bactericida, fungicida, algicida, com propriedades desodorizantes e descorantes. Possui propriedade de oxigenação sem cloração, destruindo os microrganismos e reagindo com a estrutura da célula, por meio de uma reação de equilíbrio próprio e aceleração do metabolismo em prejuízo do crescimento celular, além de não desenvolver formas resistentes. Quando se desprende de sua forma estabilizada, tem 2,6 vezes maior poder germicida do que o cloro gasoso, sendo dez vezes mais estável na água, mantendo um residual uniforme, mesmo quando diluído, superando em muito o cloro residual dos hipocloritos (DEGANI, 1975).

Mari et al. (1999) observaram que a germinação de conídios de *Monilinia laxa* foi totalmente inibida por dióxido de cloro a 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , independente da duração do tratamento. Em doses menores, observou-se relação entre essas doses e duração do tratamento. Na dosagem de 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  a germinação foi inibida após um minuto de contato com os conídios.

Há na literatura diversas citações de uso de dióxido de cloro no controle de patógenos em pós-colheita, tais como *B. cinerea*, *Mucor piriformis* e *P. expansum* (SPOTTS e PETERS, 1980); bem como no controle de bactérias e fungos em diversas culturas, como pêra, pêssego e ervilha (ROBERTS e REYMOND, 1994; SPOTTS e PETERS, 1980; SOZZI e GORINI, 1982; WELCH e FOLINAZZO, 1959).

Além disso, tem-se observado que concentrações biologicamente ativas de dióxido de cloro podem contribuir de maneira eficaz na água de lavagem de frutos, reduzindo os níveis de conídios, dispensando a utilização de pesticidas (MARI et al., 1999) podendo, também, contribuir efetivamente na degradação de defensivos em frutas frescas, tal como o mancozeb, reduzindo a quantidade de resíduos químicos (HWANG et al., 2001).

De maneira geral, as concentrações de cloro livre usadas para a sanitização de frutas frescas são de 50 a 200 mg/L, pH entre 5 e 7, durante 3 a 20 minutos de exposição do produto ionizante (VANETTI,

2000; OLIVEIRA et al., 2003). Vários autores relatam a importância do controle do pH na solução sanitizante para a eficiência da operação (HURST, 1995; VANETTI, 2000; OLIVEIRA et al., 2003; DELAQUIS et al., 2004, LUND et al., 2005).

## Considerações Finais

Os patógenos em pós-colheita de melão, principalmente os quiescentes causam apreensão aos atacadistas, varejistas e, principalmente, aos importadores de frutas, uma vez que os sintomas das doenças aparecerão durante o armazenamento e transporte, em frutas aparentemente saudáveis no embarque, podendo causar perdas drásticas.

De maneira geral, o controle atual dessas doenças em pós-colheita tem sido feito com a utilização massiva de fungicidas, algumas vezes sem registro para a cultura, em virtude de haver poucos produtos registrados para tal cultura, acarretando a contaminação química dos produtos, com o risco de serem rejeitados pelos importadores, bem como causando o aparecimento de raças resistentes de fitopatógenos.

No entanto, é grande a pressão do mercado importador, no sentido de limitar cada vez mais o tratamento pós-colheita de melão com fungicidas, por meio da redução drástica no limite máximo de resíduo (LMR) desses produtos.

Portanto, a redução ou eliminação de agrotóxicos no controle das doenças pós-colheita é hoje um imperativo econômico e não mais uma opção.

Nesse contexto, para manter a sustentabilidade e a viabilidade econômica da cultura, é fundamental que se invista em pesquisas estratégicas de controle alternativo das podridões em melão, utilizando de maneira integrada tecnologias “limpas”, buscando reduzir, ou mesmo eliminar riscos de contaminação química, garantindo a qualidade do melão, preservando a saúde da população, assegurando assim a sua competitividade.

# Referências

ABDI, N.; MCGLASSON, W. B.; HOLFORD, P.; WILLIAMS, M.; MIZRAHI, Y. Responses of climateric and suppressed climateric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.14, n.1, p.29-39, 1998.

ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALTVEIT, M. E. J. **Ethylene in plant biology**. San Diego: Academic Press, 1992.

ADASKAVEG, J. E.; FÖSTER, H; SOMMER, N. E. Principles of postharvest pathology and management of decays of edible horticultural crops. In: KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. Davis: UC Regents, 2002. p. 163-195.

AGRIOS, G. N. Environmental effects on the development of infectious plant disease. In: AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5 ed., Amsterdam: Elsevier, 2005. cap. 7, p.249-263.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1997. 635p.

ALEXANDER, L.; GRIERSON, D. Ethylene biosynthesis in action and tomato: a model for climateric fruit ripening. **Journal of Experimental Botany**, v.53, p. 2039-2055, 2002.

ALMEIDA, A. S.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B. Conservação de melão cantaloupe 'acclaim' submetido à aplicação pós-colheita de 1-MCP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.19, jul., 2001. Suplemento.1 CD-ROM.

ALMEIDA, J. G. de F. Barreiras às exportações de frutas tropicais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. 7-10, 2002.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOSCA, J. L. Colheita e pós-colheita de anonáceas. In: SÃO-JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B; MORAIS, O. M; REBOUÇAS, T. N. H. **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1997. p. 240-256.



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

ARGENTA, L. C. **Conservação da qualidade e respostas fisiológicas de caqui ao inibidor da ação do etileno 1-MCP**. Caçador: EMATER-SC.Estação Experimental de Caçador, 2000. Relatório Técnico apresentado a Rohm and Haas Co.

BARITELLE, A. L.; HYDE, G. M.; FELLMAN, J. K.; VARITH, J. Using 1-MCP to inhibit the influence of ripening on impact properties of pear and apple tissue. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, p.153-160, 2001.

BARKAI-GOLAN, R. **Postharvest diseases of fruits and vegetables**: development and control. Amsterdam: Elsevier, 2001. 432p.

BARLETT, D. W.; CLOUGH, J. M.; GODWIN, J. R.; HALL, A. A.; HAMER, M.; PARR-DOBZANSKI, B. The strobilurin fungicides. **Pest Management**, Oak St., v.58, p.649-662, 2002.

BARRETO, R. W.; EVANS, H. C. The mycoflora of *Chromolaena odorata* in the neotropics and the potential for biological control. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON BIOLOGICAL CONTROL AND MANAGEMENT OF *C. Odorata*, 3., 1988, Tailândia. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.cpitt.uq.edu.au/chromolaena/siamhome.html>>. Acesso em: 12 nov. 2002.

BELL, A. A. Biochemical mechanisms of disease resistance. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.32, p.21-81, 1981.

BENATO, E. A. Controle de doenças de pós-colheita em frutas tropicais. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v.25, p.90-93, 1999.

BENATO, E. A. Meios físicos de controle de doenças pós-colheita em frutos e indução de resistência. **Fitopatologia Brasileira**, São Paulo, v.26, p.258, 2001. Suplemento.

BENATO, E. A. A indução de resistência no controle de doenças pós-colheita de doenças pós-colheita: frutas e hortaliças. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM PLANTAS CONTRA FITOPATÓGENOS, 1., 2002, São Paulo: **Palestras...** Piracicaba: ESALQ.USP, 2002. p.29-31.

BENASSI, G.; CORREA, G. A. S. F.; KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P. Shelf-life of custard apple treated with 1-methylcyclopropene – an antagonist to the ethylene action. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 45, n. 5, 2002.

BIALE, J. B.; SHEPHERD, A. D. Respiration of citrus fruits in relation to metabolism of fungi. 1. Effects of emanation of *Penicillium digitatum*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 60, p. 402-406, 1941.

BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, p.1-25, 2003.

BLEECKER, A. B.; KENDE, H. Ethylene: a gaseous signal molecule in plants. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, Palo Alto, v.16, p.13-18, 2000.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. Secretaria de Comércio Exterior. **Brasil 2005**. Disponível em: <<http://portaldoeexportador.gov.br>>. Acesso em: 19 jun. 2005.

BREGOLLI, A. M.; ZIOSI, V.; BIONDI, S.; RASORI, A.; CICCIONI, M.; COSTA, G.; TORRIGIANI, P. Postharvest 1-methylcyclopropene application in ripening control of 'Start Red Gold' nectarines: Temperature-dependent effect on ethylene production and biosynthetic gene expression, fruit quality, and polyamines levels. **Postharvest Biology and Technology**, v. 37, p.111-121, 2005.

CANTWELL, M. **Properties and recommended conditions for storage of fruits and vegetables**. Disponível em: <[http://postharvest.ucdavis.edu/produce/storage/prop\\_lm.html](http://postharvest.ucdavis.edu/produce/storage/prop_lm.html)>. Acesso em: 30 mar. 2001.

CAPELLINI, R. A.; CEPONIS, M. J. Postharvest losses in fresh fruits and vegetables: postharvest losses in perishable crops. In: MOLIE, H.E. (Ed.). **Postharvest pathology of fruits and vegetables: postharvest losses perishable crops**. Berkeley: University of California. Agricultural Experiment Station, 1984. p.24-30.

CARRARO, A. F.; CUNHA, M. M. da. **Manual de exportação de frutas**. Brasília, DF: MAA-RA.SDR:FRUPEX:ILCA, 1994. 254p.

CEARÁ. Secretaria de Agricultura e Pecuária. **Sistema de informação gerencial agrícola**. Conjuntura melão: exportações cearenses, 2003. BPA nº 11. Disponível em: <<http://www.seagri.ce.gov.br/siga.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2003.

CEARÁ. Secretaria de Agricultura e Pecuária. **Exportações do agronegócio cearense em 2004**. Disponível em: <<http://www.seagri.ce.gov.br/siga.htm>>. Acesso em: 5 maio 2006.

CHAPPELL, J.; HAHNBROCK, K.; BOLLER, T. Rapid induction of ethylene biosynthesis in cultured parsley cells by fungal elicitor and its relationship to the induction of phenylalanine ammonia-lyase (*Phytophthora megasperma*). **Planta**, Berlin, v.161, p.475-480, 1984.

CHEN, P.M.; MELLENTHIN, W.M. Effects of harvest date on ripening capacity and postharvest life of d'Anjou pears. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.106, p.38-42, 1981.

CHEN, P. M.; SPOTTS, R. A.; VARGA, D. M.; CERVANTES, L. A. Ripening behavior and combined fungicide and prestorage heat effects on decay control of 'Bosc' pears in air or step-wise low oxygen storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, p. 235-248, 1995.

CHENG, W.; BREEN, P. J. Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria**, v.116, p. 865-869, 1991.

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

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHONG, C.; KUNSONG, C.; WENPING, X.; WANGSHU, Z.; XIAN, L.; FERGUSON, I. Effect the 1-MCP on postharvest quality of loquat fruit. **Postharvest and Biology Technology**, v. 40. p.155-162, 2006.

CIARDI, J. A.; TIEMAN, D. M.; JONES, J. B.; KLEE, H. J. Reduced expression of the tomato ethylene receptor gene LeETR4 enhances the hypersensitive response to *Xanthomonas campestris* pv. vesicatoria. **Molecular Plant-Microbe Interaction**, St. Paul, v.14, p. 487-495, 2001.

COCOZZA, F. D. M. **Maturação e conservação de manga 'Tommy Atkins' submetida à aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropeno**. 2003. Tese (Doutorado) - UNICAMP, Campinas.

COLARES, J. S. **Uso de defensivos naturais no tratamento pós-colheita do pedúnculo do melão**. 2000. 23f. Monografia (Atividade supervisionada) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

COURSEY, D. G. Postharvest losses perishable foods of the developing world. In: MORRIS, L. (Ed.). **Postharvest physiology and crops preservation**. New York: Plenum, 1983. p. 485-513.

DEGANI. Divisão Química. **Anthium dioxide**. Porto Alegre, 1975. não paginado. (Boletim -D30).

DEKKER, J. Strategies for avoiding resistance to fungicides. In: JENKINS, J. F.; PLUMB, R. T. **Strategies for the control of cereal diseases**. Oxford: Blackwell, 1981. p.123-133.

DELAQUIS, P. J.; FUKUMOTO, L. R.; TOIVONEN, P. M. A.; CLIFF, M. A. Implications of wash water chloronation and temperature the microbiological and sensory proprieties of fresh-cut iceberg letucce. **Postharvest Biology and Technology**, v. 31, p. 81-91, 2004.

DELHOM, M. J. **Limpieza y desinfección de cámaras frigoríficas**. Madrid: Ministério de Agricultura, 1979. 34 p.

DeELL, J. R.; MURR, D. P.; PORTEOUS, M. D.; RUPASINGHE, V. R. Influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 24, p. 349-353, 2002.

DELP, C. P. Coping with resistance to plant disease control agents. **Plant Disease**, St. Paul, v. 64, p. 652-657, 1980.

DIAZ, J.; HAVE, A. ten.; KAN, J. A. L. van. The role of ethylene and wound signaling in resistance of tomato to *Botrytis cinerea*. **Plant Physiology**, Rockville, v.129, p.1341-1351, 2002.

DHINGRA, O. D. Patologia pós-colheita. **Informe Agropecuario**, Belo Horizonte, v.11, n. 122, p. 46-50, 1985.

DONG, L.; LURIE, S.; ZHOU, H. W. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Canino' apricots and "Royal Zee" plums. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, n.2, p.135-145, 2002.

DRUSCH, S.; RAGAB, W. Mycotoxins in fruits, fruit juices, and dried fruits. **Journal Food Protection**, Ames, v. 66, p. 1514-1527, 2003.

DURIGAN, F. J. Uso da modificação da atmosfera no controle de doenças. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 25, n.1, p.83-88, 1999.

ECKER, J. R.; DAVIS, R. W. Plant Defense genes are regulated by ethylene. **Proceedings of National Academy of Science**, Washington, v. 84, p. 5202-5206, 1987.

ECKERT, J. W. Control of postharvest diseases. In: SIEGEL, M.R.; SISLER, H.D. **Antifungal compounds**. New York: Marcel Dekker, 1977. v. 1, p. 269-293.

ECKERT, J. W. Postharvest diseases of the fresh fruits and vegetables: etiology and control. In: HAARD, N. F.; SALUNKHE, D. K. (Ed.). **Postharvest biology and handling of fruit and vegetables**. West-post: The Avi, 1980. p. 81-117.

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

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY FEDERAL REGISTER. v. 67, n.144, p. 48796-48800, 2002.

ESQUERRÉ TUGAYÉ, D.T.; LAMPORT, A. Cell surface in plant-microorganism interactions. I. A structural investigation of cell wall hydroxyproline-rich glycoproteins which accumulate in fungus-infected plants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 64, p. 320-326, 1979.

FAN, X.; ARGENTA, L.; MATTHEIS, J. P. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage of apricots. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 2, p.135-142, Sept. 2000.

FAN, X.; BLANKENSHIP, S. M.; MATHEIS, J. P. 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.124, n. 6, p. 690-695, 1999.

FAN, X.; MATTHEIS, J. P. Impact of 1-Methylcyclopropene and Methyl Jasmonate on apple volatile production. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Columbus, v. 47, n. 7, p. 2847-2853, 1999.

FAN, X.; MATTHEIS, J. P.; ROBERTS, R. G. Biosynthesis of phytoalexin in carrot root requires ethylene action. **Physiologia Plantarum**, Bornholm, v. 110, p. 450-454, 2000.

FAUBION, D. Could new ethylene inhibitor work on fruit? **Good Fruit Grower**, Pensilvania, v. 50, n. 95, abr. p.18, 2000.

FENG, X.; APELBAUM, A.; SISLER, E. C.; GOREN, R. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1- methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, p. 43-150, 2000.

FINGER, F.; VIEIRA, G. Fisiologia pós-colheita de frutos tropicais e subtropicais. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa: UFV, 2002. cap. 1, p.1-30.

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. R. A.; BRECHT, J. K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 52, n., p. 99-119, 2002.

FUKUDA, H.; KITAJIMA, H.; TANASE, S. Ethylene production by micro-organisms. **Advanced Microbiology Physiology**, Japan, v. 35, p. 275-306, 1993.

GADELHA, J. C. **Controle preventivo e curativo da podridão pós-colheita de frutos de melão com produto alternativo**. 2002. 37 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

GANE, R. Production of ethylene by some ripening fruits. **Nature**, London, v.134, p.1008, 1934.

GRANGEIRO, L. C. Qualidade de híbridos de melão amarelo em diferentes densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, v.17, n. 2, p. 110-114, 1999.

GOLDING, J.B.; SHEARER, D.; WYLLIE, S.G.; MCGLASSON, W.B. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.14, n.1, p. 87-98, sept.1998.

HARRIS, D. R.; SEBERRY, J. A.; WILLS, R. B. H.; SPOHR, L. J. Effect of fruit maturity on efficiency of-methylcyclopropene to delay the ripening of bananas. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 3, p. 303-308, nov., 2000.

HARTUNG, J. S. BURTON, C. L.; RAMSDELL, D. C. Epidemiological studies of blue- berry anthracnose disease caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 71, p. 449-453, 1981.

HOFMAN, P. J.; JOBIN-DÉCOR, M.; MEIBURN, M.; MACNISH, G. F.; JOYCE, D. C. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.41, p.567-572, 2001.

HOFMAN, T.; SCHIMIDT, J. S.; ZHENG, X.; BENT, A. F. Isolation of ethylene insensitive soybean mutants that are altered in pathogen-susceptibility and gene-for-gene disease resistance. **Plant Physiology**, Rockville, v.119, p. 935-949, 1999.

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

HUBER, D. J. The role of cell wall hidrolases in fruit softening. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 5, p.196-219, 1983.

HURST, W. C. Sanitation of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience** v. 30, p. 22-24, 1995.

HWANG, E. S.; CASH, J. N.; ZABIK, M. J. Postharvest treatment for the reduction of mancozeb in fresh apples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, New York, v. 49, p. 3127-3132, 2001.

IBRAF. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.ibraf.or.br/x-es/f-esta.html>>. Acesso em: 6 jun. 2006.

IBRAF. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.ibraf.or.br/x-es/f-esta.html>>. Acesso em: 2 maio 2005.

ILAG, L.; CURTIS, R. W. Production of ethylene by fungi, **Science**, Washington, v.159, p.1357-1358, 1968.

ITAI, A.; TANABE, K.; TAMURA, F.; TANAKA, T. Isolation of cDNA clones corresponding to genes expressed during fruit ripening in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai): involvement of the ethylene signal transduction pathway in their expression. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, p.1163-1166, 2000.

JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; CASTRO, P. R. de C.; BRACKMANN, A. Controle do amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 303-308, abr./jun. 2002.

JANISIEWICZ, W. J.; KORSTEN, L. Biological control of postharvest diseases of fruit. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 40, p. 411-441, 2002.

JARVIS, W.R. Latent infections in pre and postharvest environment. **HortScience**, Alexandria, v.29, n. 7, p. 749-751, 1994.

JEFFRIES, P.; DODD, J. C.; JEGER, M. J.; PUMBLEY, R. A. The biology and control of *Colletotrichum* species on tropical fruit crops. **Plant Pathology**, London, v. 39, p. 343-366, 1990.

JEONG, J.; HUBER, D. J.; SARGENT, S. A. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.25, p.241-256, 2002.

JIANG, Y.; JOYCE, D. C.; MACNISH, A. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.16, p.187-193, 1999a.

JIANG, Y.; JOYCE, D. C.; MACNISH, A. Responses of banana fruit treatment with 1-methylcyclopropene. *Journal of Plant Growth Regulation*, Dordrecht, v.28, p.77-82, 1999b.

JIANG, Y.; JOYCE, D. C.; TERRY, L. A. 1-Methylcyclopropene treatment affects strawberry fruit decay. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, p. 227-232, 2001.

KADER A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. Reviside: UCREgents, 2002. 535p.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California. Division of Agriculture and Natural Resources, 1992. 296 p. (Publication, 3311).

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Avi Book, 1991. 532 p.

KENDE, H. Ethylene biosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 44, p. 283-307, 1993.

KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. v.1, p.761-785.

KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P.; CASTRO, P. R. C. de. Controle do amadurecimento e senescência de goiaba vermelha tratada com *ethylbloc* (1-MCP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., Fortaleza, 2000. **Resumos...** Fortaleza: SBF, 2000. p.292.

KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P.; OJEDA, R. M.; BRACKMANN, A. Retenção do amarelecimento de abacate com 1-metilciclopropeno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus, **Resumos...** Campinas: UNICAMP, 2001.

KNIGHT, S. C.; ANTHONY, U. M.; BRADY, A. M.; GREELAND, A. J.; HEAMY, S. P.; MURRAY, D. C.; POWEL, K. A.; SCHULZ, M. A.; SPINKS, C. A.; WORTHINGTON, P. A.; YOULE, D. Rationale and perspectives in the development of fungicides. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 35, p. 349-372, 1997.

KNOESTER, M.; LOON, L. C. van; HEUVEL, J. van; HENNIG, J.; BOL, J. F.; LINHORST, H. J. M. Ethylene-insensitive tobacco lacks nonhost resistance against soil-borne fungi. **Proceedings of National Academy of Science**, Washington, v.95, p.1933-1937, 1998.

KU, V. V. V.; WILLS, R. B. H. Effect 1-methylcyclopene on the storage life of broccoli. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.17, p.127-132, 1999.

KU V.V.V.; WILLS, R.B.H.; BEN-YEHOSHUA. 1-methylcyclopropene can differentially affect the postharvest life of strawberries exposed to ethylene. **HortScience**, Alexandria, v. 34, p.119-120, 1999.

LAAMIM, M.; OUBAHOU, A. A.; BENICHOUE, M. Effect of the 1-methylcyclopropene on the quality of the clementine mandarin fruit at ambient temperature. **Journal Food Agriculture & Environment**. v. 3, p. 34-36, 2005.

LELIÈVRE, J. M.; LATCHÈ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Ethylene and fruit ripening. **Plant Physiology**, Rockville, v.101, p. 727-739, 1997.

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**, Amsterdam, v.27, p.221-233, 2003.

LIANG, M. D.; DRON, M.; CRAMER, C. L.; DIXON, R. A.; LAMB, C. J. Differential regulation of phenylalanine ammonia-lyase genes during plant development and by environmental cues. **Journal of Biological Chemistry**, Rockville, v.264, p.14486-14492, 1989.

LIMA, M. A. C. de. **Alterações bioquímicas e fisiológicas durante a maturação e o armazenamento de graviola sob refrigeração associada a 1-metilciclopropeno e cera.** 2002. 208 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.



LIMA, M. A. C. de; ALVES, R. E.; FILGUEIRA, H. A.; PEREIRA, M. G. C.; ALMEIDA, A. S.; ENEAS FILHO, J. Alterações durante a maturação de graviola (*Annona muricata* L.) submetida a aplicação pós-colheita de 1-MCP. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 45, n.1, p.1-5, 2001.

LUND, G. D., PETRINI, L. A., ALEIXO, J. A. G., ROMBALDI, C. V. Uso de sanitantes na redução da carga microbiana de mandioca minimamente processada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p.1431-1435, nov./dez. 2005.

LUNDI, S. T.; STALL, R. E.; KLEE, H. J. Ethylene regulates the susceptible response to pathogen infection in tomato. **Plant Cell**, Baltimore, v.10, p.371-382, 1998.

MADDEN, L. V. Rainfall and the dispersal of fungal plants spores. **Advances Plant Pathology**, London, v. 8, p. 39-79, 1992.

MAFFIA, L. A. Epidemiologia de doença em pós-colheita. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS, 2., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: NEFIT:UFLA, 2002. p.37-39.

MARI, M.; CEMBALI, T.; BARALDI, E.; CASALINI, L. Peracetic acid and chlorine dioxide for postharvest control of *Monilinia laxa* in stone fruits. **Plant Disease**, St Paul, v. 83, p.773-776, 1999.

MARI, M.; GUIZZARDI, M. The postharvest phase: emerging technologies for the control of fungal diseases. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 26, p. 59-66, 1998.

McGLASSON, W. B. Ethylene and fruit ripening. **Hortscience**, Alexandria, v. 20, p.51-54, 1985.

McMURCHIE, E. J.; McGLASSON, W. B.; EAKS, I. L., Treatment of fruit with propylene gives information about the biogenesis of ethylene. **Nature**, v. 237, p. 235-236, 1972.

MENEZES, J.B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo Galia durante a maturação e o armazenamento**. 1996, 157 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MIR, N. A.; CURREL, E.; KHAN, N.; WHITAKER, M.; BEAUDRY, R.M. Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness sensitivity retention and chlorophyll fluorescence of 'Redchief Delicious' apples. **Journal of American Society of Horticulture Science**, Alexandria, v.126, p.618-624, 2001.

MORANDI, M. M. B. Avanços no controle biológico de doenças em pós-colheita. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS, 2., 2002, Lavras: **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p. 71-78.

MORETTI, C. L.; ARAÚJO, A. L. ; MAROUELLI, W. A. ; SILVA, W. L. C. Schedulling

tomato fruit ripening with 1-methylcycloprene. **Proceedings of the Florida State and Horticultural Science**, Stuart, v. 114, p. 118-121, 2001.

MULLINS, E. D.; McCOLLUM T. G.; McDONALD, R. E. Consequences on ethylene metabolism of inactivating the ethylene receptor sites in diseased non-climateric fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.19, p.155-164, 2000.

NAKAUNE, R.; ADACHI, K.; NAWATA, O.; TOMIYAMA, M.; AKUTSU, K.; HIBI, T. A novel ATP-binding cassette transporter involved in multidrug resistance in the phytopathogenic fungus *Penicillium digitatum*. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, D.C., v.64, p.3983-3988, 1998.

NASCIMENTO, L. M. **Efeito da aplicação de etileno como inibidor do desenvolvimento de doenças fúngicas durante ao pós-colheita de frutos cítricos**. Disponível em: <www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais\_xvii\_cbf/poscolheita/143.htm.>. Acesso em: 11 jul.2006.

NEMEC, S. Responses of three root fungi to strawberry phenolics and relation of phenolics to disease resistance. **Mycopathology**, Berlin, v. 59, p. 37-40, 1976.

OLIVEIRA, M. A.; PANTAROTO, S.; CEREDA, M. P. Efeito da sanitização e de agente antioxidante em raízes de mandioca minimamente processadas. **Brazilian Journal of Food Technonology**, v. 6, p. 339-344, 2003.

OSUNA-GARCIA, J. A.; BELTRAN, A. **Scale-up/demo trials with SmartFresh for extending the postharvest quality of mangoes under Mexican semi-commercial conditions**. Santiago Ixcuintla, Nayarit-Mexico: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria, 2001. Relatório Técnico apresentado a Rohm and Haas Co.

PALAZÓN, I; PALAZÓN, C. F. Micosis de los productos cosechados. In: Llácer, g.; López, M.M.; Trapero, A; Bello, A. (Ed.) **Patologia vegetal**. 2. ed. Valencia: Phytoma-España, 2000. tomo 2, p.967 -994.

PANGBORN, R. M. Relative taste intensities of selected sugars and organic acids. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, p. 726-733, 1963.

PEREIRA, W. S. P.; BELTRAN, A. Mecanismos de ação e uso de 1-MCP – bloqueador da ação de etileno, visando prolongar a vida útil das frutas. In: ZAMBOLIM L. (Ed.). **Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa: UFV, 2002. p. 31-42.

PESIS, E., ACKERMAN, M.; BEN-ARIE, R.; FEYGENBERG, O.; FENG, X.; APELBAUM, A.; GOREN, R.; PRUSKY, D. Ethylene involvement in chilling injury symptoms of avocado during cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, p.171-181, 2002.

POINTER, D.; BALAGUE C.; ROBY, D. The hypersensitive response. A programmed cell

death associated with plant resistance. **Comptes Rendus de L'académie des Sciences**. Série III, v. 321, n. 9, p. 721-734, 1998.

PORAT, R.; WEISS, B.; COHEN, L.; DAUS, A.; GOREN, R.; DROBY, S. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities 'Shamouti' oranges. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, p.155-163, 1999.

PRUSKY, D. Pathogen quiescence in postharvest diseases. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.34, p.413-434, 1996.

PRUSKY, D.; BASAK, M.; BEN-ARIE, R. Development, persistence, survival and strategies for control of thiabendazole-resistant strains of *Penicillium expansum* on pome fruits. **Phytopathology**, St. Paul, v. 75, p. 877-882. 1985.

PRUSKY, D.; FREEMAN, S.; DICKMAN, M.B. (Ed.) **Colletotrichum**: host specificity, pathology and host-pathogen interaction. St. Paul: APS Press, 2000. 393 p.

PRUSKY, D.; KEEN, N. T. Involvement of preformed antifungal compounds in the resistance of subtropical fruits to fungal decay. **Plant Disease**, St. Paul, v. 77, p.114-119, 1993.

PRUSKY, D.; PLUMBIEY, R. A. Quiescent infection of *Colletotrichum* in tropical and subtropical fruits. In: BAILEY, J. A.; JEGGER, M. J. (Ed.). **Colletotrichum**: biology, pathology and control. Wallingford: CAB International, 1992. p. 289-307.

QADIR, A.; HEWETT, E. W.; LONG, P. G. Ethylene production by *Botrytis cinerea*. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.11, p. 85-91, 1997.

RAMSEY, G. B.; SMITH, M. A. **Market diseases of cabbage, cauliflower, turnips, cucumber, melon and related crops**: Washington, D. C.: United States. Department of Agriculture, 1961. 49 p. (Agriculture Handbook, 184).

RANWALA, A. P. SNEMATSU, C. MASUDA, H. The role of  $\beta$ -galactosidases in the modification of cell wall components during muskmelon fruit ripening. **Plant Physiology**, Rockville, v. 100, p. 1318-1325, 1992.

RICHARD, J. L.; PAYNE, G.A. **Mycotoxins**: risks in plants, animal and humans systems. Ames: Council for Agricultural Science and Technology, 2002. 199 p.

ROBERTS, R. S.; REYMOND, S. T. Chlorine dioxide for reduction of postharvest pathogen inoculum during handling of tree fruits. **Applied Environmental Microbiology**, New York, v. 60, p. 2864-2868, 1994.

RODRIGO, I.; VERA, P.; TORNERO, P.; JERNANDEZ-YAGO, J.; CONEJERO, V. cDNA cloning of viroid induced tomato pathogenesis-related protein P-23: characterization as a vacuolar antifungal factor. **Plant Physiology**, Rockville, v.102, p. 939-945, 1999.

ROSENBERG, D. A.; MEYER, F. W. Postharvest fungicides for apples: development of resistance to benomyl, vinylzolin, and iprodione. **Plant Disease**, St Paul, v. 65, p. 1010-1013, 1981.

RUPASINGHE, H. P. V.; MURR, D. P.; PALIYATH, G.; SKOG, L. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in 'McIntosh' and 'Delicious' apples. **Journal Hort Science Biotechnology**, v. 75, p. 271-276, 2000.

SANHUEZA, R. M. V. Produção integrada de frutos no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, São Paulo, v. 25, p. 284-292, 2000. Suplemento

SCHIFFMANN-NADEL, M.; MICHAELY, H.; ZAUBERMAN, G.; CHET, I. Physiological changes occurring in picked climacteric fruit infected with different pathogenic fungi. **Phytopathologische Zeitschrift**, Berlin, v.113, p. 277-284, 1985.

SELVARAJAH, S.; BANCHOT, A. D.; JONH, P. J. Internal browning in cold-storage pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene. **Postharvest and Biology Technology**, Amsterdam, v. 23, p.167-170, 2001.

SISLER, E. C.; BLANKENSHIP, S. M. **Method of counteracting an ethylene response in plants**. Washington, D. C., 1996. United States Patent 5518988, 1997.

SISLER, E. C.; MARGARETHE, S.; DUPILLE, E. Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene, and 3,3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. **Journal of Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.18, p.169-174, 1996.

SISLER, E. C.; SEREK, M. Compounds interacting with the ethylene receptor. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 553, p.159-162, 2001.

SISLER, E. C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.100, p. 577-582, 1997.

SISLER, E. C.; SEREK, M.; DUPILLE, E. Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene and 3,3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 8, n. 3, p.169-174, 1996.

SNOWDON, A. L. **A colour atlas of postharvest diseases & disorders of fruits & vegetables: general introduction & fruits**. London: WolfeScientific, 1990. v.1, 302 p.

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

SOZZI, A.; GORINI, F. L. Il biossido di cloro per prevenire I marciumi delle pesche. **Annual IVTPA**, Milão, v.13, p. 117-122, 1982.

SPOTTS, R. A.; CERVANTES, L. A. Populations, pathogenicity, and benomyl resistance of *Botrytis* spp., *Penicillium* spp., and *Mucor piriformis* in packinghouses. **Plant Disease**, St. Paul, v. 70, p.106-108, 1986.

SPOTTS, R. A.; PETERS, B. B. Chlorine and chlorine dioxide for control of d'Anjou pear decay. **Plant Disease**, St. Paul, v. 64, p.1095-1097, 1980.

SUGAR, D.; POWERS, K. Interactions among fungi causing postharvest decay of pear. **Plant Disease**, St Paul, v. 70, p.1132-1134, 1986.

SWINBURNE, T. R. Quiescent infections in postharvest diseases. In: DENNIS, C (Ed.). **Postharvest pathology of fruits and vegetables**. London: Academic Press, 1983. p. 1-21.

SYLOS, C. M.; RODRIGUES-AMAYA, D. B. Incidence of patulin in fruits and fruit juices marketed in Campinas-Brasil. **Food Additives and Contaminants**, Basingstoke, v.16, p.71-74, 1999.

THOMMA, B. P. H. J.; EGGERMONT, K.; KOENRAAD, F. M.; TIERENS, J.; BROEKAERT, W. F. Requirement of functional ethylene-insensitive 2 gene for efficient resistance of *Arabidopsis* to infection by *Botrytis cinerea*. **Plant Physiology**, Rockville, v.121, p.1093-1101, 1999.

THOMMA, B. P. H. J.; PENNINGCKX, I.; BOEKAERT, W. F.; CAMMUE, B. P. A. The complexity of disease signaling in *Arabidopsis*. **Current Opinion Immunology**, v.13, p.63-68, 2001.

TOMLIN, C. **The pesticide manual: incorporating the agrochemicals handbook: a world compendium**. 10. ed. Cambridge: The Royal Society Chemistry, 1995. 1341 p.

TORNERO, P.; CONEJERO, V.; VERA, P. A gene encoding a novel isoform of the PR-1 protein family from tomato is induced upon viroid infection. **Molecular and General Genetics**, Sprienger-Verlag, v. 243, p. 47-53, 1994.

TORNERO, P.; CONEJERO, V.; VERA, P. Two PR-1 genes from tomato are differentially regulated and reveal a novel of expression for pathogenesis-related gene during the hypersensitive response and development. **Molecular Plant-Microbe Interaction**, St. Paul, v.10, p. 624-634, 1997.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman and Hall, 1993. p.1-51.

TUSET, J. J. **Podedumbres de los frutos cítricos**. Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 1987. 206p.

TZENG, D.D.; DE VAY, J.E. Ethylene production and toxicity of methionine and its deri-

vatives with riboflavin in cultures of *Verticillium*, *Fusarium* and *Colletotrichum* species to light. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 62, p. 545-552, 1984.

VANETTI, M. C. D. Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS 2, 2000. Viçosa: **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 44-52.

VENTURA, J. A. Controle de doenças pós-colheita de frutos tropicais. **Fitopatologia Brasileira**, São Paulo, v. 20, p. 273, 1995. Suplemento.

VENTURA, J. A. Manejo de doenças e produção integrada de frutas tropicais. **Fitopatologia Brasileira**, São Paulo, v. 28, p. 57-61, 2003. Suplemento.

VERHOEFF, K. Latent infections by fungi. **Annual Review of Phytopathology**. Palo Alto, v.12, p. 99-110, 1974.

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, 2002a. p. 24-30.

VILAS BOAS, E. V. B. Frutos climatéricos e não climatéricos: implicações na pós-colheita. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS, 2., 2002, Lavras, **Anais...** Lavras: UFLA, 2002b. p. 9-23.

VILAS BOAS, E. V. B.; KADER, A. A. Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality on fresh-cut banana. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 39, p.155-162, 2006.

WATKINS, C. B.; NOCK, J. F.; WHITAKER, B. D. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of methylcyclopropene (1-MCP) under air controlled atmosphere storage conditions. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.19, p.17-32, 2000.

WELCH, J. L.; FOLINAZZO, J. F. Use of chlorine dioxide for cannery sanitation and water conservation. **Food Technology**, Chicago, v.13, p.179-182, 1959.

WHITE, P.J. Recent advances in fruit development and ripening: an overview. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, p.1995-2000, 2002.

WILLS, R. **Postharvest**: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals. 4. ed. Wallingford: New South Wales University Press, 1998. 262 p.

WILLS, R.B.H.; KU, V.V.V. Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, p. 85-90, 2002.

YIANNIKOURIS, A.; JOUANY, J. P. Mycotoxins in feeds and their fate in animals: a review. **Annual Research**, Saint-Genes-Champanelle, v. 51, p. 81-99, 2002.

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

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: fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 443-512.

ZENECA AGRÍCOLA. **Amistar fungicida**: perfil técnico. São Paulo. 1998. 21 p.



---

*Agroindústria Tropical*

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

