

Métodos de Controle do Etileno na Qualidade e Conservação Pós-Colheita de Frutas



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

Documentos 111

Métodos de Controle do Etileno na Qualidade e Conservação Pós-Colheita de Frutas

*Cynthia Renata Lima Sá
Ebenézer de Oliveira Silva
Daniel Terao
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

E-mail: 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*

Revisor de texto: *José Ubiraci Alves*

Normalização bibliográfica: *Ana Fátima Costa Pinto*

Foto da capa: *Ebenézer de Oliveira Silva*

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

Métodos de controle do etileno na qualidade e conservação pós-colheita de frutas / Cynthia Renata Lima Sá... [et al.]. – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2008.

36 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 111).

ISSN 1677-1915

1. Melão - Cantaloupe - Pós-colheita. 2. Etileno. 3. Hormônio vegetal. I. Sá, Cynthia Renata Lima. II. Silva, Ebenézer de Oliveira. III. Terao, Daniel. IV. Saraiva, Armando César Macedo. V. Série.

CDD 635.611

© Embrapa 2008

Autores

Cynthia Renata Lima Sá

Engenheira agrônoma, M. Sc. em Fitotecnia,
Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró,
RN, cynthiarenatals@yahoo.com.br

Ebenézer de Oliveira Silva

Engenheiro agrônomo, D. Sc. em Fisiologia Vegetal,
pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical,
Fortaleza, CE, ebenezer@cnpat.embrapa.br

Daniel Terao

Engenheiro agrônomo, D. Sc. em Fitopatologia,
pesquisador da Embrapa Semi-Árido, Petrolina,
PE, daniel.terao@cpatsa.embrapa.br

Armando César Macedo Saraiva

Engenheiro agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia,
Bolsista CNPq/Embrapa Agroindústria Tropical,
armando.saraiva@bol.com.br

Apresentação

A fruticultura é, sem dúvida, um dos setores estratégicos para a geração de emprego e renda no Brasil. Atualmente ocupa o terceiro pólo mundial do setor, com produção anual de cerca de 40 milhões de toneladas, superado apenas pela China (140 milhões de toneladas anuais) e Índia (60 milhões de toneladas anuais). Nos últimos anos, as exportações anuais de frutas frescas têm alcançado valores médios da ordem de 340 milhões de dólares, apresentando um aumento de quase 40%, em comparação aos 230 milhões de dólares, obtidos em 2000. Com crescimentos anuais acima dos 10%, torna-se cada vez mais factível a meta de elevar a 1 bilhão de dólares as exportações brasileiras de frutas frescas até o final dessa década.

A fruticultura é estratégica para o agronegócio brasileiro, pois com um superávit anual médio de 270 milhões de dólares, o setor emprega atualmente mais de cinco milhões de pessoas, numa área de, aproximadamente, 3,5 milhões de hectares. Para cada dez mil dólares investidos na atividade, é possível gerar de três a quatro empregos diretos e dois indiretos. A produção de frutas permite obter um faturamento anual bruto entre mil e vinte mil reais por hectare.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Frutas (Ibraf), das quase 40 milhões de toneladas produzidas anualmente, o Brasil exporta 2,1% (\pm 840 mil toneladas) e absorve, no mercado interno aproximadamente 21

milhões de toneladas; arredondando, se consegue dar destino para, mais ou menos, 22 milhões de toneladas; mas com uma “sobra” estimada em 18 milhões de toneladas anuais. A análise desses dados remete para as perdas pós-colheita, que se estima ser da ordem de 50% da produção brasileira; segundo vários autores, uma das principais causas dessas perdas é a falta de tecnologias pós-colheita.

O melão, em destaque nesta publicação, é um dos principais produtos de exportação: ocupa a segunda colocação na pauta de exportações brasileiras de frutas frescas, e coloca o Brasil no ranking dos dez principais países exportadores dessa fruta. A cultura do melão é de extrema importância para o Nordeste brasileiro, onde concentra 93% da produção, principalmente nos Estados do Rio Grande do Norte (49%), Ceará (32%), Bahia (8%) e Pernambuco (4%), gerando em torno de 28.000 empregos diretos, 94.000 empregos indiretos e uma renda aproximada de 265 milhões de reais, numa das regiões mais pobres do território brasileiro.

Esta obra contém informações tecnológicas para a conservação pós-colheita de frutas, com foco nos diferentes métodos para o controle do etileno e a produção de frutas de alta qualidade, com vistas à competitividade nos mercados, interno e de exportação. As informações apresentadas, além de atenderem às demandas tecnológicas para a conservação e a manutenção da qualidade pós-colheita de frutas, estão, também, em consonância com os princípios básicos preconizados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Embrapa e organismos internacionais, para a produção de alimentos seguros para o consumidor e para o ambiente.

Lucas Antônio de Sousa Leite
Chefe-Geral
Embrapa Agroindústria Tropical

Sumário

Introdução	9
Aspectos Gerais do Meloeiro	11
Características Gerais do Melão Cantaloupe	11
Qualidade do Melão Cantaloupe	12
Maturação dos Frutos	15
O Etileno	17
Qualidade Pós-Colheita de Melão por meio do Controle de Etileno.....	19
Permanganato de Potássio.....	19
1-metil ciclopropeno (1-MCP).....	22
Atmosfera Modificada Passiva	25
Referências	28

Métodos de Controle do Etileno na Qualidade e Conservação Pós-Colheita de Frutas

Cynthia Renata Lima Sá

Ebenézer de Oliveira Silva

Daniel Terao

Armando César Macedo Saraiva

Introdução

O Brasil tem pequena participação no comércio internacional de frutas frescas (ALMEIDA, 2002), embora seja o terceiro maior produtor mundial, sendo superado apenas pela China e Índia. A exportação dessas frutas, tem registrado crescimento muito lento, correspondendo a apenas 1,5% do total produzido (ANDRIGUETO e KOSOSKI, 2003). O volume das exportações ainda é pequeno, principalmente, devido à grande demanda interna, às exigências do mercado importador e ao elevado volume de perdas, estimado em 10 milhões de toneladas/ano, correspondendo a 30-40% da produção (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS - IBRAF, 2005).

Segundo a Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (SECEX/MDIC), as exportações nacionais de melão tiveram um crescimento de 116% nos últimos cinco anos, passando de 45,7 mil toneladas em 1997, para 98,74 mil toneladas em 2002, correspondendo a US\$ 37,8 milhões. Esse valor representou 15,8% das exportações brasileiras de frutas frescas em 2002. A produção nacional de melão teve incremento de 51,7% nos últimos cinco anos, saltando de 167,4 mil toneladas em 1997 para 283 mil toneladas em 2002, segundo os dados do IBGE e da Seagri-CE (BRASIL, 2003).

O melão é cultivado em 78 países (FAO, 2005). A China é o principal produtor, sendo responsável por 33%, seguida da Turquia com 9,3%, EUA com 6,8%, Irã com 5,7% e Espanha com 5,3% da oferta mundial. O Brasil, com uma produção de 145 milhões de toneladas/ano (0,75%), em uma área de 15.000 ha é o 19º produtor mundial e o terceiro da América Latina.

A Região Nordeste é um dos grandes celeiros produtores de frutas do país, destacando-se na produção de melão, os Estados do Rio Grande do Norte e Ceará, com quase dois terços da produção total, e os Estados de Pernambuco e da Bahia, com quase um terço da produção (OLIVEIRA, 2002).

Os principais países exportadores de melão são Espanha, México, Estados Unidos, Costa Rica e França, respondendo por 64% das exportações mundiais em 2002, quando o Brasil ficou em sexto lugar com cerca de 7%. Os principais países importadores são os Estados Unidos, Reino Unido, França, Canadá e Alemanha, com 68,3% das importações internacionais em 2002 (BRASIL, 2003).

A produção brasileira de melão está concentrada na Região Nordeste, especialmente nos Estados do Rio Grande do Norte e Ceará, que respondem por 90% da produção nacional, numa área aproximada de 6 mil hectares (AGRIANUAL, 2004).

Dentre os melões, o Amarelo tem sido o mais produzido, por ser mais resistente a danos mecânicos e ao ataque de patógenos. Entretanto, existe uma tendência para os melões mais nobres, como o Cantaloupe, Gália, Orange e Charentais (BASTOS, 2004). Atualmente, o melão Gália é um dos mais cultivados na Região de Mossoró-Assu, RN, principal agropólo brasileiro produtor de melão (LIMA et al., 2005).

Parte da produção brasileira de melão é destinada à exportação, principalmente para a Europa, onde, no período de inverno, não é viável o cultivo do melão. Apesar de as exportações para a Comunidade Européia ocorrerem durante todo o ano, essas se intensificam no período de dezembro a março (ARRUDA, 2002).

Aspectos Gerais do Meloeiro

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é de origem asiática, da família das cucurbitáceas (SEYMOUR e McGLASSON, 1993). Seu fruto é classificado como uma baga, com forma, tamanho e coloração variáveis, contendo de 200 a 600 sementes (PEDROSA, 1997); a cavidade central e a parte comestível é derivada do pericarpo (PRATT, 1971). Tem uma ótima aceitação e consumo em todo o Brasil, sendo muito apreciado no mundo.

Os principais melões produzidos comercialmente, de acordo com a classificação atual, pertencem a dois grupos- *Cucumis melo* var. *inodorus* Naud. e *Cucumis melo* var. *cantaloupensis* Naud., correspondendo, respectivamente, aos melões inodoros e aromáticos. O primeiro grupo compreende as cultivares adaptadas ao clima seco e quente. Os frutos desse grupo possuem casca lisa ou com estrias, maturação tardia e boa capacidade de conservação pós-colheita (VALLESPIR, 1999), são esféricos, amarelos e com polpa esbranquiçada (MENEZES, 1996). O segundo grupo inclui as variedades *Cucumis melo* var. *reticulatus* e *Cucumis melo* var. *cantaloupensis*. São melões muito aromáticos, mais doces que os inodoros, porém de baixa conservação pós-colheita. Os frutos são de tamanho médio, com superfície rendilhada, verrugosa ou escamosa, podendo apresentar gomos (costelas) e polpa de coloração alaranjada, salmão ou, às vezes, verde (MENEZES et al., 2000).

As principais cultivares de expressão econômica na Região Nordeste, pertencentes ao grupo dos *Cantaloupensis*, são Hy Mark e Vera Cruz. Por possuir boa qualidade comercial, alto valor nutritivo e ser excelente fonte de vitamina A, esse grupo é comercializado no mercado externo a preços elevados, representando o principal grupo de melão consumido no Hemisfério Norte (MILLA, 1995).

Características Gerais do Melão Cantaloupe

Os melões Cantaloupe, são aromáticos, caracterizam-se pela forma esférica e reticulação em toda a superfície, polpa de cor salmão e aroma muito intenso (MENEZES et al., 2000).

A colheita do melão Cantaloupe é o momento mais importante do processo produtivo (MENEZES et al., 2000). Existem vários indicadores do ponto ideal de colheita, como por exemplo, teor de sólidos solúveis totais, início da zona de abscisão do pedúnculo, mudanças na coloração e idade do fruto. De acordo com Pedrosa (1997), a determinação do ponto de colheita do melão é fundamental para a obtenção de um produto de alta qualidade, principalmente, quando a produção está direcionada para a exportação.

Bleinroth (1994) relata que os melões Cantaloupe, cujo crescimento é constante, demonstram sua maturação fisiológica com o desenvolvimento da camada de abscisão na inserção do pedúnculo, dando uma indicação adequada quanto ao ponto de colheita. Para Seymour e McGlasson (1993) é importante não colher melões Cantaloupe antes do desenvolvimento da camada de abscisão, porque ainda não desenvolveram o sabor e aroma completamente.

Evensen et al. (1983) constataram que melões Cantaloupe colhidos completamente maduros têm excelente *flavor* e aparência na ocasião da colheita, mas deterioram-se rapidamente, enquanto que, os frutos colhidos ainda com a coloração esverdeada (verde maduro), apresentaram maior conservação pós-colheita, bem como boa aparência e *flavor*.

O melão Cantaloupe é muito apreciado nos mercados interno e externo, devido às suas características sensoriais, podendo, também, ser utilizado como minimamente processado, necessitando assim, de atenção às condições de segurança e qualidade do produto (BASTOS, 2004).

Qualidade do melão Cantaloupe

O conjunto de atributos ou propriedades que tornam os frutos e hortaliças apreciados como alimento é a qualidade. Assim, é necessário conhecer as características de qualidade dos frutos, pois essas estão associadas à aceitação pelo consumidor (FERNANDES, 1996).

As principais variáveis utilizadas para a determinação da qualidade pós-colheita de melão são o teor de sólidos solúveis, a firmeza da polpa,

a perda de peso e as aparências externa e interna. O teor de sólidos solúveis indica a aceitação direta do produto pelo consumidor final; a firmeza da polpa fornece indicação sobre o potencial de vida útil pós-colheita e as outras variáveis estão diretamente relacionadas com a aparência do produto e, conseqüentemente, com a sua aceitação pelo consumidor (GOMES JÚNIOR et al., 2001).

Os açúcares solúveis presentes nos frutos, constituem de 65% a 85% do teor de sólidos solúveis totais (CHITARRA e CHITARRA, 2005). O conteúdo de açúcares em melão não aumenta após a colheita. Para se obter um produto com alto teor de açúcares é necessário que o fruto permaneça na planta até a completa maturidade. No entanto, na tentativa de capitalizar lucros no início das estações de cultivo ou aumentar o período de vida de prateleira, o melão é freqüentemente colhido antes de atingir esse estágio. Para garantir a aceitação do consumidor é necessário introduzir padrões de mercado que sirvam para prevenir a venda de frutos com qualidade inferior (MENEZES, 1996).

Boa formação dos frutos, aparência uniforme, ausência de cicatrizes, queimadura do sol ou defeitos na superfície, além de cavidade interna firme e ausência de sementes soltas são outros atributos de qualidade do melão Cantaloupe (SUSLOW et al., 2002). A qualidade final de um fruto depende das condições em que ele é manuseado e acondicionado durante as etapas de colheita, armazenamento e transporte, principalmente frutos climatéricos como o melão Cantaloupe, que apresenta vida pós-colheita relativamente baixa (ALMEIDA, 2002).

Gomes Júnior et al. (2000), estudando a caracterização de melão tipo *Piel de Sapo* sob condições ambiente, concluíram que a firmeza de polpa e a aparência são os principais fatores responsáveis pela perda da qualidade em melão. Já Medeiros et al. (2001), trabalhando com vida útil pós-colheita de melão tipo Gália, híbrido 'SolarKing' armazenados em condições controladas, verificaram que a perda de qualidade e a aparência externa decorre do processo de senescência, caracterizada pelo escurecimento da coloração do exocarpo e murchamento, enquanto a aparência interna por amolecimento da polpa, sementes soltas e líquido na cavidade dos frutos.

Uma das principais preocupações dos produtores de melão é manter a uniformidade da cor dos frutos após a colheita, pois esta é uma importante característica de qualidade considerada pelo consumidor. O teor de clorofila total é um dos fatores estudados durante a maturação, e o amadurecimento dos melões é utilizado pelos consumidores como forma de garantia de qualidade (ALMEIDA, 2002).

Mesmo com um destaque importante na produção de frutas tropicais, o volume que o Brasil exporta ainda é muito pequeno, principalmente, devido ao elevado volume de perdas estimado em 30-40% da produção (IBRAF, 2005).

Embora os índices estimados de perdas apresentem dados subjetivos e muitas vezes divergentes, são consensuais quanto à ocorrência de perdas significativas que podem ser evitadas, desde que medidas específicas sejam adotadas para identificá-las e reduzi-las (GOMES, 1996).

As podridões resultantes da atividade de patógenos ocasionam graves perdas em produtos agrícolas, principalmente quando esses são cultivados em locais distantes da área de consumo. A redução das perdas em pós-colheita na cadeia produtiva de frutas representa um constante desafio, considerando que as frutas são órgãos constituídos de alto 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 ocorrência de podridões (KADER, 2002).

Existem 20 diferentes patógenos que causam doenças em frutos de melão (SNOWDON, 1990), e 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).

Desde o ano de 1999, uma podridão pós-colheita tem sido observada ocorrendo em plantios de meloeiro no Estado do Rio Grande do Norte.

A infecção ocorre ainda no campo (pré-colheita), com a penetração ocorrendo 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 a essa podridão foi identificado como sendo o *Fusarium pallidoroseum* (Cooke) Sacc. (GADELHA, 2002).

Maturação dos frutos

A determinação do estágio de maturação para a colheita tem muita importância para os frutos que apresentam vida útil relativamente curta, principalmente, quando se objetiva transportá-los por longas distâncias, como é o caso dos melões *Cantaloupe* (GOMES JÚNIOR et al., 2001).

O melão é um produto perecível, constituindo-se em um sistema biológico vivo que mesmo depois de destacado da planta mãe, assume metabolismo ativo que, caso não seja controlado, compromete a qualidade do produto, diminuindo sua vida útil (VILAS BOAS, 2002a).

Após a colheita, os frutos passam por uma série de transformações endógenas resultantes do metabolismo, que se refletem em várias mudanças nas suas características, tais como, textura, cor, sabor e aroma, indicativas do processo de amadurecimento e posterior senescência. Durante esses processos, os frutos, geralmente, tornam-se mais suscetíveis à invasão por patógenos, devido principalmente, ao decréscimo de componentes fenólicos e ao aumento da predisposição às injúrias mecânicas, que transformam esse substrato disponível para o rápido desenvolvimento de microrganismos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

As mudanças na cor das frutas ocorrem devido à degradação da clorofila, bem como pela síntese de outros pigmentos em alguns frutos. No entanto, não são todos os frutos que mudam a cor durante o amadurecimento. Mesmo assim, essa é uma das características mais associadas ao ponto de colheita e maturidade para consumo (TUCKER, 1993).

Na maioria dos frutos, o teor de ácidos orgânicos diminui com o amadurecimento devido à utilização desses ácidos no ciclo de Krebs, durante o processo respiratório e nas reações de síntese de novos compostos. 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).

Em melão, o conteúdo de açúcares é diretamente proporcional ao tempo em que o fruto permanece ligado à planta; porém, o estágio de maturação é inversamente proporcional ao tempo de conservação pós-colheita (MUTTON et al., 1981; WELLES e BUITELAAR, 1988), sendo necessário colher os frutos em estágio de maturação, e que possibilite melhor qualidade e maior tempo de conservação pós-colheita (GOMES JÚNIOR et al., 2001).

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 ser consideradas para esse propósito a intensidade da atividade respiratória e de produção de etileno, assim como a sensibilidade do fruto ao etileno exógeno (CANTWELL, 2001). Frutos climatéricos apresentam aumento de atividade respiratória e de produção de etileno durante a maturação. Esses frutos completam o amadurecimento depois de colhidos (ALVES et al., 1997).

A distinção de frutos climatéricos e não-climatéricos define importantes práticas de manejo pós-colheita. Os frutos climatéricos podem ser colhidos verde-maduros ou pré-climatéricos, permitindo o controle de início do amadurecimento e do climatério. Tal prática favorece a extensão do período de transporte e armazenamento, e reduz as perdas pós-colheita por deterioração, sem que haja prejuízo no sabor e aroma dos frutos (VILAS BOAS, 2002b).

O Etileno

No ciclo de vida dos frutos climatéricos, a produção de etileno (C_2H_4) é um dos processos metabólicos mais importantes. É um hormônio vegetal volátil produzido por praticamente todos os vegetais, que pode se difundir a partir de fontes endógenas e exógenas, biológicas e não biológicas, desempenhando um papel fundamental no amadurecimento e senescência dos frutos (VILAS BOAS, 2002a). Nos processos fisiológicos das plantas, o etileno é o mais simples dos compostos orgânicos. Além de ser um produto natural do metabolismo das plantas, o etileno é produzido em todos os tecidos das plantas superiores e alguns microrganismos (KADER, 1992; QADIR et al., 1997).

Em níveis críticos, o etileno proporciona trocas associadas ao metabolismo, ocasionando um aumento na taxa de respiração (BRICEÑO et al., 1999). Os sinais para essas respostas são intermediados por proteínas receptoras de etileno, localizadas na membrana celular. Devido aos efeitos diversos do etileno em grande número de espécies de plantas, muitos deles indesejáveis, há necessidade de controlar esses efeitos durante a fase de pós-colheita dos produtos (PEREIRA e BELTRAN, 2002).

Antes do amadurecimento, ocorre um aumento natural na produção de etileno, que catalisa o climatério respiratório, dando o suporte energético para as rápidas transformações na aparência, *flavor* e textura característica dos frutos prontos para serem consumidos (VILAS BOAS, 2002a). Por outro lado, Chen et al. (1995) observaram que o aumento na taxa de produção de etileno e a redução no número de dias para atingir o pico climatérico não estavam associados com as mudanças no amaciamento dos frutos de pêra. Tais efeitos podem ser benéficos ou deletérios dependendo do produto e seu uso.

A presença do etileno em ambientes de armazenamento e transporte compromete a qualidade de frutos climatéricos e não-climatéricos, por conduzi-los à senescência. Frutos climatéricos, como o melão, caracterizam-se por significativas mudanças na produção de etileno. Geralmente, a taxa de produção de etileno aumenta com a maturação, 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 retardam a 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 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 *Botrytis 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 e 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, suscetibilidade ou não ter nenhum efeito sobre a doença, dependendo da interação planta-patógeno estudado (ESQUERRÉ TUGAYÉ e LAMPORT, 1979).

A função do etileno na defesa da planta é aparentemente versátil. O etileno pode acelerar a senescência em folhas e amadurecimento de frutos (ABELES et al., 1992). Isso poderia predispor o tecido para o desenvolvimento de doença causada 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). Dessa forma, diferentes mecanismos de defesa estão envolvidos na resistência, cada um deles eficientes para um grupo particular de patógenos (THOMMA et al., 2001).

Qualidade Pós-Colheita de Melão por meio do Controle de Etileno

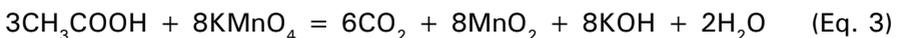
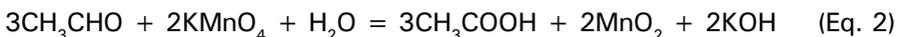
O etileno é um composto liberado durante o metabolismo das frutas climatéricas, que estimula o amadurecimento e a senescência. Uma vez maduras, as frutas se deterioram rapidamente, o controle dos níveis de etileno pode prolongar sua vida útil (LABUZA, 1989).

Permanganato de potássio

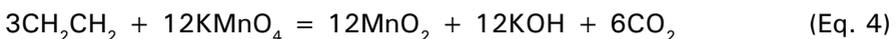
Adoção de técnicas que previnam a ação do etileno caracteriza-se numa prática extremamente eficaz na preservação da qualidade e extensão da vida útil dos frutos (VILAS BOAS, 2002a).

O controle do nível de etileno é realizado por meio da remoção do etileno por um agente oxidante, tal como o permanganato de potássio (KMnO_4) incorporado ao sistema na forma de sachês, com alta permeabilidade ao etileno, ou acondicionado diretamente ao material de embalagem (ZAGORY, 1995).

Os sachês contendo KMnO_4 absorvem e oxidam o etileno liberado pelo próprio fruto durante o amadurecimento, prolongando a fase pré-climatérica e a vida pós-colheita (RESENDE et al., 2001). A oxidação do etileno pelo KMnO_4 leva a formação de acetaldeído (CN_3CHO), sendo esse oxidado a ácido acético (CH_3COOH), que com o KMnO_4 suficiente, será convertido em água (H_2O) e gás carbônico (CO_2) de acordo com as equações que se seguem (SORBENTSYSTEMS, 2005).



Com a combinação das equações 1 a 3 temos a equação 4:



$3\text{CH}_2\text{CH}_2$ – etileno

12KMnO_4 – permanganato de potássio

12MnO_2 – óxido de manganês

12KOH – hidróxido de potássio

6CO_2 – gás carbônico

Para maior eficiência do processo é necessário contato íntimo entre os produtos, o que é conseguido, impregnando suportes inorgânicos porosos, como vermiculita expandida ou alumina, com solução saturada de KMnO_4 (SHORTER et al., 1992; WILLS et al., 1998). O permanganato de potássio, por não ser volátil, pode ser separado fisicamente do produto, eliminando o risco de injúria química (WILLS et al., 1998).

A técnica da absorção de etileno pode retardar o amadurecimento normal que ocorre durante períodos prolongados de armazenamento a frio e previne as desordens fisiológicas (DONG et al., 2001). Ceretta et al. (2000) verificaram que a eliminação de etileno durante o armazenamento de pêssegos 'Eldorado', em atmosfera controlada, proporcionou frutos com maior firmeza de polpa e reduziu a incidência de podridões. Nava (2001) obteve resultados semelhantes com a absorção de etileno durante o armazenamento de pêssego 'Chiripá' em atmosfera controlada, mas em armazenamento refrigerado a eliminação do etileno não apresentou efeito sobre a qualidade dos frutos. A qualidade de pêssegos 'Elegant Lady', quanto à firmeza de polpa, sólidos solúveis totais e acidez titulável, não foi afetada pela exposição dos frutos ao gás etileno, durante longo período de armazenamento nas temperaturas de 0° e 5°C. Também, os sintomas de lanosidade foram retardados quando armazenados em atmosfera contendo etileno em comparação com frutos armazenados em atmosfera livre desse gás (CRISOSTO et al., 2001; NAVA, 2001).

Blidi et al. (1993) afirmam que o KMnO_4 é o primeiro absorvedor químico de etileno adaptado para pequeno volume de armazenamento. Entretanto, é consumido rapidamente, precisando ser renovado durante

o período de conservação. Geralmente, esse tratamento é associado à atmosfera modificada, em embalagens de polietileno, para retardar o amadurecimento de bananas (SALUNKE e DESAI, 1986). A alta umidade do ambiente de armazenamento reduz a eficiência do KMnO_4 , pois ele reage com a água (WILLS et al., 1998).

A utilização de sachês contendo vermiculita impregnada com KMnO_4 na concentração de 5%, reduziu a incidência de podridões em pêssegos Chimarrita. Porém, não houve benefícios na manutenção da qualidade dessa cultivar, quando armazenados em câmara de resfriamento a $-0,2\text{ }^\circ\text{C}$ durante 45 dias, seguidos de dois dias de exposição a $20\text{ }^\circ\text{C}$ (BRACKMANN et al., 2003). Por outro lado, Nava e Brackmann (2001) encontraram que a remoção de etileno da câmara não retardou o amadurecimento de pêssegos 'Chiripá' durante o armazenamento refrigerado ou em atmosfera controlada.

Em experimento realizado com banana, foi observado que o índice de cor da casca apresentou diferença estatística entre a testemunha (dia do armazenamento) e o tratamento sem KMnO_4 no dia da retirada dos buquês das embalagens, enquanto para os demais tratamentos não houve diferença estatística, indicando que os frutos tratados com KMnO_4 permaneceram verdes durante os 25 dias de armazenamento (ROCHA, 2005). Semelhante aos resultados de Hernández (1973) que, trabalhando com plátanos 'Maricongo' e 'Guayamero', armazenados a $29,4\text{ }^\circ\text{C}$ e embalados com polietileno mais 200 g de Purafil (absorvedor de etileno), obteve frutos completamente verdes por 25 dias.

No mesmo experimento com banana (ROCHA, 2005), KMnO_4 foi eficiente em manter os frutos na fase pré-climatérica ao longo dos 25 dias que permaneceram embalados, concordando com Liu (1970) e Liu et al. (1986). Com relação a produção de etileno (ROCHA, 2005), frutos de banana tratados com KMnO_4 apresentaram comportamento climatérico normal para o etileno e o pico climatérico do etileno precedeu o da respiração em um dia.

Maçãs 'McIntosh' armazenadas em câmaras com atmosfera controlada e baixas concentrações de etileno (45 kg de Purafil/30 MT de fruto),

permaneceram no estágio pré-climatérico durante sete meses de armazenamento, e no dia da retirada dos frutos para as condições de 20 °C a produção de etileno foi de 0,65 $\mu\text{L}/\text{kg}/\text{h}$ (LIU et al., 1986).

1-metil ciclopropeno (1-MCP)

O 1-MCP é um produto que ao ser aplicado na pós-colheita bloqueia a ligação do etileno a seu receptor. 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. Com isso, é desencadeada uma cascata de reações associadas à qualidade e à vida pós-colheita dos frutos. Quando o 1-MCP está ocupando o sítio receptor, é impossível para o etileno se ligar a ele. É dessa forma que o 1-MCP atua como um inibidor da ação do etileno em vegetais (VILAS BOAS, 2002a).

Supõe-se que o 1-MCP ocupa os receptores de etileno de maneira que o etileno não pode se ligar a eles e iniciar sua ação. A afinidade de 1-MCP pelo receptor é, aproximadamente, dez vezes maior que a do etileno. Comparado com o etileno, o 1-MCP é ativo em menores concentrações. O 1-MCP influi na biossíntese de etileno em algumas espécies por meio da inibição em *feedback* (SISLER e SEREK, 1997).

Esse composto tem mostrado ser uma excelente ferramenta para retardar o amadurecimento e a maturação da 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 distâncias maiores, assim como a opção de se utilizar meios de transporte com melhor custo/benefício. A combinação do uso de 1-MCP e armazenamento em baixas temperaturas tem 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).

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).

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. O 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 12-24 h é suficiente para alcançar a resposta completa, a baixa concentração de MCP aplicada por longa duração pode ser tão efetiva como a alta. Diversos fatores são considerados no uso de 1-MCP, incluindo cultivar, estágio de desenvolvimento e período entre a colheita e o tratamento.

Dependendo da espécie a ser tratada, 1-MCP pode ter uma gama 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, doenças e danos, e acidez e açúcares (ABDI et al., 1998; FAN et al., 1999; JIANG, 1999a; JEONG et al., 2002).

O tratamento com 1-MCP proporcionou aumento da vida útil de frutos de goiaba vermelha 'Pedro Sato' de quatro para seis dias, para o estágio verde, e de dois 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 (KLUGE et al., 2001).

Mangas 'Keitt' tratadas com 1-MCP e armazenadas em condições de mercado local (temperatura ambiente), com transporte terrestre refrigerado ou marítimo refrigerado, 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 afetados pela antracnose (OSUNA-GARCIA e BELTRAN, 2001). O desenvolvimento da podridão foi mais lento em frutos de damasco

tratados com 1-MCP (PESIS et al., 2002). O 1-MCP reduziu, porém, não preveniu a podridão em frutos de maçã, especialmente em temperaturas elevadas (MIR et al., 2001).

Tratamento de maçãs pré-climatéricas com o inibidor da ação do etileno (1-MCP), retarda o amadurecimento de frutos (BARITELLE et al., 2001), e diminui o desenvolvimento de podridão induzida por patógenos durante o armazenamento. Em frutos não-climatéricos, o 1-MCP pode aumentar, diminuir ou não ter efeito sobre o desenvolvimento de podridão induzida por patógenos (MULLINS et al., 2000; PORAT et al., 1999).

Mullins et al. (2000) constataram que em grapefruit, embora o tratamento com 1-MCP tenha prevenido a infecção, ele não afetou no 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. Ocorreram podridões maiores em frutos de abacate, maçã e mamão comparadas com frutos não tratados, e que frutos de manga com podridão no talo foi duas vezes maior em frutos tratados com 1-MCP do que em frutos não tratados.

Frutos de maçã que não tinham sido tratados com 1-MCP após a colheita tiveram lesões do mesmo tamanho ou menores do que aqueles tratados com 1-MCP (LEVERENTZ et al., 2003). Essa diferença foi pequena e decresceu com o tempo de armazenamento. Por outro lado, o 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 o 1-MCP aumentou a incidência e o desenvolvimento de podridão, enquanto inibiu o amadurecimento dos frutos. No entanto, os resultados estão em concordância com o tratamento de frutos não-climatéricos de laranja (PORAT et al., 1999) e morango (KU et al., 1999), onde 1-MCP aumentou o desenvolvimento de podridão. Uma explicação que poderia ser dada, é que as reações de defesa induzidas pelo etileno teriam maior inibição no tratamento com 1-MCP, do que a indução do processo de senescência.

Em pêras japonesas, o 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 a severidade, especialmente quando combinada com outros fatores de estresse usados nesse estudo. Desde que os frutos fossem pré-climatéricos, o tratamento com 1-MCP preveniu a respiração climatérica (LEVERENTZ et al., 2003).

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

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

Atmosfera modificada passiva

A atmosfera modificada passiva é como a presença de uma barreira artificial – como embalagem de filme plástico – à difusão de gases em torno do produto, que resulta no baixo nível de O_2 , aumento do nível de CO_2 , alteração na concentração de etileno e vapor d'água e alterações em outros compostos voláteis (LANA e FINGER, 2000).

A manutenção da qualidade dos frutos deve-se às técnicas de armazenamento pós-colheita que reduzem as taxas respiratórias, retardam o

amadurecimento e previnem as desordens. A perda de água e a decomposição natural do fruto podem ser evitadas com a utilização de armazenamento refrigerado (AR), que mantém a qualidade dos frutos por um curto espaço de tempo e a modificação da atmosfera ambiente, ou mesmo a combinação de ambos, imediatamente após a colheita. No acondicionamento de frutas, devem ser utilizadas embalagens ativas, principalmente com absorvedores de etileno, um produto indesejável do próprio metabolismo da fruta, funcionando como acelerador da maturação. O uso de filme plástico à base de polietileno ou cloreto de polivinila (PVC), devido a sua praticidade, custo relativamente baixo e alta eficiência, tem sido bastante utilizado, principalmente quando associado ao armazenamento refrigerado, para evitar perdas de frutas. Frutos tropicais podem ter a vida pós-colheita prolongada, devido à redução da taxa respiratória, da produção de etileno e, conseqüentemente, diminuição do amadurecimento por meio da modificação da atmosfera (AWAD, 1993).

A presença de etileno na atmosfera de armazenamento diminui a firmeza da polpa dos frutos (GORINI e TESTONI, 1988). Quando aplicado etileno exógeno em caqui, cvs. Hachiya e Fuyu, há uma interferência sobre o metabolismo geral, especialmente no desenvolvimento da cor, no incremento da respiração, nos sólidos solúveis totais e na retirada da adstringência (DAVIS e CHURCH, 1931). Portanto, a eliminação do etileno da câmara de armazenamento pode estender o tempo e a qualidade dos frutos armazenados.

O emprego de atmosfera modificada é muito utilizado em processamentos mínimos de frutas e hortaliças, as quais mantêm seus tecidos vivos e não exibem a mesma resposta fisiológica que um tecido inteiro (WILEY, 1994).

Vários materiais de embalagens têm sido utilizados para acondicionar frutas e hortaliças inteiras e mínimamente processadas. Dentre eles, polietileno de baixa densidade, polietileno de alta densidade, polipropileno, poliestireno e cloreto de polivinila. Conhecendo-se as características respiratórias e as condições gasosas ótimas do produto, pode-se

selecionar um filme plástico com uma permeabilidade que permita entrada de O_2 na embalagem, para compensar o consumo e, também, a saída de CO_2 para compensar a produção pelo vegetal (ZAGORY e KADER, 1988).

Referências

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

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.

AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2004. 496 p.

ALMEIDA, J. G. de F. Barreiras às exportações de frutas tropicais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 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. **Anonáceas: produção e mercado** (pinha, graviola, atemóia e cherimólia). Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 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.

ARRUDA, M. C. **Processamento mínimo de melão rendilhado: tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada**. 2002. Dissertação (Mestrado) – USP, Piracicaba.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

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.

BASTOS, M. S. R. **Processamento mínimo de melão Cantaloupe ‘Hy-Mark’**: qualidade e segurança. 2004. 155 f. Dissertação (Mestrado) – UFV, Viçosa.

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

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

BLEINROTH, E. W. Determinação do ponto de colheita. In: GORGATTI NETTO, A.; GAYET, J. P.; BLEINROTH, E. W.; MATALLO, M.; GARCIA, E. F. C.; GARCIA, A. T.; ARDITO, E. F. G.; GORDIN, M. R. **Melão para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI: MAARA/SDR/FRUPEX, 1994. 37 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 6).

BLIDI, A. E.; RIGAL, L.; MALMARY, G.; MOLINIER, J.; TORRES, L. Ethylene removal for long term conservation of fruits and vegetables. **Food Quality and Preference**, v. 4, p. 119-126, 1993.

BRACKMANN, A.; STEFFENS, C. A.; GIEHL, R. F. H. Armazenamento de pêssego ‘Chimarrita’ em atmosfera controlada e sob absorção de etileno. **Ciência Rural**, v. 33, n. 3, p. 431-435, 2003.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra Estrutura Hídrica. Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola. **Melão**. Brasília, DF, 2003. 12p. (Frutiseries. Ceará, 2). Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=7930>. Acesso em: 10 abr. 2006.

BRICEÑO, S.; ZAMBRANO, J.; CASTELLANOS, E. Retardo en la maduración de frutos de mango cv. ‘Kentt’ y ‘Palmer’ mediante la mezcla vermúlitica – KMnO_4 y silicagel- KMnO_4 . **Agronomía Tropical**, Maracay, v. 49, n. 1, p. 41-49, 1999.

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

CERETTA, M.; ANTUNES, P. L.; BRACKMANN, A.; NAKASU, B. H. Conservação em atmosfera controlada de pêssego Eldorado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p.73-79, 2000.

CHAPELL, J.; HAHLBROCK, 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.; 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.

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

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.

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

CRISOSTO, C.H.; GUGLIUZZA, G.; GARNER, D.; PALOU, L. Understanding the role of ethylene in peach cold storage life. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 553, n. 1, p. 287-288, 2001.

DAVIS, W. B.; CHURCH, C. G. The effect of ethylene on the chemical composition and the respiration of the ripening japanese persimmon. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 42, n. 3, p. 165-182, 1931.

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.

DONG, L.; ZHOU, H. W.; LURIE, S. The role of ethylene in development of storage disorders in nectarine and plum. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 553, n. 1, p. 285-287, 2001.

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.

EVENSEN, K. B. Effects of maturity at harvest, storage temperature and cultivar on muskmelon quality. **Hort Science**, Alexandria, v. 18, n. 6, p. 907-908, 1983.

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

FAO. **Faostat**, 2005. Disponível em: <<http://apps.fao.org/faostat/>>. Acesso: 15 dez. 2005.

FENG, X.; APELBAUM, A.; SISLER, E. C.; GOREN, R. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1- methylcyclopropene. **Postharvest Biology an Technology**, Amsterdam, v. 20, p. 143-150, 2000.

FERNANDES, P. M. de G. C. **Armazenamento ambiente e refrigerado de melão, híbrido Orange Flesh, submetido à aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio**. 1996. 68f. Dissertação (Mestrado) - UFLA, Lavras

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.

GOMES, M. S. O. **Conservação pós-colheita: frutas e hortaliças**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1996. p. 9-12. (EMBRAPA-SPI. Coleção Saber, 2).

GOMES JÚNIOR, J; ARAÚJO NETO, S. E. de.; MENEZES, J. B.; SIMÕES, A. do N.; SILVA, G. G. da. Caracterização pós-colheita de melão 'Piel de Sapo' nótipo Imara sob condições ambientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, p. 32-36, 2000. Número especial.

GOMES JÚNIOR, J; MENEZES, J. B.; NUNES, G. H. S.; COSTA, F. B.; SOUZA, P. A. Qualidade pós-colheita de melão tipo cantaloupe, colhido em dois estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 3, p. 223-227, nov. 2001.

GORINI F. L.; TESTONI, A. Raccolta, conservazione e trasformazione dei frutti di kaki. **Annali dell'Istituto Sperimentale per la Valorizzazione Tecnologica dei Prodotti Agricoli**, Milano, v.19, p.249-258,1988.

HERNÁNDEZ, I. Storage of green plantains. **Journal Agriculture University Puerto Rico**, v. 57, n. 2, p. 100-106, 1973.

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.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **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, D. C., 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.

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

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

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

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

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

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.

LABUZA, T. P.; BREENE, W. M. Applications of "active packaging" for improvement of shelf-life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 13, n. 1, p. 1-69, 1989.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada: aplicação na conservação de produtos hortícolas**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferencia de Tecnologia, 2000. 34 p.

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.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; BISCEGLI, C. I.; FILGUEIRAS, H. A. C. Qualidade pós-colheita de melão Gália submetido à modificação da atmosfera e 1- metilciclopropeno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n.3, p. 793-798, jul./set. 2005.

LIU, F. W. Storage of bananas in polyethylene bags with an ethylene absorbent. **HortScience**, v. 5, n. 1, p. 25-27, 1970.

LIU, F. W.; TURK, J. R.; SAMELSON, D.; KENYON, D. J. Low-ethylene CA storage of 'McIntosh' apples in a semi-commercial sized room. **HortScience**, v. 21, n. 3, p. 480-484, 1986.

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.

MEDEIROS, D. C. de.; GOMES JÚNIOR, J.; MENEZES, J. B.; SILVA, G. G. da. Vida útil pós-colheita de melão tipo gália genótipo SolarKing. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23 n.1, p. 59-63, 2001.

MENEZES, J. B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo Gália durante a maturação e o armazenamento**. 1996. 157 f. Tese (Doutorado) - UFLA, Lavras.

MENEZES, J. B.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E.; MAIA, C. E.; ANDRADE, G. G.; ALMEIDA, J. H. S.; VIANA, F. M. P. Características do melão para exportação. In: ALVES, R.E. (Coord.) **Melão: pós-colheita**, Brasília, DF: Embrapa-Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 13-22. (Frutas do Brasil, 10).

MENDONÇA, F. V. S.; GOMES JÚNIOR, J.; MENEZES, J. B.; ARAÚJO, J. M. M.; OLIVEIRA, M. Armazenamento refrigerado de melão Galia 'Galileu'. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, jul. 2000. Suplemento.

MILLA, A. El comercio mundial de melón. **Horticultura Internacional**, n. 9, p. 74-75, 1995.

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.

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.

MUTTON, L. L.; CULLIS, B. R.; BLAKENEY, A. B. The objective definition of quality in Rockmelons (*Cucumis melo* L.). **Journal Science Food Agricultural**, v. 32, p. 385-391, 1981.

NAVA, G. A. **Efeito da atmosfera controlada, eliminação do etileno da câmara e do pré-resfriamento sobre a qualidade de pêssegos, cv. Chiripá**. 2001. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

NAVA, G. A.; BRACKMANN, A. Efeito da remoção de etileno e sistemas de armazenamento sobre a qualidade de pêssegos (*Prunus persica* (L.) Batsch), cv. 'Chiripá'. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7 n. 2, p. 153-158, 2001.

OLIVEIRA, C. A. **Qualidade de melões cantaloupe minimamente processados sob diferentes condições**. 2002. Dissertação (Mestrado) - UFC, Fortaleza.

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.

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

PEDROSA, J. F. **Cultura do melão**. Mossoró: ESAM, 1997. 50 p. Apostila.

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.71-181, 2002.

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.

PRATT, T. K. Melons. In: HULMER, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. v. 2, p. 207-232.

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.: US Department of Agriculture, 1961. (Agriculture Handbook, 184).

RESENDE, J. M.; BOAS, E. V. de B. V.; CHITARRA, M. I. F. Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita do maracujá amarelo. **Ciência Agrotécnica**, v. 25, n. 1, p. 159-168, 2001.

ROCHA, A. **Uso de Permanganato de Potássio na conservação pós-colheita de banana "Prata"**. 2005. 78f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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.

SALUNKE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1986. v. 1, p. 43-57.

SALUNKHE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC Press, 1984. v. 1, p. 43-57.

SEYMOUR, G. B.; McGLASSON, W. B. Melons. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Ed.) **Biochemistry of fruit ripening**. Londres: Chapman & Hall, 1993. cap. 9, p. 273-290.

SHORTER, A. J.; SCOTT, K. J.; WARD, G.; BEST, D. J. Effect of ethylene absorption on the storage of Granny Smith apples held in polyethylene bags. **Postharvest Biology and Technology**, v. 1, p. 189-194, 1992.

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

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

SORBENTSYSTEMS. **The problem** – etileno gás. Disponível em: <<http://www.sorbent-systems.com/epaxtech.html>>. Acesso em: 10 abr. 2006.

SUSLOW, T. V.; CANTWELL, M.; MITCHELL, J. Indicadores básicos del manejo postcosecha de melón Cantaloupe (Chino o de Red). 2002. Disponível em: < <http://postharvest.ucdavis.edu>. >. Acesso em: 8 abr. 2005.

THOMMA, B.; 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.

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**, 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 & Hall, 1993. p. 1-51.

VALLESPÍR, A. N. **Post-recolección de hortalizas**. Reus: Ediciones de Horticultura, 1999. v. 3, 301 p.

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. 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.

WELLES, G. W. H.; BUITELAAR, K. Factors affecting soluble solids content of muskmelon (*Cucumis melo* L.) **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v. 36, p.239-246, 1988.

WILEY, R. C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman & Hall, 1994. 368 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.

WILLS, R.; MCGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruits, vegetables and ornamentals**. 4. ed. Wallingford: CAB, 1998. 262 p.

ZAGORY, D. Ethylene-removing packaging In: ROONEY, M. L. **Active food packaging**. Glasgow: Chapman & Hall, 1995. p. 38-54.



Agroindústria Tropical

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

