

# Capítulo 10

## CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MANGA 'TOMMY ATKINS' PRODUZIDA NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO\*

---

Maria Auxiliadora Coêlho de Lima

\* A autora agradece ao Banco do Nordeste do Brasil S.A., pelo financiamento das ações do projeto "Incremento da qualidade da manga 'Tommy Atkins' produzida no Submédio São Francisco por meio de técnicas de conservação in natura e do processamento", viabilizando a condução de pesquisas sobre as respostas e efeitos de novas técnicas sobre a qualidade e conservação dessa cultivar; e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco, pela concessão de bolsas de Iniciação Científica a estudantes que foram inseridas no referido projeto.

## 10.1 – Introdução

A manga é uma das frutas mais produzidas no Brasil, tendo grande importância econômica por abranger tanto o mercado interno quanto o externo. Entre as regiões brasileiras produtoras, o Submédio do Vale do São Francisco é a principal. Nessa região, formada por áreas dos Estados da Bahia e de Pernambuco, a manga é cultivada em 22.000ha. O destaque a essa região é dado pelo nível tecnológico de condução da cultura e pela participação de 93% no volume total exportado pelo país (VALEXPORT, 2005).

As mangas nacionais destinam-se, em grande parte, à Europa (74%) e aos Estados Unidos (20%) (ANUÁRIO..., 2006). Desde 2005, também são embarcadas para o Japão em volume ainda limitado, mas apresentando crescimento (RODRIGUES, 2006). Em 2006, o volume de manga embarcado para o Japão foi dez vezes maior que em 2005, sendo que 73% estiveram concentrados no segundo semestre (RODRIGUES, 2007).

Apesar do potencial dessa região e da importância da manga nos mercados nacional e internacional, a cultura ainda tem problemas de qualidade que não permitem atingir os níveis de exportação desejados. Estes problemas resultam em perdas que podem estar associadas à falta de integração entre práticas culturais, manuseio, armazenamento e comercialização.

A recomendação de técnicas de conservação deve estar em consonância com a logística de distribuição da manga. Ainda que se tenha registrado aumento no volume de manga transportada por via aérea, principalmente a partir dos embarques para o Japão, a via marítima é a mais utilizada e barata. Este aspecto é determinante do sucesso do agronegócio da manga, principalmente quando se verifica que o valor da fruta no mercado internacional não permite mais os ganhos observados em anos anteriores. Dessa maneira, a escolha é orientada para meios que requeiram menores investimentos. Por outro lado, estes meios, em geral, requerem maior tempo de trânsito, o que vai de encontro à limitada vida útil pós-colheita da manga.

Portanto, é imprescindível desenvolver métodos de conservação mais eficientes e adequados à realidade dos mercados. Além da refrigeração, que é a técnica mais difundida na cadeia de comercialização de frutas e hortaliças (LIMA, 2005b), outras tecnologias podem ser implementadas visando ampliar o período entre a colheita e o amadurecimento (LIMA, 2006).

Em geral, o uso conjunto da refrigeração e de técnicas como inibidores de etileno e atmosfera modificada pode aumentar a vida útil do produto, mantendo a

qualidade por mais tempo (KLUGE; BILHALVA; CANTILLANO, 1999; ARGENTA; MATTHEIS; FAN, 2001; LIMA, 2005b).

## 10.2 – Inibidores de Etileno

Os inibidores de etileno têm sido ferramentas úteis no manejo pós-colheita de muitas frutas visando retardar o amadurecimento daquelas que apresentam comportamento climatérico. Em geral, podemos agrupá-los em inibidores da síntese e da ação do etileno.

Segundo Wills et al. (1998), na via biossintética do etileno, uma etapa crítica para a formação desse regulador de crescimento vegetal depende da atividade da enzima sintase do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (sintase do ACC). Essa enzima é inibida por compostos como ácido amino-oxiacético (AOA), rizobitoxina e ácido 1-aminoetoxivinilglicina ou ácido L-2-amino-4-(2-aminoetoxi)-trans-3-butenóico (AVG). Destes compostos, o AVG tem sido estudado para algumas frutas, porém sua aplicação comercial ainda é restrita.

Por sua vez, as olefinas cíclicas gasosas 2,5-norbornadieno e ciclopropenos têm-se mostrado inibidores da ação do etileno altamente efetivos (WILLS et al., 1998). Basicamente, três compostos ciclopropenos têm sido estudados como inibidores da ação do etileno: o ciclopropeno (CP), o 1-metilciclopropeno (1-MCP) e o 3,3-dimetilciclopropeno (3,3-DMCP). Segundo Sisler; Margarethe e Dupille (1996) e Sisler e Serek (1997), todos eles são efetivos, mas o CP e o 1-MCP são cerca de 1.000 vezes mais ativos que o 3,3-DMCP. Sob temperatura ambiente, os três são gases, não têm odor nas concentrações necessárias para proteger as plantas e, possivelmente, ligam-se ao receptor de etileno através de um metal. Considerando, além da alta atividade inibitória, a estabilidade do composto, a maioria dos estudos têm sido feitos com o 1-MCP.

### 10.2.1 – Metilciclopropeno

O 1-MCP tem sido amplamente estudado, inclusive com registro de uso comercial em alguns países para algumas frutas e hortaliças, bem como suas cultivares em particular. (WATKINS, 2006). Esse gás compete com o etileno pelos sítios de ligação nos receptores das membranas celulares (SISLER; SEREK, 1997). Uma vez ligado a estes sítios, o 1-MCP impede a formação do complexo receptor ativo. Este complexo é formado apenas quando a molécula de etileno é liberada do receptor ao qual se ligava temporariamente. O resultado é que o 1-MCP atrasa ou inibe aqueles eventos do amadurecimento que são dependentes de etileno.

Resultados experimentais ressaltam a eficiência do 1-MCP em estender a vida útil de várias frutas, incluindo maçã (ARGENTA; MATTHEIS; FAN, 2001), ameixa (DONG; LURIE; ZHOU, 2002), banana (HARRIS et al., 2000) e damasco (FAN; ARGENTA; MATTHEIS, 2000). As respostas dependem, em geral, da concentração e do tempo de exposição ao gás, mas variam com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e as condições de armazenamento (SISLER; SEREK, 1997; HARRIS et al., 2000; ARGENTA; FAN; MATHEIS, 2005).

Os efeitos são principalmente retenção da firmeza e da cor, redução e/ou atraso na atividade respiratória e na produção de etileno, limitação da perda de massa, menor degradação de ácidos orgânicos e menor suscetibilidade a desordens fisiológicas e ataque fúngico (ABDI et al., 1998; GOLDING et al., 1998; FAN; BLANKENSHIP; MATTHEIS, 1999; FAN; ARGENTA; MATTHEIS, 2000; JIANG; JOYCE; MACNISH, 1999a, 1999b; KU; WILLS, 1999; PORAT et al., 1999; WATKINS; NOCK; WHITAKER, 2000; ARGENTA; MATTHEIS; FAN, 2001; SELVARAJAH; BAUCHOT; JOHN, 2001; DONG; LURIE; ZHOU, 2002; JEONG; HUBER; SARGENT, 2002). No entanto, Porat et al. (1999) registraram maior incidência de injúria pelo frio nos frutos tratados com 1-MCP.

Em manga 'Tommy Atkins', Coccozza (2003); Alves et al. (2004); Coccozza et al. (2004) e Lima et al. (2005b, 2006) estudaram a influência da aplicação do 1-MCP sob diferentes concentrações, tempos de exposição ao gás e condições de armazenamento. Alves et al. (2004) observaram que a dose de 120 nL L<sup>-1</sup> aplicada em frutos colhidos no estágio 2 de maturação retardou o pico climatérico e reduziu a taxa respiratória, a evolução da cor da casca e a perda de massa, mantendo maiores a firmeza da polpa e a acidez titulável. Entretanto, o atraso no amadurecimento foi de apenas dois dias. Coccozza (2003) e Coccozza et al. (2004) encontraram respostas variadas a partir de aplicações de 100 e 500 nL L<sup>-1</sup>.

Por sua vez, Lima et al. (2006) estudando a aplicação das doses de 0, 600, 1.200 e 2.400 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP em manga da mesma cultivar, sob temperatura ambiente, verificaram que os tratamentos afetaram essencialmente a firmeza da polpa. Entre as doses avaliadas, a aplicação de 1.200 nL L<sup>-1</sup> foi a mais eficiente no retardo do amaciamento. Esse efeito foi observado num intervalo de cinco dias, mais especificamente do quarto ao nono dia após a colheita. Os autores destacaram ainda que as doses 600, 1.200 e 2.400 nL L<sup>-1</sup> reduziram a perda de massa em 8,59, 6,42 e 7,83%, respectivamente, comparada ao controle. Essas diferenças podem representar redução de perdas no volume comercializado, uma vez que se utiliza a massa como referência nas operações de venda.

Em outro experimento, os mesmos autores compararam a melhor dose do estudo anterior a 900 nL L<sup>-1</sup>, bem como o número de aplicações de 1-MCP durante o armazenamento refrigerado. Neste caso, a realização de uma aplicação de 1.200 nL L<sup>-1</sup> ou duas de 900 nL L<sup>-1</sup>, sendo a primeira no início da refrigeração e a segunda nas últimas doze horas que antecedem a transferência das frutas para temperatura ambiente, resultou em efeitos praticamente equivalentes. A resposta foi semelhante à do estudo anterior. Como diferença no trabalho mais recente, já a partir do segundo dia da transferência das frutas para temperatura ambiente, não eram mais observadas diferenças na firmeza da polpa entre as frutas. Uma vez que o tratamento no início da refrigeração representa menor interferência nas operações pós-colheita atualmente praticadas, a sua aplicabilidade seria mais factível.

No que se refere aos efeitos do 1-MCP sobre os principais atributos de qualidade associados ao sabor, os trabalhos realizados por Lima et al. (2006) indicaram um acúmulo de sólidos solúveis levemente menor. As respostas foram observadas quando se procedeu a uma aplicação de 1.200 nL L<sup>-1</sup> ou duas de 900 nL L<sup>-1</sup>. Entretanto, as diferenças foram limitadas a 0,5°Brix, não podendo ser distinguidas pelo consumidor. Desse modo, não incorreriam em rejeição ou desprestígio dos frutos tratados.

Apesar de restritas, as respostas obtidas neste estudo não haviam sido observadas quando foram avaliadas as doses de 600, 1.200 e 2.400 nL L<sup>-1</sup> (LIMA et al., 2006). Lima et al. (2006) sugerem que resultados distintos à aplicação de 1-MCP sobre esta característica nos dois experimentos reforçam a ideia de que o papel do etileno na conversão de amido a açúcares, componente predominante dos sólidos solúveis, ainda não está claro. Segundo Blankenship e Dole (2003), apenas alguns trabalhos registram efeitos do 1-MCP nesta conversão, mas os resultados podem variar entre espécies, cultivares, condições de crescimento e estágio de maturação.

Em estudos complementares às informações supracitadas, comparou-se a aplicação de 1.500 nL L<sup>-1</sup> no início do armazenamento refrigerado com a aplicação na saída da refrigeração (LIMA, 2005a). Nesta condição e até o quinto dia após a saída das frutas da câmara fria, o amaciamento da polpa ocorreu mais lentamente naquelas que receberam 1-MCP, independente de a aplicação ter sido realizada no início ou na saída da refrigeração. A partir daí, verificou-se equivalência com as frutas não-tratadas. É possível que, nesta ocasião, as taxas metabólicas tenham sido suficientemente rápidas para reverter o atraso anterior no amaciamento da polpa ou que o etileno disponível no meio tenha desencadeado as mudanças que resultaram na perda de firmeza (LIMA et al., 2006). Segundo Sisler e Serek (1997),

efeitos temporários da ação do 1-MCP se devem à maior taxa de renovação ou produção de novos receptores de etileno numa determinada espécie ou tecido.

Entretanto, o ganho obtido com tratamentos com 1.500 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP, mesmo sendo temporário, pode implicar a manutenção da qualidade quando se associa à maior resistência a danos mecânicos em períodos em que os frutos estariam mais suscetíveis, como os dias seguintes à saída da refrigeração (LIMA et al., 2005a).

Comparando-se os estudos realizados em manga '*Tommy Atkins*', pode-se afirmar que, em todos eles, os efeitos sobre o amadurecimento da fruta foram temporários. Portanto, a possibilidade de uma recomendação de uso do 1-MCP para essa fruta depende da melhor compreensão da técnica no que diz respeito à sua interferência no seu metabolismo. Entendidos estes efeitos, há de se ajustarem doses, período e procedimentos de aplicação.

### 10.2.2 – Aminoetoxivinilglicina

Na via metabólica de síntese do etileno, o AVG é reconhecido como inibidor desse regulador de crescimento vegetal. Sua aplicação comercial tem sido testada principalmente em maçã com o objetivo de reduzir a queda de frutos e atrasar a maturação (MARODIN; GUERRA; ZANINI, 2002; STEFFENS et al., 2006). Supõe-se que o mesmo efeito possa ser obtido em outras frutas.

Para manga, o interesse maior é no atraso das reações metabólicas que resultam no amadurecimento, essencialmente daquelas desencadeadas pela síntese do etileno. Porém, os estudos com o uso de AVG em manga foram iniciados a partir da condução do projeto "Incremento da qualidade da manga '*Tommy Atkins*' produzida no Submédio São Francisco por meio de técnicas de conservação *in natura* e do processamento", executado pela Embrapa Semiárido.

Os estudos iniciais contemplados nesse projeto foram realizados por Santos et al. (2006). Santos et al. (2006) avaliaram aplicações de doses de 0, 200, 400 e 800 µg g<sup>-1</sup> de AVG a partir do produto comercial Re-Tain® (15% i.a.). Foram observados efeitos significativos das doses testadas sobre a perda de massa, a acidez titulável e a aparência das mangas. A dose de 200 µg g<sup>-1</sup> foi a que melhor contribuiu para a redução da perda de massa e resultou em maior acidez titulável. Esta dose também promoveu alterações mais lentas na aparência, que ocorreriam naturalmente como consequência da senescência da fruta. Segundo os autores, alguns destes efeitos foram de limitada intensidade, mas a evolução dos estudos pode sugerir ou definir doses que assegurem diferenças mais compatíveis com as necessidades comerciais de armazenamento, transporte e distribuição da manga.

### 10.2.3 – Atmosfera Modificada

A atmosfera modificada é outra técnica bastante estudada para frutos de clima temperado, mas que tem sido pouco aplicada para as espécies cultivadas sob condições tropicais. Segundo Mosca; Lima e Vicentini (2001), a atmosfera modificada atua como uma barreira artificial à difusão de gases, resultando em redução do nível de O<sub>2</sub>, aumento de CO<sub>2</sub>, alteração da concentração de etileno, vapor de água e outros compostos voláteis. Se estes fatores são controlados, consegue-se retardar a senescência, aumentando a vida útil das frutas e hortaliças armazenadas.

Segundo Hertog; Nicholson e Jeffery (2004), as altas concentrações de CO<sub>2</sub> resultantes da modificação da atmosfera inibem ou atrasam os processos oxidativos característicos do amadurecimento, entre eles o amaciamento. Tal efeito é mais marcante quando o fruto é armazenado a baixa temperatura (ALI et al., 2004).

Segundo Kader (1995) e Chitarra e Silva (1999), o uso de refrigeração associada à atmosfera modificada tem proporcionado resultados satisfatórios no prolongamento do período de armazenamento e na manutenção da qualidade de diversas frutas e hortaliças. No entanto, devem ser observados os limites mínimos para a concentração final de O<sub>2</sub> e máximos para a de CO<sub>2</sub>, específicos da fisiologia do produto, a fim de se evitarem condições de anaerobiose parcial e injúria de CO<sub>2</sub> durante o armazenamento (LANA; FINGER, 2000). Estes limites de tolerância variam bastante entre as espécies e mesmo entre variedades (KAYS, 1991; SASS, 1993), sendo dependentes das condições nas quais as frutas são armazenadas.

A atmosfera modificada pode ser obtida com o uso de filmes poliméricos semipermeáveis ou de revestimentos solúveis biodegradáveis. Os revestimentos solúveis e biodegradáveis, também denominados recobrimentos ou películas comestíveis, ou ainda biofilmes, são utilizados para prolongar a vida útil e melhorar a aparência de frutas e hortaliças, podendo retardar a perda de água, o amadurecimento e a deterioração dos produtos (BALDWIN et al., 1995).

### 10.2.4 – Filmes poliméricos

Especificamente, a modificação da atmosfera por meio do uso de filmes poliméricos depende dos processos de respiração do produto e de transferência de gases através do material, que, resultando num aumento das concentrações internas de CO<sub>2</sub> e redução de O<sub>2</sub> (FONSECA; OLIVEIRA; BRECHT, 2002), pode alterar as respostas desses produtos às condições ambientais (BALDWIN et al., 1995). Como consequência, é possível retardar o amadurecimento pós-colheita

de algumas frutas e as mudanças bioquímicas e fisiológicas a ele associadas (ALI et al., 2004).

O uso eficiente desses filmes depende, entretanto, do atendimento de algumas exigências básicas. A princípio, devem ter permeabilidade à água e a gases suficientemente baixa para reduzir a perda de umidade e a atividade respiratória em níveis que permitam conservar a fruta ou hortaliça por mais tempo. Além disso, o material deve ser inodoro e ter alta massa molar, de modo que os ácidos, óleos e ceras naturais da fruta ou hortaliça não possam dissolvê-lo (SASS, 1993). Adicionalmente, também necessitam ser observadas as características do produto, sua massa, a composição recomendada da atmosfera para o produto em particular, a permeabilidade dos materiais a diferentes gases e sua dependência da temperatura e da taxa respiratória para as condições de armazenamento praticadas (FONSECA; OLIVEIRA; BRECHT, 2002).

Entre os materiais usados com o fim de modificação da atmosfera em torno de frutas e hortaliças armazenadas, podem ser citados: Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), Polipropileno (PP), Poliestireno, Acetato de Celulose, Cloreto de Polivinil (PVC), cloreto de polivinilideno, policarbonato, etilcelulose, metilcelulose, álcool polivinílico, fluoreto de polivinil, policlorotrifluor-oetileno, triacetato de celulose e cloroacetato de vinil (KADER, 1989). Portanto, uma diversidade de faixas ou condições de atmosferas pode ser formada usando-se materiais semipermeáveis. Quando se associa às propriedades do material o número de perfurações, que ampliam a permeabilidade aos gases embora sem seletividade, o número de condições ou possibilidades é ampliado consideravelmente (PAUL; CLARKE, 2002).

A literatura científica é vasta na exploração das respostas de determinadas frutas e hortaliças ao emprego da atmosfera modificada por meio de filmes poliméricos. Para espécies tropicais, os exemplos são em menor número, mas não menos exitosos.

As possibilidades de avaliação de diferentes materiais para obtenção de uma atmosfera modificada são muitas. A elas, soma-se o fato de se poder associar outra técnica de conservação pós-colheita como uma maneira de potencializar respostas. Em melão Galia, por exemplo, a associação de 1-MCP à atmosfera modificada (filme de PEBD X-Tend™) promoveu maiores benefícios durante o armazenamento do que o uso isolado de cada técnica. A combinação resultou na associação dos efeitos individuais de cada uma, obtendo-se frutos com menor perda de massa, mais firmes e de melhor aparência (LIMA et al., 2005b).

Em manga 'Tommy Atkins', Paes et al. (2006) estudaram o uso de embalagens de PEBD de 50 µm de espessura (Videpack™) com 3, 4 e 5 perfurações de 0,7 mm de diâmetro. Neste estudo, observou-se que o uso de embalagem de PEBD com cinco perfurações atrasou a queda da acidez titulável e o acúmulo de sólidos solúveis característicos do amadurecimento da manga, além de proporcionar a manutenção da aparência comercial durante o armazenamento. Neste tratamento, as cores da casca e da polpa foram semelhantes às do controle, porém os frutos mantiveram-se mais firmes, indicando que houve atraso da maturação e que poderiam ser mantidos nas condições testadas por mais tempo. Apesar de essas respostas de retenção da firmeza e de atraso na evolução da cor da polpa, na queda da acidez titulável e no aumento do teor de sólidos solúveis também terem sido observadas nas frutas cujas embalagens apresentavam 3 e 4 perfurações, o uso de uma quantidade de perfurações inferior a cinco não é recomendável, uma vez que as frutas apresentaram alguns sinais de fermentação.

Quando se utilizou a sacola de PEBD microperfurada Smartbag™ como embalagem para manga 'Tommy Atkins', verificou-se uma redução considerável na perda de massa das frutas (LIMA et al., 2007b). Ao 14º dia de armazenamento refrigerado, as mangas do controle apresentavam perda de massa média de 2,6%, enquanto naquelas embaladas com a sacola de PEBD, esse valor era de 0,3%. As diferenças foram ampliadas com o decorrer do tempo, de forma que, no controle, a perda de massa ao final do período estudado, que incluiu três em temperatura ambiente, que seguiram o armazenamento refrigerado durante 35 dias, foi praticamente o triplo da observada para o tratamento com a sacola microperfurada.

Nesse mesmo estudo, tanto as mudanças na cor da casca quanto da polpa evoluíram para um aumento mais significativo durante o armazenamento em temperatura ambiente (a partir do 35º dia). Para as frutas do controle, a coloração da casca foi mais amarelada do que para aquelas embaladas com a sacola plástica. A resposta sugere que o uso da embalagem promoveu apenas um leve atraso na evolução da cor da casca (LIMA et al., 2007b). Finalmente, apesar da diferença estatisticamente significativa no teor de sólidos solúveis e na acidez titulável das frutas dos tratamentos controle e sacola microperfurada, os valores observados não representaram mudanças que afetariam a qualidade ou que permitiriam, por parte do consumidor, a diferenciação do sabor entre tratamentos.

## 10.2.5 – Revestimentos

A utilização de revestimentos também pode resultar na modificação da atmosfera na superfície de um produto. A maioria dos revestimentos usados comercialmente consiste de formulações contendo ceras derivadas de plantas e/ou derivados do petróleo. Muitas são compostas principalmente por parafina e por cera de carnaúba. Além destas, citam-se como revestimentos para frutas e hortaliças formulações contendo polietileno, materiais resinosos, açúcares e seus derivados, quitosanas e agentes emulsificantes e umidificantes (XU; CHEN; SUN, 2001; AMARANTE; BANKS; GANESH, 2001).

A atmosfera criada por estes materiais pode alterar as respostas dos produtos às condições ambientais, tais como temperatura e umidade, devido ao efeito combinado da respiração do fruto e da permeabilidade do filme (BALDWIN et al., 1995). Os revestimentos, assim como os filmes poliméricos, quando empregados inadequadamente, podem induzir alterações de sabor e odor devido à interrupção da maturação resultante da respiração anaeróbica e do aumento da concentração de etanol. Contudo, efeitos benéficos, como melhoria da aparência, redução da perda de massa e extensão da vida útil, têm sido relatados (SAÑUDO et al., 2001).

Entre os tipos de revestimentos, aqueles derivados de amido começaram a ser estudados de forma mais intensiva nos últimos anos. A obtenção desses revestimentos baseia-se no princípio da geleificação do amido, que ocorre a temperaturas superiores a 70°C com excesso de água. (SANTOS et al., 2005). Neste sentido, suspensões à base de fécula de mandioca (HENRIQUE; CEREDA, 1999; OLIVEIRA; CEREDA, 1999) e amido de milho (SANTOS et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2007) têm sido estudadas. Cereda et al. (1995) apontam como principais vantagens desse tipo de revestimento o fato de poderem ser removidos com água e apresentarem baixo custo.

Em manga, a aplicação de suspensões de fécula de mandioca a 1 e 3% reduziu a perda de massa, com efeito mais acentuado quando se utilizou a maior concentração (PEREIRA et al., 2004). As mangas tratadas com suspensão de fécula de mandioca a 1% apresentaram perda de massa pouco menor que o controle, sendo que o tratamento com película de fécula a 3% ao final do período de avaliação reduziu significativamente a perda de massa para 6,8% em comparação ao controle, cujos valores eram próximos de 10%. Este fato indica que o tratamento com a suspensão a 3% agiu como uma ação protetora na superfície das frutas, reduzindo sua perda de água por transpiração, a exemplo dos benefícios do uso de ceras e filmes plásticos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A suspensão de fécula de mandioca a 1% também retardou a evolução da cor da casca e da polpa, porém, sem afetar a coloração no final do período avaliado (PEREIRA et al., 2004). Contudo, a aplicação a 3% inibiu o desenvolvimento normal da coloração da casca e da polpa, provocando o surgimento de manchas verdes na casca (coloração desuniforme), polpa de pigmentação fraca, de aspecto pálido e esverdeado e com odores desagradáveis. Esses sintomas se tornaram mais evidentes a partir do 12º dia após o tratamento e sugerem que a película formada na superfície da fruta atuou como forte barreira à troca gasosa, favorecendo o acúmulo de CO<sub>2</sub> na polpa e a consequente condição de anaerobiose, produzindo modificações do sabor e aroma, bem como a quebra de componentes estruturais do tecido que leva ao amaciamento, semelhantemente ao que ocorre na fruta quando tratada com excesso de cera (MEDINA, 1995). O odor atípico pode ter sido devido ao acúmulo de aldeído causado pela descarboxilação fermentativa, fenômeno comum na manga armazenada sob altas concentrações de CO<sub>2</sub> (SALUNKE; DESAI, 1984).

É importante destacar ainda que a película formada adquiriu aspecto transparente e brilhoso, evidenciado especialmente nas frutas que receberam suspensão de fécula de mandioca a 3%, melhorando o aspecto visual.

A inclusão de outros componentes às suspensões, como glicerol e fontes lipídicas, provoca alterações na composição que podem ser benéficas para a conservação do produto, uma vez que alteram a permeabilidade das películas formadas ao vapor d'água e a gases (GROSSO; TANADA-PALMU, 2002).

Santos et al. (2005) avaliaram o efeito da aplicação de suspensões aquosas de amido de milho a 2% com e sem aditivos (glicerol 5% ou óleo de girassol 0,2%) em mangas 'Tommy Atkins'. A partir da aplicação dessas suspensões, os autores observaram que a perda de massa aumentou de maneira linear em todos os tratamentos no decorrer do armazenamento, sendo significativamente reduzida com a aplicação do amido de milho contendo óleo de girassol a 0,2%. As frutas tratadas com este revestimento apresentaram perda de massa de 7% aos 16 dias, enquanto naquelas não-tratadas, o valor era de 9,7% no mesmo período. A película formada por amido de milho e óleo de girassol atrasou a evolução da coloração da casca, mas foram observadas pequenas manchas indicativas de pigmentação desuniforme. Provavelmente, isto ocorreu porque a película formada na superfície da fruta atuou como forte barreira às trocas gasosas (MEDINA, 1995).

O mesmo estudo apontou ainda um retardo significativo na queda de acidez titulável das frutas tratadas com amido de milho e óleo de girassol. Com base nessas respostas, Santos et al. (2005) mencionaram a potencialidade de aplicação

da tecnologia de revestimentos comestíveis à base de amido de milho em manga 'Tommy Atkins' ao mesmo tempo que reforçam a necessidade de ajustes e estudos de novas formulações para melhorar a eficiência dos revestimentos em combinação aos aditivos.

Neste sentido, Oliveira et al. (2007) utilizaram películas comestíveis à base de amido de milho a 1 e 1,5%, contendo óleo de girassol a 0,5% para conservação pós-colheita da manga 'Tommy Atkins' em temperatura ambiente. Os resultados obtidos neste estudo não indicaram influência dos tratamentos no amadurecimento das frutas. As frutas do controle e da película de amido a 1,5% apresentaram respostas similares quanto à aparência até o nono dia, quando o último tratamento iniciou um decréscimo acentuado, atingindo, ao final dos 14 dias, o limite mínimo apropriado para a comercialização. O problema predominante foi a ocorrência de manchas ao redor das lenticelas da fruta. Este mesmo problema foi detectado por Santos et al. (2005), quando as concentrações de amido de milho foram superiores às deste estudo e a proporção de óleo de girassol presente na suspensão foi menor.

As mangas do controle e as que receberam a película de amido a 1,0% tiveram uma redução mais lenta nas notas de forma que, após 14 dias, os valores eram ainda próximos da aparência de fruta fresca (OLIVEIRA et al., 2007).

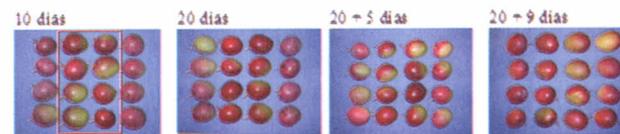
Outras possibilidades de revestimentos foram exploradas por Paes et al. (2007), que avaliaram a aplicação de revestimentos à base de carboidratos para manga 'Tommy Atkins'. Os revestimentos que avaliaram foram constituídos de: A. 0,1% de carboximetilcelulose (CMC), 0,05% de sacarose, 0,3% de ácidos graxos, 0,01% de sorbato de potássio, 0,05% de álcool etílico e 0,01% de surfactante; e B. 0,15% de CMC, 0,04% de sacarose, 0,5% de ácidos graxos, 0,01% de sorbato de potássio, 0,05% de álcool etílico e 0,01% de surfactante. Seus resultados mostraram que a perda de massa foi maior nas mangas do controle, indicando que a aplicação dos revestimentos denominados de A e B promoveu alguma restrição à passagem de água do interior da fruta para o meio externo. Esta resposta é comumente observada quando são utilizadas substâncias de recobrimentos em frutas.

A influência do uso desses revestimentos sobre o teor de sólidos solúveis foi maior naquele identificado como A, apesar de a diferença máxima entre eles e o controle ter sido de apenas 0,8°Brix (PAES, 2007). Resultados semelhantes foram observados por Fakhouri; Monteiro e Collares (2005) em amoras pretas.

Por sua vez, as alterações na aparência dos frutos tratados com os revestimentos A e B foram reduzidas provavelmente pela menor perda de água e por apresentarem menor infecção por microorganismos, principalmente nas últimas

avaliações. Neste sentido, a aplicação do revestimento B resultou em frutos com melhor aparência (PAES, 2007).

Com base nos resultados obtidos por Paes (2007), Lima et al. (2007a), ajustaram-se as concentrações dos principais componentes dos revestimentos anteriormente denominados A e B usando: Revestimento I) 0,5% de CMC, 0,05% de sacarose, 0,5% de ácidos graxos, 0,01% de sorbato de potássio, 0,05% de álcool etílico e 0,01% de surfactante; e Revestimento II) 0,8% de CMC, 0,1% de sacarose, 0,5% de ácidos graxos, 0,01% de sorbato de potássio, 0,05% de álcool etílico e 0,01% de surfactante. Os resultados obtidos permitiram concluir que ambos os revestimentos atrasaram a evolução da cor da casca e da polpa. Contudo, nos frutos tratados com o revestimento II, praticamente não se observou degradação dos pigmentos verdes até o 25º dia de armazenamento, sendo que, durante os primeiros vinte dias, as frutas estiveram em ambiente refrigerado ( $10,5 \pm 2,7^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR). Observou-se que o teor de sólidos solúveis foi maior no controle, entretanto as diferenças foram limitadas a 0,3°Brix. A aplicação do revestimento II atrasou a redução da acidez titulável e permitiu melhor preservação da aparência. Além dos elementos considerados para avaliação da aparência (manchas, perda de brilho e enrugamento), destaca-se que ambos os revestimentos incrementaram o brilho da casca (Foto 46). A partir do conjunto dos efeitos observados, o revestimento II foi o mais eficiente na preservação da qualidade da manga.



**Foto 46 – Resumo Comparativo da Aparência da Manga 'Tommy Atkins' Armazenada sob Atmosfera Modificada Obtida por Meio de Revestimentos Solúveis ou de Embalagem de Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) - (Smartbag™) Microperfurada Durante 20 Dias a  $10,5 \pm 2,7^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR, Seguidos de até 9 dias em Temperatura Ambiente ( $21,3 \pm 2,3^\circ\text{C}$  e  $36 \pm 3\%$  UR). Em Cada Imagem, Estão Representados, da Esquerda para a Direita, os Tratamentos Controle, Revestimento I, Revestimento II e PEBD (Smartbag™). Na Primeira, os Frutos Tratados com os Revestimentos I e II, Estão Contornados por um Retângulo Vermelho**

Fonte: Maria Auxiliadora Coêlho de Lima.

Revestimento I: 0,5% de carboximetilcelulose (CMC), 0,05% de sacarose, 0,5% de ácidos graxos, 0,01% de sorbato de potássio, 0,05% de álcool etílico e 0,01% de surfactante

Revestimento II: 0,8% de CMC, 0,1% de sacarose, 0,5% de ácidos graxos, 0,01% de sorbato de potássio, 0,05% de álcool etílico e 0,01% de surfactante.

### 10.2.6 – Considerações Finais

Entre as tecnologias avaliadas para utilização em manga 'Tommy Atkins' e considerando o conhecimento científico atualmente disponível sobre a fisiologia da fruta, a atmosfera modificada permitiu efeitos mais determinantes sobre a qualidade. As informações obtidas vêm subsidiando ajustes, modificações e aperfeiçoamentos de etapas anteriores com o propósito de disponibilizar uma tecnologia viável para o produtor. A perspectiva de encontrar um revestimento que alie características de custo reduzido, biodegradabilidade, praticidade de aplicação, proteção da fruta e incremento da sua vida útil deve orientar as próximas ações de pesquisa.

Obviamente, a diversidade de materiais disponíveis para emprego tanto como filmes poliméricos quanto como revestimentos fornece amplas oportunidades de estudo. Por outro lado, em se tratando de inibidores de etileno, é necessário um conhecimento mais aprofundado dos eventos fisiológicos e bioquímicos associados ao amadurecimento da cultivar 'Tommy Atkins' para que se avalie com segurança sua real perspectiva de uso.

### REFERÊNCIAS

ABDI, N. et al. 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.

ALI, Z. M. et al. Low temperature storage and modified atmosphere packaging of carambola fruit and their effects on ripening related texture changes, wall modification and chilling injury symptoms. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 33, n. 2, p. 181-192. 2004.

ALVES, R. E. et al. Postharvest ripening of 'Tommy Atkins' mangoes in two maturation stages treated with 1-MCP. **Acta Horticulturae**, Brugg, n. 645, p. 627-632, 2004.

AMARANTE, C.; BANKS, N.; GANESH, S. Effects of coating concentration, ripening stage, water status and fruit temperature on pear susceptibility at friction discolouration. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, n. 3, p. 283-290, 2001.

ANUÁRIO brasileiro da fruticultura 2006. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2006. 136 p.

ARGENTA, L. C.; FAN, X. F.; MATHEIS, J. P. Factors affecting efficacy of 1-MCP to maintain quality of apples fruit after storage. **Acta Horticulturae**, Brugg, v. 2, n. 682, p. 1249-1255, 2005.

ARGENTA, L. C.; MATTHEIS, J.; FAN, X. Retardamento da maturação de maçãs 'Fuji' pelo tratamento com 1-MCP e manejo da temperatura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 270-273, 2001.

BALDWIN, E. A. et al. Effect of coating and prolonged storage conditions on fresh orange flavor volatiles, degrees brix and ascorbic acid levels. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Columbus, v. 4, p. 1321-1331, 1995.

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

CEREDA, M. P. et al. Películas de almidón para la preservación de frutas. In: CONGRESSO DE POLÍMEROS BIODEGRADÁVEIS: AVANCES Y PERSPECTIVAS, 1995, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires, 1995.

CHITARRA, A. B.; SILVA, J. M. da. Effect of modified atmosphere on internal browning of 'Smooth Cayenne' pineapples. **Acta Horticulturae**, Brugg, n. 485, p. 85-90, 1999.

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

COCOZZA, F. M. et al. Respiration rate and chemical characteristics of cold stored 'Tommy Atkins' mangoes influenced by 1-MCP and modified atmosphere packaging. **Acta Horticulturae**, Brugg, n. 645, p. 645-650, 2004.

COCOZZA, F. M. **Maturação e conservação de manga 'Tommy Atkins' à aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropeno**. 2003. 198 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Pós-Colheita) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

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.

FAKHOURY, F. M.; MONTEIRO, R. C.; COLLARES, F. P. Efeito de coberturas biodegradáveis à base de amido e gelatina na qualidade de amoras pretas (*Rubus*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa. **Resumos Expandidos...** João Pessoa: UFPB, 2005. 1 CD-ROM.

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

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

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; BRECHT, J. R. K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. **Journal of Food Engineering**, v. 52, n. 1, p. 99-119, 2002.

GOLDING, J. B. et al. 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, 1998.

GROSSO, C.; TANADA-PALMU, P. Aplicação de biofilmes e coberturas comestíveis em frutas frescas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Marca Visual, 2002. p. 1577-1580. 1 CD-ROM

HARRIS, D. R. et al. Effect of fruit maturity on efficiency of 1-methylcyclopropene to delay the ripening of bananas. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 3, p. 303-308, 2000.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria ananassa*) cv IAC Campinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 231-233, 1999.

HERTOG, M. L. A. T. M.; NICHOLSON, S. E.; JEFFERY, P. B. The effect of modified atmospheres on the rate of firmness change of 'Hayward' kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 31, n. 3, p. 251-261. 2004.

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*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 25, n. 3, 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, n. 2, p. 187-193, 1999a.

\_\_\_\_\_. Responses of banana fruit treatment with 1-methylcyclopropene. **Journal of Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 28, n. 1, p. 77-82, 1999b.

KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, v. 28, n. 1, p. 1-30, 1989.

\_\_\_\_\_. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, Kyoto, n. 398, p. 59-70, 1995.

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

KLUGE, R. A.; BILHALVA, A. B.; CANTILLANO, R. F. F. Influência do estágio de maturação e da embalagem de polietileno na frigoconservação de ameixa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n.3, p. 323-329, 1999.

KU, V. V. V.; WILLS, R. B. H. Effect of 1-methylcyclopropene on the storage life of broccoli. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, n. 2, p. 127-132, 1999.

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

LIMA, M. A. C. de et al. Aplicação pós-colheita de revestimentos comestíveis à base de carboidratos em manga 'Tommy Atkins' associada ao armazenamento refrigerado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTAS, HORTALIÇAS E FLORES, 2., 2007, Viçosa. **Palestras e Resumos...** Viçosa: UFV, 2007a. p. 318.

\_\_\_\_\_. Armazenamento refrigerado de manga 'Tommy Atkins' sob atmosfera modificada (Smartbag™). In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE TECNOLOGÍA POSTCOSECHA Y AGROEXPORTACIONES, 5., 2007, Cartagena. **Artículos...** Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2007b. p. 1288-1296.

\_\_\_\_\_. Época de aplicação de 1-metilciclopropeno (1-MCP) em manga 'Tommy Atkins' armazenada sob refrigeração. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA E AGROEXPORTAÇÃO, 4., 2005, Porto Alegre. **Anais Eletrônicos...** Porto Alegre: UFRGS, 2005a. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. 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, 2005b.

\_\_\_\_\_. Tratamentos pós-colheita com 1-metilciclopropeno em manga 'Tommy Atkins': efeito de doses e número de aplicações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 64-68, 2006.

MARODIN, G. A. B.; GUERRA, D. S.; ZANINI, C. L. D. AVG: um potente produto para retardar a maturação de maçãs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002. 1 CD-ROM.

MEDINA, V. M. **Fisiologia pós-colheita da manga**. Cruz das Almas: Embrapa, 1995. 31 p. (Circular Técnica, 24).

MOSCA, J. L.; LIMA, J. R.; VICENTINI, N. M. Tendência: embalagens biodegradáveis para frutas e hortaliças in natura. **Frutas & Cia.**, São Paulo, ano 1, p. 25, 2001,

OLIVEIRA, A. H. et al. Películas comestíveis à base de amido de milho para conservação pós-colheita da manga 'Tommy Atkins' em temperatura ambiente. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 1., 2006, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2006. p. 15-20. Disponível em: <[http://www.cpatsa.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/sdc197](http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/sdc197)>. Acesso em: 28 jun. 2007.

OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. Efeito da película de mandioca na conservação de goiabas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 97-102, 1999.

PAES, P. C. et al. Ajuste no número de perfurações em embalagem de polietileno de baixa densidade para conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Palestras e Resumos...** Cabo Frio: UENF, 2006. p. 512.

PAES, P. de C. et al. Aplicação de revestimentos à base de carboidratos e armazenamento refrigerado de manga 'Tommy Atkins'. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 1., 2006, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2006. p. 213-218. Disponível em: <[http://www.cpatsa.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/sdc197](http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/sdc197)>. Acesso em: 28 jun. 2007.

PAUL, D. R.; CLARKE, R. Modeling of modified atmosphere packaging based on designs with a membrane and perforations. **Journal of Membrane Science**, v. 208, p. 269-283, 2002.

PEREIRA, M. E. C. et al. Aplicação de revestimento comestível para conservação pós-colheita da manga 'Tommy Atkins' em temperatura ambiente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: EPAGRI, 2004. 1 CD-ROM.

PORAT, R. et al. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 155-163, 1999.

RODRIGUES, B. B. Manga. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, n. 44, p. 21, 2006.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, n. 54, p. 20, 2007.

SALUNKE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC Press, 1984.

SANTOS, A. C. N. dos et al. Aplicação pós-colheita e aminoetoxivinilglicina (AVG) em manga 'Tommy Atkins' armazenada em temperatura ambiente. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 1., 2006, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2006. p. 33-38. Disponível em: <[http://www.cpatsa.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/sdc197](http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/sdc197)>. Acesso em: 26 jun. 2007.

SANTOS, D. B. dos et al. Utilização de revestimentos comestíveis à base de amido de milho na conservação pós-colheita da manga. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa. **Resumos Expandidos...** João Pessoa: UFPB, 2005. 1 CD-ROM.

SAÑUDO, R. B. et al. Uso de diferentes mezclas cerosas para evitar la deshidratación del raquis en uva de mesa en postcosecha. **Proceedings of the Interamerican Society for Horticultural Science**, Miami, v. 42, p. 119-122, 2001.

SASS, P. **Fruit storage**. Budapest: Mezogazda Kiado, 1993. 347 p.

SELVARAJAH, S.; BAUCHOT, A. D.; JOHN, P. Internal browning in cold-stored pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 167-170, 2001.

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.

STEFFENS, C. A. et al. Maturação da maçã 'Gala' com a aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36 n. 2, p. 434-440, 2006.

VALEEXPORT. **Há 17 anos unindo forças para o desenvolvimento do Vale do São Francisco e da fruticultura brasileira**. Petrolina: [s.n.], [2005]. 17 p.

WATKINS, C. B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. **Biotechnology Advances**, Amsterdam, v. 24, n. 4, p. 389-409, 2006.

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

WILSS, R. et al. Pathology. In: \_\_\_\_\_. **Postharvest: an introduction to the hysiology and handling of fruits, vegetables and ornamentals**. 4. ed. New York: CAB International, 1998. p. 144-158.

XU, S.; CHEN, X.; SUN, D. W. Preservation of kiwifruit coated with an edible film at ambient temperature. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 50, n. 4, p. 211-216, 2001.