

ÉPOCA DE APLICAÇÃO PÓS-COLHEITA DE 1-METILCICLOPROPENO E FRIGOARMAZENAMENTO NA VIDA ÚTIL DE MANGA ‘TOMMY ATKINS’¹

MARIA AUXILIADORA COELHO DE LIMA², ADRIANE LUCIANA DA SILVA³,
POLYANE DE SÁ SANTOS⁴, SUELLEN SORAIA NUNES AZEVEDO⁵

RESUMO – Avaliou-se a influência da época de aplicação pós-colheita do 1-metilciclopropeno (1-MCP) e do frigoarmazenamento sobre a vida útil de mangas ‘Tommy Atkins’, colhidas em estágio de maturação 2 (casca de cor verde-clara no ápice do fruto e polpa levemente amarela próximo à semente). Para estudo da época de aplicação, foram comparados: controle, aplicação apenas no início do armazenamento refrigerado e aplicação apenas no final da refrigeração. Os frutos foram expostos a 1.500 nL.L⁻¹ de 1-MCP durante 12 horas. As avaliações foram realizadas aos 0; 7; 15; 18; 20; 21 e 22 dias, sendo que até o décimo quinto dia os frutos estiveram sob refrigeração (10,6°C ± 3,6 e 84% UR ± 7) e, em seguida, foram transferidos para temperatura ambiente (24,4°C ± 2,9 e 42% UR ± 11). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em fatorial 3x7 (época de aplicação de 1-MCP x tempo de armazenamento), com quatro repetições. O aumento do croma e a redução no ângulo de cor da casca foram mais graduais nos frutos tratados com 1-MCP no final da refrigeração. A aplicação no início da refrigeração atrasou temporariamente o decréscimo na acidez titulável. O amaciamento da polpa ocorreu mais lentamente, até o sexto dia após a saída da câmara fria, nos frutos que receberam 1-MCP, independentemente da época de aplicação. Contudo, aos 22 dias, essas diferenças não eram mais reconhecidas. Registrando-se equivalência entre as duas épocas de aplicação, a opção pelo tratamento no início da refrigeração resulta em menor interferência nas operações pós-colheita atualmente praticadas.

Termos para Indexação: amadurecimento, firmeza da polpa, inibidores de etileno, vida útil.

POSTHARVEST PERIOD FOR 1-METHYLCYCLOPROPENE APPLICATION AND COLD STORAGE ON SHELF LIFE OF ‘TOMMY ATKINS’ MANGO FRUIT

ABSTRACT – It was evaluate the influence of the application period of 1-methylcyclopropene (1-MCP) and cold storage on post harvest conservation of ‘Tommy Atkins’ mango fruit, harvested at maturity stage 2 (light green skin color at the top of the fruit and lightly yellowish pulp next to the seed). To study the application period, it was compared: control, application only on the beginning of refrigerated storage and application only at the end of refrigerated period. Fruits were exposed to 1.500 nL.L⁻¹ of 1-MCP during 12 hours. The evaluations were done at 0, 7, 15, 18, 20, 21 and 22 days, being kept at refrigeration (10.6°C ± 3.6 and 84% RH ± 7) until the fifteenth day, when they were transferred to ambient temperature (24.4°C ± 2.9 and 42% RH ± 11). The experimental design was completely randomized, in a 3x7 (time of 1-MCP application x time of storage) factorial arrangement, with four replications. The increase on chroma and the reduction on Hue angle of skin were more gradual on fruits treated with 1-MCP at the end of refrigeration. The application on the beginning of refrigeration delayed temporarily the decrease on titratable acidity. The pulp softening was slower on fruits treated with 1-MCP until the sixth day after the transfer from storage chamber, independent to the application period. However, these differences were not yet recognized at 22 days. Equivalence occurred between both application periods, the option for treatment on beginning of the refrigeration storage results on reduced interference on the post harvest operations executed.

Index Terms: ripening, pulp firmness, ethylene inhibitors, storage life.

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 Vale do São Francisco é a principal. Neste, a manga é cultivada principalmente no Submédio São Francisco, formado em sua maioria por áreas da Bahia e de Pernambuco, em um total de 22.000 ha. O destaque a essa região é dado pelo alto 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 Brasileiro da Fruticultura, 2006). Desde 2005, também são embarcadas para o Japão em volume ainda limitado, mas apresentando crescimento (Rodrigues, 2006).

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. Esses problemas resultam em perdas que podem estar associadas à falta de integração entre práticas culturais, manuseio, armazenamento e comercialização.

¹ (Trabalho 003-07). Recebido em :03-01-2007. Aceito para publicação em : 04-09-2007. Apoio: Banco do Nordeste S.A.

² Dra., Pesquisadora, Embrapa Semi-Árido, BR 428, Km 152, Caixa postal 23, 56.302-970, Petrolina-PE. E-mail: maclima@cpatsa.embrapa.br

³ M.Sc., Professora, Tecnóloga em Alimentos, Centro Federal de Educação Tecnológica de Petrolina - CEFET, Petrolina-PE.

⁴ Graduanda em Biologia, Bolsista PIBIC/CNPq, UPE/FFPP, BR 203, Km 02, 56300-000, Petrolina-PE.

⁵ Graduanda em Biologia, Bolsista PIBIC-FACEPE/CNPq, UPE/FFPP.

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 transportado via aérea, principalmente dos embarques para o Japão, a via marítima é a mais utilizada e barata. Esse aspecto é determinante no 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 forma, a escolha é orientada para meios que requerem menores investimentos. Por outro lado, esses 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, outras técnicas podem ser implementadas, visando a ampliar o período entre a colheita e o amadurecimento.

Inibidores do etileno têm sido ferramentas úteis no manejo pós-colheita de muitos frutos. Entre eles, o 1-metilciclopropeno (1-MCP) tem sido amplamente estudado, inclusive com registro, em alguns países, para uso em maçã, abacate, kiwi, manga, melão, nectarina, mamão, pêssego, pêra, pimenta, caqui, abacaxi, banana, ameixa e tomate (Watkins, 2006). Porém, as concentrações e os tempos de exposição recomendados para esse gás, além de variarem entre espécies, dependem da cultivar, do estágio de maturação e das condições de armazenamento (Sisler & Serek, 1997; Argenta et al., 2005).

Em manga 'Tommy Atkins', os resultados ainda não permitem recomendação de uso comercial do 1-MCP. Alves et al. (2004) e Lima et al. (2006) observaram efeitos temporários em função da aplicação do gás. Alves et al. (2004) concluíram que a aplicação de 30 a 120 nL.L⁻¹, em mangas colhidas em estágio de maturação 2 (casca de cor verde-clara no ápice do fruto e polpa levemente amarela próximo à semente), retardou o pico climático, reduzindo a taxa respiratória, a evolução da cor da casca e a perda de massa, mantendo maiores a firmeza da polpa e a acidez titulável. Coccozza (2003) encontrou respostas variadas a partir das doses de 100 e 500 nL.L⁻¹. Lima et al. (2006) observaram que a aplicação de 1.200 nL.L⁻¹ atrasou o amaciamento da polpa das mangas até aproximadamente o décimo dia de armazenamento sob temperatura ambiente, o qual sucedeu quinze dias sob refrigeração, a 11,0°C ± 1,6.

Para melhor verificação dos efeitos e das condições de realização dos tratamentos, avaliou-se a influência da época de aplicação pós-colheita de 1-MCP e do frigoarmazenamento por quinze dias, a 10°C, seguidos de sete dias no ambiente, a 25°C, sobre a vida útil da manga 'Tommy Atkins'.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo, foram utilizadas mangas 'Tommy Atkins' colhidas em estágio de maturação 2, reconhecido pela cor verde-clara da casca no ápice e pela polpa levemente amarela próximo à semente, provenientes de área de produção localizada em Petrolina-PE. Após a colheita, os frutos foram selecionados, considerando-se uniformidade de maturação, tamanho, sanidade e ausência de defeitos, e sanitizados por imersão, durante cinco

minutos, em solução de hipoclorito de sódio correspondente ao fornecimento de 100 µL.L⁻¹ de cloro.

Os tratamentos testados foram: época de aplicação de 1-MCP e tempo de armazenamento. Para avaliar a época de aplicação, foram testados: controle (sem aplicação), aplicação apenas no início do armazenamento refrigerado e aplicação apenas no final da refrigeração.

A aplicação de 1-MCP, na dose de 1.500 nL.L⁻¹, foi realizada em caixas herméticas de 0,186 m³, providas de ventilação interna, onde os frutos foram acondicionados em embalagens de papelão com capacidade para 4,0 kg. Essa dose foi escolhida a partir dos resultados obtidos por Lima et al. (2006), sendo o 1-MCP gerado a partir da diluição em água do produto comercial (*SmartFresh*TM, 0,14% i.a.), contido em recipiente fechado. A exposição ao gás durou 12 horas e ocorreu no ambiente de refrigeração, com temperatura aproximada de 10°C. Para o tratamento correspondente à aplicação no final da refrigeração, esta foi realizada nas 12 horas anteriores à retirada dos frutos para a condição de ambiente não-refrigerado.

As avaliações foram realizadas aos 0; 7; 15; 18; 20; 21 e 22 dias de armazenamento, sendo que até o décimo quinto dia os frutos estiveram sob refrigeração (10,6°C ± 3,6 e 84% UR ± 7), sendo, em seguida, transferidos para temperatura ambiente (24,4°C ± 2,9 e 42% UR ± 11).

As variáveis estudadas foram: a) perda de massa fresca (%): calculada pela diferença entre a massa do fruto no dia da colheita e na data da avaliação; b) cores da casca na região verde e da polpa: obtidas em reflectômetro, analisando os atributos luminosidade (*L*), cromaticidade (*C*) e ângulo de cor (*h*^o); c) firmeza da polpa (*N*): determinada pela resistência da polpa à penetração, utilizando penetrômetro manual modelo FT 327, com ponteira de 8 mm de diâmetro; d) teor de sólidos solúveis (SS, °Brix): obtidos pela leitura em refratômetro digital (IAL, 1985), e e) acidez titulável (AT, % de ácido cítrico): por titulação com solução de NaOH 0,1 mol.L⁻¹ (IAL, 1985).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em fatorial 3 x 7 (época de aplicação de 1-MCP x tempo de armazenamento), com 4 repetições, constituídas por 5 frutos. Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão polinomial. No último caso, o procedimento foi adotado quando o tempo de armazenamento, isoladamente, ou a interação entre os fatores foram significativos. Quando houve efeito significativo da interação, realizou-se o desdobramento das épocas de aplicação em cada tempo de armazenamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas perdas de massa fresca crescentes, independentemente das aplicações de 1-MCP, durante o tempo de armazenamento, com destaque a partir do décimo quinto dia, quando os frutos foram transferidos para temperatura ambiente (Figura 1A). As condições do ambiente de armazenamento, determinadas pela temperatura e umidade relativa, interferem diretamente sobre o metabolismo da fruta, restringindo ou favorecendo a perda de água. Neste estudo, a perda de massa fresca máxima (7,5%), registrada no vigésimo segundo dia, resultou

em sinais visíveis de murcha em alguns frutos isolados, independentemente da aplicação de 1-MCP.

Somente alguns estudos com 1-MCP têm avaliado sua influência sobre a perda de massa. Laamin et al. (2005) observaram menor perda de massa em tangerinas tratadas com 1-MCP. Em ameixas 'Golden Japan', 'Santa Rosa', 'President' e 'Reina Claudia', Valero et al. (2005) relataram reduções na perda de massa dependentes das doses aplicadas, que variaram de 250 a 1.000 nL.L⁻¹.

Em manga 'Tommy Atkins', Lima et al. (2006) verificaram que doses de 600; 1.200 e 2.400 nL.L⁻¹ reduziram a perda de massa em frutos acondicionados sob temperatura ambiente. O mesmo foi verificado por Silva et al. (2004) em mangas 'Espada', 'Jasmim' e 'Rosa'.

O aumento na *L* da casca ocorreu indistintamente entre os tratamentos com 1-MCP, indicando o maior brilho superficial nos frutos a partir do décimo oitavo dia (Figura 1A). Por outro lado, o *C* e o *h*^o foram afetados diferencialmente pelos tratamentos com 1-MCP (Figuras 1B e 1C). Tanto o aumento no *C*, indicando maior intensidade ou pureza da cor amarela, quanto a redução no *h*^o, refletindo a mudança do verde para o amarelo, foram menos acentuados nos frutos tratados com 1-MCP no final da refrigeração. Do vigésimo primeiro ao vigésimo segundo dia, podem ser destacadas variações mais pronunciadas nos frutos tratados no início da refrigeração.

A cor da polpa sofreu poucas modificações determinadas pelo tempo de armazenamento (Figura 1D). Para a *L* da polpa, apesar de as variações terem sido significativas em relação ao tempo, não houve um padrão de resposta claro, sendo possível apenas verificar uma tendência de redução. O aumento do *C*, por outro lado, caracteriza a maior intensidade de cor, que se tornou alaranjada ao longo do tempo, com variação do *h*^o de 90 para 82°. O valor discrepante observado aos vinte e um dias de armazenamento sugere erro amostral, principalmente quando se reconhece que o amadurecimento da manga está associado à síntese de carotenóides na polpa, o que seria representado por redução no *h*^o, sob condições normais de armazenamento.

Entre os componentes da cor avaliados, as mudanças no *h*^o foram as que representaram, tanto na casca quanto na polpa, reconhecimento visual dessa variação. Para os componentes *L* e *C*, seriam necessárias variações numericamente mais amplas do que as observadas neste estudo para que um observador comum reconhecesse diferenças no brilho e na intensidade ou pureza da cor.

Entretanto, alguns estudos descrevem efeitos do 1-MCP no atraso das mudanças de cor. Em peras 'Abbé Fétel', Zerbini et al. (2005) observaram atraso no amarelecimento dos frutos tratados com 1-MCP. Em abacate, Hershkovitz et al. (2005) observaram menores valores de *L* e *C* nos frutos submetidos à aplicação de 1-MCP. Porém, nessa espécie, respostas distintas têm sido relatadas (Hofman et al., 2001).

A síntese de pigmentos vermelhos também pode ser atrasada ou reduzida pelo 1-MCP (Amodio et al., 2005). Contudo, pouco se sabe sobre seu efeito no metabolismo dos pigmentos (Watkins, 2006), mesmo considerando-se que pode ser efetivo em atrasar ou reduzir a síntese dos compostos responsáveis pela

cor que são desencadeados pelo etileno (Abdi et al., 1998).

A aplicação de 1-MCP afetou a perda de firmeza da polpa (Figura 2A). Essa variável somente foi avaliada a partir do décimo quinto dia de armazenamento, quando os valores determinados nos frutos estiveram em conformidade com o limite superior de leitura do equipamento utilizado. Independentemente de a aplicação de 1-MCP ter sido realizada no início ou no final da refrigeração, a perda de firmeza nestes frutos ocorreu mais lentamente até que se completassem seis dias da saída da câmara fria. A partir daí, o amaciamento dos frutos tratados foi mais rápido. Mesmo aos vinte e um dias, as diferenças observadas já eram limitadas.

Apesar do efeito temporário, é importante considerar que, após a retirada dos frutos do ambiente de refrigeração, inicia-se uma etapa de transporte, movimentação e/ou manuseio que pode favorecer a ocorrência de danos mecânicos, cuja intensidade será maior em tecidos mais macios. Nesse sentido, a aplicação de 1-MCP resultaria em maior proteção dos frutos.

Estudos realizados por Lima et al. (2006) indicaram que o amaciamento das mangas tratadas com 1-MCP foi mais lento e dependente da concentração e do número de aplicações. Mas as diferenças foram-se tornando menores até que, aos dez dias após a transferência para temperatura ambiente, todos os frutos se apresentavam macios. Alves et al. (2004) registraram resultados semelhantes com a mesma cultivar, mesmo testando doses diferentes de 1-MCP.

Respostas semelhantes foram registradas em nectarinas (Ziosi et al., 2005). Segundo os autores, o 1-MCP exerceu uma inibição do amaciamento marcante, mas transitória, de forma que, ao terceiro dia de armazenamento sob temperatura ambiente, não havia mais diferença entre frutos tratados e controle. Em maçãs 'Royal Gala' e pêsego 'Summer Rich', a firmeza foi mantida somente enquanto os frutos estiveram submetidos ao gás (Cin et al., 2005). Os autores sugerem que, nesse caso, o comportamento dos frutos reflete diferenças na percepção do etileno e, provavelmente, na organização das famílias gênicas de receptores membranares desse fitormônio bem como na via de transdução do sinal.

Estudos com diferentes frutos apontam a retenção da firmeza como a mais importante resposta associada ao 1-MCP (Amodio et al., 2005; Hershkovitz et al., 2005; Laamin et al., 2005; Zerbini et al., 2005). Essa resposta permite estender o período de armazenamento e a vida útil sob temperatura ambiente em ameixas e damasco, por exemplo (Valero et al., 2005).

O amaciamento é parcialmente regulado pelo etileno, por isso tende a ser mais lento nos frutos tratados com 1-MCP. Entretanto, não é impedido e, no final do amadurecimento, os frutos tornam-se completamente macios (Lurie & Weksler, 2005; Watkins, 2006).

Para reforçar e justificar o atraso promovido pelo 1-MCP em eventos associados ao amadurecimento, Ziosi et al. (2005) constataram que esse gás diminui a síntese de poliaminas.

O teor de SS aumentou durante o amadurecimento da fruta após o armazenamento refrigerado, sem influência da aplicação de 1-MCP (Figura 2B). Seria esperada uma estabilização nos teores de SS no final do período, caracterizando que o fruto já estaria

apto para o consumo, uma vez que os valores observados para outras variáveis, como firmeza da polpa e cor da casca e da polpa, reforçam essa consideração.

Resultados experimentais com aplicações de 900 e 1.200 nL.L⁻¹ de 1-MCP em manga ‘Tommy Atkins’ indicaram menor acúmulo de SS. Entretanto, as diferenças foram limitadas a 0,5°Brix (Lima et al., 2006). Em manga ‘Kensington Pride’, Hofman et al. (2001) não observaram efeito da aplicação de 1-MCP sobre o teor de SS e a AT. Contudo, as respostas dessas duas características ao 1-MCP variam entre espécies e cultivares (Watkins, 2006).

A aplicação de 1.500 nL.L⁻¹ de 1-MCP no início ou no final da refrigeração afetou o padrão de redução da AT da manga (Figura 2C). Quando a aplicação ocorreu no início da refrigeração, obteve-se atraso na diminuição da AT, que, contudo, só foi mantido nos primeiros dias após a transferência dos frutos para temperatura ambiente. A partir daí, a redução da AT foi maior nos frutos que receberam 1-MCP no início da refrigeração. Para aqueles tratados nas últimas doze horas de refrigeração, a diminuição foi mais acentuada no final do período.

Em geral, o 1-MCP atrasa a queda na AT (Watkins, 2006), como observado em tangerinas (Laamin et al., 2005) e em mangas ‘Jasmin’, ‘Espada’ e ‘Rosa’ (Silva et al., 2004). Em manga ‘Tommy Atkins’, Coccozza (2003) informou que 500 nL.L⁻¹ de 1-MCP limitou a redução da AT apesar de acelerar as mudanças na cor e no amaciamento. Porém Amodio et al. (2005) e Ziosi et al. (2005) não observaram tais efeitos em tomate e nectarina, respectivamente.

Os efeitos temporários do 1-MCP verificados neste e em outros estudos podem ser atribuídos à capacidade de renovação dos tecidos ou de produção de novos receptores de etileno, aos quais aquele inibidor também se liga (Sisler & Serek, 1997). Esses novos receptores produzidos estariam livres para se ligarem ao etileno que fosse sintetizado pelo fruto. Contudo, Cin et al. (2005) consideram também que a ligação química dos receptores pode ser incompleta ou não ser irreversível, como se admitia. Outra possibilidade é que a afinidade dos sítios receptores pelo etileno ou pelo 1-MCP mude ao longo do tempo (Argenta et al., 2005).

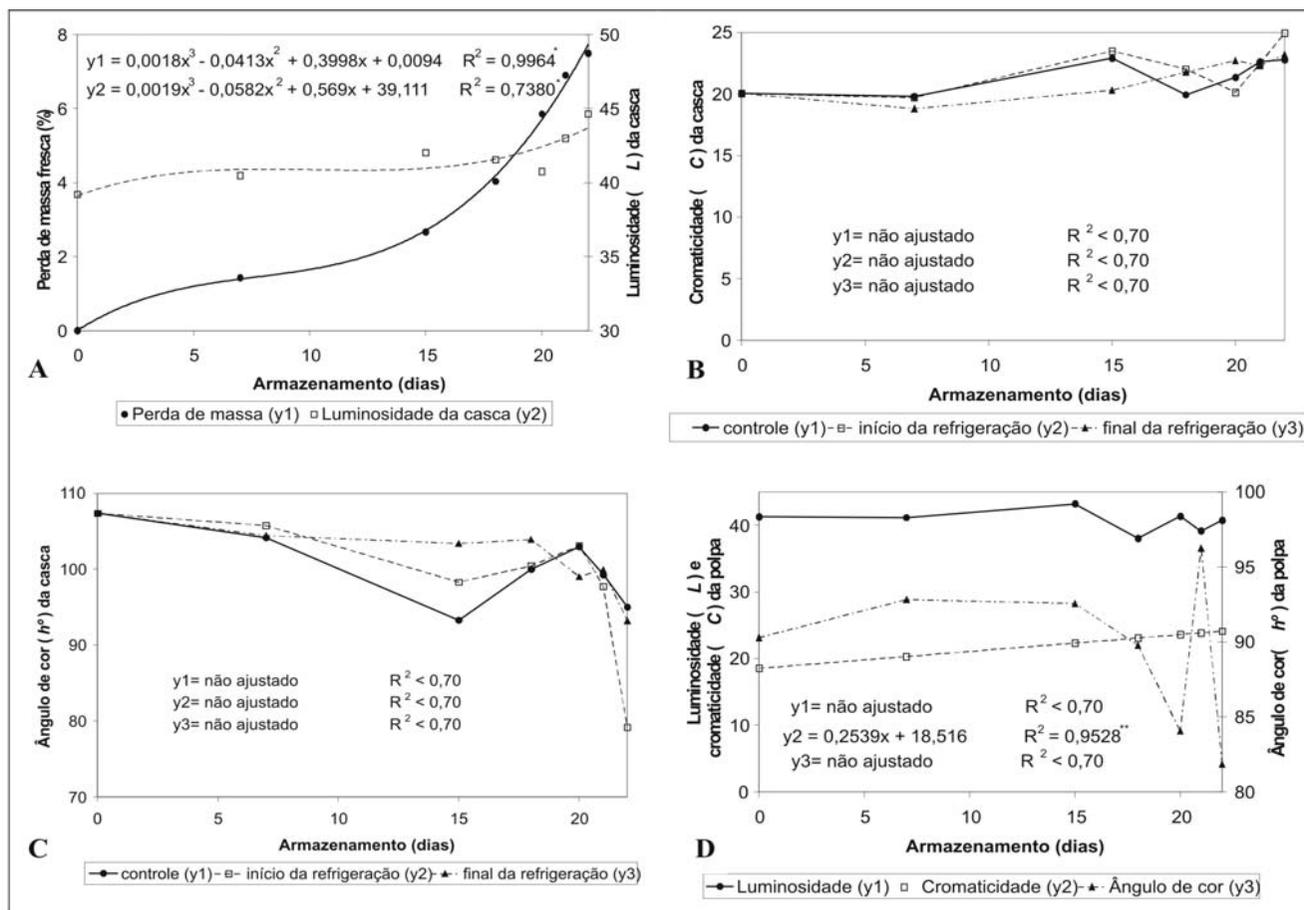


FIGURA 1 - Perda de massa fresca, luminosidade – L – (A), croma – C – (B) e ângulo de cor – h° – (C) da casca e L, C e h° da polpa (D) de manga ‘Tommy Atkins’ submetida a diferentes épocas de aplicação de 1-MCP e armazenada sob refrigeração (10,6°C ± 3,6 e 84% UR ± 7) durante 15 dias, seguidos de até 7 dias em temperatura ambiente (24,4°C ± 2,9 e 42% UR ± 11). Em A e D, estão representados os valores médios das épocas de aplicação de 1-MCP.

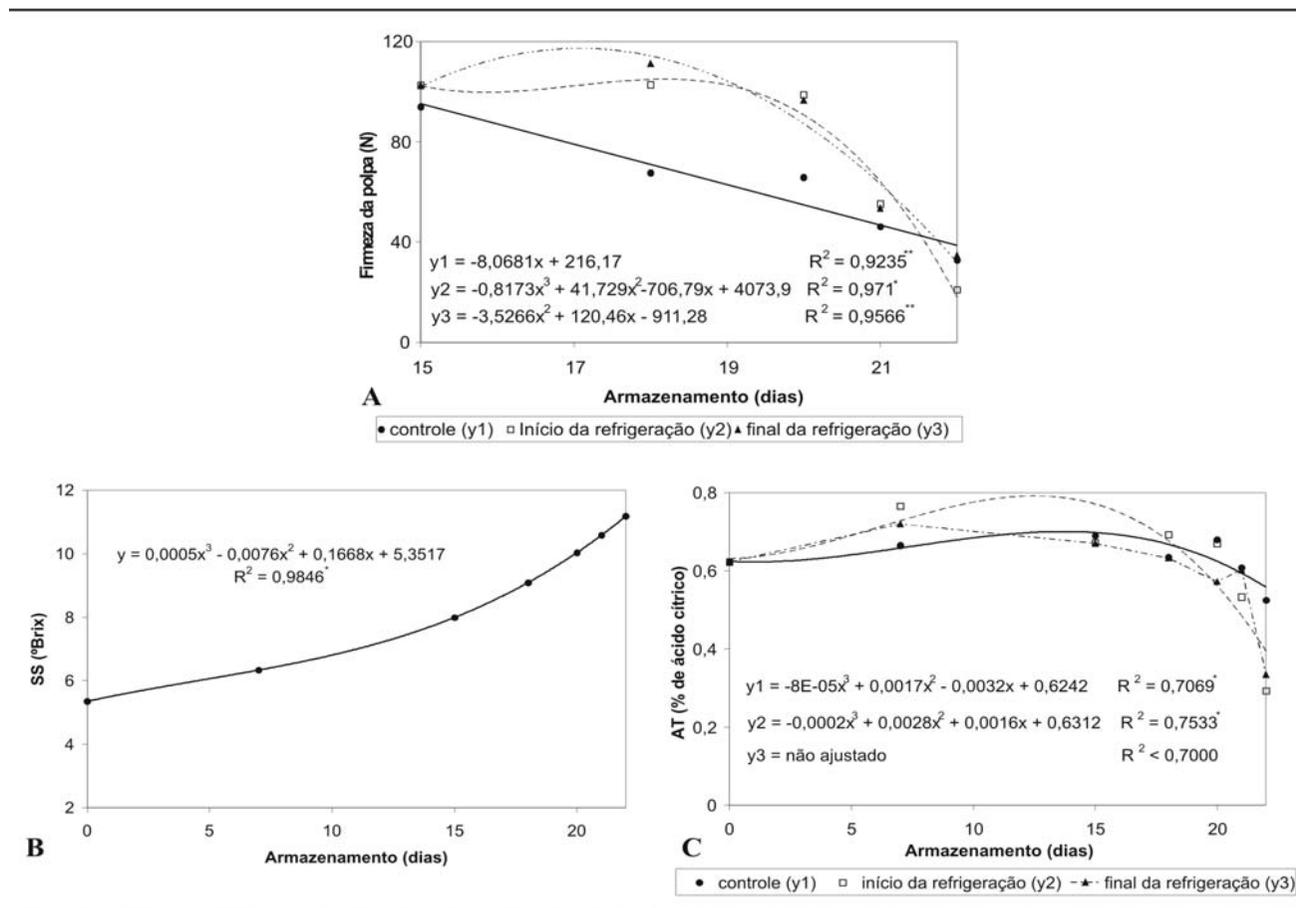


FIGURA 2 - Firmeza da polpa (A), teor de sólidos solúveis – SS – (B) e acidez titulável - AT – (C) de manga ‘Tommy Atkins’ submetida a diferentes épocas de aplicação de 1-MCP e armazenada sob refrigeração ($10,6^{\circ}\text{C} \pm 3,6$ e $84\% \text{ UR} \pm 7$) durante 15 dias, seguidos de até 7 dias em temperatura ambiente ($24,4^{\circ}\text{C} \pm 2,9$ e $42\% \text{ UR} \pm 11$). Em B, estão representados os valores médios das épocas de aplicação de 1-MCP.

CONCLUSÃO

A aplicação de 1.500 nL.L^{-1} de 1-MCP no início ou ao final de quinze dias de armazenamento refrigerado de mangas ‘Tommy Atkins’ resulta em atrasos equivalentes do amaciamento da polpa, recomendando-se o tratamento no início da refrigeração pela menor interferência nas operações pós-colheita atualmente praticadas.

REFERÊNCIAS

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

ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ALMEIDA, A. de S.; PEREIRA, M.E.C.; COCOZZA, F. del M.; JORGE, J.T. Postharvest ripening of ‘Tommy Atkins’ mangoes in two maturation stages

treated with 1-MCP. *Acta Horticulturae*, Brugg, n.645, p.627-632, 2004.

AMODIO, M.I.; RINALDI, R.; COLELLI, G. Effects of controlled atmosphere and treatment with 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening attributes of tomatoes. *Acta Horticulturae*, Brugg, n.682, v.1, p.737-742, 2005.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2006. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, 2006. 136p.

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, n.682, v.2, p.1249-1255, 2005.

CIN, V. dal.; RIZZINI, F.M.; BOTTON, A.; ZILLOTTO, F.; DANESIN, M.; TONUTTI, P. Different response of apple and peach fruits to 1-MCP: a case of different sensitivity to ethylene? *Acta Horticulturae*, Brugg, n.682, v.1, p.321-327, 2005.

- COCOZZA, F. del M. **Maturação e conservação de manga 'Tommy Atkins' à aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropeno**. 2003. 198f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Pós-Colheita) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.
- HERSHKOVITZ, V.; SAGUY, S.I.; PESIS, E. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.37, n.3, p.252-264, 2005.
- HOFMAN, P.J.; JOBIN-DECOR, M.; MEIBURG, G.F.; MACNISH, A.J.; JOYCE, D.C. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Victoria, v.41, p.567-572, 2001.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo, 1985. v.1, 371p.
- LAAMIN, M.; AIT-OUBAHOU, A.; BENICHO, M. Some effects of 1-methylcyclopropene on the quality of Clementine mandarin fruit kept at ambient temperature. **Acta Horticulturae**, Brugg, n.682, v.1, p.695-700, 2005.
- LIMA, M.A.C. de; SILVA, A.L.; AZEVEDO, S.S.N.; SANTOS, P. de S. 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.
- LURIE, S.; WEKSLER, A. Effects of 1-methylcyclopropene on stone fruits. **Acta Horticulturae**, Brugg, n.682, v.1, p.85-90, 2005.
- RODRIGUES, B.B. Manga. Hortifruti Brasil, Piracicaba, n.44, p.21, 2006.
- SILVA, S.M.; SANTOS, E.C.; SANTOS, A.F. dos; SILVEIRA, I.R.B.S.; MENDONÇA, R.M.N. Influence of 1-methylcyclopropene on postharvest conservation of exotic mango cultivars. **Acta Horticulturae**, Brugg, n.645, p.565-572, 2004.
- SISLER, E.C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.100, n.3, p.577-582, 1997.
- VALERO, D.; GUILLÉN, F.; VALVERDE, J.M.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; CASTILLO, S.; SERRANO, M. 1-MCP use on *Prunus* spp. to maintain fruit quality and to extend shelf life during storage: a comparative study. **Acta Horticulturae**, Brugg, n.682, v.2, p.933-940, 2005.
- VALEXPOR. **Há 17 anos unindo forças para o desenvolvimento do Vale do São Francisco e da fruticultura brasileira**. Petrolina, 2005. 17p.
- 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.
- ZERBINI, P.E.; CAMBIAGHI, P.; GRASSI, M.; RIZZOLO, A.; CUBEDDU, R.; PIFFERI, A.; TORRICELLI, A. BISCOTTI, G. Effect of 1-MCP on 'Abbé Fétel' pears sorted at harvest by time-resolved reflectance spectroscopy. **Acta Horticulturae**, Brugg, n.682, v.2, p.965-971, 2005.
- ZIOSI, V.; BIONDI, S.; TORRIGIANI, P.; RASORI, A.; BREGOLI, A.M.; COSTA, G. 1-MCP effects in nectarines: dependence on storage temperature, and relationship with polyamines. **Acta Horticulturae**, Brugg, n.682, v.2, p.1241-1247, 2005.