

FIRMEZA DE PÊSSEGOS 'DIAMANTE' TRATADOS COM 1-MCP¹

FERNANDA EMANUELE DA ROCHA OLIVEIRA², CELESTE MARIA PATTO DE ABREU³, SIMONE ABREU ASMAR⁴, ANGELITA DUARTE CORRÊA³, CUSTÓDIO DONIZETE DOS SANTOS⁵

RESUMO - No Brasil, o consumo de pêssegos *in natura* vem aumentando a cada ano. No entanto, durante o transporte, o período de armazenamento e a comercialização, as perdas são bastante significativas, havendo a necessidade de desenvolver tecnologias para manter a qualidade pós-colheita e prolongar a vida útil desses frutos. O composto 1-metilciclopropeno (1-MCP) vem sendo usado com resultados positivos em diversos tipos de frutos, como goiaba, banana, maçã, entre outras. Neste trabalho, foi avaliado o tratamento com 1-MCP em pêssegos armazenados em condições ambientais para a manutenção da firmeza dos frutos. Os frutos da cv. Diamante foram provenientes do município de Nepomuceno-MG, colhidos no estágio de maturação 'de vez' e selecionados em função do tamanho, estágio de maturação e ausência de injúrias. Os frutos foram submetidos à imersão em hipoclorito de sódio a 1% para desinfecção e parte deles foi tratada com 1-MCP, na concentração aproximada de 625 nL/L, por 12 horas. Em seguida, os frutos foram armazenados por até 10 dias, em temperatura ambiente ($22 \pm 2^\circ\text{C}$ e $77 \pm 2\%$ UR). Foram realizadas análises de firmeza da polpa, solubilização de pectinas e atividades de pectinametilesterase e poligalacturonase a cada 2 dias até o final do período de armazenamento. Os frutos tratados com 1-MCP apresentaram maior firmeza e menor solubilização de pectinas durante o período avaliado e também menor atividade de pectinametilesterase que os frutos-controle até o 6º dia de armazenamento, demonstrando que o 1-MCP foi eficiente em retardar o amaciamento dos frutos no período estudado.

Termos para indexação: *Prunus persica*, 1-metilciclopropeno, pós-colheita, pectinametilesterase.

FIRMNESS OF PEACH 'DIAMANTE' TREATED WITH 1-MCP

ABSTRACT - In Brazil, the consumption of *in natura* peaches has been increasing every year. However, during the transport, the storage period and the commercialization, the losses are quite significant, having the need to develop technologies to maintain postharvest quality and to prolong the useful life of those fruits. The compound 1-methylcyclopropene (1-MCP) has been used with positive results in several types of fruits as guava, banana, apple, among others. In this work, the isolated action of the treatment with 1-MCP was evaluated in peaches stored under environment conditions for the maintenance of firmness of fruits. The fruits cv. Diamante were from Nepomuceno – MG, Brazil, picked at the maturation stadium 'just before ripening' and selected in function of the size, maturation stadium and absence of injuries. The fruits were submitted to immersion in 1% sodium hypochlorite for disinfection and part of them were treated with 1-MCP, at the concentration of approximate 625 nL/L, per 12 hours. Soon after, the fruits were stored for up to 10 days, at environment temperature ($22 \pm 2^\circ\text{C}$ and $77 \pm 2\%$ UR). It was realized analyses of pulp firmness, solubilization of pectins and pectinmethylesterase activities and polygalacturonase every 2 days, until the end of the storage period. The fruits treated with 1-MCP presented greater firmness and smaller solubilization of pectins during the appraised period, and also smaller pectinmethylesterase activity that the fruits control until the 6th day of storage, showing that 1-MCP was efficient in delaying the softening of fruits at the studied period.

Index terms: *Prunus persica*, 1-methylcyclopropene, postharvest, pectinmethylesterase.

INTRODUÇÃO

Das plantas frutíferas cultivadas comercialmente, o pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) destaca-se como sendo a que tem as frutas mais sensíveis ao manuseio e armazenamento, devido à fina epiderme que envolve a parte comestível. O pêssego é um fruto climatérico de clima temperado e apresenta uma curta vida útil após a colheita, o que dificulta sua comercialização em mercados distantes (Darezzo, 1998). A falta de tecnologias de conservação adequadas desses frutos tem ocasionado perdas enormes ao fruticultor, com conseqüente prejuízo ao consumidor pela escassez do fruto, oferta de frutos de má qualidade e pela elevação de seu preço.

Como o pêssego é um fruto que pode ser consumido *in natura*, a firmeza da polpa passa a ser um importante atributo de qualidade, pois existem diversos mecanismos envolvidos nas modificações da textura dos frutos na pós-colheita, cujo estudo se faz necessário para diminuir ou retardar a ação de enzimas responsáveis pelo amolecimento do fruto, tais como pectinametilesterase, poligalacturonase, â-galactosidase, entre outras (Nunes, 2003).

As substâncias pécticas atuam como material cimentante e encontram-se, principalmente, depositadas na parede celular, sendo responsáveis pela firmeza dos frutos. Estas derivam-se do ácido poligalacturônico e ocorrem na forma de pectina, protopectina, ácidos pectínicos e ácidos pécticos. As protopectinas são convertidas em

pectina solúvel e causam o amaciamento nos frutos com o avanço do amadurecimento (Chitarra & Chitarra, 1990).

O etileno é o fitormônio que desencadeia os processos de maturação e senescência dos frutos, e assim é necessária a inibição de sua síntese ou de sua ação para retardar esse processo (Girardi et al., 2003). Uma das formas de bloquear a ação do etileno é pela utilização de compostos que atuam em seus sítios receptores, presentes nas membranas celulares. O composto 1-metilciclopropeno (1-MCP) vem sendo amplamente testado para utilização em pós-colheita. Este composto liga-se de modo irreversível aos receptores de etileno, impedindo sua ação e, conseqüentemente, bloqueando as reações de amadurecimento dependentes deste fitormônio (Serek et al., 1994).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar a ação do 1-MCP na manutenção da firmeza de pêssegos cv. Diamante, destinadas ao consumo *in natura*, armazenados em condições ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 192 pêssegos cv. Diamante, colhidos no estágio de maturação verde-maturo, provenientes do município de Nepomuceno-MG. A colheita foi realizada manualmente, no período da manhã. Os frutos foram selecionados em função do tamanho, cor e ausência de injúrias e, em seguida, foram transportados até o Laboratório de Bioquímica do Departamento de Química da Universidade Federal

¹ (Trabalho 074/2005). Recebido: 29/04/2005. Aceito para publicação: 06/10/2005.

² Química, Mestre em Agronomia, concentração em Agroquímica e Agrobiológica, Universidade Federal de Lavras/UFLA, C.P.37, 37200-000, Lavras, MG, ferufla@yahoo.com.br.

³ Engenheira Agrônoma, D.S. Ciências dos Alimentos, Professora Adjunto do Departamento de Química/UFLA, C.P. 37, 37200-000, Lavras-MG, celeste@ufla.br; angelita@ufla.br.

⁴ Acadêmica em Agronomia da Universidade Federal de Lavras/UFLA, bolsista CNPq, C.P.37, 37200-000, Lavras, MG, siasmar@yahoo.com.br.

⁵ Engenheiro Agrônomo, D. S. Ciências, Professor Titular do Departamento de Química/UFLA, C.P.37, 37200-000, Lavras, MG, cdsantos@ufla.br.

de Lavras (UFPA), Lavras-MG, onde foram imersos em uma solução de hipoclorito de sódio a 1%, por 1 minuto, para evitar o crescimento de patógenos durante o armazenamento. A seguir, os frutos foram colocados sobre papel-toalha para secar à temperatura ambiente. Após essa etapa, foram separados, ao acaso, em dois lotes de 96 frutos cada.

Os frutos do primeiro lote receberam tratamento com 1-MCP na concentração aproximada de 625 nL/L, por 12 horas, em câmara hermética. Os frutos do segundo lote não receberam tratamento e foram considerados como controle; no entanto, para que o experimento fosse conduzido nas mesmas condições, os frutos desse lote também foram mantidos em câmara hermética.

Ao final desse período, os frutos foram retirados das câmaras, identificados e armazenados à temperatura ambiente ($22 \pm 2^\circ\text{C}$ e $77 \pm 2\%$ UR) por um período de até dez dias. As análises foram realizadas no dia da colheita (dia 0) e a cada dois dias até o fim do período de armazenamento. Para a realização das análises, os frutos foram descascados e picados. Uma parte foi congelada em nitrogênio líquido e acondicionada em sacos de polietileno herméticos, identificados e mantidos a -18°C , para as análises de atividades enzimáticas. A outra parte foi triturada em liquidificador, até a obtenção de uma massa homogênea e também armazenada a -18°C , sendo utilizada posteriormente para a realização das demais análises.

Foram realizadas as seguintes análises:

- **Firmeza (N)**, utilizando penetrômetro Mc Cormick FT011 com ponteira de 8 mm; **Porcentagem de solubilização (%)**, as pectinas total e solúvel foram extraídas segundo McCready & McComb (1952) e os teores determinados colorimetricamente segundo Bitter & Muir (1962). A porcentagem de solubilização foi obtida pela seguinte equação (pectina solúvel/pectina total) x 100;

- **Pectinametilsterase (PME)** (nmol/min/g de tecido), determinadas segundo Jen & Robinson (1984);

- **Poligalacturonase (PG)** (nmol/min/g de tecido), extraídas segundo Pressey et al. (1973) e quantificação dos grupos redutores segundo Nelson (1944) e Noelting & Bernfeld (1948); **Análise estatística**-delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 x 6), 2 tratamentos (com e sem 1-MCP) e 6 tempos de análise (0; 2; 4; 6; 8 e 10 dias), com quatro repetições de quatro frutos para cada tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, foi aplicada análise de regressão polinomial, a 5% de probabilidade, sendo os modelos selecionados mediante o coeficiente de determinação, e de significância dos coeficientes de regressão, testados pelo teste F. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SANEST (Zonta & Machado, 1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre tratamentos e dias de armazenamento foi significativa para a variável firmeza ($p \leq 0,01$). Verificou-se que, ao longo do período de armazenamento, houve um decréscimo na firmeza dos pêssegos (Figura 1), como consequência do avanço do processo natural de amaciamento e senescência dos frutos. No último dia de armazenamento, os frutos-controle apresentaram uma perda de firmeza média de 61%, enquanto nos frutos tratados com 1-MCP, essa redução foi de 31% em relação à firmeza obtida no dia 0, o que mostra ser o 1-MCP eficaz em manter a firmeza dos frutos.

Kluge & Jacomino (2002), estudando a vida útil de pêssegos tratados com 1-MCP, observaram redução de 66% na firmeza de frutos não tratados e uma redução de 53% para pêssegos 'Aurora-1' tratados com 900 nL/L de 1-MCP, por 12 horas, após 6 dias de armazenamento à temperatura ambiente. Os valores obtidos neste trabalho, após 6 dias de armazenamento à temperatura ambiente para pêssegos cv. Diamante, foram 35% para frutos-controle e 23% na redução da firmeza para os frutos tratados com 625 nL/L de 1-MCP, por 12 horas. Embora os frutos da cv. Aurora-1 tenham sido tratados com maior concentração do produto, as diferenças nos valores de perda de firmeza devem-se às características da própria cultivar em estudo, que foi melhorada visando

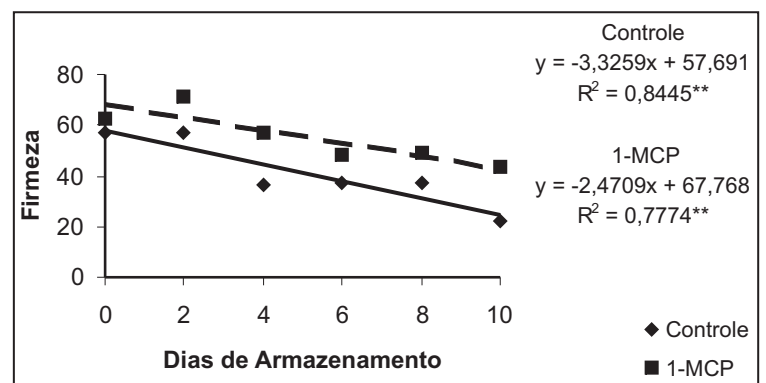


FIGURA 1 - Firmeza (N) em pêssegos cv. Diamante submetidos ao tratamento com 1-MCP e armazenados, por um período de dez dias, sob condições ambientais.

à industrialização dos frutos, sendo um dos requisitos básicos a maior firmeza da polpa.

Houve efeito significativo para a interação entre os fatores tratamentos e dias de armazenamento para a variável porcentagem de solubilização ($p \leq 0,01$). A solubilização de substâncias pécnicas é uma tendência natural durante o amadurecimento dos frutos. No presente trabalho, observou-se aumento da porcentagem de solubilização das pectinas nos dois tratamentos (Figura 2), sendo esta variação de 27,86% a 55,16% para os frutos-controle e de 22,67% a 43,40% para os frutos tratados com 1-MCP, nos dias 0 e 10 de armazenamento, respectivamente. Esta menor solubilização de pectinas nos frutos que receberam o tratamento com 1-MCP, possivelmente, se deve ao fato do 1-MCP ter retardado o efeito do etileno sobre a atividade de enzimas hidrolíticas da parede celular.

Fernandez (2000), avaliando pêssegos da cv. Marli, obteve 15% de solubilização de pectinas no dia 0 e 75% após 4 dias de armazenamento à temperatura de 20°C , para frutos-controle. Já Nunes (2003), estudando pêssegos 'Premier', obteve 10,4% de solubilização de pectinas para frutos-controle, no dia 0, e 86,7%, no 5º dia de armazenamento à temperatura ambiente. Os resultados encontrados neste trabalho para frutos-controle foram 27,9%, 54,4% e 65,3% nos dias 0; 4 e 6, respectivamente. Estas diferenças podem ser devidas às características distintas das cultivares utilizadas. Os frutos das cvs. Premier e Marli são de polpa branca enquanto os da cv. Diamante são de polpa amarela. Sabe-se que pêssegos de polpa amarela, quando maduros, são mais firmes que os de polpa branca, havendo menor solubilização de pectinas nos pêssegos 'Diamante' com o avanço do amadurecimento dos frutos.

Houve diferenças significativas para os dias de armazenamento e para a interação entre os fatores tratamentos e dias de armazenamento sobre a atividade da pectinametilsterase ($p \leq 0,01$). O período de 12 horas, decorrido entre o começo da aplicação do tratamento e o tempo zero, mostrou que, nos frutos tratados com 1-MCP, houve retardamento

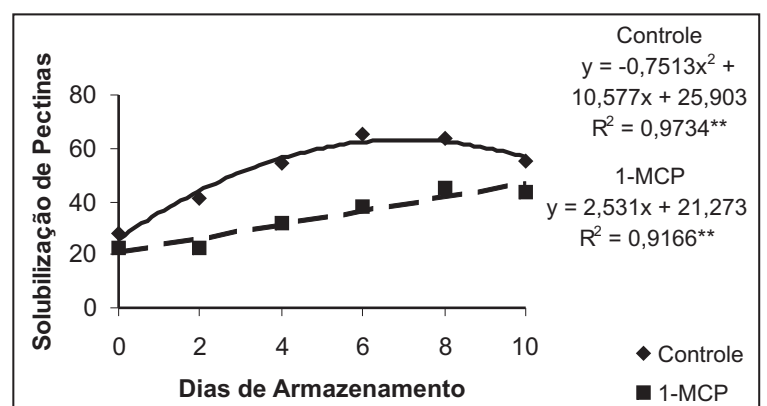


FIGURA 2 - Solubilização de pectinas (%) em pêssegos cv. Diamante submetidos ao tratamento com 1-MCP e armazenados, por um período de dez dias, sob condições ambientais.

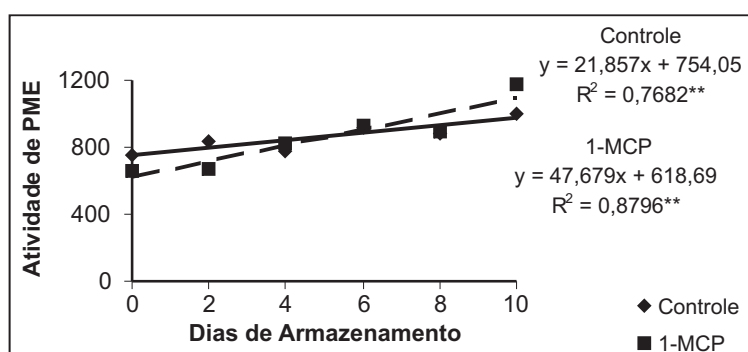


FIGURA 3 - Atividade de pectinametilesterase (nmol/min/g tecido) em pêssegos cv. Diamante submetidos ao tratamento com 1-MCP e armazenados, por um período de dez dias, sob condições ambientais.

da atividade da pectinametilesterase (PME) (Figura 3). Isso indica que o 1-MCP interferiu na degradação da pectina, fato que reflete diretamente na firmeza dos frutos, pois, ao se observar a Figura 1, referente à firmeza da polpa, pode-se constatar que, no dia 0, a firmeza dos frutos tratados com 1-MCP foi maior que a dos frutos-controle.

A atividade da PME aumentou linearmente, tanto para os frutos-controle quanto para os tratados com 1-MCP. Até o 6º dia de armazenamento, os frutos-controle apresentaram valores mais elevados da atividade de PME do que os frutos tratados com 1-MCP. A partir daí, a atividade desta enzima foi maior nos frutos tratados com 1-MCP. Para os frutos-controle, a atividade de PME aumentou de 752,5 para 1002,5 nmol/min/g de tecido nos dias 0 e 10 de armazenamento, respectivamente e, para os frutos que receberam o tratamento com 1-MCP, a atividade aumentou de 660,0 para 1.172,5 nmol/min/g de tecido também nos dias 0 e 10, respectivamente.

A atividade da enzima poligalacturonase (PG) não foi detectada neste estudo, durante o amadurecimento de pêssegos cv. Diamante. A essa pectinase é atribuída à hidrólise de pectinas desesterificadas.

No presente estudo, não existem evidências que relacionem o processo de amaciamento da polpa do pêssego 'Diamante' com a enzima PG. Apesar de se ter detectado atividade da enzima PME, uma das pectinases envolvidas no processo de amaciamento, com conseqüente aumento na porcentagem de solubilização de pectinas, não se pode inferir que somente essa enzima esteja envolvida no processo de degradação. Sabe-se que outras enzimas estão envolvidas na solubilização de pectinas.

Nunes (2003), estudando a conservação de pêssegos 'Premier' tratados com cloreto de cálcio, observou decréscimo na atividade de PME e PG nos frutos-controle, mas verificou aumento na atividade dessas enzimas para os frutos tratados com cloreto de cálcio a 1% e 2%. A atividade da PME para os frutos-controle diminuiu de 1.120,00 nmol/min/g de tecido no dia 0 para 906,75 nmol/min/g de tecido no 5º dia da armazenamento à temperatura ambiente. Como se pode observar, existem diferenças nas cultivares quanto às atividades enzimáticas.

CONCLUSÕES

Nas condições experimentais, pode-se concluir que os frutos tratados com 1-MCP se apresentaram com menor perda de firmeza durante todo o período de armazenamento à temperatura ambiente, quando comparados aos frutos-controle e, portanto, o 1-MCP apresenta-se com potencial de utilização para a manutenção da qualidade de pêssegos cv. Diamante.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas de estudos.

REFERÊNCIAS

- BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical Biochemistry*, New York, v. 34, n. 4, p. 330-334, 1962.
- CHITARRA, M. F. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990, p. 320.
- DAREZZO, H. M. **Conservação pós-colheita de pêssegos 'Aurora-1' e 'Biuti' acondicionados em diferentes embalagens e armazenados sob condições de ambiente e refrigeração**. 1998. p. 129. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.
- FERNANDEZ, M. A. F. **Influência da modificação atmosférica e de armazenamento sobre a qualidade de pêssego cv. Marli**. 2000. p. 118. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.
- GIRARDI, C. L.; PARUSSOLO, A.; DANIELI, R.; CORRENT, A. R.; ROMBALDI, C. V. Conservação de caqui (*Diospyros kaki*, L.), cv. Fuyu, pela aplicação de 1-metilciclopropeno. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 54-56, 2003.
- JEN, J. J.; ROBINSON, M. L. P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Science*, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1085-1087, 1984.
- KLUGE, R. A.; JACOMINO, P. A. Shelf life of peach treated with 1-methylcyclopropene. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 69-72, 2002.
- McCREADY, P. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic material. *Analytical Chemistry*, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, 1952.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. *The Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, v. 135, n. 1, p. 136-175, 1944.
- NOELTING, G.; BERNFELD, P. Sur les enzymes amylolytiques III. La â-amilase: dosage d'activate et controle de l'absence l'â-amilase. *Helvetica Chimistries Acta*, Basel, v. 31, n. 1, p. 286-290, 1948.
- NUNES, E. E. **Conservação pós-colheita de pêssegos 'Premier' tratados com cálcio e armazenados em condições ambiente**. 2003. p. 46. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.
- PRESSEY, R.; HINTON, D. M.; AVANTS, J. K. Development of polygalacturonase activity and solubilization of pectin in peaches during ripening. *Plant Physiology*, Rockville, v. 52, n. 3, p. 252-256, 1973.
- SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M.S. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 119, n. 6, p. 1230-1233, 1994.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **SANEST Sistema de análise estatística para microcomputadores**. SEI n. 066060, Categoria A. 1995. p. 48.