

## **Amadurecimento e aceitação sensorial de abacate tratado com solução aquosa de 1-MCP**

Marcio Eduardo Canto Pereira<sup>1</sup>, Steven A. Sargent<sup>2</sup>, Celso Luiz Moretti<sup>3</sup>, Charles A. Sims<sup>4</sup>, Donald J. Huber<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ph.D., Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, s/n, Cruz das Almas, BA, Brasil, marcio@cnpmf.embrapa.br

<sup>2</sup>Ph.D., University of Florida, 1211 Fifield Hall, Gainesville, FL, EUA, 32611, sasa@ufl.edu

<sup>3</sup>D.Sc., Embrapa Hortaliças, BR 060 Km 09, Gama, DF, 70359-970, moretti@cnph.embrapa.br

<sup>4</sup>Ph.D., University of Florida, 359 FSHN building, Gainesville, FL, 32611-0370, csims@ufl.edu

### **Introdução**

O abacate (*Persea americana* Mill.) é um fruto rico em óleo e compostos benéficos à saúde (Ding et al., 2007). O fitormônio etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) é essencial para o amadurecimento deste fruto climatérico (Zauberman et al., 1988) e controlar sua ação é fundamental para estender a vida útil pós-colheita deste fruto.

O 1-metilciclopropeno, composto inibidor da ação do etileno, tem sido largamente usado em pesquisa e comercialização pós-colheita de produtos hortícolas (Huber, 2008; Watkins, 2008). Para o abacate, o 1-MCP gasoso foi efetivo em concentrações de 30 nL L<sup>-1</sup> a 500 nL L<sup>-1</sup> em tratamentos de 24 h a 20 °C (Feng et al., 2000; Kluge et al., 2002; Adkins et al., 2005). Este composto mostrou-se também efetivo em solução aquosa como tratamento pós-colheita de tomates e abacates 'Hass' (Choi et al., 2008) e 'Simmonds' (Pereira et al., 2010), com a vantagem de não necessitar de locais fechados para sua aplicação e de reduzir o tempo de aplicação em relação à formulação gasosa. No entanto, o 1-MCP pode afetar a aceitação sensorial do produto tratado (Marin et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros de amadurecimento e aceitação sensorial do abacate 'Beta' tratado com solução aquosa de 1-MCP.

### **Material e Métodos**

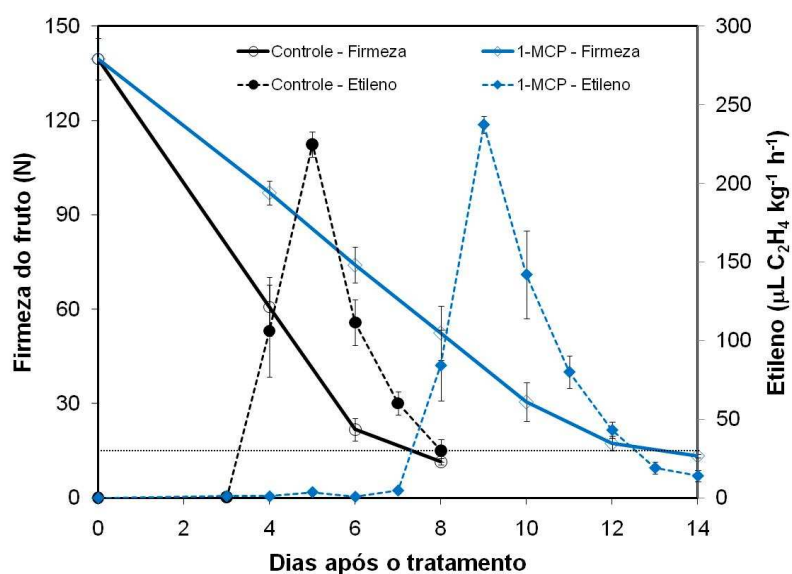
Frutos de abacate 'Beta', uma cultivar híbrida das raças Antilhana e Guatemalense, foram colhidos no estágio verde-maduro em Homestead, FL, EUA, e transportados para o

laboratório de pós-colheita da Universidade da Flórida, em Gainesville, FL, EUA, onde foram armazenados a  $20\pm 1^\circ\text{C}$ . No dia seguinte à colheita, os frutos foram selecionados aleatoriamente e separados em grupos para a aplicação dos tratamentos. Grupos de oito a 12 frutos foram colocados em um saco vazado e completamente imersos em solução aquosa de 1-MCP, na concentração de  $150\ \mu\text{g L}^{-1}$  ( $2.54\ \text{mmol m}^{-3}$  i.a.) por 1 minuto, agitando-se gentilmente para assegurar cobertura completa da superfície do fruto com a solução. Imediatamente após o tratamento, os frutos foram secos e armazenados à  $20\pm 1^\circ\text{C}$  para o monitoramento do amadurecimento de dois em dois dias. Frutos controle não tratados também foram armazenados em condições idênticas. As análises realizadas foram: firmeza do fruto, perda de peso, coloração da casca [(parâmetros de luminosidade ( $L^*$ ), cromaticidade ( $C^*$ ) e ângulo de cor (Hue)] e produção de etileno. Em frutos maduros, caracterizados por atingirem  $< 15\ \text{N}$  de firmeza, também realizou-se análise sensorial.

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado, com dois tratamentos e cinco repetições. Utilizou-se o programa estatístico SAS, versão 9.1.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC) para as análises estatísticas. As médias dos tratamentos foram separadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Abacates 'Beta' não tratados com o inibidor da ação do etileno amaciaram rapidamente, tendo sua firmeza inicial de  $140\ \text{N}$  reduzida para apenas  $22\ \text{N}$  em 6 dias e chegando ao estágio maduro com 8 dias (Figura 1).



**Figura 1.** Firmeza do fruto e produção de etileno de abacates 'Beta' controle ou imersos em 1-MCP aquoso a  $150\ \mu\text{g L}^{-1}$  por 1 minuto e armazenados a  $20^\circ\text{C}$ .

O amaciamento inicial do fruto nos primeiros três dias de armazenamento deu-se com níveis de produção de etileno menores que  $1 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  (Figura 1). A partir desse ponto, em apenas dois dias, a produção de etileno atingiu um pico de  $225 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , retornando a níveis de  $30 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  no estágio maduro.

O tratamento com 1-MCP prolongou o tempo para o amadurecimento do fruto em 6 dias - uma extensão de 75% na vida útil do fruto - sendo necessários 14 dias para atingir o estágio maduro. A redução inicial da firmeza também deu-se com baixos níveis de produção de etileno, a qual atingiu pico de  $237 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  aos 9 dias após o tratamento. Esta observação indica que o início do processo de amaciamento do fruto não necessita da produção autocatalítica de etileno e pode envolver, inclusive, ações independentes deste fitormônio.

Frutos não tratados perderam menos peso que aqueles tratados com 1-MCP, o que é um reflexo da extensão do tempo de amadurecimento do fruto promovida pelo tratamento com 1-MCP. Frutos controle maduros apresentaram cor da casca mais clara (maior L\*) e mais amarelada (menor Hue) do que os frutos tratados, indicando forte efeito do 1-MCP em inibir a degradação da clorofila (Tabela 1).

**Tabela 1.** Perda de peso e cor da casca de abacates 'Beta' controle ou imersos em 1-MCP aquoso a  $150 \mu\text{g L}^{-1}$  por 1 minuto e armazenados a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$

1-MCP	5,8a	47,1b	39,0b	118,2a
-------	------	-------	-------	--------

<sup>1</sup>As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente de acordo com o Teste de Duncan ( $p < 0.05$ ).

Finalmente, a análise sensorial realizada com 75 provadores não treinados demonstrou que não houve diferença de textura, sabor e aroma e aceitação geral do abacate 'Beta' entre os frutos tratados com 1-MCP e os não tratados (Tabela 2). Este resultado é positivo, visto que houve aceitação sensorial do fruto tratado, mesmo após vários dias de extensão de vida útil.

**Tabela 2.** Notas médias de textura, sabor/aroma e aceitação sensorial de abacates 'Beta' controle ou imersos em 1-MCP aquoso a  $150 \mu\text{g L}^{-1}$  por 1 minuto e armazenados a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$

1-MCP	4,69a	4,57a	4,52a
-------	-------	-------	-------

<sup>1</sup>Escala hedônica de 9 pontos, onde 1 = desgostei extremamente, 5 = nem gostei nem desgostei, e 9 = gostei extremamente.

<sup>2</sup>As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente de acordo com o Teste de Duncan ( $p < 0.05$ ).

## Conclusões

O tratamento com solução aquosa de 1-MCP a  $150 \mu\text{g L}^{-1}$  a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  por 1 minuto estendeu a vida útil pós-colheita de abacate 'Beta' armazenados a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  para 14 dias, um acréscimo de 6 dias (75%) em relação aos frutos não tratados, sem prejuízo à sua aceitação sensorial. Esta tecnologia apresenta-se como alternativa potencial de tratamento pós-colheita do abacate.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa, pela concessão de bolsa de doutorado pleno ao primeiro autor, à AgroFresh, pela concessão da formulação do 1-MCP, e ao Prof. Dr. Jonathan Crane, por providenciar os frutos usados neste estudo.

## Referências

- Adkins, M.F.; Hofman, P.J.; Stubbings, B.A.; Macnish, A.J. Manipulating avocado fruit ripening with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, p. 33-42, 2005.
- Choi, S.T.; Tsouvaltzis, P.; Lim, C.I.; Huber, D.J. Suppression of ripening and induction of asynchronous ripening in tomato and avocado fruits subjected to complete or partial exposure to aqueous solutions of 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, p. 206-214, 2008.
- Ding, H.; Chin, Y.-W.; Kinghorn, A.D.; D'Ambrosio, S.M. Chemopreventive characteristics of avocado fruit. **Seminars in Cancer Biology**, v. 17, p. 386-394, 2007.
- Feng, X.; Apelbaum, A.; Sisler, E.C.; Goren, R. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, v. 16, p. 143-150, 2000.
- Huber, D.J. Suppression of ethylene responses through application of 1-methylcyclopropene: a powerful tool for elucidating ripening and senescence mechanisms in climacteric and nonclimacteric fruits and vegetables. **HortScience**, v. 43, p. 106-111, 2008.
- Kluge, R.A.; Jacomino, A.P.; Ojeda, R.M.; Brackmann, A. Avocado ripening inhibition by 1-methylcyclopropene. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 895-901, 2002.
- Marin, A.B.; Colonna, A.E.; Kudo, K.; Kupferman, E.M.; Mattheis, J.P. Measuring consumer response to 'Gala' apples treated with 1-methylcyclopropene (1-MCP). **Postharvest Biology and Technology**, v. 51, p. 73-79, 2009.
- Pereira, M.E.C.; Sargent, S.A.; Tieman, D.M.; Klee, H.J.; Huber, D.J. Changes in volatile compounds during ripening of West Indian-Type 'Simmonds' avocado treated with ethylene and aqueous 1-Methylcyclopropene. **HortScience**, v.45, p. S142, 2010.
- Watkins, C.B. Overview of 1-methylcyclopropene trials and uses for edible horticultural crops. **HortScience**, v. 43, p. 86-94, 2008.
- Zauberman, G.; Fuchs, Y.; Yanko, U.; Akerman, M. Response of mature avocado fruit to postharvest ethylene treatment applied immediately after harvest. **HortScience**, v. 23, p. 588-589, 1988.