

## Inibição do amadurecimento de abacate com 1-metilciclopropeno<sup>(1)</sup>

Ricardo Alfredo Kluge<sup>(2)</sup>, Angelo Pedro Jacomino<sup>(3)</sup>, Ramon Martinez Ojeda<sup>(3)</sup> e Auri Brackmann<sup>(4)</sup>

Resumo – O abacate (*Persea americana*) é um fruto climatérico que apresenta alta taxa respiratória e alta produção de etileno após a colheita, o que o torna altamente perecível. Por isso, o controle do amadurecimento desse fruto é fundamental para o aumento da vida útil de prateleira. Abacates ‘Quintal’ foram tratados com o bloqueador da ação do etileno 1-metilciclopropeno (1-MCP) nas concentrações de 0, 30, 90 e 270 nL L<sup>-1</sup> durante 12 horas a 24°C e armazenados sob condições ambientais (24°C) por nove dias. Diariamente foram analisadas as variáveis coloração da casca e polpa, firmeza de polpa, porcentagem de frutos maduros (firmeza ≤ 8 Newtons), porcentagem de podridões, taxa respiratória e produção de etileno. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 10, com quatro repetições de quatro frutos. O 1-MCP reteve o desenvolvimento da coloração da casca e polpa e proporcionou maior firmeza de polpa e menor incidência de podridão nos frutos. Frutos não tratados apresentaram início de amadurecimento após quatro dias a 24°C, enquanto nos frutos tratados com 270 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP o amadurecimento iniciou após sete dias. Frutos tratados com 1-MCP (270 nL L<sup>-1</sup>) apresentaram menor taxa respiratória e menor produção de etileno. Os resultados revelam que a aplicação de 1-MCP em abacates é satisfatória para retardar o amadurecimento dos frutos e aumentar a vida de prateleira.

Termos para indexação: *Persea americana*, produção de etileno, senescência, armazenamento, pós-colheita.

### Avocado ripening inhibition by 1-methylcyclopropene

Abstract – Avocados (*Persea americana*) present high respiratory rate and high ethylene production – which make them very vulnerable – and the ripening control of this fruit is fundamental for increasing the shelf life. Avocados ‘Quintal’ were treated with 1-methylcyclopropene (1-MCP) at concentrations of 0, 30, 90 and 270 nL L<sup>-1</sup> for 12 hours at 24°C followed by storage at room temperature (24°C) during nine days. Peel and pulp color, firmness, percentage of ripened fruits (firmness ≤ 8 Newtons), percentage of decay, respiratory rate and ethylene production were measured daily. The experimental design was a completely randomized with factorial scheme 4 x 10 and four replications of four fruits. The application of 1-MCP delayed color development of peel and pulp, maintained higher firmness and reduced fruit decay. Non-treated fruits presented ripening beginning after four days at 24°C, while fruits treated with 1-MCP 270 nL L<sup>-1</sup> presented ripening after seven days. The 1-MCP (270 nL L<sup>-1</sup>) reduced fruit respiratory rate and ethylene production. The results permit to infer that 1-MCP application in avocados is satisfactory to reduce ripening process of fruits and to lengthen their shelf life.

Index terms: *Persea americana*, ethylene production, senescence, storage, postharvest.

<sup>(1)</sup> Aceito para publicação em 29 de outubro de 2001.

<sup>(2)</sup> Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), Dep. de Ciências Biológicas, Caixa Postal 9, CEP 13418-900 Piracicaba, SP. Bolsista do CNPq. E-mail: rakluge@esalq.usp.br

<sup>(3)</sup> Esalq, Dep. de Produção Vegetal. Bolsista do CNPq. E-mail: jacomino@esalq.usp.br, pmojeda@esalq.usp.br

<sup>(4)</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Dep. de Fitotecnia, CEP 97119-900 Santa Maria, SP. E-mail: brackman@creta.ccr.ufsm.br

### Introdução

O abacate (*Persea americana*) é um fruto climatérico que apresenta alta taxa respiratória e produção elevada de etileno após a colheita, o que lhe confere alta perecibilidade sob condições ambientais (Bower & Cutting, 1988; Kader, 1992). Dada essa característica, o controle do amadurecimento é fundamental para o aumento da vida útil após a colheita,

visando ao mercado interno e à exportação de frutas. O principal fator que limita o transporte e o tempo de comercialização, e que deprecia a qualidade pós-colheita da fruta, é o amolecimento excessivo decorrente do amadurecimento.

A baixa temperatura tem sido o método de conservação mais comumente empregado na preservação pós-colheita do abacate, cujo tempo máximo de armazenamento é dependente da cultivar e da temperatura utilizada (Bower & Cutting, 1988). Segundo Gayet et al. (1995), abacates 'Quintal' podem ser armazenados por 14 dias a 7°C e 85%-90% de umidade relativa e após esse período, a comercialização pode ser realizada durante três a quatro dias sob temperatura ambiente. Tratamentos complementares como atmosfera modificada ou controlada e aplicações de cálcio favorecem a preservação das frutas (Bower & Cutting, 1988; Gayet et al., 1995; Meir et al., 1997).

No Brasil, a comercialização do abacate, a varejo, ocorre sem refrigeração, o que torna a aplicação de tecnologia de conservação em temperatura ambiente bastante desejável, pois, a ampliação do período entre a colheita e o amadurecimento pode proporcionar o transporte a longas distâncias e aumento do período de comercialização.

O etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) promove a aceleração do amadurecimento e senescência de frutos climatéricos. Em determinado estágio da maturação, o etileno se liga ao seu receptor na célula, um complexo protéico-enzimático, e desencadeia uma série de eventos que culminam com o amadurecimento e a senescência do fruto (Lelièvre et al., 1997a). Tem sido verificado que a inibição da ligação do etileno ao receptor reduz sua ação, retardando o amadurecimento e a senescência.

Alguns compostos são capazes de bloquear a ligação do etileno ao seu receptor na célula, causando inibição dos efeitos deste hormônio, como é o caso do 2,5-norbornadieno (NBD) e do diazocyclopentadieno (DACP) que retardaram o amadurecimento de maçãs (Blankenship & Sisler, 1989, 1993; Gong & Tian, 1998), mas por serem tóxicos não têm sido comercialmente aceitos.

O 1-metilciclopropeno (1-MCP ou C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>) é um composto volátil recentemente descoberto e que tem demonstrado ser um potente inibidor da ação do etileno (Serek et al., 1995). Embora o 1-MCP seja um gás, ele tem sido formulado como pó, o qual libera o

ingrediente ativo quando misturado a uma solução básica ou água. O 1-MCP se liga fortemente ao sítio de ligação do etileno, evitando que sua ligação e ação se procedam.

O 1-MCP retarda a senescência de flores cortadas e plantas envasadas quando aplicado em baixíssimas concentrações (Serek et al., 1994, 1995; Porat et al., 1995; Sisler et al., 1996). Recentes estudos indicaram que o 1-MCP, além de restringir a ação do etileno, pode reduzir sua produção e, com isso, retardar o amadurecimento de muitos frutos climatéricos, como verificado em pêra (Lelièvre et al., 1997b), maçã (Fan et al., 1999), banana (Sisler & Serek, 1997; Jiang et al., 1999), ameixa (Abdi et al., 1998), tomate (Nakatsuka et al., 1997; Sisler & Serek, 1997) e damasco (Fan et al., 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito inibitório do 1-MCP sobre o amadurecimento e senescência de abacate após a colheita.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP, Piracicaba, SP. Foram utilizados abacates cultivar Quintal colhidos no Município de Artur Nogueira, SP. A colheita foi realizada no dia 15/8/2000, no início da manhã, e os frutos foram imediatamente transportados à Esalq-USP, em caixas de plástico com proteção em espuma para evitar danos mecânicos. Utilizaram-se frutos sem defeitos, com peso médio de 975±60 g e estágio de maturação fisiológica.

Os frutos foram submetidos aos tratamentos com 1-MCP, na formulação pó molhável, contendo 0,14% de i.a. Foram utilizadas as seguintes concentrações de 1-MCP: 0 nL L<sup>-1</sup>, 30 nL L<sup>-1</sup>, 90 nL L<sup>-1</sup> e 270 nL L<sup>-1</sup>. Os frutos foram colocados em câmaras herméticas e expostos ao produto por 12 horas sob temperatura de 24°C. Quantidades predeterminadas do produto comercial Smart Fresh, na forma de pó, foram colocados em frascos com tampa. Adicionaram-se 20 mL de água destilada aquecida à temperatura de 50°C e agitou-se o frasco até a completa dissolução do produto. Os frascos foram abertos no interior das câmaras, as quais foram fechadas imediatamente para evitar a perda do gás. Após 12 horas de tratamento, as câmaras foram abertas deixando-se os frutos em condições ambientais (24±2°C) e procedendo-se à análise diariamente, durante nove dias.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 10. Os fatores estudados foram concentração de 1-MCP (quatro níveis) e tempo de conservação (dez níveis). Foram utilizadas quatro repetições de quatro frutos por parcela útil.

As variáveis determinadas foram: a) coloração da casca e da polpa: através de colorímetro Minolta CR 300, com os resultados expressos em luminosidade ( $L^*$ ) para casca, e  $b^*$  e croma ( $C^*$ ) para polpa. Realizaram-se duas leituras da cor da casca em lados opostos da região equatorial do fruto. A cor da polpa foi avaliada por meio de duas leituras na região próxima à cavidade do caroço, após corte transversal do fruto na altura do “pescoço”; b) firmeza de polpa: utilizando-se penetrômetro manual com ponteira plana de 6 mm de diâmetro, sendo os resultados expressos em Newtons. Foram realizadas quatro leituras em pontos eqüidistantes na região equatorial do fruto, após retirada de uma porção da casca; c) porcentagem de frutos maduros: com firmeza de polpa  $\leq 8$  N; d) podridões: calculou-se o porcentual de frutos afetados em cada repetição.

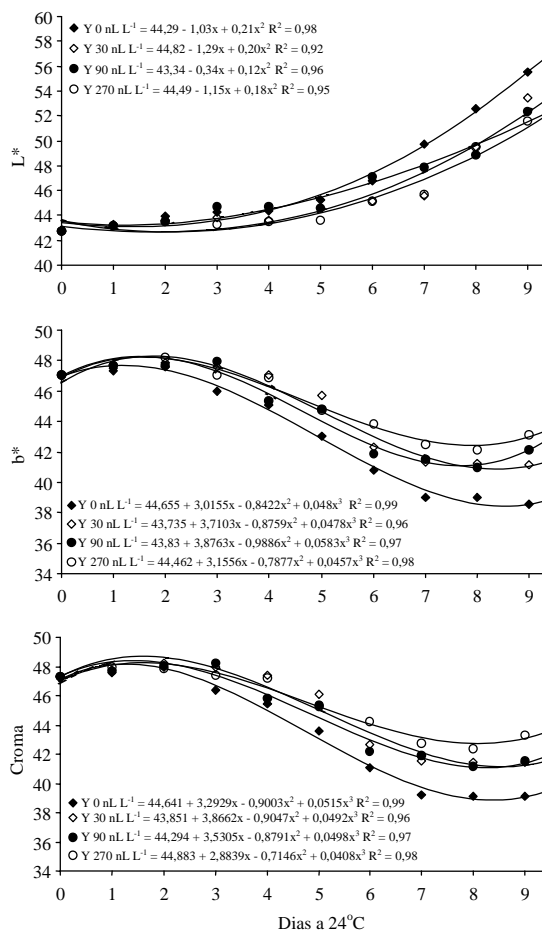
Na determinação da respiração e produção de etileno, amostras de frutos foram acondicionadas em câmaras hermeticamente por duas horas. Posteriormente, coletou-se amostra de 2 L em recipiente de polietileno, a qual foi enviada ao laboratório do Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita da Universidade Federal de Santa Maria, RS. Determinou-se a concentração de etileno em cromatógrafo a gás marca Variam Star 3400CX com coluna Porapak N e detector de ionização de chama (FID). A temperatura da coluna, injetor e detector foi de 90°C, 140°C e 200°C, respectivamente. De cada amostra de gás, foram extraídas duas amostras de 1 mL com seringa de plástico descartável e injetadas no cromatógrafo. As áreas de pico de etileno foram transformadas em  $\mu\text{L L}^{-1}$  mediante fator de correção obtido pela injeção de um gás padrão com concentração de etileno conhecida. No cálculo da produção de etileno das amostras de frutos, foram levados em consideração o volume da câmara de armazenamento (60 L), a massa dos frutos e o tempo de acúmulo de etileno. Na determinação da respiração (produção de  $\text{CO}_2$ ) utilizou-se um analisador de gases ( $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$ ), marca Agri-Datalog. Os gases das amostras foram conduzidos pelo analisador até a estabilização dos valores das concentrações de  $\text{CO}_2$ , expressos em porcentagem. No cálculo da respiração, também foram levados em consideração o volume da câmara de armazenamento, a massa de frutos e o tempo de acúmulo de  $\text{CO}_2$ .

Os modelos lineares em relação às variáveis foram determinados através do programa Sistema de Análise Estatística – SANEST (Zonta & Machado, 1984).

## Resultados e Discussão

Houve interferência significativa do 1-MCP na coloração da casca dos frutos em relação aos valores obtidos para  $L^*$  a partir do sétimo dia de conservação (Figura 1). O  $L^*$  define a claridade da cor, em que o valor zero representa cor totalmente preta e o 100 totalmente branca (McGuire, 1992). Os frutos tratados com 270  $\text{nL L}^{-1}$  mantiveram por mais tempo a coloração verde-escura da casca, principalmente aos sete, oito e nove dias de armazenamento.

O 1-MCP também teve influência sobre a cor da polpa dos frutos, conforme os valores obtidos para  $b^*$  e croma (Figura 1). O croma define a intensidade



**Figura 1.** Cor da casca ( $L^*$ ) e cor da polpa ( $b^*$  e croma) em abacates ‘Quintal’ após tratamento com 0  $\text{nL L}^{-1}$  (◆); 30  $\text{nL L}^{-1}$  (◇); 90  $\text{nL L}^{-1}$  (●) e 270  $\text{nL L}^{-1}$  (○) de 1-MCP e armazenamento a 24°C.

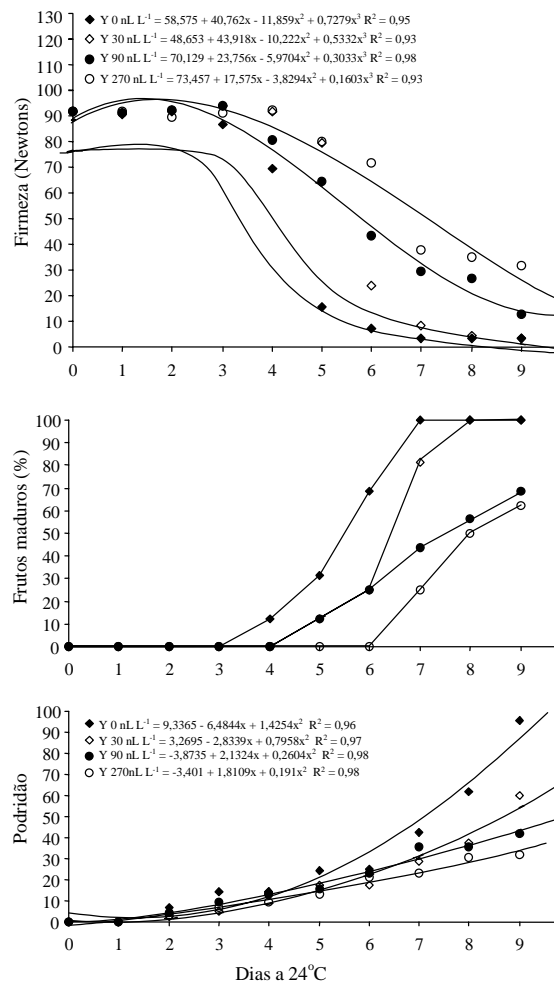
da cor, assumido valores próximos a zero em relação às cores neutras (cinza) e ao redor de 60 para cores vividas. Os valores de  $b^*$  podem variar de -60 quanto às cores totalmente azuis a +60 em relação às cores totalmente amarelas, sendo o valor zero correspondente ao cinza (McGuire, 1992). Durante o amadurecimento, a cor da polpa na região do caroço mudou de amarelo para amarelo-claro (creme), o que pode ser verificado pela redução nos valores de  $b^*$  e de croma em todos os tratamentos. De maneira geral, esta alteração foi mais intensa em relação à menor concentração do 1-MCP aplicado nos frutos. A partir do quinto dia de conservação, os valores obtidos no tratamento com  $270 \text{ nL L}^{-1}$  de 1-MCP foram semelhantes aos do controle.

Os frutos tratados com 1-MCP a  $90 \text{ nL L}^{-1}$  ou a  $270 \text{ nL L}^{-1}$  apresentaram menor amolecimento, principalmente a partir do quarto dia de conservação (Figura 2). Frutos tratados com  $30 \text{ nL L}^{-1}$  de 1-MCP mantiveram firmeza semelhante à verificada nas maiores concentrações até o quinto dia, mas apresentaram queda brusca no sexto dia, igualando-se ao controle a partir do sétimo dia. Essa concentração parece não ser efetiva em manter a firmeza de polpa dessa variedade. A firmeza da polpa é determinada pela força de coesão entre as pectinas. Com a evolução do amadurecimento do abacate ocorre atuação de enzimas pectinolíticas, particularmente a celulase (endo-1,4- $\beta$ -glucanase), a poligalacturonase e a pectinametilesterase, que transformam a pectina insolúvel em solúvel e promovem o amolecimento dos frutos (Bower & Cutting, 1988; Seymour & Tucker, 1993). Lelièvre et al. (1997a) comentam que o amolecimento dos frutos é um dos processos do amadurecimento mais sensíveis ao etileno. A maior firmeza dos frutos tratados com as maiores concentrações de 1-MCP está provavelmente associada à redução da atividade das enzimas pectinolíticas, induzida pela menor ação do etileno. Resultados similares foram obtidos com maçã (Fan et al., 1999) e banana (Jiang et al., 1999).

Verificou-se efeito do 1-MCP sobre a porcentagem de frutos maduros (firmeza  $\leq 8 \text{ N}$ ) (Figura 2). Nas parcelas sem tratamentos detectou-se os primeiros frutos maduros no quarto dia após o início do experimento e 100% no sétimo dia. Com  $270 \text{ nL L}^{-1}$  de 1-MCP, os primeiros frutos amadureceram no sé-

timo dia e ao final do experimento (nono dia) apenas 62,5% dos frutos estavam maduros, o que demonstra o potente efeito inibitório do 1-MCP sobre o amadurecimento.

O efeito do 1-MCP sobre porcentagem de frutos com podridões no oitavo e nono dia de armazenamento foi significativo, mostrando que houve maior percentual de podridão no controle do que nos frutos tratados com 1-MCP (Figura 2). As podridões observadas, que iniciaram em locais com pequenos danos mecânicos ocasionados pela colheita, principalmente na região do pedúnculo, fo-



**Figura 2.** Firmeza de polpa, porcentagem de frutos maduros e porcentagem de podridões em abacates 'Quintal' após tratamento com  $0 \text{ nL L}^{-1}$  (◆);  $30 \text{ nL L}^{-1}$  (◇);  $90 \text{ nL L}^{-1}$  (●) e  $270 \text{ nL L}^{-1}$  (○) de 1-MCP e armazenamento a  $24^\circ\text{C}$ .

ram ocasionadas por fungos do gênero *Rhizopus*, cujo ataque pode ser minimizado a partir da manutenção de parte do pedúnculo e tratamento com fungicida específico após a colheita. Ocorreu também incidência de podridão causada por fungos do gênero *Colletotrichum*, porém, neste caso, somente nos frutos que atingiram o amadurecimento.

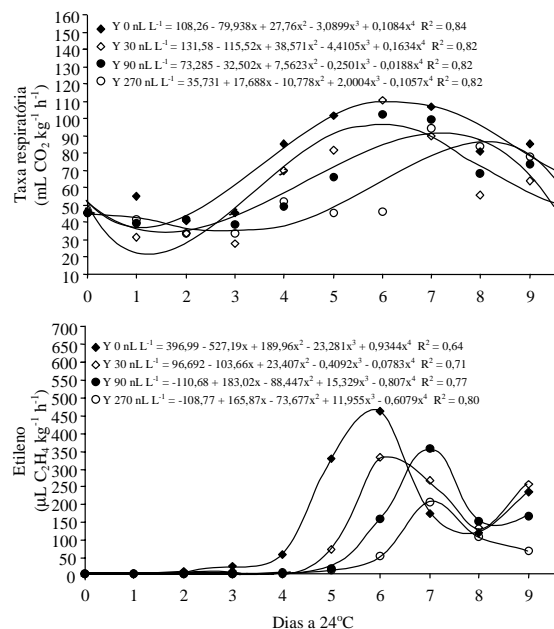
A taxa respiratória (TR) foi influenciada pelos fatores tempo e quantidade de CO<sub>2</sub> liberado (Figura 3). Nos frutos não tratados e nos tratados com 30 e 90 nL L<sup>-1</sup> o aumento da respiração iniciou no terceiro dia e apresentou pico no sexto dia. Com 270 nL L<sup>-1</sup>, a ascensão climática teve início no sexto dia, com pico no sétimo dia. Nesse tratamento, o pico de produção de CO<sub>2</sub> teve magnitude menor do que o observado no pico dos demais tratamentos. A redução da TR em frutos tratados com 1-MCP também foi constatada por Fan et al. (1999, 2000) e Jiang et al. (1999).

Quanto à produção de etileno, os frutos não tratados e os tratados com 30 nL L<sup>-1</sup> apresentaram pico de produção no sexto dia (Figura 3). Com 270 nL L<sup>-1</sup>

e 90 nL L<sup>-1</sup>, o pico de produção de etileno ocorreu no sétimo dia, sendo a menor produção observada com a maior concentração de 1-MCP. A menor produção de etileno em frutos tratados com 1-MCP deve-se ao efeito desse regulador em retardar a ação do etileno. A atuação do etileno induz a síntese de mRNA e proteínas (Abeles et al., 1997) e, uma vez restringida sua ação, menor quantidade de ACC oxidase é produzida para reagir com o ácido amino-ciclopropano-carboxílico (ACC) e formar etileno. Desta forma, a menor produção de etileno autocatalítico pode ser considerada um efeito indireto do 1-MCP. A redução na produção de etileno em frutos tratados com 1-MCP também foi observada por Fan et al. (1999, 2000) e Jiang et al. (1999).

A firmeza da polpa foi considerado o principal fator a influenciar a vida útil de prateleira dos frutos deste experimento. Assim, as parcelas não tratadas apresentaram frutos maduros a partir do quarto dia do início do experimento, enquanto aquelas tratadas com 270 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP somente amadureceram a partir do sétimo dia. Os tratamentos controle e com 30 nL L<sup>-1</sup> apresentaram 100% dos frutos maduros no sétimo e oitavo dia após o tratamento, respectivamente. Ao final do experimento (nove dias), os tratamentos 90 e 270 nL L<sup>-1</sup> apresentaram 68,75% e 62,50% de frutos maduros, respectivamente. Essa retenção no amadurecimento é decorrente da capacidade do 1-MCP em inibir a ação do etileno nos tecidos e com isso promover menor produção e atividade de enzimas que degradam a parede celular e amolecem os tecidos.

O aumento no período de conservação de abacate sob condições ambientais, mesmo que por poucos dias, é importante, considerando-se a necessidade de ampliar o período de comercialização e possibilitar o transporte dos frutos a maiores distâncias. Além disso, para variedades de meia-estação, como a Quintal, é vantajoso o armazenamento por serem preferidas no mercado em relação às variedades tardias. O 1-MCP é capaz de retardar o amadurecimento do abacate, provavelmente por bloquear a ligação do etileno ao seu sítio receptor e impedir a sua ação, conforme sugerido por Sisler & Serek (1997). O fato de o 1-MCP ser um gás, não ser tóxico, não ter odor desagradável e poder ser utilizado em baixas concentrações o credencia para uso comercial.



**Figura 3.** Taxa respiratória e produção de etileno em abacates 'Quintal' após tratamento com 0 nL L<sup>-1</sup> (◆); 30 nL L<sup>-1</sup> (◇); 90 nL L<sup>-1</sup> (●) e 270 nL L<sup>-1</sup> (○) de 1-MCP e armazenamento a 24°C.



## Conclusões

1. O 1-metilciclopropeno (1-MCP) retarda o amadurecimento e prolonga a vida de prateleira de abacates cv. Quintal.

2. As melhores concentrações de 1-MCP para esta cultivar situam-se entre 90 e 270 nL L<sup>-1</sup>.

## Referências

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

ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALTVEIT, M. E. **Ethylene in plant biology**. 2. ed. San Diego: Academic, 1997. 414 p.

BLANKENSHIP, S. M.; SISLER, E. C. 2,5-norbornadiene retards apple softening. **HortScience**, Alexandria, v. 24, p. 313-314, 1989.

BLANKENSHIP, S. M.; SISLER, E. C. Response of apples to diazocyclopentadiene inhibition of ethylene binding. **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v. 3, p. 95-101, 1993.

BOWER, J.; CUTTING, J. G. Avocado fruit development and ripening physiology. **Horticultural Review**, London, v. 10, p. 229-271, 1988.

FAN, X.; ARGENTA, L.; MATTHEIS, J. P. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v. 20, 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, p. 690-695, 1999.

GAYET, J. P.; BLEINROTH, E. W.; MATALLO, M.; GARCIA, E. E. C.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; BORDIN, M. R. **Abacate para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: Embrapa-SPI, 1995. 37 p. (Publicações técnicas, 15).

GONG, Y.; TIAN, M. S. Inhibitory effect of diazocyclopentadiene on the development of superficial scald in 'Granny Smith' apples. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 26, p. 117-121, 1998.

JIANG, Y.; JOYCE, D. C.; MACNISH, A. J. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v. 16, p. 187-193, 1999.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 1992. 296 p.

LELIÈVRE, J. M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Lund, v. 101, p. 727-739, 1997a.

LELIÈVRE, J. M.; TICHIT, L.; DAO, P.; FILLION, L.; NAM, Y. W.; PECH, J. C.; LATCHÉ, A. Effects of chilling on the expression of ethylene biosynthetic genes in Passe-Crassane pear (*Pyrus communis* L.) fruits. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 33, p. 847-855, 1997b.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

MEIR, S.; NAIMAN, D.; AKERMAN, M.; HYMAN, J. Y.; ZAUBERMAN, G.; FUCHS, Y. Prolonged storage of 'Hass' avocado fruit using modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v. 12, n. 1, p. 51-60, 1997.

NAKATSUKA, A.; SHIOMI, S.; KUBO, Y.; INABA, A. Expression and internal feedback regulation of ACC synthase and ACC oxidase genes in ripening tomato fruit. **Plant and Cell Physiology**, Kyoto, v. 38, p. 1103-1110, 1997.

PORAT, R.; HALEVY, A. H.; SEREK, M.; BOROCHOV, A. An increase in ethylene sensitivity following pollination is the initial event triggering an increase in ethylene production and enhanced senescence of Phalaenopsis orchid flowers. **Physiologia Plantarum**, Lund, v. 88, p. 243-250, 1995.

SEREK, M.; SISLER, E. C.; REID, M. S. A volatile ethylene inhibitor improves the postharvest life of potted roses. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 119, p. 572-577, 1994.

SEREK, M.; SISLER, E. C.; REID, M. S. 1-Methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 394, p. 337-345, 1995.

- SEYMOUR, G. B.; TUCKER, G. A. Avocado. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 53-81.
- SISLER, E. C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptors level: recent developments. **Physiologia Plantarum**, Lund, v. 100, p. 577-582, 1997.
- SISLER, E. C.; SEREK, M.; DUPILLE, E. Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene, and 3,3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 18, p. 169-174, 1996.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores – SANEST (software)**. Pelotas: Ufpel, 1984. 109 p.