

O TRATAMENTO PRÉ-COLHEITA COM AVG, ALIADO À ABSORÇÃO DO ETILENO DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO, PRESERVA A QUALIDADE DE MAÇÃS 'GALA'¹

CASSANDRO VIDAL TALAMINI DO AMARANTE² & CRISTIANO ANDRÉ STEFFENS³

RESUMO – O manejo do estágio de maturação na colheita e a remoção do etileno no ambiente de armazenamento são estratégias importantes na preservação da qualidade pós-colheita de maçãs. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a ação combinada do manejo da maturação na colheita, através da pulverização pré-colheita com aminoetoxivinilglicina (AVG), com a utilização de sachê contendo absorvedor de etileno à base de permanganato de potássio (KMnO_4), na preservação da qualidade pós-colheita de maçãs 'Gala'. Frutos dos tratamentos envolvendo combinações de doses de AVG (0; 62,5; 125 e 250 mg L^{-1}) e datas de colheita (0; 5; 10 e 14 dias após o início da colheita comercial) foram acondicionados em caixas, envoltos em filme de polietileno de alta densidade (30 μm), sem (controle) ou com a inclusão de um sachê de KMnO_4 , e armazenados por dois meses em câmara fria convencional ($0\pm 0,5^\circ\text{C}/90\text{-}95\%$ de UR) e mais sete dias em condição ambiente ($20\pm 4^\circ\text{C}/70\text{-}80\%$ de UR). A pulverização pré-colheita com AVG retardou substancialmente a maturação dos frutos na colheita, bem como o amadurecimento durante o armazenamento refrigerado em mais de uma semana em condição ambiente. O armazenamento refrigerado com a utilização de sachê de KMnO_4 retardou o amadurecimento, avaliado imediatamente após a remoção da câmara fria, expressa em maiores valores de firmeza de polpa e de ângulo 'hue' (h°) no lado verde (menos exposto à luz), em frutos tratados com AVG nas doses de 125 e 250 mg L^{-1} e colhidos antecipadamente. Todavia, após uma semana de armazenamento em condição ambiente, o emprego de sachê de KMnO_4 retardou o amadurecimento de frutos colhidos tardiamente e tratados com AVG nas doses $\geq 62,5 \text{ mg L}^{-1}$. Os resultados obtidos mostram que o tratamento pré-colheita com AVG permite retardar a data de colheita e preservar a qualidade durante o armazenamento pós-colheita de maçãs 'Gala', com a utilização de sachê de KMnO_4 .

Termos para indexação: *Malus domestica*, maturação, data de colheita, permanganato de potássio, armazenamento, qualidade de frutos.

PREHARVEST TREATMENT WITH AMINOETHOXYVINYLGLYCINE, IN ASSOCIATION WITH ETHYLENE ABSORPTION DURING COLD STORAGE PRESERVES FRUIT QUALITY OF 'GALA' APPLES

ABSTRACT – The management of fruit maturity at harvest and ethylene removal from the storage environment are important strategies for postharvest preservation of apple quality. This research was carried out to assess the combined effects of fruit maturity management at harvest achieved by preharvest spraying with aminoethoxyvinylglycine (AVG), and ethylene absorption with sachets containing *pellets* impregnated with potassium permanganate (KMnO_4), on postharvest quality preservation of 'Gala' apples. Fruits from trees treated with different doses of AVG (0.0, 62.5, 125.0, and 250.0 mg L^{-1}) were harvested at different dates (corresponding to 0, 5, 10 and 14 days after the beginning of commercial harvest), packed in standard carton boxes (18kg, lined with high density polyethylene film of 30 μm) with or without the addition of one sachet of KMnO_4 , and cold stored for two months (at $0\pm 0.5^\circ\text{C}/90\text{-}95\%$ RH). Preharvest spraying with AVG delayed fruit maturity at harvest and its ripening assessed after removal from cold storage, as well as after one week storage at ambient condition ($20\pm 4^\circ\text{C}/70\text{-}80\%$ RH). The use of one sachet of KMnO_4 delayed fruit ripening assessed after removal from cold storage, resulting in higher values of firmness and h° on the green side (shaded side, less exposed to sun) in early harvested fruit treated at preharvest with AVG at the doses of 125-250 mg L^{-1} . However, after one week storage at ambient condition, one sachet of KMnO_4 substantially delayed ripening of late harvested fruit treated at preharvest with AVG at doses $\geq 62.5 \text{ mg L}^{-1}$. The results show that preharvest spraying with AVG allow delays in fruit harvesting, but this might be accompanied by the use of one sachet of KMnO_4 during cold stored for a better postharvest quality preservation of 'Gala' apples.

Index Terms: *Malus domestica*, maturity, harvest date, potassium permanganate, storage, fruit quality.

¹(Trabalho 135-08). Recebido em: 02-06-2008. Aceito para publicação em: 22-01-2009.

²Ph.D., Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, Prof. do Depto. de Agronomia, CAV/ UDESC, Lages-SC. Autor para correspondência. E-mail: amarante@cav.udesc.br

³Dr., Professor do Departamento de Agronomia, UDESC/CAV, Lages-SC. E-mail: steffens@cav.udesc.br

INTRODUÇÃO

O controle do etileno e de seus efeitos na maturação pode ser obtido através do manejo do estádio de maturação, bem como através do armazenamento dos frutos em ambiente contendo produtos capazes de removê-lo (Wills et al., 1998). O manejo do estádio de maturação pode ser feito através da pulverização pré-colheita com aminoetoxivinilglicina (AVG) e da antecipação da data de colheita dos frutos. Em maçãs 'Gala', a aplicação pré-colheita de AVG, pela inibição da síntese do etileno, retarda a maturação e reduz a queda pré-colheita de frutos (Amarante et al., 2002; Steffens et al., 2005 e 2006), bem como diminui a perda de qualidade durante o armazenamento em atmosfera controlada (Steffens et al., 2005 e 2006). No entanto, durante o armazenamento refrigerado convencional, a maçã 'Gala' produz quantidades consideráveis de etileno, que se acumula no ambiente da câmara frigorífica e pode acelerar a perda de qualidade dos frutos. O AVG não apresenta efeito sobre a ação do etileno e, portanto, maçãs tratadas na pré-colheita com AVG, apesar de, no momento da colheita, possuírem qualidade superior, podem, durante o armazenamento e comercialização, ter seu amadurecimento acelerado pelo etileno.

A remoção do etileno do ambiente de armazenamento pode ser feita através da utilização de sachês contendo *pellets* impregnados com permanganato de potássio (KMnO_4) (Wills & Warton, 2004). Tem sido demonstrado que a utilização de *pellets* impregnados com KMnO_4 para a remoção do etileno retarda o amadurecimento de diversos frutos climatéricos, tais como banana (Chauhan et al., 2006), kiwi (Zhang, 2002), manga (Illeperuma & Jayasuriya, 2002), abacate (Illeperuma & Nikapitiya, 2002), nêspera (Campos et al., 2007), caqui (Ferri e Rombaldi, 2004), pera-japonesa (Szczerbanik et al., 2004) e maçãs (Shorter et al., 1992; Brackmann et al., 1995 e 2006).

Este trabalho teve por objetivos avaliar a ação combinada do manejo da maturação na colheita, através da pulverização pré-colheita com aminoetoxivinilglicina (AVG), com a utilização de sachê contendo absorvedor de etileno à base de KMnO_4 , na preservação da qualidade pós-colheita de maçãs 'Gala'.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido junto a uma empresa comercial, no município de Lages- SC, no ano de 2006. Macieiras com 14 anos de idade da

cultivar Gala, sobre porta-enxerto 'Marubakaido', foram pulverizadas no dia 16-01-2006, cerca de quatro semanas antes do início da colheita dos frutos, com aminoetoxivinilglicina (AVG; ReTain[®], 15% de ingrediente ativo (i.a.), Sumitomo Chemical do Brasil Ltda.), nas doses de 0; 62,5; 125 e 250 mg (i.a) L⁻¹. Foi utilizado pulverizador costal, com capacidade para 20L, adicionando-se à calda, com pH ~7,0, o espalhante adesivo Silwet[®] (0,01%; v/v), fazendo-se a aplicação até o ponto de escorrimento foliar. Em cada dose de AVG, foram pulverizadas três filas de 20 plantas, colhendo-se apenas os frutos das plantas da fileira central, exceto as duas plantas das extremidades da mesma. Uma lona plástica foi utilizada durante a pulverização, para evitar a deriva do produto entre os tratamentos.

Maçãs 'Gala' de plantas tratadas com as diferentes doses de AVG foram colhidas nos dias 16-02, 21-02, 26-02 e 02-03 do ano de 2006, correspondente a 0; 5; 10 e 14 dias após o início da colheita comercial, respectivamente. Em cada data e para cada dose de AVG, quatro plantas foram escolhidas aleatoriamente, sendo colhidos todos os seus frutos. Frutos livres de danos mecânicos e podridões de cada tratamento, com calibre 135 (127-141 g), foram acondicionados, envoltos em filme de polietileno de alta densidade (30 μm), em quatro caixas de 18kg, sem ou com a adição de um sachê contendo absorvedor de etileno à base de KMnO_4 . Após, os frutos foram armazenados em câmara fria convencional (0 \pm 0,5°C/90-95% de UR) durante dois meses, seguido de uma semana de exposição a condição ambiente (20 \pm 4°C/70-80% UR).

Visando a avaliar os efeitos do AVG no retardo da maturação dos frutos, nas diferentes datas de colheita, foram feitas avaliações de índice de iodo-amido, teores de sólidos solúveis (SS) e de acidez titulável (AT), firmeza de polpa e coloração da epiderme, em amostras com 20 frutos. O índice de amido foi avaliado numa escala de 1 (toda a superfície corada com iodo, correspondendo à predominância de amido e fruto imaturo) a 5 (toda a superfície não corada com iodo, correspondendo à predominância de açúcares solúveis e fruto totalmente maduro). O teor de SS (°Brix) foi quantificado, usando-se refratômetro manual com compensação automática de temperatura. Em amostras compostas de suco extraídas de cinco frutos, foram feitas as determinações de AT (% de ácido málico) através de titulometria com NaOH (0,1 N), até pH 8,1. A firmeza da polpa (N) foi quantificada com o uso de penetrômetro modelo Effegi, munido de ponteira de 11,1 mm. A coloração foi avaliada em termos de superfície colorida do fruto (percentagem

de cor vermelha), por meio de análise subjetiva visual, e de valores de ângulo hue (h°), determinado com o auxílio de um colorímetro Minolta modelo CR 400, nos lados mais e menos expostos à luz e correspondentes aos lados com maior intensidade de coloração vermelha e verde, respectivamente.

Visando a avaliar os efeitos combinados de doses de AVG, data de colheita e utilização de sachê com KMnO_4 na preservação da qualidade dos frutos, após sua remoção da câmara fria, bem como após sete dias de condição ambiente, foram feitas avaliações de SS, AT, firmeza de polpa e h° da epiderme no lado verde ou menos exposto à luz, conforme à metodologia descrita.

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado, segundo um fatorial $4 \times 4 \times 2$ (quatro doses de AVG, quatro datas de colheita e sem ou com utilização de sachê com KMnO_4), com quatro repetições. Cada repetição correspondeu a uma amostra de 20 frutos, retirados de uma caixa contendo 18kg de frutos.

Os dados coletados foram analisados estatisticamente, usando o programa SAS (Learning Edition, 2002). As médias de tratamentos foram comparadas pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade. Os efeitos de doses de AVG e data de colheita sobre a maturação e qualidade dos frutos armazenados foram representados através de gráficos em três dimensões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pulverização pré-colheita de AVG retardou substancialmente a alteração nos atributos de maturação avaliados nas diferentes datas de colheita dos frutos (Figura 1), à exceção da AT (dados não apresentados), confirmando resultados publicados anteriormente (Amarante et al., 2002; Steffens et al., 2005 e 2006).

No início da colheita comercial (dia zero), o aumento na dose de AVG até 250 mg L^{-1} proporcionou redução ($P < 0,05$) nos valores de índice de iodo-amido, teor de SS e percentagem de cor vermelha, e maior ($P < 0,05$) ângulo h° na epiderme no lado vermelho (mais expostos à luz) (Figuras 1A, 1B, 1D e 1E). Nessa mesma data, a pulverização com AVG na dose de $62,5 \text{ mg L}^{-1}$ proporcionou aumento significativo, em relação ao tratamento-controle ($P < 0,05$), nos valores de firmeza de polpa e de h° da epiderme no lado verde (menos expostos à luz), não ocorrendo efeito adicional em doses de AVG acima desse valor (Figuras 1C e 1E). Em frutos colhidos 14 dias após o início da colheita comercial, o aumento nas doses de AVG até 250 mg L^{-1} proporcionou

maiores valores de índice de iodo-amido e de firmeza de polpa ($P < 0,05$), enquanto doses de AVG acima de 125 mg L^{-1} não ocasionaram aumentos significativos ($P < 0,05$) nos teores de SS, percentagem de cor vermelha e h° da epiderme nos lados verde e vermelho (Figura 1).

Os resultados mostram que, além de retardar a maturação, a pulverização pré-colheita com AVG reduz o desenvolvimento de cor do fruto (Figura 1). Frutos tratados com doses crescentes de AVG apresentaram cor de fundo verde mais intenso, representada pelos maiores valores de h° da epiderme no lado verde (Figura 1E), e redução da coloração vermelha, representada pelos menores valores de percentagem de superfície colorida (Figura 1D) e pelos maiores valores de h° da epiderme no lado vermelho (Figura 1F). O acúmulo de antocianinas ocasiona redução nos valores de h° e reflete a mudança de cor verde para vermelha. Como resultado disso, com o aumento nas doses de AVG, houve aumento nos valores de h° no lado vermelho (mais exposto à luz), indicando menor acúmulo de antocianina e menor intensidade de cor vermelha. Segundo Awad & de Jager (2002), a redução na cor vermelha de maçãs 'Jonagold' tratadas com AVG resultou da diminuição na produção de antocianinas, sendo que esses pigmentos respondem mais rapidamente a tratamentos promotores e inibidores da produção de etileno, do que outros fenômenos relacionados ao amadurecimento.

Durante o armazenamento refrigerado, a utilização de um sachê com KMnO_4 promoveu melhor retenção de firmeza de polpa, especialmente com o tratamento pré-colheita de AVG em doses de 125 a 250 mg L^{-1} , em frutos colhidos até cerca de cinco dias após o início da colheita comercial (Figura 2A). O sachê com KMnO_4 também resultou em frutos com maiores valores de h° da epiderme no lado verde (cor de fundo verde mais intenso) (Figura 2B) e de AT (Figura 2C), independentemente das doses de AVG e da data de colheita. A combinação da maior dose de AVG, antecipação da colheita e utilização de sachê com KMnO_4 resultou em maiores valores de h° da epiderme no lado verde e de AT. Todavia, mesmo frutos de plantas não tratadas com AVG e colhidos 14 dias após o início da colheita comercial apresentaram maiores valores de h° da epiderme no lado verde e de AT na remoção da câmara fria, quando armazenados com sachê com KMnO_4 (Figuras 2B e 2C).

Após uma semana de armazenamento em condição ambiente, a utilização do sachê com KMnO_4 proporcionou frutos com maiores valores de firmeza de polpa, h° da epiderme no lado verde e AT (Figura 3). Houve aumento na firmeza de polpa e na AT,

especialmente com o tratamento pré-colheita de AVG em doses acima de $62,5 \text{ mg L}^{-1}$, em frutos colhidos até cerca de 10 dias após o início da colheita comercial (Figuras 3A e 3C). O sachê com KMnO_4 também resultou em frutos com maiores valores de h° da epiderme no lado verde, especialmente em frutos colhidos tardiamente, em todas as doses de AVG (Figura 3B).

Os valores de SS após o armazenamento refrigerado, bem como após uma semana de exposição à temperatura ambiente, não foram influenciados pelo emprego de sachê com KMnO_4 , nas diferentes doses de AVG e datas de colheita dos frutos (dados não apresentados). Brackmann et al. (2000) também não observaram efeito da absorção de etileno sobre os teores de SS.

Em maçãs 'Fuji' armazenadas em condições de AC (1-3% de O_2 + 0-3% de CO_2) durante oito meses, a remoção de etileno com produto a base de KMnO_4 resultou em frutos com maiores valores de firmeza de polpa e de AT (Brackmann et al., 1995). Em maçãs 'Granny Smith' acondicionadas em embalagens de polietileno ($40\mu\text{m}$) e armazenadas em câmara fria convencional (5°C), a utilização de absorvedor de etileno à base de KMnO_4 reduziu a concentração de etileno, ocasionando redução nas severidades de "bitter pit" e escaldadura superficial, avaliadas após uma semana de vida de prateleira (Shorter et al., 1992). Em maçãs 'Gala', a absorção de etileno com produto à base de KMnO_4 reduziu a perda da qualidade dos frutos durante o armazenamento em atmosfera controlada (Brackmann et al., 2000). Brackmann et al. (2006), trabalhando com maçãs 'Gala' previamente armazenadas em câmara fria durante um mês, observaram que o acondicionamento de frutos em filmes de polietileno de alta densidade ($7\mu\text{m}$) e de baixa densidade ($20\mu\text{m}$), contendo absorvedor de etileno à base de KMnO_4 , reduziu a concentração de etileno no interior da embalagem (18 kg de frutos) durante 15 dias a 4°C e mais três dias a 20°C . No entanto, a redução dos níveis de etileno não apresentou efeito significativo nos atributos qualitativos dos frutos, o que, segundo estes autores, resultou do curto período de armazenamento refrigerado (15 dias) e do estágio avançado de maturação dos frutos no momento da embalagem. Portanto, para maior eficiência de sachês contendo absorvedor de etileno à base de KMnO_4 , os frutos devem ser colhidos e imediatamente acondicionados em sacos de polietileno para armazenamento em câmara fria. Frutos armazenados durante certo tempo em câmara fria, anterior ao acondicionamento em caixas contendo o sachê com o produto comercial, por apresentarem maior produção e sensibilidade ao

etileno, podem não apresentar resposta positiva na preservação da qualidade durante armazenamento refrigerado (Brackmann et al., 2006). De forma similar, o manejo do estágio de maturação na colheita, através do tratamento com AVG e/ou antecipação da data de colheita, interfere na eficiência do emprego do sachê com KMnO_4 na preservação da qualidade pós-colheita dos frutos.

Em maçãs, a evolução da maturação é acompanhada do incremento na produção autocatalítica de etileno (Kader, 2002). A redução nos níveis de etileno no ambiente de armazenamento retarda a maturação e a senescência dos frutos. Estudos recentes demonstram que qualquer nível de etileno no ar é considerado deletério ao produto, ocorrendo um decréscimo linear na vida pós-colheita com o aumento no valor do \log_{10} [concentração de etileno] (Wills et al., 2001). Dessa forma, frutos colhidos antes da produção autocatalítica de etileno apresentam melhor conservação pós-colheita com o uso de sachês com KMnO_4 . No caso de frutos em adiantado estágio de maturação, a elevada produção autocatalítica de etileno dificulta a eficiente remoção de etileno para níveis que retardem os processos associados ao amadurecimento e senescência dos tecidos. Nestas condições, a taxa de produção de etileno nos frutos supera gradativamente a taxa de absorção deste hormônio pelos *pellets* impregnados com KMnO_4 , levando a maior acúmulo de etileno no interior das embalagens.

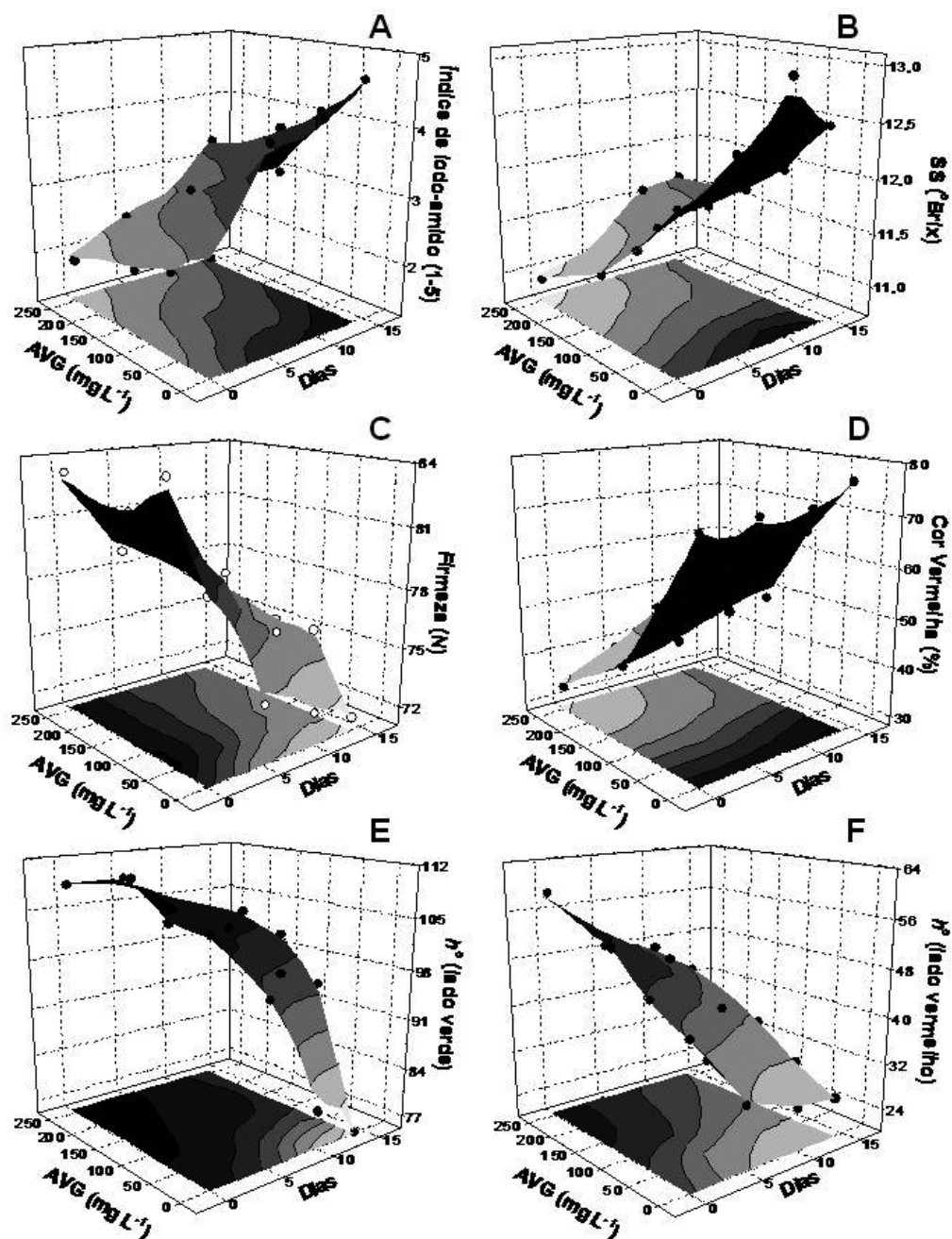


FIGURA 1- Valores de índice de iodo-amido (A), sólidos solúveis (SS; B) firmeza de polpa (C), percentagem de cor vermelha (D) e ângulo hue (h°) no lado verde (menos exposto à luz; E) e vermelho (mais exposto à luz; F), em maçãs 'Gala' tratadas em pré-colheita com AVG e colhidas em diferentes dias após o início da maturação comercial.

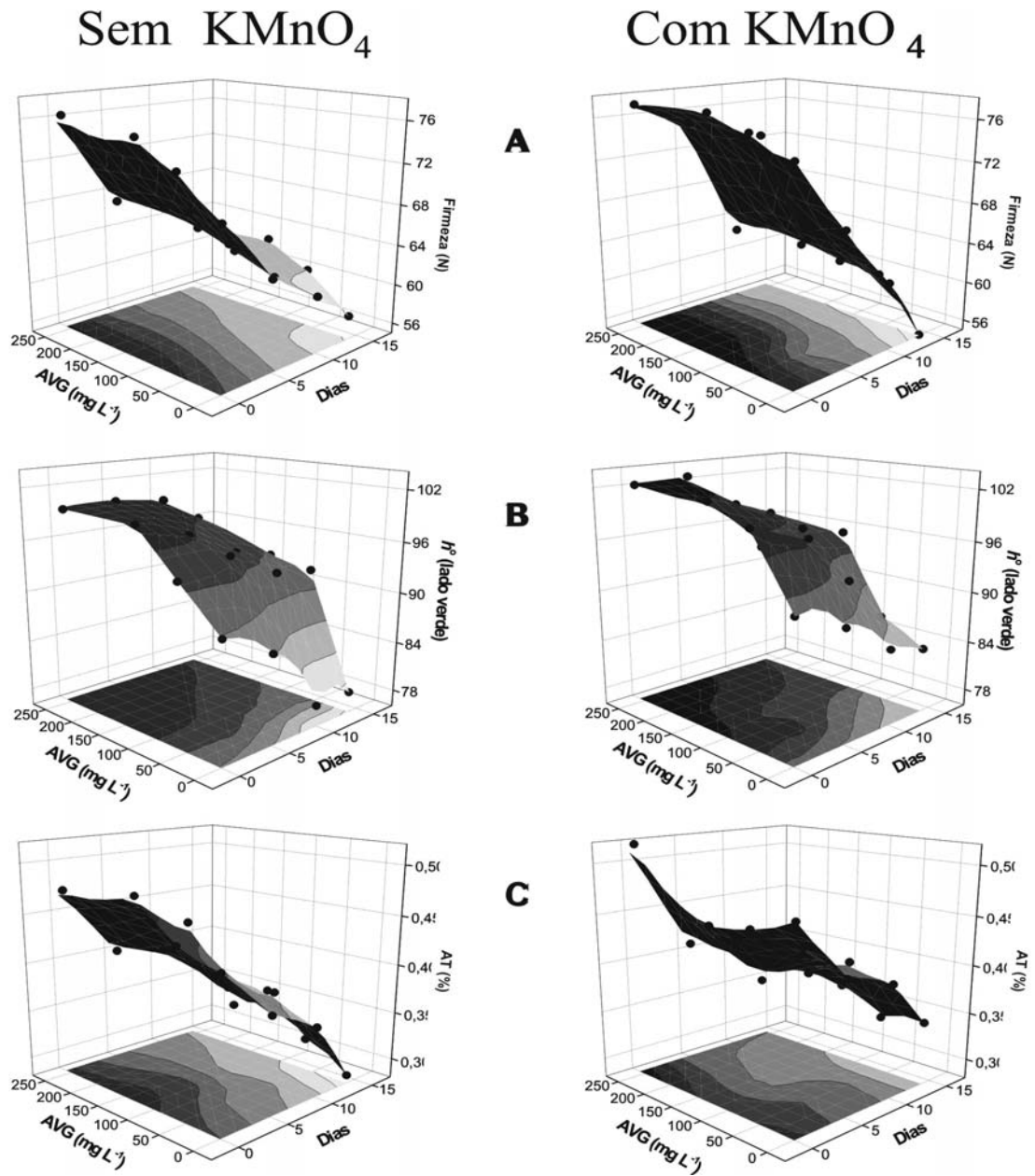


FIGURA 2- Valores de firmeza de polpa (A), ângulo hue no lado verde (menos exposto à luz) (h° ; B) e acidez titulável (AT; C) em maçãs ‘Gala’, tratadas em pré-colheita com AVG, colhidas em diferentes dias após o início da maturação comercial, e armazenadas em câmara fria convencional (dois meses a $0\pm 0,5^\circ\text{C}/90\text{-}95\%$ de UR) sem ou com a utilização de sachê contendo permanganato de potássio. Avaliações feitas após 8h de remoção da câmara fria.

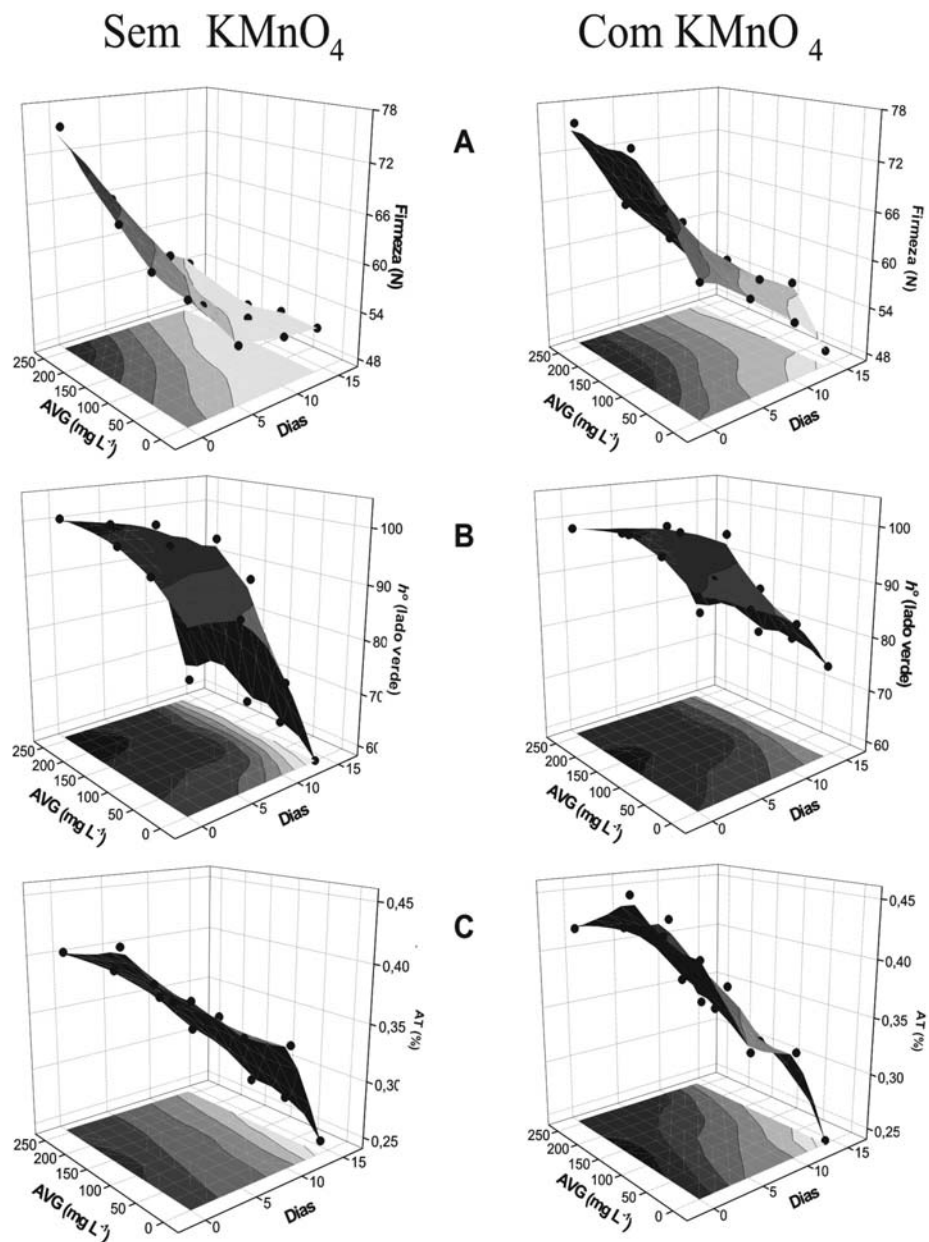


FIGURA 3 - Valores de firmeza de polpa (**A**), ângulo hue no lado verde (menos exposto à luz) (h° ; **B**) e acidez titulável (AT; **C**) em maçãs 'Gala', tratadas em pré-colheita com AVG, colhidas em diferentes dias após o início da maturação comercial, e armazenadas em câmara fria convencional (dois meses a $0\pm 0,5^\circ\text{C}/90-95\%$ de UR) sem ou com a utilização de sachê contendo permanganato de potássio. Avaliações feitas após sete dias de exposição à condição ambiente ($20\pm 4^\circ\text{C}/70-80\%$ de UR).

CONCLUSÕES

O tratamento pré-colheita com doses crescentes de AVG retarda a maturação na colheita dos frutos, bem como o amadurecimento dos frutos durante o armazenamento. Este efeito é ainda maior em frutos colhidos antecipadamente e armazenados com sachê contendo KMnO_4 . Nas maiores doses de AVG ($125\text{-}250\text{ mg.L}^{-1}$), mesmo retardando a colheita em até 10 dias, houve boa conservação da qualidade pós-colheita dos frutos com o emprego de sachê contendo KMnO_4 .

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela concessão de Bolsa de Produtividade em Pesquisa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, C.V.T. do; SIMIONI, A.; MEGGUER, C.A.; BLUM, L.E.B. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of apples. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.661-664, 2002.
- AWAD, M.A.; JAGER, A. Formation of flavonoids, especially anthocyanin and chlorogenic acid in 'Jonagold' apple skin: influences of growth regulators and fruit maturity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.93, n.3-4, p.257-266, 2002.
- BRACKMANN, A.; MAZARO, S.M.; BORTOLUZZI, G. Qualidade da maçã 'Fuji' sob condições de atmosfera controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n.2, p.215-218, 1995.
- BRACKMANN, A.; GIEHL, R.F.H.; FREITAS, S.T. de; EISERMANN, A.C.; MELLO, A.M. de. Uso de filmes de polietileno e absorção de etileno para o transporte refrigerado de maçã 'Gala'. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.3, p.423-428, 2006.
- BRACKMANN, A.; STEFFENS, C.A.; HUNSCHE, M. Influência da instalação das condições de atmosfera controlada e concentração de etileno sobre a qualidade da maçã 'Gala'. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.25, n.1, p.22-27, 2000.
- CAMPOS, J.T de; HASEGAWA, P.N.; PURGATTO, E.; LAJOLO, F.; CORDENUNSI, B.R. Qualidade pós-colheita de nêspas submetidas ao armazenamento sob baixa temperatura e atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n.2, p.401-407, 2007.
- CHAUHAN, O.P.; RAJU, P.S.; DASGUPTA, D.K.; BAWA, A.S. Modified atmosphere packaging of banana (cv. Pachbale) with ethylene, carbon di-oxide and moisture scrubbers and effect on its ripening behaviour. **American Journal of Food Technology**, Vails Gate, v.1, n.2, p.179-189, 2006.
- FERRI, V.C.; ROMBALDI, C.V. Resfriamento rápido e armazenamento de caquis (*Diospyrus kaki*, L.), cv. Fuyu, em condições de atmosfera refrigerada e modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n.1, p.36-39, 2004.
- ILLEPERUMA, C.K.; JAYASURIYA, P. Prolonged storage of 'Karuthacolomban' mango by modified atmosphere packaging at low temperature. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Kent, v.77, n.2, p.153-157, 2002.
- ILLEPERUMA, C.K.; NIKAPITIYA, C. Extension of the postharvest life of 'Pollock' avocado using modified atmosphere packaging. **Fruits**, Paris, v.57, n.5/6, p.287-295, 2002.
- KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural products**. 3rd ed. California: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 2002. 535 p. (Publication, 3311)
- SHORTER, A.J.; SCOTT, K.J.; WARD, G.; BEST, D.J. Effect of ethylene absorption on the storage of 'Granny Smith' apples held in polyethylene bags. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.1, n.3, p.189-194, 1992.
- STEFFENS, C.A.; GIEHL, R.F.H.; BRACKMANN, A. Maçã 'Gala' armazenada em atmosfera controlada e tratada com aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.9, p.837-843, 2005.
- STEFFENS, C.A.; GUARIENTE, A.J.W.; STORCK, L.; BRACKMANN, A. 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.
- SZCZERBANIK, M.J.; SCOTT, K.J.; PATON, J.E.; BEST, D.J. Effects of polyethylene bags, ethylene

absorbent and 1-methylcyclopropene on the storage of Japanese pears. **The Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Kent, v. 80, n.2, p.162-166, 2004.

WILLS, R. H.; MCGLASSON, W. B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest, an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 4th ed. New York: CAB International, 1998. 262 p.

WILLS, R.B.H.; WARTON, M.A.; MUSSA, D.M.D.N.; CHEW, L.P. Ripening of climacteric fruit initiated at low ethylene levels. **Australian Journal**

of Experimental Agriculture, Victoria, v.41, n.1, p. 89-92, 2001.

WILLS, R.B.H.; WARTON, M.A. Efficacy of potassium permanganate impregnated into alumina beads to reduce atmospheric ethylene. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.129, n.3, p.433-438, 2004.

ZHANG, Y. Combined technology of kiwifruit storage and freshness-keeping with freshness-keeping reagent at low temperature and modified atmosphere. **Transactions of the Chinese-Society of Agricultural Engineering**, Beijing, v.18, n.4, p.138-141, 2002.