

## CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE DE CAQUI 'FUYU' EM AMBIENTE REFRIGERADO PELA COMBINAÇÃO DE 1-MCPE ATMOSFERA MODIFICADA<sup>1</sup>

LUIZ CARLOS ARGENTA<sup>2</sup>, MARCELO JOSÉ VIEIRA<sup>3</sup>, ANDREIA MARIA TOMAZINI SCOLARO<sup>4</sup>

**RESUMO** - O presente estudo analisou os efeitos do inibidor da ação do etileno 1-MCP (1-metilciclopropeno), da AM (atmosfera modificada) e do oxidante de etileno  $\text{KMnO}_4$  (permanganato de potássio) sobre a qualidade de caqui 'Fuyu' após a armazenagem refrigerada. Os fatores 1-MCP, AM e  $\text{KMnO}_4$  foram combinados de quatro maneiras, correspondendo aos seguintes tratamentos: T<sub>1</sub>) Controle + AM +  $\text{KMnO}_4$ ; T<sub>2</sub>) 1-MCP + AM +  $\text{KMnO}_4$ ; T<sub>3</sub>) 1-MCP + AM, e T<sub>4</sub>) 1-MCP + AA (AA=atmosfera do ar). Frutos maduro-firmes com coloração da casca predominantemente amarela foram colhidos em sete pomares comerciais no nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Parte dos frutos foi exposta a 0.3  $\mu\text{L L}^{-1}$  de 1-MCP por 12 h em 24 h após a colheita. A seguir, os frutos foram armazenados sob AA ou sob AM induzida por bolsas de polietileno (0,04 mm de espessura), por 20; 40; 60 ou 80 dias a  $-0,1 \pm 0,8^\circ\text{C}$ . Dois sachês contendo 8,5 g de Alumina- $\text{KMnO}_4$  foram adicionados em cada uma das bolsas de polietileno dos tratamentos um e dois, antes de elas serem vedadas. Os frutos de cada período de armazenagem refrigerada foram analisados após 0; 3; 6 ou 9 dias de prateleira sob AA a  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ . O tratamento 1-MCP retardou o amolecimento da polpa, mas não afetou consistentemente o desenvolvimento de 'estrias' e manchas pretas na superfície dos frutos armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$ . A incidência de 'estrias' e manchas pretas em frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AM foi significativamente menor que a de frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AA. Houve efeitos aditivos do 1-MCP e AM na conservação da firmeza e na redução de danos por frio manifestados pela formação de textura gel-firme e manchas translúcidas na casca. O uso de  $\text{KMnO}_4$  não aumentou a conservação da qualidade dos frutos quando tratados com 1-MCP e armazenados sob AM. O desenvolvimento dos distúrbios da epiderme dependeu do pomar e de períodos de armazenagem e prateleira. No entanto, os benefícios da combinação de 1-MCP e AM sobre a redução desses distúrbios e do amolecimento dos frutos foram consistentes para todos os pomares. Os resultados indicam que a combinação de 1-MCP e AM é um método efetivo para retardar a deterioração de caqui 'Fuyu' durante e após a armazenagem refrigerada.

**Termos para indexação:** *Diospyros kaki* L., textura, distúrbios, 1-metilciclopropeno.

## QUALITY MAINTENANCE OF 'FUYU' PERSIMMON IN COLD STORAGE BY COMBINING 1-MCP AND MODIFIED ATMOSPHERE

**ABSTRACT** – This study examined the effects of ethylene action inhibitor 1-MCP (1-methylcyclopropene), MA (modified atmosphere) and ethylene oxidant  $\text{KMnO}_4$  (potassium permanganate) on the quality of 'Fuyu' persimmon fruit after cold storage. The factors 1-MCP, MA and  $\text{KMnO}_4$  were combined in four manners corresponding to the following treatments: T<sub>1</sub>) Control + MA +  $\text{KMnO}_4$ , T<sub>2</sub>) 1-MCP + MA +  $\text{KMnO}_4$ , T<sub>3</sub>) 1-MCP + MA, and T<sub>4</sub>) 1-MCP + AA (AA= atmosphere of air). Mature-firm fruit with predominant yellow color were harvested from seven commercial orchards in the northeast of Rio Grande do Sul state. Some of fruit were exposed to 0.3  $\mu\text{L L}^{-1}$  of 1-MCP for 12 h in 24 h after the harvest. After that, fruit were stored in AA or MA induced by polyethylene bags (0.04 mm thick), by 20, 40, 60 or 80 days at  $-0.1 \pm 0.8^\circ\text{C}$ . Two pellets of 8.5 g alumina- $\text{KMnO}_4$  were added into the polyethylene bags of treatments one and two before they were sealed. Fruit were analyzed after 0, 3, 6 or 9 days of shelf in AA at  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ . 1-MCP treatment delayed flesh softening, but did not consistently affect the development of skin disorders (lined dark dots and black spots) on fruit stored in MA containing  $\text{KMnO}_4$ . However, the incidence of skin disorders on 1-MCP treated fruit stored in MA was significantly less than that of 1-MCP treated fruit stored in AA. There were additive effects of 1-MCP and MA on the retention of firmness and on the reduction of chilling injury appeared by the formation of firm gel texture of flesh and translucent stains on the skin. The use of  $\text{KMnO}_4$  did not improve the retention of fruit quality when treated with 1-MCP and stored in MA. The development of skin disorders was orchard- and storage period-dependent. However, the benefits of 1-MCP and MA combination on the reduction of these disorders and fruit softening were consistent in all orchards. The results indicate that 1-MCP and MA combination is an effective tool to delay the deterioration of 'Fuyu' persimmon fruit during and after cold storage.

**Index Terms:** *Diospyros kaki* L., texture, disorders, 1-methylcyclopropene.

<sup>1</sup>(Trabalho 247-07). Recebido: 11-10-2007. Aceito para publicação: 25-03-2009.

<sup>2</sup>Fisiologista de Plantas, D.S., EPAGRI, Estação Experimental de Caçador. 89500-000, Caçador-SC. argenta@epagri.sc.gov.br

<sup>3</sup>Engº Agrº, Bolsista do CNPq, EPAGRI, Estação Experimental de Caçador. 89500-000, Caçador-SC. marcjv@hotmail.com

<sup>4</sup>Engº Agrº, Bolsista do CNPq, EPAGRI, Estação Experimental de Caçador. 89500-000, Caçador-SC. andrea\_mts@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

'Fuyu' é uma das cultivares de caqui (*Diospyros kaki* L.) mais consumidas no mundo, caracterizado por ser um fruto grande, não adstringente quando ainda firme e por apresentar alto teor de açúcares solúveis quando maduro (Kitagawa & Glucina, 1984; Salunkhe & Desai, 1986). O caquizeiro cultivar Fuyu é bem adaptado ao clima subtropical chuvoso como o do Sul do Brasil (Yamada, 1994), onde tem sido cultivado por mais de 40 anos. A conservação da qualidade de caqui 'Fuyu' por longos períodos após a colheita tem-se tornado uma necessidade premente devido ao contínuo aumento de sua produção e demanda do mercado interno.

A armazenagem refrigerada é a principal tecnologia para controle da maturação e conservação da qualidade pós-colheita de caqui 'Fuyu' (Beede, 1983; Kitagawa & Glucina, 1984). No entanto, a vida pós-colheita (potencial de armazenagem) de caqui em ambiente refrigerado é frequentemente limitada pelo desenvolvimento de danos por frio, especialmente aqueles relacionados à deterioração da textura (Beede, 1983; MacRae, 1987; Sargent et al., 1993). A aplicação de atmosfera modificada (AM) e agente oxidante do etileno atmosférico ( $\text{KMnO}_4$ , permanganato de potássio), em complemento à refrigeração aumentam o potencial de conservação da qualidade pós-colheita de caqui 'Fuyu' (Maotani et al., 1982; MacRae, 1987; Ben-Arie & Zutkhi, 1992; Ferri & Rombaldi, 2004). Da mesma forma, o tratamento com inibidor da ação do etileno 1-metilciclopropeno (1-MCP) retarda o amolecimento da polpa de caqui 'Fuyu' armazenado em ambiente refrigerado (Argenta, 2002; Girardi et al., 2003; Kim & Lee, 2005). No entanto, a inibição do etileno pelo 1-MCP não previne o desenvolvimento de manchas pretas que se desenvolvem na epiderme dos frutos durante a armazenagem refrigerada (Krammes, 2004; Tibola et al., 2005). A combinação de 1-MCP e AM pode resultar em aumento adicional da conservação da qualidade de caqui 'Fuyu' (Kim & Lee, 2005; Tibola et al., 2005). Contudo, os efeitos interativos do 1-MCP, AM e  $\text{KMnO}_4$  sobre o desenvolvimento de diferentes distúrbios em caqui 'Fuyu' produzidos no Sul do Brasil ainda não estão claramente estabelecidos.

O presente estudo foi conduzido para avaliar: 1) os efeitos do 1-MCP para frutos armazenados sob AM contendo oxidante de etileno  $\text{KMnO}_4$ ; 2) os efeitos da AM para frutos tratados com 1-MCP, e 3) os efeitos do  $\text{KMnO}_4$  para frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AM sobre as alterações da

textura e desenvolvimento de distúrbios na epiderme de caqui 'Fuyu' de diferentes pomares após a armazenagem refrigerada.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Frutos, aplicação de 1-MCP e condições de armazenagem

Caquis 'Fuyu' maduros-firmes e com coloração da casca predominantemente amarela (< ¼ verde e até ¼ laranja) foram colhidos em 7 pomares comerciais na região da Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul, nos dias 1º a 6 de maio de 2005.

Prepararam-se, para cada pomar, três amostras de 20 frutos destinadas a análises na colheita e 192 amostras de 20 frutos destinadas a armazenagem. Frutos com defeitos e fora do padrão de cor e tamanho do pomar foram descartados.

As amostras de frutos destinadas a armazenagem foram embaladas em caixas plásticas. Cada caixa conteve quatro amostras de 20 frutos. Algumas caixas plásticas foram revestidas internamente com bolsa de polietileno de baixa densidade de 0,04 mm de espessura (de cada parede) antes de se colocar as amostras de frutos.

A seguir, parte das amostras de frutos foi exposta a aproximadamente  $0.3 \mu\text{L L}^{-1}$  de 1-MCP (1-metilciclopropeno) por 12 h, na temperatura ambiente ( $\sim 18^\circ\text{C}$ ), em 24 h após a colheita, numa tenda plástica hermética. O gás 1-MCP foi gerado no interior da tenda pela dissolução de pastilhas SmartFresh™ (AgroFresh Inc.) em água.

As bolsas de polietileno permaneceram abertas, na parte superior da caixa, durante o período de exposição ao 1-MCP. A concentração de 1-MCP na atmosfera da tenda foi determinada por cromatografia gasosa (Krammes, 2004). Logo após o tratamento com 1-MCP, adicionaram-se dois sachês contendo 8,5 g do agente oxidante de etileno atmosférico, permanganato de potássio ( $\text{Alumina-KMnO}_4$ ) em algumas das caixas revestidas com bolsas de polietileno. A seguir, todas as bolsas de polietileno foram vedadas com uso de amarrilho para indução da atmosfera modificada (AM). Dessa forma, aplicaram-se 4 tratamentos: T<sub>1</sub>) Controle + AM +  $\text{KMnO}_4$ ; e T<sub>2</sub>) 1-MCP + AM +  $\text{KMnO}_4$ ; T<sub>3</sub>) 1-MCP + AM, e T<sub>4</sub>) 1-MCP + AA (AA=atmosfera do ar, sem bolsa de polietileno).

Os frutos foram refrigerados em câmara comercial de armazenagem de caqui, depois da aplicação dos tratamentos (em 48 h da colheita) e então armazenados na mesma câmara por 20; 40; 60 ou 80 dias a  $-0,1 \pm 0,8^\circ\text{C}$ . A temperatura do ar média na

câmara de armazenagem e o desvio-padrão da temperatura média foram determinados a partir das medidas registradas por termógrafos (J. Stefanelli, Inc.) a cada hora. A umidade relativa da câmara fria ( $83 \pm 8\%$ ) foi estimada no dia zero e a cada 20 dias de armazenagem pelo uso de psicrômetro. Após cada período de armazenagem refrigerada, os frutos foram mantidos por 0; 3; 6 ou 9 dias em câmara experimental de maturação a  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ . Dia zero a  $22^\circ\text{C}$  significa que os frutos foram analisados em menos de 24 h após a retirada do ambiente refrigerado. Frutos de todos os tratamentos foram mantidos sob AA durante o período de prateleira. Retiraram-se três caixas (três repetições) de frutos por tratamento e pomar a cada 20 dias de armazenagem refrigerada e analisaram-se três amostras de 20 frutos por tratamento (uma amostra de cada caixa) a cada três dias de prateleira.

#### **Análises da qualidade dos frutos**

A coloração da casca, a firmeza da polpa e o teor de sólidos solúveis totais (SS) foram estimados com auxílio de colorímetro, penetrômetro eletrônico e refratômetro digital, respectivamente, na colheita e periodicamente, após a armazenagem, conforme descrito previamente (Krammes et al., 2006). A análise subjetiva da textura (pelo tato das mãos) foi realizada para identificar os frutos moles ou com textura gel-firme. Frutos considerados moles eram facilmente amassados e a epiderme facilmente rompida pela pressão dos dedos polegar e indicador. Frutos identificados como moles sempre apresentaram firmeza inferior a 0,5 lb quando determinada pelo penetrômetro. Frutos firmes não poderiam ser amassados e a epiderme não poderia ser rompida pela pressão dos dedos das mãos na região equatorial. O distúrbio identificado como textura gel-firme foi registrado para cada fruto como ausente (1) ou presente (2). A textura gel-firme foi identificada pela consistência plástica da polpa (um tipo de murcha sem marcas de enrugamento) pelo tato das mãos. Os frutos com textura gel-firme poderiam ser divididos (“rasgados”) em 2 metades sem escorrimento de suco quando fortemente pressionadas pelos dedos polegar na região distal ao pedúnculo. A severidade dos distúrbios identificados como ‘estrias’ e manchas pretas na epiderme (Argenta et al., 2006) foi determinada pela análise visual de cada fruto, dando-se notas de acordo com a área da superfície dos frutos afetada: 1) ausência de dano; 2) leve (<5% da superfície afetada); 3) moderada (5 a 25% da superfície afetada), e 4) severa (>25% da superfície afetada). As incidências dos distúrbios identificados como superfície translúcida (toda superfície com aparência

aquosa) e manchas translúcidas (manchas aquosas) (Argenta et al., 2006) foram determinadas pela análise visual de cada fruto, dando-se notas 1 e 2 para ausência e presença de dano, respectivamente.

#### **Delineamento experimental e análise estatística dos dados**

O experimento foi conduzido em esquema fatorial, com 4 fatores: Tratamentos (4), dias de armazenagem refrigerada (4), dias de maturação pós-armazenagem (prateleira) (4) e pomares (7). O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado, com 3 repetições de 20 frutos. Dados de diferentes períodos de armazenagem, períodos de prateleira e/ou pomares foram combinados apenas quando não houve efeitos significativos consistentes desses fatores ou quando não houve interação significativa entre tratamentos e esses fatores. O número de repetições (n) variou de 18 a 27 quando dados de diferentes períodos de armazenagem, períodos de prateleira e/ou pomares foram combinados. Os dados foram submetidos à análise de variância, e a diferença mínima significativa (DMS) entre tratamentos foi determinada pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) usando SAS (SAS Institute, Inc., 1992).

## **RESULTADOS**

Os índices de maturação dos frutos na colheita variaram entre pomares (Tabela 1). Frutos dos pomares 5; 6 e 7 apresentaram cor hue sensivelmente menor (indicando maturação mais avançada) que os demais pomares. A menor firmeza da polpa na colheita foi observada para o pomar 5, enquanto os maiores teores de açúcares foram observados nos frutos dos pomares 3; 5 e 7. Não foram detectados distúrbios na casca dos frutos na colheita.

Não houve interação significativa entre tratamentos e pomares para firmeza da polpa, por isso os dados de todos os pomares foram combinados (Figura 1). A firmeza da polpa de frutos expostos ao 1-MCP, não variou em relação àquela de frutos-controle (sem 1-MCP) enquanto mantidos em ambiente refrigerado (zero dia de prateleira), independentemente do período de armazenagem (Figura 1A). No entanto, o tratamento 1-MCP preveniu o amolecimento dos frutos após a armazenagem refrigerada, durante o período de prateleira a  $22^\circ\text{C}$  (comparação entre  $T_1$  e  $T_2$ ). A maioria (70 a 100%) dos frutos-controle (sem 1-MCP) amoleceu depois de 20 dias a  $-0,1^\circ\text{C}$  mais 6 dias a  $22^\circ\text{C}$  (Figura 1B), enquanto frutos tratados com 1-MCP se mantiveram firmes por até 80 dias a  $-0,1^\circ\text{C}$  mais 9 dias a  $22^\circ\text{C}$ ,

independentemente do uso de atmosfera modificada (AM) e do oxidante de etileno ( $\text{KMnO}_4$ ). Para frutos tratados com 1-MCP, a armazenagem sob AM aumentou a conservação da firmeza, especialmente após 60 e 80 dias a  $-0,1^\circ\text{C}$ , em relação à armazenagem sob atmosfera do ar (AA) (comparação entre  $T_3$  e  $T_4$ ). A firmeza da polpa de frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$  normalmente não diferiu significativamente daquela de frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AM sem  $\text{KMnO}_4$  (comparação entre  $T_2$  e  $T_3$ ). Frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AA mantiveram-se sempre mais firmes que frutos não tratados com 1-MCP e armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$  (comparação entre  $T_1$  e  $T_4$ ), durante o período de prateleira.

Frutos desenvolveram textura gel-firme a partir de 40 dias de armazenagem (Tabela 2). Esse distúrbio caracteriza-se pela consistência 'emborrachada', perda da crocância e baixa suculência (Argenta et al., 2006). O desenvolvimento dessa desordem foi afetado pela interação significativa ( $p < 0,001$ ) entre tratamentos, períodos de armazenagem (a  $-0,1^\circ\text{C}$ ) e períodos de prateleira (a  $22^\circ\text{C}$ ). Por isso, os efeitos interativos de tratamento e períodos de armazenagem são apresentados para frutos mantidos a  $22^\circ\text{C}$  (prateleira) por três dias, quando houve máxima incidência desse distúrbio nos frutos-controle ( $T_1$ ) (Tabela 2). Já, os efeitos interativos de tratamento e períodos de prateleira sobre o desenvolvimento de textura gel-firme são apresentados para frutos armazenados a  $-0,1^\circ\text{C}$  por 40 dias, quando houve alta incidência desse distúrbio e mínima incidência de manchas pretas na casca de frutos-controle (Tabela 3). A incidência de frutos com textura gel-firme foi reduzida pelo tratamento 1-MCP quando armazenados sob AM (comparação entre  $T_1$  e  $T_2$ ), dependendo do período de prateleira (Tabelas 2 e 3), mas não variou significativamente entre pomares (dados não apresentados). O desenvolvimento de textura gel-firme aumentou de 40 para 80 dias de armazenagem, especialmente nos frutos armazenados sob AA. A incidência de frutos-controle com textura gel-firme aumentou nos primeiros 3 dias e então diminuiu do 3º para 9º dia de prateleira a  $22^\circ\text{C}$  (Tabela 3). Frutos-controle com textura gel-firme normalmente amoleceram depois do 3º dia de prateleira (Figura 1B). Nos demais tratamentos, a incidência de frutos com textura gel-firme tendeu a aumentar com o período de prateleira.

Os principais distúrbios que se desenvolveram na casca dos frutos, foram: 1)manchas translúcidas; 2)superfície translúcida;

3)'estrias'; 4)manchas pretas deprimidas, e 5) manchas pretas não deprimidas.

A incidência de manchas translúcidas ocorreu na superfície distal ao pedúnculo dos frutos, dependeu da interação significativa ( $p < 0,001$ ) de tratamentos, períodos de armazenagem e de prateleira, mas não variou consistentemente entre pomares (dados não apresentados).

O tratamento 1-MCP reduziu ou, pelo menos, retardou o desenvolvimento de manchas translúcidas em frutos armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$  (comparação entre  $T_1$  e  $T_2$ ) (Tabelas 2 e 3). Da mesma forma, a armazenagem sob AM reduziu o desenvolvimento de manchas translúcidas de frutos tratados com 1-MCP (comparação entre  $T_3$  e  $T_4$ ) (Tabelas 2 e 3). Manchas translúcidas ocorreram a partir de 40 dias a  $-0,1^\circ\text{C}$  para frutos-controle e a partir de 60 dias para frutos tratados com 1-MCP quando armazenados sob AM (Tabela 2). A incidência de frutos-controle com manchas translúcidas foi máxima após 40 e 60 dias a  $-0,1^\circ\text{C}$  (Tabela 2) e após 6 dias a  $22^\circ\text{C}$  (Tabela 3). A redução da incidência de manchas translúcidas em frutos-controle após longos períodos de armazenagem e de prateleira foi associada ao amolecimento dos frutos e ao desenvolvimento de aparência translúcida em toda a superfície dos frutos. A translucidez da casca (aparência aquosa) de caqui 'Fuyu' ocorre em toda a superfície (superfície translúcida) ou como manchas (manchas translúcidas) (Argenta et al., 2006).

O distúrbio 'estrias' caracterizou-se por pequenos pontos ou traços pretos ( $< 2$  mm) levemente deprimidos e alinhados na superfície (epiderme) dos frutos com aparência de feixes de linhas pontilhadas ou tracejadas. Já, manchas pretas levemente deprimidas ocorreram em toda a superfície dos frutos e apresentaram 3 a 10 mm de diâmetro, enquanto as manchas pretas não deprimidas ocorreram principalmente na região próxima ao pedúnculo e apresentaram 2 a 5 mm de diâmetro.

O desenvolvimento desses três distúrbios na epiderme dependeu de efeitos interativos significativos ( $p < 0,001$ ) de tratamento, pomar e períodos de armazenagem e de prateleira. Por isso, os efeitos de pomares e de período de prateleira sobre o desenvolvimento de 'estrias' e manchas pretas são apresentados apenas para frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$ , nos quais houve alta conservação da textura (Figura 1 e Tabela 2).

As incidências de 'estrias' dos pomares 1; 2 e 6 não diferiram significativamente entre si e estiveram entre as mais elevadas em relação àquelas

dos demais pomares (Tabela 4). Já, as incidências de manchas pretas dos pomares 1; 3 e 4 não variaram significativamente entre si e estiveram entre as mais elevadas em relação às demais pomares. Dessa forma, os dados dos pomares 1; 2 e 6 foram combinados para análises dos efeitos de tratamento e período de armazenagem sobre a incidência de 'estrias', enquanto os dados dos pomares 1; 3 e 4 foram combinados para análises dos efeitos de tratamento e período de armazenagem sobre a incidência de manchas pretas.

A incidência de 'estrias' foi detectada a partir de 20 dias e normalmente não aumentou significativamente de 40 para 80 dias de armazenagem (Tabela 5). Exceção ocorreu, para a incidência de 'estrias' leves que aumentou de 40 para 80 dias em frutos armazenados sob AA e para 'estrias' moderadas que aumentaram de 40 para 80 dias em frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$ . Por outro lado, a incidência de 'estrias' aumentou durante os primeiros 3 dias, mas não aumentou do 3º para 9º dia de prateleira a 22°C em frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$  (Tabela 6). Pequeno aumento desse distúrbio do 3º para o 6º dia de prateleira foi observado para frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AA (dados não apresentados).

A incidência (%) de frutos com 'estrias' leves, moderadas ou severas não foi alterada significativamente pelo tratamento 1-MCP quando armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$  (comparação entre  $T_1$  e  $T_2$ ) (Tabela 5). Da mesma forma, o uso de  $\text{KMnO}_4$  não alterou significativamente a incidência de 'estrias' em frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AM (comparação entre  $T_2$  e  $T_3$ ). Por outro lado, o uso de AM para frutos tratados com 1-MCP frequentemente reduziu significativamente a incidência de 'estrias', especialmente as moderadas e severas (comparação entre  $T_3$  e  $T_4$ ).

A incidência de frutos com manchas pretas deprimidas foi detectada a partir de 40 dias de armazenagem e aumentou com o tempo de armazenagem (Tabela 7). A incidência desse distúrbio também aumentou durante os primeiros 6 dias, mas não aumentou do 6º para 9º dia de maturação a 22°C em frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$  (Tabela 6). O uso de AM para frutos tratados com 1-MCP não teve efeito ou reduziu a incidência de manchas pretas deprimidas, dependendo do período de armazenagem. Já, o tratamento 1-MCP (para frutos armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$ ) e o uso de  $\text{KMnO}_4$  (para frutos tratados com 1-MCP) não alteraram

significativamente a incidência de manchas pretas deprimidas.

A incidência de frutos com manchas pretas não deprimidas também foi detectada a partir de 40 dias a -0,1°C e aumentou com o tempo de armazenagem, dependendo do tratamento (Tabela 7), mas não aumentou com o tempo de prateleira a 22°C em frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$  (Tabela 6). Pequeno aumento desse distúrbio do dia zero ao dia seis de prateleira foi observado para frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AA e para frutos-controle (dados não apresentados).

O tratamento 1-MCP normalmente não teve efeito significativo sobre a incidência de frutos com manchas pretas não deprimidas quando armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$  (comparação  $T_1$  e  $T_2$ ). Exceção ocorreu após 40 e 80 dias quando 1-MCP aumentou e reduziu, respectivamente, a incidência de manchas pretas não deprimidas leves. O uso de AM para frutos tratados com 1-MCP, frequentemente, reduziu a incidência de manchas pretas não deprimidas, dependendo do período de armazenagem (comparação entre  $T_3$  e  $T_4$ ), enquanto o uso de  $\text{KMnO}_4$  para frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AM, não alterou significativamente a incidência de frutos com esse distúrbio (comparação entre  $T_2$  e  $T_3$ ).

## DISCUSSÃO

O amolecimento da polpa dissociado à maturação (sem desenvolvimento completo da cor avermelhada e sabor, típicos da cultivar) e/ou à formação de gel-firme, associada à perda da crocância e suculência são os principais distúrbios que restringem o potencial de armazenagem refrigerada de caqui (Beede, 1983; MacRae, 1987; Sargent et al., 1993; Krammes et al., 2006). Essas alterações da textura bem como a formação de manchas aquosas (translúcidas) na epiderme são consideradas danos por frio, mais frequentes e severas quando os frutos são mantidos sob temperatura de 3 a 8°C, e mais evidente em frutos colhidos precocemente (MacRae, 1987; Sargent et al., 1993; Krammes et al., 2006).

Os resultados do presente estudo (Figura 1) confirmam que o amolecimento da polpa de caqui 'Fuyu' pode ser induzido rapidamente, após curtos períodos de armazenagem refrigerada, e normalmente se manifesta durante o período de prateleira (Kitagawa & Glucina, 1984; MacRae, 1987).

A armazenagem sob AM e o tratamento com 1-MCP evitam ou, pelo menos, retardam o amolecimento da polpa induzido pelo frio (Figura 1),

conforme observado em estudos anteriores (MacRae, 1987; Ben-Arie & Zutkhi, 1992; Argenta, 2002; Ferri & Rombaldi, 2004). Resultados do presente estudo indicam que há efeitos aditivos do 1-MCP e AM na conservação da firmeza e especialmente na prevenção do desenvolvimento de textura gel-firme e manchas translúcidas. O amolecimento da polpa de frutos climatéricos é um dos eventos da maturação mais sensíveis ao etileno (Lelièvre et al., 1997). O retardamento do amolecimento da polpa de Caqui (Xu et al., 2004) e de outros frutos, como pera (Hiwasa et al., 2003) e abacate (Jeong & Huber, 2004), pelo uso do inibidor da ação do etileno 1-MCP, está associado à redução da atividade de enzimas de hidrólise de componentes da parede celular, incluindo poligalacturonases. O potencial de conservação da qualidade de caqui 'Fuyu' tratados com 1-MCP foi limitado pelo desenvolvimento de distúrbios na casca, especialmente as 'estrias'.

As 'estrias' foram detectadas após curto período de armazenagem, enquanto as manchas pretas deprimidas e não deprimidas ocorreram especialmente a partir de 40 ou 60 dias de armazenagem. O desenvolvimento desses distúrbios não foi afetado de forma significativa e consistente pelo controle do etileno com 1-MCP ou  $\text{KMnO}_4$ , mas foi reduzido pelo emprego de AM, dependendo do período de armazenagem e de prateleira.

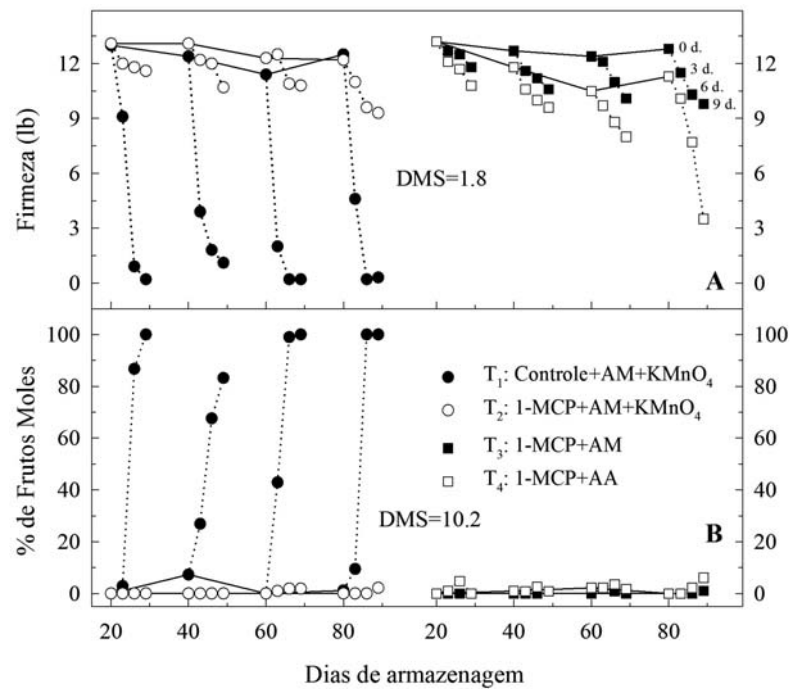
A etiologia das 'estrias' e das manchas pretas deprimidas e não deprimidas não tem sido estabelecida para caqui 'Fuyu' produzidos no Brasil. O efeito significativo de pomar sobre o desenvolvimento de 'estrias' (Tabela 4) evidencia que o desenvolvimento desse distúrbio possivelmente está relacionado a fatores pré-colheita, tais como condições meteorológicas (precipitação e umidade relativa) e práticas de manejo do pomar. O desenvolvimento de 'estrias' pode resultar da formação de camada de células degeneradas ou mortas (por estresse oxidativo e/ou infecção patogênica) nas margens de microrrachaduras da epiderme. Estudos recentes indicam que as 'estrias' podem ocorrer em frutos recém-colhidos, antes da armazenagem refrigerada (dados não publicados). O desenvolvimento de microrrachaduras poderia ser favorecido pela alteração indesejável da taxa de crescimento e dos teores nutricionais dos frutos devido à alta umidade do ar e a práticas inadequadas de poda e adubação do caquizeiro e de manejo da vegetação de cobertura do solo.

Manchas pretas que se desenvolvem na epiderme de caquis, podem ser causadas por agentes patogênicos, como *Colletotrichum* sp. (MacRae, 1987), *Alternaria alternata* (Perez et al., 1995) ou

*Gloeosporium kaki* (Anthracnose) (R. Nakano, comunicação pessoal), ou pela associação entre agentes patogênicos e condições microclimáticas favoráveis (alta precipitação, umidade relativa, altitude e temperatura) (Yamamura et al., 1984; R. Nakano, comunicação pessoal). O desequilíbrio dos teores de minerais (excesso de nitrogênio e deficiência de cálcio) nos caquizeiros pode favorecer (Lee, et al., 1993; S. Lurie, comunicação pessoal), enquanto o uso de AM, fungicida Iprodione ou agentes sanitizantes podem reduzir o desenvolvimento de algumas dessas manchas (Perez et al., 1995; Prusky et al., 1997).

Novos estudos são necessários para identificar condições pré-colheita (efeitos de pomar) que aumentam o risco de desenvolvimento de 'estrias' e manchas pretas na superfície de caqui 'Fuyu', incluindo fatores meteorológicos, manejo de pomar, incidência de agentes patogênicos e uso de agentes indutores de resistência e fungicidas.

Em resumo, os resultados do presente estudo demonstram que caqui 'Fuyu' pode desenvolver vários distúrbios durante e após a armazenagem refrigerada. A manifestação desses distúrbios depende de pomar e de períodos de armazenagem refrigerada e de prateleira. O tratamento 1-MCP é mais eficiente que o tratamento AM para prevenção de danos por frio, incluindo o amolecimento da polpa, enquanto AM é mais eficiente que 1-MCP para a redução da incidência de distúrbios da casca, tais como as 'estrias' e as manchas pretas. Esses resultados evidenciam efeitos aditivos dos tratamentos 1-MCP e AM para mínima deterioração da textura e desenvolvimento de distúrbios na epiderme. De maneira geral, os benefícios da combinação de 1-MCP e AM sobre a prevenção de danos por frio foram similares para todos os pomares, indicando o alto potencial de uso prático dessas tecnologias para redução dos riscos de deterioração de caquis 'Fuyu' em ambiente refrigerado. O potencial de armazenagem refrigerada de caqui 'Fuyu' pode ser aumentado por mais de 40 dias, considerando a conservação da textura, quando se usa 1-MCP + AM.



**FIGURA 1** - Firmeza da polpa (A) e percentagem de frutos moles (B) após 20; 40; 60 ou 80 dias de armazenagem a  $-0,1^{\circ}\text{C}$  mais 0; 3; 6 ou 9 dias de prateleira a  $22^{\circ}\text{C}$ . T<sub>1</sub>: Frutos sem 1-MCP armazenados sob AM (atmosfera modificada) contendo  $\text{KMnO}_4$ ; T<sub>2</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$ ; T<sub>3</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AM sem  $\text{KMnO}_4$ ; T<sub>4</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AA (atmosfera do ar). Símbolos sobre as linhas contínuas referem-se às determinações feitas após 0 dia de prateleira. Símbolos sobre as linhas pontilhadas referem-se às determinações feitas após 3 a 9 dias de prateleira. Legenda indicando 0; 3; 6 e 9 dias de prateleira para o tratamento 1-MCP+AM e 80 dias a  $-0,1^{\circ}\text{C}$  também se aplica para os demais tratamentos e períodos de armazenagem. Os pontos representam médias de 3 amostras de 20 frutos de 7 pomares (n=21). DMS= Diferença mínima significativa determinada para os efeitos de tratamento, pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

**TABELA 1** - Firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis (SS) e índices de cor hue de caqui 'Fuyu' na colheita.

Pomar	Firmeza (lb)	SS (%)	Cor (hue)
1	14,1	16,3	70,9
2	12,6	14,6	69,7
3	12,9	16,9	69,1
4	15,2	15,6	69,6
5	11,8	16,7	63,8
6	12,8	15,4	62,1
7	13,1	17,2	59,6
DMS <sup>z</sup>	1,3	0,8	4,1

<sup>z</sup>: Diferença mínima significativa para efeito de pomar, determinada pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ), n=3.

**TABELA 2** - Efeitos de tratamentos e períodos de armazenagem refrigerada (a -0,1°C) sobre a incidência (%) de caqui 'Fuyu' com textura gel-firme e manchas translúcidas. T<sub>1</sub>: Frutos sem 1-MCP armazenados sob AM (atmosfera modificada) contendo KMnO<sub>4</sub>; T<sub>2</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AM contendo KMnO<sub>4</sub>; T<sub>3</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AM sem KMnO<sub>4</sub>; T<sub>4</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AA (atmosfera do ar). Os dados referem-se aos frutos mantidos em prateleira a 22°C por 3 (para 'gel firme') ou 6 dias (para manchas translúcidas).

Dias a 0°C	Controle AM+KMnO <sub>4</sub>	1-MCP AM+KMnO <sub>4</sub>	1-MCP AM	1-MCP AA	DMS <sup>y</sup>
Gel-Firme					
20	0,0	0,0	0,0	0,0	
40	14,3	0,0	0,8	1,1	3,5
60	16,2	1,9	1,9	3,3	3,1
80	20,0	2,2	4,3	5,2	2,9
DMS <sup>z</sup>	4,0	1,2	1,7	3,8	
Manchas Tranlúcidas					
20	0,0	0,0	0,0	0,0	
40	59,0	0,0	0,0	14,6	13,1
60	64,8	0,0	7,6	50,0	12,8
80	8,7	29,5	32,2	21,1	14,1
DMS <sup>z</sup>	14,6	6,9	11,0	15,4	

<sup>y, z</sup>: Diferença mínima significativa para efeitos de tratamento e período de armazenagem, respectivamente, determinada pelo teste de Tukey (p<0,05). Os dados representam médias de 3 amostras de 20 frutos de 7 pomares (n=21).

**TABELA 3** - Efeitos de tratamentos e períodos de prateleira (a 22°C) sobre a incidência (%) de caqui 'Fuyu' com textura 'gel-firme' e manchas translúcidas. T<sub>1</sub>: Frutos sem 1-MCP armazenados sob AM (atmosfera modificada) contendo KMnO<sub>4</sub>; T<sub>2</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AM contendo KMnO<sub>4</sub>; T<sub>3</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AM sem KMnO<sub>4</sub>; T<sub>4</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AA (atmosfera do ar). Os dados referem-se aos frutos armazenados a -0,1°C por 40 dias.

Dias a 22°C	Controle AM+KMnO <sub>4</sub>	1-MCP AM+KMnO <sub>4</sub>	1-MCP AM	1-MCP AA	DMS <sup>y</sup>
Gel-Firme					
0	2,7	0,0	0,6	0,3	2,3
3	14,3	0,0	0,8	1,1	3,9
6	4,8	0,3	1,5	4,5	4
9	2,0	1,8	1,2	6,3	2,6
DMS <sup>z</sup>	3,4	1,2	2,4	4	
Manchas Tranlúcidas					
0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3	27,7	0,0	0,8	7,5	11,5
6	59,0	0,0	0,0	14,6	13,7
9	26,4	0,0	0,8	17,6	14,3
DMS <sup>z</sup>	13,9		2,3	11,3	

<sup>y, z</sup>: Diferença mínima significativa para efeitos de tratamento e período de prateleira, respectivamente, determinada pelo teste de Tukey (p<0,05). Os dados representam médias de 3 amostras de 20 frutos de 7 pomares (n=21).



**TABELA 4** - Efeito de pomares sobre a incidência (%) de caqui 'Fuyu' com distúrbios na epiderme. Os dados referem-se aos frutos tratados com 1-MCP na colheita, armazenados a  $-0,1^{\circ}\text{C}$  por 20 (para análise de 'estrias') ou 60 dias (para análise de manchas pretas) sob atmosfera modificada (AM), contendo  $\text{KMnO}_4$  e mantidos na prateleira a  $22^{\circ}\text{C}$  por 6 dias.

Pomar	'Estrias'			Mancha deprimida		Mancha não deprimida	
	Leve	Moderada	Severa	Leve	Moderada	Leve	Moderada
1	35,1	8,6	1,1	16,9	0,5	19,1	0,4
2	26,5	4,1	0,6	11,5	0,5	14,2	0,3
3	19,1	1,2	0,0	26,1	0,8	24,4	0,6
4	18,2	0,6	0,0	24,9	1,8	26,0	1,4
5	22,5	1,4	0,1	7,9	0,0	8,2	0,1
6	34,6	5,8	1,1	6,5	0,3	11,0	0,3
7	22,0	0,7	0,0	4,8	0,0	10,1	0,1
DMS <sup>z</sup>	11,8	4,6	1,0	10,9	1,6	13,8	1,1

<sup>z</sup>: Diferença mínima significativa para efeito de pomar, determinada pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ),  $n = 3$ .

**TABELA 5** - Efeitos de tratamentos e períodos de armazenagem (a  $-0,1^{\circ}\text{C}$ ) sobre a incidência (%) de caqui 'Fuyu' com 'estrias'. T<sub>1</sub>: Frutos sem 1-MCP armazenados sob AM (atmosfera modificada) contendo  $\text{KMnO}_4$ ; T<sub>2</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AM contendo  $\text{KMnO}_4$ ; T<sub>3</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AM sem  $\text{KMnO}_4$ ; T<sub>4</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AA (atmosfera do ar).

Severidade	Dias a $0^{\circ}\text{C}$	Controle	1-MCP	1-MCP	1-MCP	DMS <sup>y</sup>
		AM+ $\text{KMnO}_4$	AM+ $\text{KMnO}_4$	AM	AA	
Leve	20	17,0	16,2	19,3	29,8	8,6
	40	23,7	29,2	30,7	39,7	11,9
	60	22,4	29,3	33,3	44,2	12,1
	80	29,5	39,6	41,5	54,3	15,8
DMS <sup>z</sup>		10,5	12,1	12,6	14,5	
Moderada	20	1,6	2,9	5,1	22,8	8,4
	40	1,9	2,1	2,2	22,2	6,2
	60	1,7	1,7	5,2	25,5	8,4
	80	2,0	7,5	4,8	21,5	10,5
DMS <sup>z</sup>		3,1	5,5	4,6	11,2	
Severa	20	0,5	0,5	1,4	3,6	2,2
	40	0,1	0,2	0,0	3,8	2,4
	60	0,1	0,2	1,4	5,0	3,1
	80	0,2	0,3	0,0	4,9	3,6
DMS <sup>z</sup>		0,7	1,2	1,6	4,4	

<sup>y, z</sup>: Diferença mínima significativa para efeitos de tratamento e período de armazenagem, respectivamente, determinada pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados representam médias de 3 amostras de 20 frutos dos pomares 1; 2 e 6 mantidos por 3; 6 e 9 dias a  $22^{\circ}\text{C}$  após a armazenagem ( $n = 27$ ).

**TABELA 6** - Efeitos de períodos de prateleira (a  $22^{\circ}\text{C}$ ) sobre a incidência (%) de caqui 'Fuyu' com distúrbios na epiderme. Dados referentes a frutos tratados com 1-MCP e armazenados a  $-0,1^{\circ}\text{C}$  sob atmosfera modificada contendo  $\text{KMnO}_4$

Dias a $22^{\circ}\text{C}$	'Estrias'			Mancha deprimida		Mancha não deprimida	
	Leve	Moderada	Severa	Leve	Moderada	Leve	Moderada
0	13,5	1,7	0,5	5,3	0,0	8,3	0,0
3	25,3	2,6	0,8	9,8	0,0	16,2	0,3
6	34,9	3,7	0,6	22,9	1,0	14,9	1,2
9	36,1	5,4	0,8	19,2	1,2	13,6	0,6
DMS <sup>z</sup>	11,6	2,7	1,1	10,7	0,9	12,4	1,7

<sup>z</sup>: Diferença mínima significativa para efeitos de período de prateleira determinada pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados representam médias de três amostras de 20 frutos dos pomares 1, 2 e 6 (para estrias) ou 1, 3 e 4 (para manchas pretas) e de 60 e 80 dias de armazenagem a  $-0,1^{\circ}\text{C}$  ( $n = 18$ ).

**TABELA 7** - Efeitos de tratamentos e períodos de armazenagem (a -0,1°C) sobre a incidência (%) de caqui 'Fuyu' com manchas pretas deprimidas e não deprimidas. T<sub>1</sub>: Frutos sem 1-MCP armazenados sob AM (atmosfera modificada) contendo KMnO<sub>4</sub>; T<sub>2</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AM contendo KMnO<sub>4</sub>; T<sub>3</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AM sem KMnO<sub>4</sub>; T<sub>4</sub>: Frutos com 1-MCP armazenados sob AA (atmosfera do ar).

Severidade	Dias a 0°C	Controle AM+KMnO <sub>4</sub>	1-MCP AM+KMnO <sub>4</sub>	1-MCP AM	1-MCP AA	DMS <sup>y</sup>
<b>Manchas pretas deprimidas</b>						
Leve	20	0,0	0,0	0,0	0,0	
	40	1,3	2,2	3,2	4,8	2,9
	60	11,2	17,6	12,0	37,0	12,8
	80	17,9	22,6	24,3	31,6	13,5
DMS <sup>z</sup>		7,9	11,1	12,0	12,8	
Moderada	20	0,0	0,0	0,0	0,0	
	40	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6
	60	0,6	1,0	0,7	2,7	1,9
	80	1,1	1,8	2,9	2,9	3,8
DMS <sup>z</sup>		0,9	1,2	1,7	4,4	
<b>Manchas pretas não deprimidas</b>						
Leve	20	0,0	0,0	0,0	0,0	
	40	3,9	11,8	10,8	11,6	6,6
	60	18,7	16,7	16,0	29,3	9,6
	80	34,1	15,6	13,2	58,6	17,8
DMS <sup>z</sup>		17,1	10,5	9,0	18,1	
Moderada	20	0,0	0,0	0,0	0,0	
	40	0,0	0,9	0,0	0,9	1,2
	60	0,1	0,5	0,2	1,1	0,9
	80	0,3	0,5	0,9	1,1	1,0
DMS <sup>z</sup>		0,4	1,0	0,4	0,9	

<sup>y, z</sup>: Diferença mínima significativa para efeitos de tratamento e período de armazenagem, respectivamente, determinada pelo teste de Tukey (p<0,05). Os dados representam médias de três amostras de 20 frutos dos pomares 1; 3 e 4 e de 6 e 9 dias de prateleira (n=18).

## CONCLUSÕES

1-O tratamento 1-MCP retarda expressivamente o amolecimento da polpa, mas não afeta consistentemente o desenvolvimento de 'estrias' e manchas pretas superficiais em caqui 'Fuyu' armazenado sob AM contendo KMnO<sub>4</sub>.

2-O desenvolvimento de 'estrias' e manchas pretas superficiais em caqui 'Fuyu' tratado com 1-MCP e armazenado sob AM é menor que aquele em fruto tratado com 1-MCP e armazenado sob AA.

3-Há efeitos aditivos do 1-MCP e AM na conservação da firmeza e na redução de danos por frio manifestados pelo desenvolvimento de textura gel-firme e manchas translúcidas na casca.

4-O uso de agente oxidante de etileno (KMnO<sub>4</sub>) não aumenta a conservação da qualidade do caqui 'Fuyu' tratado com 1-MCP e armazenado sob AM.

## AGRADECIMENTOS

À AgroFresh Inc. e ao CNPq, pelo suporte financeiro; às empresas Fruti Della Pinta, Frutas Girelli, Frutas da Serra e Pomiland, pelo apoio logístico à colheita, amostragem e armazenagem dos frutos, e a Márcia Mondardo, pela assessoria na análise estatística dos dados.

## REFERÊNCIAS

- ARGENTA, L. C. Descrição dos principais distúrbios em caqui 'Fuyu' após a armazenagem refrigerada. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.19, p.49-52, 2006.
- ARGENTA, L. C.; KRAMES, J. G.; MEGGUER, C.; CRESTANI, F. Aumento da conservação da qualidade pós-colheita de caqui e quivi pelo uso de 1-MCP. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5., 2002, Fraiburgo. **Anais...** Florianópolis: EPAGRI, 2002. p.170-174.

- BEEDE, R.H. **The storage performance of the Fuyu persimmon and its susceptibility to chilling injury.** 1983. 94 f. Master (Science Thesis). University of California, Davis, 1983.
- BEN-ARIE, R.; ZUTKHI, Y. Extending the storage life of 'Fuyu' persimmon by modified-atmosphere packing. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.7, p.811-813, 1992.
- 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.
- 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. 53-55, 2003.
- HIWASA, K.; KINUGASA, Y.; AMANO, S.; HASHIMOTO, A.; NAKANO, R.; INABA, A.; KUBO, Y. Ethylene is required for both the initiation and progression of softening in pear (*Pyrus communis* L.) fruit. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.54, p.771-779, 2003.
- JEONG, J.; HUBER, D.J. Suppression of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit softening and changes in cell wall matrix polysaccharides and enzyme activities: Differential responses to 1-MCP and delayed ethylene application. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.129, p.752-759, 2004.
- KIM; Y.K.; LEE, J.M. 2005. Extension of storage and shelf-life of sweet persimmon with 1-MCP. **Acta Horticulture**, Wageningen, v. 685, p. 165-175, 2005.
- KITAGAWA, H.; GLUCINA, P.G. **Persimmon culture in New Zealand.** Wellington: SIPC- Science Information Publishing Center, 1984. 69p.
- KRAMMES, J.G. **Aspectos fisiológicos da maturação e da qualidade de caqui 'Fuyu' na planta e após a colheita.** 2004. 163f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) -Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.
- KRAMMES, J. G.; ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M. J. Influences of 1-methylcyclopropene on quality of persimmon fruit cv. 'Fuyu' after cold storage. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 727, p. 513-518, 2006.
- LELIÈVRE, J-M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J-C. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.101, p.727-739, 1997.
- MACRAE, E.A. Development of chilling injury in New Zealand grown 'Fuyu' persimmon during storage. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, Wellington, v.15, p. 333-344, 1987.
- MAOTANI, T.; YAMADA, M.; KURIHARA, A. Storage of Japanese persimmon of pollination constant non-astringent type in polyethylene bags with ethylene absorbent. **Journal of Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v.51, p.195-202, 1982.
- PEREZ, A.; BEN-ARIE, R.; DINOOR, A.; GENIZI, A.; PRUSKY, D. Prevention of black spot disease in persimmon fruit by Gibberellic Acids and Iprodione treatments. **Phytopathology**. Palo Alto, v. 85, n. 2, p. 221-225, 1995.
- PRUSKY, D.; PEREZ, A.; ZUTKHI, Y. Effect of modified atmosphere for control of black spot, caused by *Alternaria alternata*, on stored persimmon fruits. **Phytopathology**. Palo Alto, v. 87, n. 2, p. 203-208, 1997.
- SALUNKHE, D. K.; DESAI, B.B. Persimmon. In: SALUNKHE, D. K.; DESAI, B.B. (Ed.). **Postharvest biotechnology of fruits.** Flórida: CRC Press, 1986. v.2, cap.15, p.105-109.
- SARGENT, S.A.; CROCKER, T.E.; ZOELLNER, J. Storage characteristics 'Fuyu' persimmons. **Proceedings of the Florida State Society for Horticultural Science**, Tallahassee, v.106, p.131-134, 1993.
- SAS Institute. **Doing more with SAS/ASSIST software.** Version 6. Cary: SAS Institute, 1992. 368p.
- TIBOLA, C. S.; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M. R.; DA SILVA, P. R.; FERRI, V. C.; ROMBALDI, C. V. Inibição da ação do etileno na conservação de caquis (*Diospyrus kaki* L.) 'Fuyu'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.36-39, 2005.
- YAMADA, M. Persimmon. In: KONISHI, K.; IWAHORI, S.; KITAGAWA, H.; YAKUWA, T. (Ed.). **Horticulture in Japan**, Tokyo, p.47-52, 1994.
- YAMAMURA, H.; BESSHO, H.; NAITO, R. Occurrence of black stain on fruit skin (black spots) in relation to growth and development of Pericarp tissues in Japanese persimmon. **Journal of Japanese Society for Horticultural Science**, Tallahassee, v. 53, n.2, p.115-120. 1984.
- XU, C.G.; NAKATSUKA, A.; ITAMURA, H. Effects of 1-methylcyclopropene (MCP) treatment on ethylene production, softening and activities of cell wall degrading enzymes in 'Saijo' persimmon fruit after removal of astringency with dry ice. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tallahassee, v. 73, p.184-188, 2004.