

QUALIDADE DE CAQUI ‘RAMA FORTE’ APÓS ARMAZENAMENTO REFRIGERADO, INFLUENCIADA PELOS TRATAMENTOS 1-MCP E/OU CO₂¹

JOÃO PETERSON PEREIRA GARDIN², LUIZ CARLOS ARGENTA³,
EDSON LUIZ DE SOUZA⁴, CESAR VALMOR ROMBALDI⁵, ANDRÉ LUIZ KÜLKAMP DE SOUZA⁶

RESUMO-Avaliaram-se os efeitos dos tratamentos com CO₂ e 1-MCP (1-metilciclopropeno) sobre a adstringência (índice de tanino), firmeza da polpa e distúrbios da epiderme em caqui ‘Rama Forte’. Frutos foram tratados com 1-MCP por 24 h, logo após a colheita e/ou com alto CO₂ (70%) por 24 ou 48 h, um dia após a colheita ou após o armazenamento refrigerado (AR). Os caquis foram armazenados sob atmosfera modificada a 0 °C, por 45 dias, e a seguir mantidos a 23 °C, por 9 dias. Frutos-controle (não tratados com 1-MCP nem com CO₂) amoleceram em três dias e perderam aproximadamente 50% da adstringência em 6 dias após o AR. A exposição ao CO₂ acelerou a redução da adstringência. Esse efeito do CO₂ foi menor em frutos tratados com 1-MCP, especialmente quando o CO₂ foi aplicado após o AR, por apenas 24 h. O tratamento com 1-MCP inibiu o amolecimento e a redução da adstringência, especialmente nos frutos não tratados com CO₂. O amolecimento de frutos tratados com 1-MCP foi maior quando a exposição ao CO₂ ocorreu antes do AR. A combinação dos tratamentos com 1-MCP e alto CO₂ reduziu a incidência de podridões e manchas translúcidas, mas não alterou o desenvolvimento de pintas pretas (‘estrias’). Os resultados indicam que é possível induzir perda da adstringência sem excessiva perda da firmeza da polpa de caquis ‘Rama Forte’ após o AR pela associação dos tratamentos com 1-MCP logo após a colheita e alto CO₂ após o AR.

Termos para indexação: *Diospyros kaki* L., textura, adstringência, distúrbios.

QUALITY OF ‘RAMA FORTE’ PERSIMMON FOLLOWING COLD TORAGE INFLUENCED BY 1-MCP AND/OR CO₂ TREATMENTS

ABSTRACT - This study evaluated the effects of CO₂ and 1-MCP (1-methylcyclopropene) treatments on astringency (tannin index), flesh firmness and skin disorders on ‘Rama Forte’ persimmon. Fruit were treated with 1-MCP for 24 h right after harvest and/or with high CO₂ (70% CO₂ balanced with air) for 24 or 48 h, one day after harvest or after cold storage (CS). Fruit were stored in modified atmosphere for 45 days at 0°C and then held at 23°C for 9 days. Control fruit (untreated with neither 1-MCP nor CO₂) softened in 3 days and lost about 50% of astringency in 6 days after CS. The high CO₂ exposure enhanced the reduction of astringency. This CO₂ effect was lesser on 1-MCP treated fruit, especially when high CO₂ was applied after CS, for only 24 h. 1-MCP treatment inhibited fruit softening and the reduction of astringency, especially on fruit not treated with CO₂. The softening of 1-MCP treated fruit was greater when the CO₂ treatment was applied before CS. The combination of high CO₂ and 1-MCP treatments reduced incidence of rots and translucent stains, but did not affect the development of dark ‘groove like’ skin disorders. The results indicate that it is possible to induce astringency loss without substantial loss of firmness of ‘Rama Forte’ persimmon by the combination of treatments with 1-MCP right after harvest and high CO₂ after cold storage.

Index terms: *Diospyros kaki* L., texture, astringency, disorders.

¹(Trabalho 198-11). Recebido em: 02-08-2011. Aceito para publicação em: 05-09-2012.

²Dr. Fisiologia Vegetal, Pesquisador Epagri Videira. E-mail: joagardin@epagri.sc.gov.br

³Dr. Fisiologia Vegetal, Pesquisador Epagri Caçador. E-mail: argenta@epagri.sc.gov.br

⁴ Dr. Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Pesquisador Epagri Videira. E-mail: edsonluz@epagri.sc.gov.br

⁵Dr. Biologie Moléculaire Végétale, Prof. Titular UFPEL. E-mail: cesarvrf@ufpel.edu.br

⁶Doutorando Fruticultura, UFPEL. E-mail: andreluizks@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Caquis (*Diospyros kaki* L.) ‘Rama Forte’, ‘Fuyu’ e ‘Kioto’ são os mais cultivados no Sul e Sudeste do Brasil (SATO; ASSUMPCÃO, 2002). Grande parte do volume de frutos de caqui comercializado no Brasil é de variedades que necessitam da remoção da adstringência, como é o caso das cultivares Rama Forte e Giombo (EDAGI; KLUGE, 2009). Segundo esses mesmos autores, as cultivares adstringentes de caqui apresentam, como principal característica, altos teores de taninos solúveis, responsáveis pela adstringência do fruto, tornando-os impróprios para consumo *in natura*.

Caquis ‘Rama Forte’ devem ser artificialmente destanizados antes de seu consumo. O processo de destanização (remoção da adstringência) consiste em induzir a polimerização (oxidação) das moléculas de tanino, tornando-as insolúveis e, conseqüentemente, incapazes de reagir com as proteínas da saliva, causando a adstringência (KITAGAWA; GLUCINA, 1984; EDAGI; KLUGE, 2009).

Existem diversos métodos artificiais de indução da destanização de caquis, incluindo a exposição dos frutos ao etileno, ao álcool etílico ou a ambiente anóxico (EDAGI; KLUGE, 2009). Munõz (2002) estudou as concentrações de 0,15; 30; 50; 70 e 90% de CO₂, durante os períodos de exposição de 24; 48 e 72h, e concluiu que somente frutos expostos a 70 e 90% de CO₂ perderam completamente a adstringência, independentemente do tempo de exposição. Este autor cita ainda que a destanização com vapores de álcool é pouco usada para a cultivar Rama Forte, pois são desconhecidos alguns fatores, como a concentração de etanol na atmosfera, tempo e temperatura necessários para destanização dos frutos.

Esses métodos, entretanto, não inibem o amolecimento de polpa e, com isso, há redução do potencial de distribuição e comercialização dos frutos. Uma alternativa para manter a polpa da fruta firme é o uso do inibidor da ação do etileno 1-MCP (1-metilciclopropeno). Caquis ‘Fuyu’ tratados com 625 ppb de 1-MCP mantiveram a firmeza da polpa em relação ao controle (frutas não tratadas) por até 40 dias de armazenamento refrigerado (GIRARDI et al., 2007). Trabalhando com a cultivar Quioto, Blum e Ayub (2009), eles afirmam que o 1-MCP foi eficiente para manter a firmeza e o desenvolvimento da coloração da casca do fruto, evidenciando sua eficiência em retardar o amadurecimento de frutos de caqui.

A qualidade de caquis ‘Rama Forte’ também pode ser depreciada pelo desenvolvimento de danos fisiológicos ocasionados pelo armazenamento refrigerado e atmosferas com altas concentrações de

CO₂. Argenta et al. (2009) relatam que os principais distúrbios que se desenvolveram na casca dos frutos da cultivar Fuyu foram as manchas translúcidas, superfície translúcida, ‘estrias’, manchas pretas deprimidas e manchas pretas não deprimidas. Ainda, Hribar et al. (2000) relatam que quando as condições de anaerobiose são mantidas por longo tempo, os danos no fruto podem resultar em escurecimento da casca e/ou da polpa.

Neste trabalho, foram avaliados os efeitos da combinação dos tratamentos com 1-metilciclopropeno (1-MCP) e alta concentração de CO₂ (70%) como procedimento para a destanização e a conservação da firmeza da polpa de caqui ‘Rama Forte’ após o armazenamento refrigerado.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos colhidos em 2007, num pomar do município de Fraiburgo-SC, foram expostos aos tratamentos AR (Armazenamento Refrigerado, temperatura de 0±1 °C, umidade relativa de 77±7%, por um período de 45 dias), com 1-MCP a 450 uL.L⁻¹ (por 24 h, antes da AR) e/ou CO₂ a 70% (por 24 ou 48 h, pré ou pós AR), e os efeitos foram estudados sobre as alterações da adstringência, firmeza da polpa e desenvolvimento de distúrbios da epiderme de caqui ‘Rama Forte’.

O delineamento foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições, com 20 frutos por parcela. Os tratamentos foram: Controle* = Armazenamento refrigerado (AR) à temperatura 0±1 °C e umidade relativa de 77±7%, por um período de 45 dias; MCP = Tratamento com 1-MCP na concentração de 450 uL L⁻¹, seguido de AR; CO₂24h préAR = Tratamento com CO₂ a 70%, por um período de 24 horas, antes da AR; CO₂48h préAR = Tratamento com CO₂, por um período de 48 horas, antes da AR; MCP+CO₂24h préAR = Tratamento com 1-MCP + CO₂ por 24 horas antes da AR; MCP+CO₂48h préAR = Tratamento com 1-MCP + CO₂ por 48 horas antes da AR; MCP+CO₂24h pósAR = Tratamento com 1-MCP + AR + CO₂ por 24 horas após a AR; MCP+CO₂48h pósAR = Tratamento com 1-MCP + AR + CO₂ por 48 horas após a AR. Os frutos foram analisados aos 1; 3; 6 e 9 dias a 23 °C após a retirada dos mesmos do armazenamento a 0±1 °C, 77±7% UR por 45 dias. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos, comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Os frutos foram tratados com 450 uL.L⁻¹ de 1-MCP em câmaras herméticas de 1 m³, por 24 horas, sob temperatura ambiente (25 °C), um dia após a colheita. O 1-MCP gasoso foi gerado, misturando-

-se EthylBlok™ (AgroFresh Inc.) e água num frasco de 150 mL e bombeado à câmara de tratamento em sistema fechado, por um período menor que 15 minutos. A concentração de 1-MCP no ar das câmaras de tratamento foi determinada por cromatografia gasosa, usando-se gás 1-MCP (AgroFresh Inc., PA, USA) como padrão (ARGENTA et al., 2003). A exposição dos frutos à atmosfera enriquecida com CO₂ (70% de CO₂ + 6,3% de O₂) foi realizada em câmara hermética de 1 m³. Os frutos foram armazenados a 0±1 °C, sob atmosfera modificada (AM) induzida por bolsas plásticas (polietileno de baixa densidade de 0,08 mm de espessura), por 45 dias.

As análises da firmeza de polpa, índice de adstringência e de distúrbios da epiderme foram realizadas na colheita e após os tratamentos, aos 1; 3; 6 e 9 dias a 23±1 °C. A firmeza da polpa instrumental foi medida com penetrômetro de mesa eletrônico, usando ponteira de 8 mm, enquanto a firmeza subjetiva foi analisada pelo tato das mãos para identificar os frutos firmes (escore 1), firmes com consistência plástica ('emborrachado', escore 2), levemente moles (escore 3) e totalmente moles (escore 4).

Frutos firmes eram aqueles duros, que não poderiam ser amassados pela pressão das mãos nem facilmente rompidos (rasgados) pela inserção dos dedos polegares na região do cálice. Frutos com consistência plástica eram firmes, mas com textura 'emborrachada' (fruto murcho sem sintoma visual). Esses frutos poderiam ser levemente amassados pela pressão das mãos, mas a forma do fruto era reestabelecida ao liberar a pressão, semelhante ao que ocorre ao se pressionar uma laranja ou tomate maduro com as mãos. Frutos levemente moles poderiam ser rompidos pela pressão dos dedos polegares na região do cálice. Esses frutos apresentavam sintomas de amolecimento da polpa, embora a casca (epiderme) estivesse relativamente firme ('grossa'). A epiderme desses frutos não era rompida pela queda dos frutos a uma altura de 30 a 40 cm. Frutos completamente moles apresentavam polpa aquosa e translúcida e casca frágil ('fina'). A casca desses frutos era facilmente rompida pela queda dos frutos a uma altura de 30 a 40 cm.

O teor de tanino solúvel foi determinado de acordo com o método de Gazit e Levi (1963), descrito por Vitti (2009). O índice de adstringência de cada fruto foi determinado com base no teor de tanino numa escala de 1 a 5, sendo que frutos não adstringentes, menos de 6% da secção transversal do fruto impressa no papel de filtro pela reação do tanino com FeCl₃ (escore 1); ligeiramente adstringente, 6 a 20% da secção transversal do fruto impressa no papel de filtro pela reação do tanino com FeCl₃ (escore 2); frutos moderadamente adstringentes, 21 a 40% da

secção transversal do fruto (escore 3); frutos adstringentes, 41 a 70% da secção transversal do fruto (escore 4), e frutos muito adstringentes, mais de 70% da secção transversal do fruto (escore 5).

O desenvolvimento de 'mancha translúcida' (polpa aquosa), 'estrias', 'manchas pretas na casca' e 'podridões' foram identificadas visualmente, e a severidade determinada, dando-se notas de acordo com a área (%) da superfície dos frutos afetada: 1 (ausência de dano); 2 (inicial/leve); 3 (moderada), e 4 (severa).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na colheita, os frutos apresentaram firmeza de 13,8±1,2 lb, máximo índice de tanino (5) e ausência de podridões e distúrbios fisiológicos na casca.

Um dia após o armazenamento refrigerado (45 dias a 0±1 °C e umidade relativa de 77±7%), frutos da maioria dos tratamentos estavam firmes (>10 lb) (Tabela 1). Após nove dias a 23 °C, os frutos dos tratamentos MCP, MCP+CO₂ 24h préAR, MCP+CO₂ 24h pósAR, MCP+CO₂ 48h pósAR mantiveram a firmeza de polpa acima do ponto de consumo. No entanto, frutos do tratamento-controle* ou tratados com CO₂ sem 1-MCP (CO₂ 24h préAR e CO₂ 24h pósAR) amoleceram em 3 dias a 23 °C, após o período de armazenamento refrigerado. Segundo Neves et al. (2004), vários autores afirmam que a firmeza da polpa mínima para consumo recomendada para caquis da cv. Fuyu é de 20N (4,5 lb).

A ação do 1-MCP sobre a manutenção da firmeza da polpa de caquis é comprovada em vários experimentos (BRACKMAN et al., 2003, 2004; GIRARDI et al., 2003; KIM; LEE, 2005). A manutenção da firmeza de polpa de caquis deve-se, segundo Blankenship e Dole (2003), à inibição da ação do etileno, que tem relação direta na promoção da atividade de enzimas de degradação da parede celular como poligalacturonase e pectinesterase. Da mesma forma, a maior conservação da firmeza de polpa de frutos climatéricos submetidos à atmosfera controlada ou modificada está associada à diminuição da taxa respiratória e da produção de etileno (KADER, 2002). Máxima conservação da textura e mínimo desenvolvimento de distúrbios fisiológicos na casca de caquis 'Fuyu' ocorrem pela associação de atmosfera modificada e 1-MCP (ARGENTA et al., 2009).

Neste trabalho, a exposição dos frutos ao CO₂ por 48h antes do armazenamento refrigerado causou amolecimento mais rápido dos frutos que a exposição por 24h, quando se fez uso de MCP (Tabela 1). Esse efeito do tempo de exposição ao CO₂ sobre o

amolecimento dos frutos não ocorreu quando o CO₂ foi aplicado após o AR.

Edagi et al. (2009) verificaram aumento temporário na respiração e na produção de etileno em caquis 'Rama Forte' expostos a atmosfera de 70% de CO₂ por 12 e 18h. Logo, o amolecimento de polpa em caquis expostos a 48h de CO₂ (Tabela 1) poderia ser explicado pelo aumento da taxa respiratória e níveis altos de etileno, o que, possivelmente, induziria a síntese de enzimas pectinolíticas e provocaria tal efeito. De acordo com Taira et al. (1997), a perda de firmeza ocorre pelo aumento da atividade de enzimas que degradam as paredes celulares, tais como a celulase, a pectinametilesterase (PME) e a poligalacturonase (PG).

Segundo Munõz (2002), frutos de caquis 'Rama Forte' expostos a 70 e 90% de CO₂ diminuíram significativamente o índice de adstringência em relação à testemunha, apresentando índices de 1,15 e 1,43 (não adstringente), respectivamente. Frutos expostos a 50% de CO₂ diminuíram o índice de adstringência, entretanto apresentaram valores de 2,70 (moderadamente adstringente). Por sua vez, frutos expostos a 0; 15 e 30 % de CO₂ permaneceram adstringentes, apresentando índices de 3,85; 3,56 e 3,71, respectivamente.

A máxima firmeza da polpa foi obtida após o AR mais 9 dias a 23 °C nos frutos tratados com 1-MCP e expostos ao CO₂ após o AR. Embora a firmeza seja um dos atributos de qualidade de caqui mais importante, especialmente para reduzir os riscos de perda da produção durante o transporte e a comercialização, os frutos devem estar com o mínimo teor de taninos solúveis que causam a sensação de adstringência na boca do consumidor. Blum e Ayub (2009) concluíram que o 1-MCP foi eficiente em manter a firmeza e o desenvolvimento da coloração da casca do fruto de caquis 'Quioto', evidenciando sua eficiência em retardar o amadurecimento, sendo que a concentração de 0,5 mg L⁻¹ de 1-MCP foi a mais eficaz.

A exposição dos caquis 'Rama Forte' ao alto CO₂ (70%) acelerou o processo de destanização nos frutos tratados com 24 ou 48h de CO₂, antes do armazenamento refrigerado, com ou sem o uso de 1-MCP, logo no primeiro dia a 23 °C (Tabela 2). O tratamento MCP inibiu a destanização natural de caquis 'Rama Forte', a qual pode ser observada no tratamento- controle*. A destanização de caquis tratados com 1-MCP e expostos ao CO₂ foi mais rápida que aquela de frutos- controle* (não tratados com 1-MCP nem CO₂) e dependeu do momento em que os frutos foram expostos ao CO₂ (antes ou após o armazenamento refrigerado). Frutos tratados com

1-MCP e expostos ao CO₂ antes do AR destanizaram antes de frutos tratados com 1-MCP e expostos ao CO₂ após o AR.

Considerando que frutos próprios para consumo devem apresentar índice de adstringência inferior a 2 (ROMBALDI, 1999), os tratamentos com MCP+CO₂ 24h pósAR e MCP+CO₂ 48h pósAR só atingiram o índice ideal para consumo após seis dias a 23 °C. Frutos-Controle* atingiram o índice de adstringência ideal para o consumo após nove dias a 23 °C, no entanto já haviam perdido a firmeza da polpa. Os tratamentos com MCP+CO₂ 24h pósAR e MCP+CO₂ 48h pósAR não foram avaliados no primeiro dia a 23 °C, pois foram expostos ao CO₂ por 24 ou 48h após o AR.

Dos frutos que se mantiveram firmes até o nono dia a 23 °C, somente aqueles do tratamento com MCP (sem CO₂) não perderam a adstringência neste período, novamente indicando a necessidade do uso do CO₂ para destanização de frutos de caqui. Aos três dias a 23 °C, todos os tratamentos com alto CO₂ foram eficazes para a redução da adstringência dos frutos. Segundo Vitti (2009), vários autores consideram que a destanização do caqui é eficiente em concentrações entre 70 e 100% de CO₂. Em trabalho com a cultivar Rojo Brillante, aplicando 98% de dióxido de carbono por um período de 24h, foi possível remover a adstringência de caquis e manter a firmeza dos frutos em níveis adequados (SALVADOR et al., 2006).

Utilizando a cultivar Rama Forte, Muñoz (2002) observou grande eficiência na destanização e manutenção da qualidade dos frutos, quando esses foram tratados com 70% de dióxido de carbono durante 12h. Utilizando a mesma cultivar, Vitti (2009) observou grande eficiência na remoção da adstringência, quando os frutos eram tratados com 70 e 80% de gás carbônico durante 12h. Os frutos tratados durante um período mais longo (18h) apresentaram maior perda de firmeza, após 14 dias a 23 °C e 90% de umidade relativa. Da mesma forma, neste trabalho, ocorreu o amolecimento dos frutos tratados com 48h de CO₂ (70%) antes do AR, mesmo quando tratados com 1-MCP. Munõz (2002) verificou que os tratamentos com 70 e 90% de CO₂ por 48 e 72h promoveram amolecimento da polpa.

De maneira geral, Edagi et al. (2009) recomendam que o processo de remoção da adstringência em caquis 'Rama Forte', no estágio de maturação amarelo, deve ser conduzido com a exposição dos frutos à atmosfera de 70% de CO₂ durante 12 ou 18h, o que resultará em pouco ou nenhum fruto adstringente, desde o primeiro dia e com uma firmeza de polpa adequada durante 16 dias, sob temperatura de 23 °C e com umidade relativa de 90%.

Caquis 'Rama Forte' de alta qualidade devem estar firmes, não adstringentes e com ausência de distúrbios fisiológicos. As manchas translúcidas são distúrbios que podem ocorrer em toda a superfície (superfície translúcida) ou como manchas (manchas translúcidas) (ARGENTA et al., 2009), em consequência de danos por frio, as quais aumentam com o tempo de armazenamento, atingindo o máximo quando os frutos são mantidos sob temperatura de 3 a 8 °C (MACRAE, 1987; SARGENT et al., 1993). Alguns distúrbios ocorrem em caquis expostos ao frio e atmosferas ricas em CO₂. Munõz (2002) observou que a exposição de frutos de caquis 'Rama Forte' a 90% de CO₂ por períodos superiores a 24h ou a 70% de CO₂ por períodos superiores a 48h, produziram altos teores de acetaldeído, o que ocasionou dano de enegrecimento de polpa.

O 1-MCP auxilia na prevenção de manchas translúcidas em caqui 'Rama Forte'. Neste trabalho, frutos tratados com 1-MCP na colheita, sem o uso de CO₂ (MCP) ou com uso de 24h de CO₂ pré AR (MCP+CO₂ 24h préAR), não apresentaram mancha translúcida, o mesmo acontecendo com os tratamentos que levaram MCP pós AR (MCP+CO₂ 24h pósAR e MCP+CO₂ 48h pósAR) (Tabela 3). Já os tratamentos- Controle*, com CO₂ 24h préAR e CO₂ 48h préAR, apresentaram evolução deste distúrbio e aos nove dias a 23 °C, apresentavam danos severos (Tabela 3). Isso demonstra que o MCP ajuda na prevenção desse distúrbio, e o uso de CO₂ por 48h inibe o efeito positivo do MCP na prevenção de danos de manchas translúcidas do caqui 'Rama Forte'. Argenta et al. (2009), trabalhando com caquis 'Fuyu', verificaram efeitos aditivos do 1-MCP na conservação da firmeza e especialmente na prevenção do desenvolvimento de textura gel-firme e manchas translúcidas.

No entanto, nos danos por estrias (Tabela 3), identificadas pela formação de pequenos pontos ou traços pretos (<2mm) alinhados na superfície (epiderme) dos frutos, formando feixes de linhas pontilhadas ou tracejadas ("estrias") (ARGENTA et al., 2009), não se verificou efeito positivo do MCP nem efeito negativo do CO₂. Todos os tratamentos apresentaram dano inicial/leve de estrias aos nove dias a 23 °C. Aparentemente, trata-se de um distúrbio fisiológico, associado a condições pré-colheita, especialmente relacionadas ao microclima (alta umidade relativa do ar, temperatura, frequência de serração e precipitação) e ao manejo do pomar (área foliar e manejo da vegetação nas linhas e entre linhas) (ARGENTA et al., 2009). Não há nenhuma evidência que esse distúrbio possa ser um dano por fitotoxidez (causada por alguma substância química aplicada na pré-colheita), embora não esteja descartada essa

possibilidade (ARGENTA et al., 2009).

Não foram observados danos por podridão em nenhum tratamento na saída do AR até os seis dias a 23 °C (Tabela 4). Segundo Pinto (2009), o 1-MCP associado à utilização de armazenamento a -0,5°C com 1,0kPa de O₂ + 8,0Pa de CO₂, por 4 meses, controla a maturação, evita o amolecimento do caqui 'Fuyu', porém, após esse período, ocorre alta incidência de podridão.

Os tratamentos com CO₂ 48h préAR e MCP+CO₂ 48h préAR apresentaram dano inicial/leve a moderado de podridão, apenas no nono dia a 23 °C. Os tratamentos com CO₂ 24h préAR e Controle* apresentaram dano inicial/leve, e os demais tratamentos não apresentaram dano com podridões (Tabela 4). Aparentemente, a aplicação de 1-MCP após o AR previne danos com podridões até os nove dias a 23 °C, novamente atestando a importância do uso do 1-MCP na preservação da qualidade pós-colheita de frutas.

Em resumo, os resultados do presente estudo indicam que é possível induzir a destanização de caqui 'Rama Forte' sem o acentuado amolecimento dos frutos após o AR pela associação de inibição da ação do etileno pelo 1-MCP e exposição a altas concentrações de CO₂. Adicionalmente, o presente estudo indica que a eficiência da associação dos tratamentos com 1-MCP e CO₂ dependem do tempo de exposição e do momento de exposição ao CO₂.

TABELA 1- Firmeza de polpa instrumental (lb) e subjetiva (escala de 1 a 4) em caquis ‘Rama Forte’ submetidos aos tratamentos AR (0 ± 1 °C e $77\pm 7\%$ UR por 45 dias), 1-MCP (por 24 h, antes da AR) e/ou CO₂ (por 24 ou 48 h, antes ou depois da AR).

Tratamentos	Firmeza de polpa instrumental (lb)				Firmeza subjetiva (1 a 4) ¹			
	Dias a 23 °C **				Dias a 23 °C **			
	1dia	3 dias	6 dias	9 dias	1dia	3 dias	6 dias	9 dias
Controle*	12,5a	0,8c	0,4d	0,0d	1,0b	2,0b	3,2a	4,0a
MCP	13,6a	7,0b	8,4ab	6,2c	1,0b	1,2c	1,1c	1,3c
CO ₂ 24h préAR	11,1a	0,8c	0,3d	0,0d	1,8a	2,4a	2,6b	4,0a
CO ₂ 48h préAR	5,5b	0,9c	0,8cd	0,0d	1,6ab	2,1ab	3,3a	4,0a
MCP+CO ₂ 24h préAR	12,1a	11,2a	10,2ab	7,9bc	1,1b	1,1c	1,2c	1,3c
MCP+CO ₂ 48h préAR	11,5a	9,0ab	8,1b	1,6d	1,9a	1,9b	2,6b	3,4b
MCP+CO ₂ 24h pósAR	-	11,1a	10,1ab	10,1ab	-	1,1c	1,3c	1,3c
MCP+CO ₂ 48h pósAR	-	8,9ab	11,3a	11,0a	-	1,1c	1,2c	1,3c

* Frutos não tratados com 1-MCP nem CO₂.

** dias a 23 °C após o período de armazenamento refrigerado.

Valores seguidos de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

¹ Para firmeza subjetiva: frutos firmes (escore 1); firmes com consistência plástica (‘emborrachados’, escore 2); levemente moles (escore 3); e totalmente moles (escore 4).

TABELA 2- Índice de adstringência de caquis ‘Rama Forte’ submetidos aos tratamentos AR (0 ± 1 °C e $77\pm 7\%$ UR por 45 dias), 1-MCP (por 24 h, antes da AR) e/ou CO₂ (por 24 ou 48 h, antes ou depois da AR).

Tratamentos	Índice de adstringência (1 a 5)*			
	Dias a 23°C**			
	1dia	3 dias	6 dias	9 dias
Controle*	5,0a	3,9b	2,7b	1,0b
MCP	5,0a	5,0a	5,0a	5,0a
CO ₂ 24h préAR	2,0b	2,0d	1,0d	1,0b
CO ₂ 48h préAR	1,0d	1,0f	1,0d	1,0b
MCP+CO ₂ 24h préAR	1,7c	1,6e	1,3c	1,1b
MCP+CO ₂ 48h préAR	1,1d	1,0f	1,0d	1,0b
MCP+CO ₂ 24h pósAR	-	2,8c	1,5c	1,2b
MCP+CO ₂ 48h pósAR	-	2,8c	1,0d	1,3b

* 1: mínima adstringência e teor mínimo de tanino; 5: máxima adstringência e teor máximo de tanino.

** dias a 23 °C após o período de armazenamento refrigerado.

Valores seguidos de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 3- Índices de mancha translúcida e estrias em caquis ‘Rama Forte’ submetidos aos tratamentos AR (0 ± 1 °C e $77\pm 7\%$ UR por 45 dias), 1-MCP (por 24 h, antes da AR) e/ou CO₂ (por 24 ou 48 h, antes ou depois da AR).

Tratamentos	Mancha translúcida (1 a 4)*				Estrias (1 a 4)*			
	Dias a 23 °C**				Dias a 23 °C**			
	1dia	3 dias	6 dias	9 dias	1dia	3 dias	6 dias	9 dias
Controle*	1,1b	1,2c	1,6c	4,0a	1,2a	1,4a	1,8ab	1,7b
MCP	1,1b	1,1c	1,1c	1,2c	1,8a	1,8a	2,0ab	2,1ab
CO ₂ 24h préAR	1,9ab	2,3b	3,4b	4,0a	2,1a	1,7a	2,5a	1,8b
CO ₂ 48h préAR	2,2a	2,8a	4,0a	4,0a	1,5a	1,8a	2,3a	2,7a
MCP+CO ₂ 24h préAR	1,0b	1,1c	1,3c	1,2c	2,1a	2,0a	1,8ab	2,0b
MCP+CO ₂ 48h préAR	2,4a	2,6ab	3,5b	3,5b	1,3a	1,5a	1,3b	2,2ab
MCP+CO ₂ 24h pósAR	-	1,1c	1,3c	1,3c	-	1,5a	2,0ab	1,7b
MCP+CO ₂ 48h pósAR	-	1,1c	1,1c	1,2c	-	1,5a	1,8ab	1,8b

* 1 (ausência de dano), 2 (inicial/leve), 3 (moderada) e 4 (severa).

** dias a 23 °C após o período de armazenamento refrigerado.

Valores seguidos de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 4 - Índices de podridão e mancha preta pequena em caquis 'Rama Forte' submetidos aos tratamentos AR (0 ± 1 °C e $77\pm 7\%$ UR por 45 dias), 1-MCP (por 24 h, antes da AR) e/ou CO₂ (por 24 ou 48 h, antes ou depois da AR).

Tratamentos	Podridão (1 a 4)				Mancha Preta Pequena (1 a 4)			
	Dias a 23°C **				Dias a 23 °C**			
	1dia	3 dias	6 dias	9 dias	1dia	3 dias	6 dias	9 dias
Controle*	1,0a	1,0a	1,0b	2,4b	1,0a	1,0a	1,0b	1,1b
MCP	1,0a	1,1a	1,1b	1,2c	1,0a	1,0a	1,1ab	1,1b
CO ₂ 24h préAR	1,0a	1,1a	1,1b	2,3b	1,0a	1,0a	1,1ab	1,0b
CO ₂ 48h préAR	1,0a	1,0a	1,7a	3,0a	1,0a	1,0a	1,1ab	1,0b
MCP+CO ₂ 24h préAR	1,0a	1,0a	1,1b	1,4c	1,0a	1,0a	1,2a	1,6a
MCP+CO ₂ 48h préAR	1,0a	1,1a	1,1b	2,6ab	1,0a	1,0a	1,2a	1,4a
MCP+CO ₂ 24h pósAR	-	1,0a	1,2b	1,0c	-	1,0a	1,1ab	1,0b
MCP+CO ₂ 48h pósAR	-	1,1a	1,0b	1,1c	-	1,0a	1,0b	1,3ab

* 1 (ausência de dano), 2 (inicial/leve), 3 (moderada) e 4 (severa).

** dias a 23 °C após o período de armazenamento refrigerado.

Valores seguidos de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

1-O tratamento com 1-MCP previne o acentuado amolecimento da polpa de caqui 'Rama Forte' após o armazenamento a 0 ± 1 °C e $77\pm 7\%$ UR, por 45 dias, mesmo quando os frutos são expostos ao tratamento com alto CO₂ (70%) para destanização.

2-A destanização de caqui 'Rama Forte' após o armazenamento por 45 dias a 0 ± 1 °C é inibida pelo 1-MCP em frutos não tratados com 70% de CO₂, mas não é totalmente inibida quando os frutos são tratados com 70% de CO₂.

3-Para frutos tratados com 1-MCP, os efeitos negativos do alto CO₂ sobre o amolecimento da polpa são maiores quando aplicado antes do armazenamento refrigerado.

4-Caquis 'Rama Forte' tratados com 1-MCP logo após a colheita e com CO₂ após o armazenamento refrigerado perdem menos de 30% da firmeza e mais de 70 % do teor de taninos durante 45 dias a 0 ± 1 °C mais 9 dias a 23 °C.

5-O 1-MCP auxilia na prevenção de manchas translúcidas em caqui 'Rama Forte' sob atmosfera refrigerada, e esse efeito pode ser inibido pelo uso prolongado (48h) de CO₂.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, L.C.; KRAMES, J.G.; MEGGUER, C.A.; AMARANTE, C.V.T. do; MATTHEIS, J. Ripening and quality of 'Laetitia' plums following harvest and cold storage as affected by inhibition of ethylene action. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.10, p.1.139-1.148, 2003.

ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M. J.; SCOLARO, A. M. T. Conservação da qualidade de caqui 'Fuyu' em ambiente refrigerado pela combinação de 1-MCP e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, 2009 .

BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.28, n.1, p.1-25, 2003.

BLUM, J; AYUB, R. A. Amadurecimento do caqui 'Quioto' tratado com 1-Metilciclopropeno e armazenado à temperatura de 20 ± 4 °C. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.56, n.2, p.119-123, 2009.

BRACKMAN, A.; FREITAS, S. T.; MELLO, A. M.; STEFFENS, C. A. Aplicação de 1-MCP em caqui 'Quioto' armazenado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.42-44, 2003.

BRACKMANN, A; FREITAS, S. T.; PINTO, J. A. V. Ripening control with 1-methylcyclopropene on 'Fuyu' persimmon in cold storage and controlled atmosphere. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.11, p.123-134, 2004.

- EDAGI, F. K.; KLUGE, R. A. Remoção de adstringência de caqui: um enfoque bioquímico, fisiológico e tecnológico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, p.585-594, 2009.
- EDAGI, F.K.; SESTARI, I.; TERRA, F.A.M.; CHIOU, D.G.; KLUGE, R.A.; ANTONIOLLI, L.R. Effect of Ripening Stage on Astringency Removal of 'Rama Forte' Persimmon. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.833, p.269-274, 2009.
- GAZIT, S.; LEVI, Y. Astringency and its removal in persimmon. **Israel Journal of Agricultural Research**, Rehovot, v.13, n.3, p.125-132, 1963.
- GIRARDI, C. L.; MARTINS, C.R.; TOMASI, R. J.; ROMBALDI, C. V. Utilização de 1-Metilciclopropano e Embalagens de Polietileno na Conservação Pós-Colheita de Caqui (*Diospyrus Kaki* L.) cv. Fuyu. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.14, n2, p.122-133, 2007.
- GIRARDI, C.L.; PARUSSOLO, A.; DANIELI, R.; CORRENT, A. R.; ROMBALDI, C.V. Conservação de caqui (*Diospyrus kaki* L.) cv. Fuyu, pela aplicação de 1-metilciclopropano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.54-56, 2003.
- HRIBAR, J.; ZAURTANIK, M.; SIMCIC, M.; VIDRIH, R. Changes during storing and astringency removal of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.) **Acta Alimentaria**, Hungary, v.29, n.2, p.123-136, 2000.
- KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3rd ed. Oakland: University of California, 2002. 509p.
- KIM, Y.K.; LEE, J.M. Extension of storage and shelf-life of sweet persimmon with 1-MCP. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.685, p.165-175, 2005.
- KITAGAWA, H.; GLUCINA, P.G. **Persimmon culture in New Zealand**. Wellington: SIPC- Science Information Publishing Center, 1984. 69p.
- MACRAE, E.A. Development of chilling injury in New Zealand grown 'Fuyu' persimmon during storage. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, v.15, n.2, p.333-344, 1987.
- MUNÔZ, V.R.S. **Destanização do caqui (*Diospyrus kaki* L.) 'Rama Forte'**. 2002. 164 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- NEVES, L.C.; LUCCHETTA, L.; MARINI, L.; ZANUZZO, M.; ZANATTA, J.; ROMBALDI, C.V. Armazenamento refrigerado de caquis 'Fuyu', sob atmosfera modificada com adsorção de etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p. 414-418, 2004.
- PINTO, J. A. V. **Amadurecimento de caqui 'Fuyu' em função da exposição ao frio, atmosfera controlada e 1-MCP**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- SALVADOR, A.; ABAD, I.; ARNAL, L. ; MARTÍNEZ-JÁVEGA, J. M. Effect of ozone on postharvest quality of persimmon. **Journal of Food Science**, Chicago, v.71, n.6, p.443-446, 2006.
- SARGENT, S. A.; CROCKER, T. E.; ZOELLNER, J. Storage characteristics of 'Fuyu' persimmons. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v.106, p.131-134, 1993.
- SATO, G. S.; ASSUMPÇÃO, R. Mapeamento e análise da produção de caqui no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.32, n.6, 2002.
- TAIRA, S.; ONO, M.; MATSUMOTO, N. Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.12, n. 3, p.265-271, 1997.
- VITTI, D.C.C. **Destanização e armazenamento refrigerado de caqui 'Rama Forte' em função da época de colheita**. 2009. Tese (Doutorado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- YAMADA, M. Persimmon. In: KONISHI, K.; IWAHORI, S.; KITAGAWA, H.; YAKUWA, T. (Eds.). **Horticulture in Japan**, Tokyo, 1994, p.47-52.