

Temperatura, baixo oxigênio e 1-metilciclopropeno na conservação da qualidade de caqui ‘Fuyu’

Temperature, low oxygen and 1-methylcyclopropene on the quality conservation of ‘Fuyu’ persimmon

Josuel Alfredo Vilela Pinto^I Auri Brackmann^{II} Cristiano André Steffens^{III} Anderson Weber^{II}
Ana Cristina Eisermann^{II}

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar o efeito de diferentes níveis de O_2 , CO_2 e aplicação de 1-MCP (1-metilciclopropeno) na temperatura de $10^\circ C$ sobre a qualidade do caqui ‘Fuyu’ armazenado em atmosfera controlada. Os tratamentos avaliados originaram-se da combinação de dois pontos de colheita (verde-amarelo e amarelo) e condições de armazenamento com: $20,8kPa O_2 + <0,5kPa CO_2$ (Armazenamento Refrigerado - AR); $20,8kPa O_2 + <0,5kPa CO_2$ mais aplicação de 1-MCP; $2,0kPa O_2 + CO_2$ livre; $1,0kPa O_2 + CO_2$ livre; $2,0 kPa O_2 + CO_2$ livre mais aplicação de 1-MCP; $>10,0 kPa O_2 + 12,0kPa CO_2$; $>10,0kPa O_2 + 6,0kPa CO_2$, todos à temperatura de $10^\circ C$; além de $20,8kPa O_2 + <0,5kPa CO_2$ (AR) a $-0,5^\circ C$. Na saída da câmara, a menor incidência de escurecimento da casca foi observada nos frutos armazenados a $-0,5^\circ C$. O armazenamento à temperatura de $10^\circ C$, especialmente nas condições de $1,0kPa O_2 + CO_2$ livre e $2,0 kPa O_2 + CO_2$ livre mais aplicação de 1-MCP, proporcionou maior porcentagem de frutos firmes e menor incidência de podridão em caqui ‘Fuyu’ após 17 dias de armazenamento.

Palavras-chave: pós-colheita, atmosfera controlada, etileno.

ABSTRACT

The present research was aimed at evaluating the effect of different levels of O_2 , CO_2 and application of 1-MCP (1-methylcyclopropene) on the quality of ‘Fuyu’ persimmon stored in controlled atmosphere at $10^\circ C$. The treatments evaluated came from the combination of two harvest stages (green-yellow and yellow) and storage conditions with: $20.8kPa O_2 + <0.5kPa CO_2$ (Cold Storage - CS); $20.8kPa O_2 + <0.5kPa CO_2$ plus application of 1-MCP; $2.0kPa O_2 + free CO_2$; $1.0kPa O_2 + free CO_2$; $2.0kPa O_2 + free CO_2$ plus

application of 1-MCP; $>10.0kPa O_2 + 12.0kPa CO_2$; $>10.0kPa O_2 + 6.0kPa CO_2$, all treatment at $10^\circ C$; and $20.8kPa O_2 + <0.5kPa CO_2$ (CS) at $-0.5^\circ C$. At chamber opening, incidence of skin browning was lower on fruits stored at $-0.5^\circ C$. Fruits stored at $10^\circ C$, especially in the controlled atmosphere conditions $1.0kPa O_2 + free CO_2$ and $2.0 kPa O_2 + free CO_2$ plus application of 1-MCP, showed higher percentage of firm fruits and lower decay incidence in ‘Fuyu’ persimmon after 17 days at of storage $10^\circ C$.

Key words: postharvest, controlled atmosphere, ethylene.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de caqui está aumentando anualmente, em virtude da entrada em produção de novos pomares. São Paulo é o maior produtor brasileiro de caqui, sendo o Rio Grande do Sul o segundo colocado. De acordo com a EMATER/RS, a produção gaúcha de caqui, em 2003, foi de 23.134 toneladas, produzidas em cerca de 1.020ha, destacando-se a região da Serra Gaúcha como a maior produtora. Dentre as cultivares exploradas comercialmente, a ‘Fuyu’ é uma das mais cultivadas, e a de maior importância no mercado internacional.

A colheita brasileira de caqui é realizada quando os países do hemisfério norte encontram-se no período de entressafra. Dessa forma, surge a possibilidade de os produtores exportarem parte da sua produção para esses países, especialmente para a

^IUniversidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

^{II}Departamento de Fitotecnia, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: brackman@ccr.ufsm.br. Autor para correspondência.

^{III}Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, Brasil.

Europa. No entanto, para isso ser possível, o transporte deve ser realizado em condições que possibilitem a manutenção da qualidade dos frutos. As tentativas de transporte marítimo em containeres refrigerados para a Europa, realizadas até o momento, não proporcionaram os resultados desejados, pois os frutos chegaram ao mercado europeu com elevada porcentagem de amolecimento e incidência de escurecimento da casca, principalmente após a exposição à temperatura ambiente por um ou dois dias. O amolecimento rápido dos frutos após a exposição à temperatura ambiente foi constatado por DONAZZOLO & BRACKMANN (2002). O amolecimento é a mais proeminente mudança deteriorativa em caquis e está diretamente ligada ao amadurecimento e ocorre devido à degradação dos constituintes da parede celular, como as pectinas e hemiceluloses (DA SILVA et al., 1997). Já o escurecimento da casca é causado pela atividade da enzima polifenol oxidase, sendo influenciada por vários fatores de pré-colheita e de pós-colheita (PARK, 1997). Já LEE et al. (1999) observaram que o escurecimento da epiderme ocorreu principalmente nas cicatrizações ou junto a rachaduras e fendas da epiderme.

A baixa temperatura, se mal usada, pode provocar injúrias causadas pelo frio (SARGENT et al., 1993). Estes autores verificaram que a curva de incidência de dano pelo frio descreve-se como uma parábola, sendo que a maior incidência ocorre na temperatura de 5°C. Dessa forma, para conservação por curtos períodos, a temperatura de 20°C é a mais recomendada; no entanto, esta acelera a maturação. Para uma conservação mais prolongada, os autores indicam uma temperatura situada em torno de 0°C, pois, nesta condição de armazenamento, não se detectou dano pelo frio. CRISOSTO et al. (2004) também encontraram maior suscetibilidade de dano pelo frio em caqui "Fuyu" numa faixa de temperatura entre 5 e 15°C. No entanto, WOOLF et al. (1997), armazenando caqui "Fuyu" em temperatura de 0°C por 6 meses, também observaram danos ocasionados pelo frio. O rápido resfriamento a temperaturas baixas (-1°C) pode ser uma das causas da incidência de escurecimento da polpa (LEE, 2001). Porém, a exposição dos frutos a altas temperaturas, durante a fase de maturação, resulta numa rápida perda de firmeza de polpa (HARIMA et al., 2003).

O período de conservação do caqui no sistema chamado armazenamento refrigerado, em que são controladas apenas a temperatura e umidade

relativa, é muito curto. Para prolongar o armazenamento, pode ser utilizada a atmosfera controlada. A alteração da atmosfera do ambiente de armazenamento visa a contribuir com a baixa temperatura para reduzir ainda mais o metabolismo dos frutos. Altas concentrações de CO₂ podem inibir a síntese e ação do etileno (DONG et al., 1992) e baixas concentrações de O₂ interrompem a transformação de ACC em etileno, pois a enzima ACC-oxidase utiliza O₂ (TAIZ & ZAIGER, 1998), apresentando também efeito direto em diversas outras enzimas envolvidas no amadurecimento dos frutos (BRACKMANN & CHITARRA, 1998), ainda reduzindo a ocorrência de podridão (PRUSKY et al., 1997).

Não se dispõe de informações precisas a respeito de concentração de gases ideais para o armazenamento de caqui "Fuyu", principalmente em temperaturas elevadas. No entanto, BRACKMANN et al. (1997) armazenaram caqui "Fuyu" por três meses nas condições de 16 kPa de O₂ + 15 kPa de CO₂, mantendo baixos níveis de escurecimento e boa firmeza de polpa na temperatura de 0,5°C. A condição 2 kPa de O₂ + 8 kPa de CO₂ foi a mais adequada, conforme BRACKMANN & SAQUET (1995), para as cultivares "Taubaté", "Bauru" e "Fuyu". A incidência de escurecimento da epiderme foi reduzida quando LEE et al. (1993) usaram a condição de 2kPa de O₂ + 5kPa de CO₂. VIDRIH et al. (1990) obtiveram frutos com maior firmeza de polpa com 2kPa de O₂ + 3kPa de CO₂, mantendo a qualidade por até três meses. GORINI & TESTONI (1988) recomendam para variedades não-adstringentes condições entre 2 a 3kPa de O₂ + 5 e 8kPa de CO₂. Estes mesmos autores citam o uso de alto CO₂ (12kPa) para retardar o amolecimento do caqui; no entanto, ressaltam a possibilidade da ocorrência de escurecimento interno e de sabor alcoólico nos frutos.

O etileno interfere na manutenção da qualidade do caqui durante o armazenamento, devido a este ser um fruto climatérico, em que a senescência é fortemente induzida quando é armazenado na presença deste gás. O caqui é muito sensível à ação do etileno, respondendo à concentração de 1ppm (CRISOSTO et al., 2004), apesar de sua baixa produção (<0,1µl kg⁻¹ h⁻¹ a 0°C e 0,1 – 0,5µl kg⁻¹ h⁻¹ a 20°C). O etileno pode induzir a perda de firmeza de polpa, a diminuição de pectina total e a mudança na coloração da epiderme. Para reduzir esses problemas ocasionados pelo etileno, podem ser utilizados absorvedores deste fitohormônio, bem como 1- metilciclopropeno (1-MCP).

O composto 1-metilciclopropeno (1-MCP) liga-se ao receptor do etileno (SISLER & SEREK, 1999), inibindo a ação da presença desse fitohormônio (MULLINS et al., 2000) e, conseqüentemente, as respostas dos frutos (BLANKENSHIP, 2001). A ligação do 1-MCP às moléculas receptoras do etileno elimina, como propõe MULLINS et al. (2000), a regulação precisa da rota de síntese desse fitohormônio.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes condições de armazenamento em atmosfera controlada e de aplicação de 1-MCP (1-metilciclopropeno) sobre a qualidade do caqui "Fuyu", armazenado na temperatura de 10°C.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita (NPP) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Os frutos utilizados na condução do experimento foram colhidos em um pomar comercial de Caxias do Sul, RS. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, sendo as unidades experimentais compostas por 20 frutos e os tratamentos arranjados em esquema bifatorial.

Os tratamentos avaliados originaram-se da combinação de dois pontos de colheita (verde-amarelo e amarelo) e condições de armazenamento com: 20,8kPa O₂ + <0,5kPa CO₂ (Armazenamento Refrigerado - AR); 20,8kPa O₂ + <0,5kPa CO₂ mais aplicação de 1μL L⁻¹ de 1-MCP; 2,0kPa O₂ + CO₂ livre; 1,0kPa O₂ + CO₂ livre; 2,0kPa O₂ + CO₂ livre mais aplicação de 1μL L⁻¹ de 1-MCP; >10,0kPa O₂ + 12,0kPa CO₂; >10,0kPa O₂ + 6,0kPa CO₂, todos à temperatura de 10°C; além de 20,8kPa O₂ + <0,5kPa CO₂ (AR) a -0,5°C. A expressão CO₂ livre significa que a concentração deste gás não foi controlada, sendo portanto estabelecida pela respiração dos frutos. O 1-MCP foi aplicado em uma minicâmara experimental, hermeticamente fechada, durante 24 horas, na temperatura de armazenamento. Os teores de CO₂, preestabelecidos nos tratamentos, foram obtidos mediante injeção deste gás nas minicâmaras, provenientes de cilindros de alta pressão. O processo respiratório dos frutos resultou no consumo de O₂ e no aumento de CO₂ e, para a manutenção dos níveis estabelecidos, foram realizadas diariamente análises e correções dos gases. A medição e correção das pressões parciais de O₂ e CO₂ foram efetuadas automaticamente por um equipamento de análise e

controle de gases da marca Kronenberger/Climasul. O O₂ consumido pela respiração dos frutos foi compensado pela injeção de ar nas minicâmaras. O CO₂, quando em excesso, foi eliminado circulando-se o gás das minicâmaras por uma solução de hidróxido de potássio a 40%. As temperaturas das câmaras foram reguladas por meio de termostatos eletrônicos e acompanhadas diariamente através de termômetros com bulbo de mercúrio inseridos na polpa de um fruto.

Os frutos permaneceram armazenados por 17 dias, simulando o período médio necessário para o transporte marítimo dos frutos até a Europa. As avaliações de consistência da polpa, índice de escurecimento e podridão foram realizadas na saída da câmara, ao terceiro e ao sexto dias de exposição a 20°C. A respiração e a produção de etileno foram avaliadas do primeiro até o quinto dia de exposição a 20°C. Foram utilizadas as seguintes metodologias: consistência da polpa, através de um teste subjetivo aplicando-se uma leve pressão sobre os frutos com os dedos, sendo considerados moles os que apresentavam área amolecida superior a 1cm de diâmetro, atribuindo porcentagem à área amolecida para cada fruto; escurecimento da casca, determinada através dos seguintes índices: 0 = sem presença de escurecimento da casca; 1 = até 10% da superfície da casca escurecida; 2 = >10 a 20% da superfície da casca do fruto escurecida; 3 = >20 a 30% da superfície escurecida; e 4 = >30% da superfície da casca escurecida. O índice médio foi calculado através da soma dos produtos do número de frutos pelos seus respectivos níveis de escurecimento, dividido pelo número total de frutos da amostra. A incidência de podridões, foi avaliada através da contagem dos frutos que apresentavam lesões superiores a 5mm de diâmetro com características de ataque por fungos. Para a determinação da respiração, os frutos foram colocados em vidros fechados hermeticamente com capacidade de cinco litros, sendo, após duas horas, aproximadamente, determinada a concentração de CO₂ através de um analisador de fluxo contínuo de gases, marca Agri-Datalog. Para a determinação da produção de etileno, utilizou-se um cromatógrafo a gás, equipado com coluna poropak N e detector de ionização de chama, com uma temperatura da coluna, injetor e detector de 90, 120 e 200°C, respectivamente. Para o cálculo da respiração e produção de etileno, levou-se em consideração, além da concentração de CO₂ e C₂H₄, o volume do recipiente, a massa de frutos e o tempo em que os recipientes permaneceram fechados.

Os dados expressos em porcentagem foram transformados pela fórmula $arc.\text{sen } \sqrt{x/100}$ antes

de serem submetidos à análise da variância. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na saída dos frutos das câmaras, verificou-se que o armazenamento a $-0,5^{\circ}\text{C}$ e em atmosfera controlada proporcionou maior porcentagem de frutos firmes (Tabela 1). Resultados semelhantes foram obtidos por BRACKMANN & SAQUET (1995). O armazenamento nas condições de $>10\text{kPa O}_2 + 6,0\text{kPa CO}_2$, $1,0\text{kPa O}_2 + \text{CO}_2$ livre e $2,0\text{kPa O}_2 + \text{CO}_2$ livre mais aplicação de 1-MCP permitiu a manutenção da consistência da polpa dos frutos, não diferindo estatisticamente da condição de armazenamento $-0,5^{\circ}\text{C}$ (Tabela 1). O efeito positivo da aplicação de 1-MCP, na manutenção da firmeza da polpa de caquis “Triumph”, foi relatado por BEN-ARIE et al. (2001). Após três dias de exposição dos frutos a 20°C , os frutos armazenados a $-0,5^{\circ}\text{C}$ apresentaram rápida perda da consistência da polpa (Tabela 1). Esses resultados sugerem que o armazenamento em baixa temperatura pode desencadear o processo de amadurecimento ou provocar algum dano fisiológico aos frutos, reduzindo a firmeza da polpa drasticamente após a exposição à temperatura ambiente. No entanto, o armazenamento em condições de atmosfera controlada a 10°C permitiu a manutenção de mais de 70% dos frutos com

consistência firme após a exposição por três dias à temperatura de 20°C , não havendo diferença estatística entre as condições de atmosfera controlada. Mesmo após seis dias a 20°C , observou-se mais de 60% de frutos firmes no tratamento com $2,0\text{kPa O}_2 + \text{CO}_2$ livre mais aplicação de 1-MCP, não diferindo estatisticamente da condição de $1,0\text{kPa O}_2 + \text{CO}_2$ livre e $2,0\text{kPa O}_2 + \text{CO}_2$ livre (Tabela 1). Menor incidência de escurecimento da casca foi observada nos frutos armazenados a $-0,5^{\circ}\text{C}$ e em $1,0\text{kPa O}_2 + \text{CO}_2$ livre, na saída da câmara (Tabela 2). Entretanto, com a exposição dos frutos a 20°C a incidência de escurecimento aumentou significativamente nos frutos armazenados em atmosfera controlada e a $-0,5^{\circ}\text{C}$. Os frutos armazenados a 10°C em $1,0\text{kPa O}_2 + \text{CO}_2$ livre apresentaram os menores valores de escurecimento durante o período analisado de exposição a 20°C (Tabela 2). Esses resultados discordam de LEE et al. (2003), que verificaram maior incidência de escurecimento da casca de caquis “Fuyu” com a utilização de pressões parciais baixas de O_2 .

De acordo com os resultados, a colheita no ponto verde-amarelo proporcionou maior porcentagem de frutos firmes e menores índices de escurecimento da casca (Tabelas 1 e 2). A ocorrência de frutos podres não diferiu entre os tratamentos avaliados, permanecendo inferior a 5% na saída da câmara e após três dias de exposição a 20°C (Tabela 3). Já após 6 dias de exposição a 20°C , os frutos submetidos a 2kPa de

Tabela 1 - Porcentagem de caqui cv. “Fuyu” com consistência firme após 17 dias de armazenamento e após a exposição a 20°C . Santa Maria, RS, 2005.

Condições de armazenamento		Consistência firme (%)								
Temperatura $^{\circ}\text{C}$	$\text{O}_2 + \text{CO}_2(\text{kPa})$	Saída da câmara			3 dias a 20°C			6 dias a 20°C		
		Verde amarelo	Amarelo	Médias	Verde- amarelo	Amarelo	Médias	Verde amarelo	Amarelo	Médias
10	AR*	0,0	0,0	0,0d***	0,0	0,0	0,0d	0,0	0,0	0,0d
10	AR**	62,2	28,5	45,40c	22,7	9,52	16,11c	20,32	4,76	12,54bc
10	2,0 + livre	100,0	71,4	85,71b	91,1	65,0	78,09a	64,44	46,0	55,24ab
10	2,0+livre**	93,3	90,4	91,90ab	88,8	57,1	73,02a	82,06	47,6	64,84a
10	$>10 + 12$	97,7	76,1	86,98b	91,1	64,2	77,69a	42,22	33,3	37,78b
10	1,0 + livre	97,7	90,4	94,12ab	90,0	71,4	80,71a	52,78	38,1	45,44ab
10	$>10 + 6,0$	93,3	95,2	94,28ab	84,2	70,6	77,46a	57,30	15,0	36,19b
-0,5	AR	100,0	95,2	97,62a	57,7	30,9	44,37b	22,22	0,0	11,11c
Média		80,55A	68,45B		65,73A	46,13B		42,67A	23,12B	
CV			13,87			22,39			40,43	

*Armazenamento refrigerado; ** Aplicação de $1\mu\text{L L}^{-1}$ de 1-MCP durante 24 horas; *** Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Tabela 2 - Índice de escurecimento da casca em caquis cv. “Fuyu” após 17 dias de armazenamento e durante a exposição a 20°C. Santa Maria, 2005.

Condições de armazenamento		Índice de escurecimento (1-4)****								
Temperatura °C	O ₂ + CO ₂ (kPa)	Saída da câmara			3 dias a 20°C			6 dias a 20°C		
		Verde-amarelo	Amarelo	Médias	Verde-amarelo	Amarelo	Médias	Verde-amarelo	Amarelo	Médias
10	AR*	0,09	0,52	0,31ab***	0,75	0,94	0,84bc	1,00	1,11	1,06b
10	AR**	0,31	0,38	0,34a	1,03	1,05	1,04b	1,09	1,14	1,12b
10	2,0 + livre	0,11	0,19	0,15bcd	0,53	1,04	0,78bc	0,58	1,14	0,86bc
10	2,0 + livre**	0,27	0,43	0,35a	0,73	1,24	0,99b	0,80	1,43	1,11b
10	>10 + 12	0,11	0,33	0,22abc	0,71	0,95	0,83bc	0,73	1,01	0,87bc
10	1,0 + livre	0,00	0,14	0,07cd	0,49	0,81	0,65c	0,56	0,86	0,71c
10	>10 + 6,0	0,20	0,30	0,25ab	0,68	0,96	0,82bc	0,81	1,06	0,93bc
-0,5	AR	0,02	0,00	0,01d	1,18	1,68	1,43a	1,24	1,68	1,46a
Média		0,14B	0,29A		0,76B	1,08A		0,85B	1,17A	
CV			63,21				24,49		19,29	

*Armazenamento refrigerado; ** Aplicação de 1µL L⁻¹ de 1-MCP durante 24 horas; *** Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%; ****1= até 10% da superfície da casca escurecida; 2= >10 a 20%; 3= >20 a 30%; e 4= >30% da superfície da casca escurecida.

O₂ + CO₂ livre apresentaram menor incidência de podridão (Tabela 3). Esses resultados concordam com NEUWALD (2004), que atribuiu o baixo O₂ como efeito fungistático, por inibir a germinação de esporos e o desenvolvimento dos fungos durante o período de armazenamento.

A produção de etileno e a respiração foram crescentes até o quarto dia de exposição a 20°C, sendo

que a interação entre ponto de maturação e a condição de armazenamento ocorreu até essa data na produção de etileno (Tabela 4). Já para a respiração, ocorreu interação apenas no quarto dia (Tabela 5). Nenhuma condição de armazenamento retardou o pico de produção de etileno e da respiração; no entanto, os frutos submetidos ao armazenamento refrigerado na temperatura de -0,5°C tiveram a maior produção de

Tabela 3 - Porcentagem de caqui cv. “Fuyu” com podridão após 17 dias de armazenamento e após a exposição a 20°C. Santa Maria, RS, 2005.

Condições de armazenamento		Podridão (%)								
Temperatura °C	O ₂ + CO ₂ (kPa)	Saída da câmara			3 dias a 20°C			6 dias a 20°C		
		Verde-amarelo	Amarelo	Médias	Verde-amarelo	Amarelo	Médias	Verde-amarelo	Amarelo	Médias
10	AR*	0,0	0,0	0,0a***	0,0	0,0	0,0a	18,94	22,22	20,58a
10	AR**	0,0	0,0	0,0a	0,0	0,0	0,0a	9,05	19,05	14,05ab
10	2,0 + livre	0,0	0,0	0,0a	0,0	0,0	0,0a	0,00	4,76	2,38c
10	2,0 + livre**	0,0	0,0	0,0a	0,0	4,76	2,38a	2,22	9,52	5,87abc
10	>10 + 12	0,0	0,0	0,0a	0,0	5,56	2,78a	4,44	10,32	7,38abc
10	1,0 + livre	0,0	0,0	0,0a	0,0	4,76	2,38a	5,00	14,29	9,64abc
10	>10 + 6,0	0,0	0,0	0,0a	2,38	0,0	1,19a	4,60	4,76	4,68bc
-0,5	AR	0,0	0,0	0,0a	0,0	9,52	4,76a	4,44	8,93	6,68abc
Média		0,0A	0,0A		0,77A	3,49A		6,09A	11,73A	
CV			0,0			82,65			86,95	

*Armazenamento refrigerado; ** Aplicação de 1µL L⁻¹ de 1-MCP durante 24 horas; *** Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Tabela 4 - Produção de etileno em caquis cv. "Fuyu" após 17 dias de armazenamento e durante a exposição a 20°C. Santa Maria, RS, 2005.

Condições de armazenamento		Produção de etileno ($\mu\text{LC}_2\text{H}_4\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$)								
Temperatura °C	$\text{O}_2 + \text{CO}_2$ (kPa)	1 dia a 20°C			2 dias a 20°C			3 dias a 20°C		
		Verde-amarelo	Amarelo	Médias	Verde-amarelo	Amarelo	Médias	Verde-amarelo	Amarelo	Médias
10	AR*	0,17Abc***	0,24Ab	0,20	0,18Acd	0,28Aab	0,23	0,23Bb	0,44Aa	0,33
10	AR**	0,18Abc	0,16Acb	0,16	0,21Ac	0,20Abc	0,20	0,26Ab	0,26Aab	0,26
10	2,0 + livre	0,07Ac	0,14Acb	0,10	0,06Ade	0,13Ac	0,09	0,09Ab	0,24Aab	0,16
10	2,0 + livre**	0,23Ab	0,15Acb	0,18	0,41Ab	0,19Bbc	0,30	0,19Ab	0,29Aab	0,24
10	>10 + 12	0,07Ac	0,14Acd	0,10	0,15Bcde	0,34Aa	0,24	0,19Bb	0,40Aa	0,29
10	1,0 + livre	0,09Ac	0,09Ac	0,09	0,04Ae	0,13Ac	0,08	0,11Ab	0,14Ab	0,12
10	>10 + 6,0	0,08Ac	0,14Acb	0,11	0,10Acde	0,21Aabc	0,15	0,11Ab	0,27Aab	0,19
-0,5	AR	0,83Aa	0,56Ba	0,69	1,23Aa	0,24Babc	0,73	0,81Aa	0,35Bab	0,58
Média		0,21	0,20		0,30	0,21		0,25	0,30	
CV(%)			24,18			23,36			34,43	

Condições de armazenamento		4 dias a 20°C			5 dias a 20°C		
Temperatura °C	$\text{O}_2 + \text{CO}_2$ (kPa)	Verde-amarelo	Amarelo	Médias	Verde-amarelo	Amarelo	Médias
10	AR*	0,40Bb	1,78Aa	1,09	0,30	0,43	0,34ab
10	AR**	0,53Ab	0,69Acb	0,61	0,27	0,41	0,33ab
10	2,0 + livre	0,29Ab	0,59Ac	0,44	0,14	0,33	0,23ab
10	2,0 + livre**	0,41Ab	0,56Ac	0,48	0,06	0,44	0,25ab
10	>10 + 12	0,56Bb	1,00Ab	0,78	0,18	0,31	0,24ab
10	1,0 + livre	0,27Ab	0,46Ac	0,36	0,08	0,32	0,20b
10	>10 + 6,0	0,28Ab	0,59Ac	0,43	0,14	0,36	0,25ab
-0,5	AR	1,42Aa	0,70Bcb	1,06	0,51	0,29	0,39a
Média		0,52	0,80		0,20B	0,36A	
CV(%)			23,69			39,15	

*Armazenamento refrigerado; ** Aplicação de $1\mu\text{L L}^{-1}$ de 1-MCP durante 24 horas; *** Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

etileno em todo o período, principalmente, quando colhido no ponto de maturação amarelo. Esse resultado demonstra que o armazenamento em baixa temperatura (menor que 1°C) com posterior exposição a 20°C provoca um acelerado metabolismo do fruto, acarretando um amolecimento mais rápido quando comparado com os outros tratamentos (Tabela 1).

Os frutos no ponto de colheita verde-amarelo, quando submetidos a 1,0 kPa $\text{O}_2 + \text{CO}_2$ livre, tiveram a menor produção de etileno após 1, 2, 3 e 4 dias de exposição a 20°C, quando comparados com os dos demais tratamentos. Este resultado demonstra que a utilização de baixo O_2 na temperatura de 10°C é mais eficiente na redução da produção de etileno quando comparada com inibidores da ação de etileno.

Após 1 e 2 dias de exposição a 20°C, a respiração foi menor nos frutos submetidos a 1,0 kPa

$\text{O}_2 + \text{CO}_2$ livre. Já aos 3, 4 e 5 dias de exposição a 20°C, a respiração foi menor nos frutos acondicionados sob 2,0 kPa $\text{O}_2 + \text{CO}_2$ livre com aplicação de $1\mu\text{L L}^{-1}$ de 1-MCP.

CONCLUSÕES

O armazenamento à temperatura de 10°C com 1,0kPa $\text{O}_2 + \text{CO}_2$ livre; 2,0kPa $\text{O}_2 + \text{CO}_2$ livre e 2,0kPa $\text{O}_2 + \text{CO}_2$ livre com aplicação de $1\mu\text{L L}^{-1}$ de 1-MCP proporciona maior porcentagem de frutos firmes e menor incidência de podridão e escurecimento da casca em caquis "Fuyu", após 17 dias de armazenamento e durante a exposição dos frutos a 20°C. A aplicação de 1-MCP não é eficiente na manutenção da consistência firme no armazenamento refrigerado na temperatura de

Tabela 5 - Respiração em caquis cv. “Fuyu” após 17 dias de armazenamento e durante a exposição a 20°C. Santa Maria, RS, 2005.

Condições de armazenamento		Respiração (mLCO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)								
		1 dia a 20°C			2 dias a 20°C			3 dias a 20°C		
Temperatura °C	O ₂ + CO ₂ (kPa)	Verde-amarelo	Amarelo	Médias	Verde-amarelo	Amarelo	Médias	Verde-amarelo	Amarelo	Médias
10	AR*	15,12	18,34	16,73b***	9,78	9,86	9,82a	10,59	12,31	11,45a
10	AR**	13,60	15,15	14,37c	7,85	8,13	7,98b	8,84	10,45	9,64b
10	2,0 + livre	8,88	10,72	9,80e	6,11	7,08	6,59cd	7,01	9,36	8,19c
10	2,0 + livre**	8,46	10,34	9,40e	5,30	6,64	5,97d	5,46	6,59	6,02d
10	>10 + 12	12,02	13,10	12,56cd	6,96	8,47	7,71bc	9,45	9,76	9,60b
10	1,0 + livre	8,51	10,10	9,30e	6,59	7,02	6,81cd	7,46	7,94	7,69c
10	>10 + 6,0	10,01	13,15	11,58de	6,41	7,27	6,84cd	7,67	9,82	8,74bc
-0,5	AR	19,06	21,07	20,06a	9,87	10,05	9,96a	12,28	12,73	12,50a
Média		11,96B	13,99A		7,36B	8,06A		8,59B	9,87A	
CV(%)		12,10				9,10			9,63	

Condições de armazenamento		4 dia a 20°C			5 dia a 20°C		
Temperatura °C	O ₂ + CO ₂ (kPa)	Verde-amarelo	Amarelo	Médias	Verde-amarelo	Amarelo	Médias
10	AR*	20,98Aa	17,98Aa	19,48	10,21	10,97	10,59a
10	AR**	13,19Bbc	21,53Aa	17,36	7,87	8,70	8,28abc
10	2,0 + livre	7,12Ade	9,66Ab	8,39	7,70	10,70	9,19a
10	2,0 + livre**	5,85Ae	6,47Ab	6,16	5,03	7,08	6,05c
10	>10 + 12	11,52Abcd	11,20Ab	11,36	9,25	9,99	9,62a
10	1,0 + livre	8,32Acde	9,01Ab	8,66	6,70	6,52	6,60bc
10	>10 + 6,0	10,49Acde	9,68Ab	10,08	7,70	10,04	8,86ab
-0,5	AR	15,99Ab	11,42Ab	13,70	9,54	11,34	10,44a
Média		11,68	12,12		7,99B	9,41A	
CV(%)			19,01			17,40	

*Armazenamento refrigerado; ** Aplicação de 1µL L⁻¹ de 1-MCP durante 24 horas; *** Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

10°C. No entanto, a aplicação de 1-MCP sob atmosfera controlada é mais eficiente no ponto de colheita verde-amarelo.

REFERÊNCIAS

- BEN-ARIE, R. et al. Extending the shelf life of ‘Triumph’ persimmon after storage with 1-MCP. *Alon Hanotea*, v.55, n.12, p.524-527, 2001.
- BLANKENSHIP, S. **Potential MCP revolution**. Acessado em 07 dez. de 2001. On line. Disponível na internet <http://postharvest.tfrec.wsu.edu/pgDisplay.php?article=PC2000E>.
- BRACKMANN, A.; CHITARRA, A.B. Atmosfera controlada e atmosfera modificada. In: BOREM, F.M. **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. 282p. p.133-170.
- BRACKMANN, A. et al. Frigoconservação de caquis (*Diospyros kaki*, L.) das cultivares Fuyu e Rama Forte. *Ciência Rural*, v.27, n.4, p.561-565, 1997.
- BRACKMANN, A.; SAQUET, A.A. Efeito da temperatura e condições de atmosfera controlada sobre a conservação de caqui (*Diospyros kaki*, L.). *Ciência Rural*, v.25, n.2, p.215-218, 1995.
- CRISOSTO, C.H. et al. **Persimmons: recommendations for maintaining postharvest quality**. Acessado em 15 de out. de 2004. On line. Disponível na internet <http://postharvest.ucdavis.edu/produce/storage.html>.
- DA SILVA, R. et al. Pectinases, hemicelulases e celulases, ação, produção e aplicação no processamento de alimentos: revisão. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, v.31, n.2, p.249-260, 1997.
- DONAZZOLO, J.; BRACKMANN, A. Efeito do CO₂ em atmosfera controlada na qualidade de caqui (*Diospyros kaki*,

- L.) cv. "Fuyu". **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, n.3, p.241-245, 2002.
- DONG, J.G. et al. Purification and characterization of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase from apple fruit. **Proceedings of the National Academy of Science of USA**, v.89, p.9789-9793, 1992.
- GORINI, F.L.; TESTONI, A. Raccolta e conservazione e trasformazione dei frutti de kaki. **Annali dell' Istituto Sperimentale per la Valorizzazione Tecnologica dei Prodotti Agricoli**, v.19, p.249-258, 1988.
- HARIMA, S. et al. Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyrus kaki*, L.) fruits dy 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**, v.29, n.1, p.318-323, 2003.
- LEE, S.K. et al. Factors involved skin browning of non-astringents 'Fuyu' persimmon. **Acta Horticulturae**, n.343, p.300-303, 1993.
- LEE, Y.J. Browning disorders of "Fuyu" persimmon fruit caused by low oxygen and low temperature in modified atmosphere storage. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, v.42, n.6, p.725-731, 2001.
- LEE, Y.M. et al. Effects of oxygen and carbon dioxide concentration in PE film bag on blackening and flesh browning during MA storage of 'Fuyu' persimmon fruit. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, v.40, n.5, p.585-590, 1999.
- LEE, Y.J. et al. Effects of low oxygen and high carbon dioxide concentrations on modified atmosphere-related disorder of 'Fuyu' persimmon fruit. **Acta Horticulturae**, n.601, p.171-176, 2003.
- MULLINS, E.D. et al. Consequences on ethylene metabolism of inactivating the ethylene receptor sites in discase non-climateric fruit. **Postharvest Biology and Techenology**, n.2, v.19, p.155-164, 2000.
- NEUWALD, D.A. **Armazenamento de caqui (*Diospyros kaki* L.) cultivar Fuyu em atmosfera controlada**. 2004. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- PARK, Y.S. Changes in fruit skin blackening, phenolic acids and ethanol production of non-astringent 'Fuyu' persimmon fruits during CA storage. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 7., 1997, Davis. **Proceedings...** Davis: University of California, 1997. p.170-176.
- PRUSKY, D. et al. Effect of modified atmosphere for control of black spot, caused by *Alternaria alternata*, on stored persimmon fruits. **Phytopathology**, v.87, n.2, p.203-208, 1997.
- SARGENT, S.A. et al. Storage characteristics of 'Fuyu' persimmons. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.106, p.131-134, 1993.
- SISLER, E.C.; SEREK, M. **Compounds controlling the ethylene receptor**. Acesso em 04 dez. 2004. On line. Disponível em: http://ejournal.sinica.edu.tw/bbas/content/1999/1/bot_41-01.pdf.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2.ed. Redwood City: Benjamin/Cummings, 1998. 565p.
- VIDRIH, R. et al. Storing of persimmon fruit under controlled atmosphere conditions. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS, 23., 1990, Firenze. **Abstracts...** Firenze: ISHS, 1990. V.2, p.3312.
- WOOLF, A. B. et al. Reduction of chilling injury in the sweet persimmons 'Fuyu' during storage by dry air heat treatments. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.11, n.3, p.155-164, 1997.