



ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DO CAQUI EM ATMOSFERA MODIFICADA PASSIVA

Veridiana Zocoler de MENDONÇA, Érica Regina DAIUTO*, Karina Aparecida FURLANETO, Juliana Arruda RAMOS, Erika FUJITA, Rogério Lopes VIEITES, Marco Antonio TECCHIO, Lidia Raquel de CARVALHO

Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil.

*E-mail: erdaiuto@uol.com.br

Recebido em agosto/2014; Aceito em dezembro/2014.

RESUMO: Avaliou-se o comportamento físico-químico e bioquímico do caqui 'Rama Forte' armazenado sob refrigeração em condição de atmosfera modificada passiva. Utilizou-se frutos colhidos com coloração da epiderme amarelo alaranjado, sendo, após seleção, acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, revestidas por filme plástico de polietileno de baixa densidade (10 µm de espessura) e armazenados à $7 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de UR, avaliados a cada cinco dias durante 20 dias. As análises realizadas foram perda de massa, atividade respiratória, coloração da polpa e do pericarpo, potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), atividade das enzimas polifenoloxidase (PPO), peroxidase (POD), compostos fenólicos totais, atividade antioxidante total (AAT), antocianinas e carotenóides totais. Ocorreu baixa porcentagem perda de massa nos frutos, que não alterou a qualidade dos mesmos que apresentam pico respiratório no quinto dia de armazenamento. Os valores de pH, SS e AT, assim como a atividade das enzimas PPO e POD, não alteraram significativamente durante o período experimental. Os compostos fenólicos totais, antocianinas e carotenóides totais decresceram após o quinto dia de armazenamento e os valores de AAT aumentaram durante o armazenamento. O armazenamento refrigerado associado à atmosfera modificada passiva foram efetivos na manutenção de parte dos parâmetros de qualidade avaliados, no entanto, pode ter influenciado na redução dos valores de antocianinas e carotenóides, compostos estes que são de interesse nutricional.

Palavra-chave: *Diospyrus kaki*, pós-colheita, fruto climatérico

PHYSIOCHEMICAL AND BIOCHEMICAL ASPECTS DURING THE REFRIGERATED STORAGE OF THE PERSIMMON IN PASSIVE MODIFIED ATMOSPHERE

ABSTRACT: Biochemical and physiochemical quality of 'Rama Forte' persimmon stored under refrigeration and passive modified atmosphere condition were evaluated. Persimmon fruits were picked up with orange yellow epidermis coloration, select and conditioned in trays of expanded polystyrene (EPS), covered by polyethylene plastic film of low density (PEBD) and stored under refrigeration ($7 \pm 1^\circ\text{C}$) with $85 \pm 5\%$ of relative humidity, being appraised every five days, for 20 days. The analyzes performed were: weight loss, respiratory activity, hydrogenionic potential (pH), titratable acidity (AT), soluble solids content (SS), activity of the polyphenoloxidase enzymes (PPO) and peroxidase (PPO), total phenolics, total antioxidant activity (TAA) total, anthocyanin and carotene. Weight loss occurred in fruits but the percentage was low and did not change the fruits quality that show peak during the fifth day of storage. The pH, SS and AT values did not change significantly during the experimental period. Not significantly activity enzymes for PPO and POD were checked. The total phenolics compounds decreased after the fifth day of storage and the values of AA rise up during the storage, not being found correlation among these parameters. The anthocyanin and carotene content decreased during the storage. Therefore, the refrigerated storage associate with the passive modified atmosphere they were effective in the maintenance in part of the appraised quality parameters, because it might have influenced in the reduction of the anthocyanin and carotene values, compounds that have a nutritional interest.

Keywords: *Diospyrus kaki*, postharvest, climacteric fruit

1. INTRODUÇÃO

O caqui é uma fruta muito apreciada comercialmente com características nutracêuticas importantes como vitamina C e carotenóides. Esta fruta tem merecido atenção devido à abundância em compostos fenólicos, incluindo flavonóides, ácido gálico, ácido p-cumárico, catequinas e taninos condensados que corroboram para o aumento do potencial antioxidante (PARK et al., 2006). Os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos fazendo destes uma fonte natural de antioxidantes (HEIM et al., 2002).

Apesar dos atributos de qualidade, o caqui é um fruto de safra curta e altamente perecível com reduzida vida de prateleira. Na tentativa de prolongar a vida de prateleira, o armazenamento refrigerado (AR) está entre as práticas que mantém a qualidade dos frutos por um curto espaço de tempo (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O uso de AR, após a colheita, prolonga a vida útil de caquis. A perda de firmeza, o aumento da desintegração interna da polpa e o escurecimento da epiderme têm sido relatados como os principais problemas em caquis armazenados sob refrigeração (FERRI; ROMBALDI, 2004).

Além do controle da temperatura de armazenamento, outros métodos têm sido testados para prolongar a vida pós colheita dos frutos, destacando-se o emprego de atmosfera modificada (AM). A atmosfera modificada consiste na redução do O₂ e aumento do CO₂ reduzindo assim a síntese de etileno e com isso prolongando a vida pós-colheita dos frutos. Essa alternativa torna-se cara e é somente economicamente viável para frutos com grande valor agregado, pois o sistema é oneroso.

Como alternativa a esse processo o uso de filmes plásticos em atmosfera refrigerada (AR) permite que o CO₂ proveniente do próprio metabolismo do produto aumente e que o O₂ diminua, caracterizando como atmosfera modificada passiva. Neste caso, as concentrações de O₂ e CO₂ não são controladas e variam com fatores como o tempo, temperatura, tipo e permeabilidade do filme e taxa respiratória do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Ferri; Rombaldi (2004) o armazenamento de caquis 'Fuyu' em AM e armazenado a 0°C e apenas em AM mantém a firmeza da polpa em até os 90 dias de armazenamento, no entanto, se utilizar apenas o AR, o período seguro de armazenamento é inferior a 30 dias.

O armazenamento de frutas em atmosfera modificada passiva vem sendo utilizado por pequenos e médios produtores como alternativa na conservação de produtos perecíveis, uma vez que exige baixo investimento e menores níveis tecnológicos quando comparado com a atmosfera controlada (BRACKMAN et al., 2004). A atmosfera modificada, quando utilizada corretamente, torna-se eficiente em retardar o metabolismo e manter a qualidade do produto por períodos prolongados de armazenamento (CHEN et al., 2000). O uso de embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD) associado a AR preserva a integridade dos frutos, possibilitando melhor manutenção dos atributos sensoriais (NEVES et al., 2002).

O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento físico-químico e bioquímico do caqui 'Rama Forte' armazenado sob refrigeração em condição de atmosfera modificada passiva.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados caquis da cultivar Rama Forte, colhidos com coloração da epiderme amarelo alaranjada, provenientes de matrizes do município de Jundiá-SP (Brasil), localizadas nas coordenadas geográficas 23°18'65"S e 46° 88'45" W e 745 m de altitude. Os frutos foram transportados para o Laboratório de Pós Colheita de Frutas e Hortalças da FCA/UNESP de Botucatu (SP).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com 5 tratamentos (tempo de armazenamento: 0, 5, 10, 15 e 20 dias - DARM) e 3 repetições de 2 frutos cada. Os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido (EPS), revestidas por filme plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 10 µm de espessura e armazenados sob refrigeração a 7 ± 1°C e UR 85 ± 5%, com avaliações em intervalos de cinco dias, durante 20 dias. Para perda de massa foram utilizadas 5 bandejas e 2 frutos cada (5 repetições). Avaliou-se as seguintes variáveis:

i) Perda de Massa (%): determinada por pesagem dos frutos em balança analítica, em cinco repetições, considerando a massa inicial de cada amostra, com os resultados expressos em percentagem.

ii) A atividade respiratória: quantificada pela liberação de CO₂, de acordo com metodologia adaptada de Bleinroth et al. (1976), utilizando-se solução de hidróxido de bário saturado e solução de hidróxido de potássio 0,1N, de acordo com a Equação 1.

$$TCO_2 = 2,2(V_0 - V_1) \times \frac{10}{P \times T} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: TCO₂ = taxa de respiração (ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹); V₀ = volume gasto de HCl para titulação de hidróxido de potássio – padrão antes da absorção de CO₂(ml); V₁ = volume gasto de HCl para titulação de hidróxido de potássio após a absorção de CO₂ da respiração (ml); P = peso dos frutos; T = tempo da respiração; 2,2 = inerente ao equivalente de CO₂ (44/2), multiplicado pela concentração do ácido clorídrico; 10 = ajuste para o total de hidróxido de potássio usado no experimento.

iii) Potencial hidrogeniônico (pH): utilizando-se um potenciômetro (Digital DMPH-2), segundo a técnica da AOAC (1996).

iv) acidez titulável (AT - g de ácido málico. 100 g⁻¹ de polpa): determinado por titulometria com solução de NaOH a 0,1 N, tendo como indicador a fenolftaleína, que se dá quando o potenciômetro atinge 8,1.

v) sólidos solúveis (SS): determinado por leitura direta com o refratômetro digital tipo Palette PR -32.

vi) coloração da polpa e pericarpo: medida em colorímetro da marca Konica Minolta (Chroma meter, CR 400/410). A cor foi expressa pelo sistema de coordenadas retangulares L, a* e b* conforme a CIE (*Comission Internatinal de E'clairage*), sendo calculados os valores de Chroma e Hue. Os valores de Chroma indicam a saturação/intensidade da cor e h é o ângulo. O ângulo h é definido como iniciando no eixo +a e é expresso em grau, sendo que 0° corresponde a +a (vermelha), 90° corresponde a +b (amarelo), 180° corresponde a -a (verde), e 270° corresponde a -b (azul). Sendo apresentados os valores h, que relacionam os valores de a e b (h=tg-1b/a), e é a variável que melhor representa a

evolução da cor da epiderme de caquis, a qual se desloca do verde, passando pelo amarelo e indo em direção ao vermelho, durante o processo de amadurecimento.

vii) atividade da enzima polifenoloxidase (PPO): determinada pelo método de Cano et al. (1997), e os resultados expressos em UAE $\text{g}^{-1} \text{min}^{-1}$. A atividade da enzima peroxidase foi determinada segundo metodologia descrita por Lima et al. (1999) e Flurkey; Jen (1978). Os resultados foram expressos em UAE $\text{g}^{-1} \text{min}^{-1}$

viii) teor de fenóis totais: determinado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton et al. (1999), utilizando ácido gálico como padrão e os resultados expressos em $\mu\text{g GAE } 100\text{g}^{-1}$.

ix) atividade antioxidante total das amostras: avaliada pelo método DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) conforme sugerido por MENSOR et al. (2001).

x) determinação dos pigmentos, carotenóides e antocianinas: determinada na matéria fresca segundo o método validado por Sims; Gamon (2002) sendo a leitura realizada em espectrofotômetro UV/VIS na região do visível a 537 e 470 nm para a antocianina e os carotenóides, respectivamente. Os valores de absorbância foram convertidos em $\mu\text{g g}^{-1}$.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey com $p < (0,05)$. Quando significativas, foram realizadas, análise de regressão referente aos dias e correlação entre as variáveis, sendo apresentadas apenas as correlações significativas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Perda de massa

A perda de massa fresca nos frutos de caqui 'Rama Forte' foi linear ao longo do período de armazenamento, no entanto, foi pouco expressiva e as perdas não superaram 0,4%, não comprometendo a aparência dos frutos (Figura 1).

A associação do armazenamento refrigerado à atmosfera modificada passiva possivelmente propiciaram este resultado, pois Valentine et al. (2009) avaliando caquis 'Rama Forte' submetidos a impactos e armazenados em câmara a 24°C , durante seis dias, observaram valores de 0,43; 1,52 e 3,19% de perda de massa respectivamente nos dias 1, 3 e 6 de armazenamento para os frutos controle, ou seja, aqueles não submetidos a impactos. Neste estudo tem-se mostrado efeito benéfico quanto ao uso da atmosfera passiva modificada no armazenamento de caquis 'Rama Forte'.

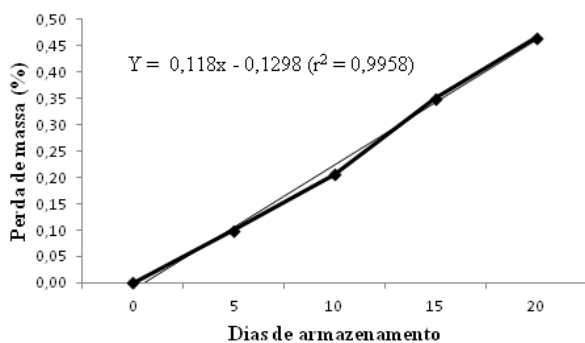


Figura 1. Perda de massa fresca (%) em caquis 'Rama Forte' armazenados sob refrigeração a $7 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e U.R. $85 \pm 5\%$ em atmosfera modificada passiva.

3.2. Atividade respiratória

Quanto a atividade respiratória, os frutos mostraram padrão climatérico de respiração, sendo a produção máxima de CO_2 observada no quinto dia de armazenamento com redução abrupta aos 10 dias (Figura 2). Segundo Chitarra; Chitarra (2005) as baixas temperaturas retardam e diminuem a intensidade do pico climatérico, reduzindo a respiração e o consequente consumo de reservas.

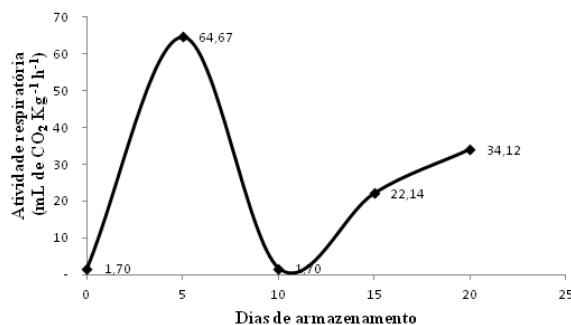


Figura 2. Atividade respiratória ($\text{mL de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) em caquis 'Rama Forte' armazenados sob refrigeração a $7 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e U.R. $85 \pm 5\%$ em atmosfera modificada passiva.

3.3. Acidez titulável, pH e sólidos solúveis

Os valores de pH, AT e SS não variaram significativamente durante o armazenamento (Tabela 1). Valentine et al. (2009) fizeram a mesma constatação em frutos de caqui 'Rama Forte' armazenados a 24°C durante seis dias em atmosfera refrigerada, portanto um período menor de avaliação.

Tabela 1. Potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável - AT (g de ácido málico 100g^{-1}) e sólidos solúveis - SS (%) de caquis 'Rama Forte' armazenados sob refrigeração a $7 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e U.R. $85 \pm 5\%$ em atmosfera modificada passiva. Botucatu, 2014.

DARM	pH	AT	SS
0	$5,59 \pm 0,03$	$0,22 \pm 0,04$	$17,6 \pm 1,6$
5	$5,72 \pm 0,07$	$0,21 \pm 0,02$	$17,4 \pm 0,7$
10	$5,69 \pm 0,05$	$0,22 \pm 0,02$	$14,4 \pm 3,5$
15	$5,77 \pm 0,09$	$0,16 \pm 0,04$	$17,1 \pm 1,2$
20	$5,77 \pm 0,09$	$0,46 \pm 0,57$	$17,6 \pm 0,5$
Média	$5,69 \pm 0,08$	$0,46 \pm 0,57$	$16,8 \pm 2,0$

Os valores de AT encontrados por estes autores foram inferiores ao desta pesquisa, em média 0,22 g de ácido málico por 100^{-1}g , e os valores de SS superiores, 18,6% para um período de 6 dias. Tal afirmação concorda com os resultados obtidos para SS e AT apresentados na Tabela 1, ou seja, as condições deste experimento e a resposta na atividade respiratória refletiram nos resultados de SS e AT que pouco se alteraram.

3.4. Cor

A aparência comercial dos frutos faz-se pela coloração exibida pela sua epiderme e a cor é um atributo importante, pois é um fator determinante no poder de aceitação de compra no pelo consumidor. Os valores de Chroma e do ângulo Hue da polpa e da casca são apresentados na Tabela 2. Mostram que não houve diferença significativa durante o armazenamento em caquis mantidos em refrigerados e em AM sob refrigeração. Valentine et al. (2009), no entanto, observaram diminuição dos valores de Chroma da casca,

o que indica escurecimento da mesma durante o armazenamento. Os valores encontrados pelos autores foram de 65,07; 64,29; 58,91 e 47,19 respectivamente aos 0, 1, 3 e 6 dias de avaliação, período inferior ao desta pesquisa. Portanto, a não evolução da cor indica que o armazenamento refrigerado associado à atmosfera modificada passiva podem ter resultado no atraso do amadurecimento dos frutos que seria evidenciado por mudanças na coloração.

Tabela 2. Coloração da polpa e da casca (chroma e hue), de caquis 'Rama Forte' armazenados sob refrigeração a $7 \pm 1^\circ\text{C}$ e U.R. $85 \pm 5\%$ em atmosfera modificada passiva.

DARM	Chroma casca	Chroma Polpa	Hue casca	Hue polpa
0	57,48 \pm 5,77	52,51 \pm 3,34	55,44 \pm ,63	72,07 \pm 4,49
5	60,29 \pm 5,63	47,60 \pm 1,55	72,62 \pm 2,15	57,55 \pm 1,90
10	58,40 \pm 6,77	45,50 \pm 9,69	70,53 \pm 2,29	56,83 \pm 2,36
15	49,32 \pm 15,52	38,84 \pm 1,17	71,34 \pm 2,77	54,93 \pm 1,14
20	51,65 \pm 11,57	43,65 \pm 1,67	70,98 \pm 3,49	56,56 \pm 3,49
Média	54,91 \pm 10,24	43,90 \pm 5,45	71,37 \pm 2,50	56,47 \pm 2,26

Não houve diferença estatística significativa para todos os parâmetros chroma e hue da polpa e epiderme de caqui.

3.5. Polifenoloxidase e peroxidase

Em relação às enzimas (Tabela 3), observou-se que a atividade da PPO aumentou no 20º dia de armazenamento. Porfírio-da-Silva et al. (2011) estudando o comportamento de caqui 'Fuyu' em temperatura ambiente verificou que o pico da atividade da PPO deu-se no quarto dia de armazenamento decaindo a partir desse período até o 16º dia. Resultado inverso foi obtido no presente trabalho com o caqui 'Rama Forte', onde possivelmente o uso da AM passiva associada ao armazenamento refrigerado retardaram a atividade enzimática.

Não foi verificada diferença significativa em função do período de armazenamento do caqui 'Rama Forte', sendo obtida média da atividade da peroxidase de 0,084 UAE $\text{g}^{-1} \text{min}^{-1}$. A peroxidase pode ser tomada como indicador de amadurecimento e senescência em diversos produtos hortícolas, pois tem sido implicada em vários processos bioquímicos e fisiológicos, tais como biogênese de etileno, balanço hormonal, integridade da membrana e controle respiratório (MOSCA et al., 2006). Desta forma observa-se que os maiores valores de atividade desta enzima foram exatamente após o pico respiratório.

Tabela 3. Atividade das enzimas polifenoloxidase - PPO (UAE $\text{g}^{-1} \text{min}^{-1}$) e peroxidase - POD (UAE $\text{g}^{-1} \text{min}^{-1}$) de caquis 'Rama Forte' armazenados sob refrigeração a $7 \pm 1^\circ\text{C}$ e U.R. $85 \pm 5\%$ em atmosfera modificada passiva.

DARM	PPO	POD
0	12,25 \pm 7,48b	0,123 \pm 0,83
5	14,38 \pm 8,00 b	0,070 \pm 0,066
10	15,57 \pm 1,83 b	0,120 \pm 0,077
15	11,52 \pm 0,09 b	0,090 \pm 0,066
20	30,08 \pm 7,04 a	0,057 \pm 0,031
Média	17,89 \pm 8,81	0,084 \pm 0,059

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.6. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante

O teor de compostos fenólicos totais diminuiu durante o armazenamento e os valores de atividade antioxidante aumentaram (Tabela 4). Nota-se um valor mais alto no

quinto dia de armazenamento, momento do pico respiratório, e a partir deste momento houve queda dos valores, sendo este um indicativo de processo de senescência. A mesma observação foi feita por Vieites et al. (2012).

Tabela 4. Compostos Fenólicos ($\mu\text{g GAE } 100\text{g}^{-1}$), Atividade Antioxidante Total - AAT ($\mu\text{g } \text{g}^{-1}$) de caquis 'Rama Forte' armazenados sob refrigeração a $7 \pm 1^\circ\text{C}$ e U.R. $85 \pm 5\%$ em atmosfera modificada passiva.

DARM	Compostos fenólicos totais	Atividade antioxidante Total (AAT)
0	79,60 \pm 8,25a	0,123 \pm 0,07
5	92,06 \pm 12,51a	0,022 \pm 0,005
10	31,91 \pm 16,26b	0,091 \pm 0,006
15	15,82 \pm 6,21b	0,171 \pm 0,014
20	18,21 \pm 3,63b	0,239 \pm 0,005
Média	39,50 \pm 33,64	0,131 \pm 0,086

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A diminuição dos compostos fenólicos pode ser atribuída a uma série de alterações bioquímicas e enzimáticas de determinados fenóis durante o processo de amadurecimento. Estes incluem hidrólises de glicosídeos por glicosidases, oxidação de fenóis por fenoloxidases e polimerização de fenóis livres (ROBARDS et al., 1999).

Porfírio-da-Silva et al. (2011) relata que o tempo de armazenamento influenciou o conteúdo de compostos fenólicos em caqui 'Fuyu' mantido em condição ambiente, obtendo no quarto e oitavo dias de armazenamento os maiores conteúdos, aproximando-se do quinto e décimo dias do presente trabalho, nos quais também se observa os maiores teores de compostos fenólicos. No entanto, o conteúdo de compostos fenólicos aqui obtidos foram superiores ao obtidos por Porfírio-da-Silva (20011), destacando-se o quinto dia de armazenamento com valor, em média, de 92,06 $\mu\text{g GAE } 100\text{g}^{-1}$. Sobre a diminuição dos compostos fenólicos Robards et al. (1999) menciona que pode ser atribuída a uma série de alterações bioquímicas e enzimáticas de determinados fenóis durante o processo de amadurecimento. Estes incluem hidrólises de glicosídeos por glicosidases, oxidação de fenóis por fenoloxidases e polimerização de fenóis livres.

Os compostos antioxidantes são compostos fenólicos. Segundo Tomás-Barerám e Espín (2001) o conteúdo de compostos fenólicos em alimentos vegetais depende de um número de fatores intrínsecos como gênero, espécie, cultivar e extrínsecos como agrônômico, ambiental, manuseio e armazenamento. Segundo Chitarra; Chitarra (2005) fisiologicamente as plantas reagem em condições de estresse, como mecanismo de defesa, produzindo maior quantidade de compostos fenólicos, evento não ocorrido neste experimento evidenciado pela redução dos valores. Possivelmente, com o amadurecimento dos frutos e a AM, ocorreu elevação das taxas de CO_2 , ocorreu hidrólise de taninos presentes no caqui, reduzindo a quantidade de taninos de cadeia carbônica longa e com isto resultando em compostos que possuem potencial antioxidante. Este fato pode explicar o aumento dos valores de atividade antioxidante obtidos nesta pesquisa. O composto responsável por esta atividade antioxidante em caqui 'Rama Forte' deve ser investigado.

A diminuição dos conteúdos de compostos fenólicos e aumento da atividade antioxidantes observados no presente trabalho também foi relatado por Daiuto et al. (2011) em estudo pós-colheita com abacates 'Fuerte', os autores constataram que frutos amadurecidos, ou seja, aptos ao consumo, apresentaram maior capacidade antioxidante (DPPH) em relação àqueles não amadurecidos ou em senescência. Rodriguez et al. (2010) trabalhando com amora, maracujá, goiaba e mamão, observaram que a capacidade antioxidante aumentou durante o amadurecimento dos frutos. No entanto, Kaur; Kapoor (2001) afirmam que os compostos antioxidantes de ocorrência natural podem ser significativamente perdidos em consequência do processamento e armazenamento afetando a capacidade antioxidante do alimento.

Observou-se, portanto, correlação negativa para os valores de DPPH e compostos fenólicos, sendo $r = -0,76$ e $p < 0,0001$. Segundo Jacobo-Velasquez; Cisneros-Zevallos (2009), o conteúdo de componentes fenólicos totais não estão necessariamente envolvidos na quantificação da atividade antioxidante, fato comprovado com os resultados desta pesquisa. Vieites et al. (2012), fizeram a mesma constatação para abacates 'Fuerte' não encontrando correlação entre estes parâmetros.

3.7 Carotenóides e Antocianinas

Os teores de carotenóides e antocianinas também diminuíram em função do período de armazenamento, partindo de, em média, 407,88 para 350,40 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 646,89 para 338,76 $\mu\text{g g}^{-1}$ respectivamente (Tabela 5). No entanto, para carotenóides houve um pico aos cinco dias de armazenamento, 505,84 $\mu\text{g g}^{-1}$, com queda nos teores a partir desse período. Ferri; Rombaldi (2004) trabalhando com caqui 'Fuyu', a concentração média de carotenóides obtida, após 30 dias de armazenamento refrigerado a 0°C e 10°C, foi de 0,25 e 0,33 $\mu\text{g mg}^{-1}$, valores condizentes com os obtidos no último dia de avaliação sendo de 0,35 $\mu\text{g mg}^{-1}$ (ou 350,40 $\mu\text{g g}^{-1}$).

Tabela 5. Carotenóides e antocianinas ($\mu\text{g g}^{-1}$) de caquis 'Rama Forte' armazenados sob refrigeração a $7 \pm 1^\circ\text{C}$ e U.R. $85 \pm 5\%$ em atmosfera modificada passiva.

DARM	Carotenóides	Antocianinas
0	407,88±87,9	616,89±108,6
5	505,84±193,76	607,44±163,60a
10	365,89±72,95b	369,15±51,33c
15	305,95±63,25b	439,92±137,55b
20	350,40±28,22b	338,76±38,94c
Média	382,02±121,53	438,82±144,46

Não houve diferença estatística significativa para carotenóides e antocianinas totais

A maior razão de perda dos carotenóides é a oxidação. Muitos fatores, tais como exposição à luz e ao oxigênio, tipo de matriz alimentícia, presença de enzimas, disponibilidade de água e presença de antioxidantes e/ou pró-oxidantes podem influenciar neste processo. Segundo Chitarra; Chitarra (2005) a modificação da atmosfera ao redor dos frutos através da aplicação de barreiras artificiais, como filmes plásticos ou ceras, proporciona uma microatmosfera, com umidade relativa maior que a externa. Isso altera a taxa de transpiração e, conseqüentemente, reduzindo a perda de água, retardando

mudanças no teor de açúcares, na cor, na textura, e ainda reduzindo as perdas de acidez, pela diminuição da atividade de enzimas relacionadas ao metabolismo respiratório, aumentando a vida útil destas.

Houve correlação positiva entre os valores de antocianinas e compostos fenólicos sendo $r = 0,53$ e $p < 0,0001$. Já os teores de carotenóides apresentaram correlação negativa com os valores de DPPH, $r = -0,59$ e $p < 0,0001$. Diante dos resultados de correlação aqui apresentados, há um indício de que a atividade antioxidante do caqui seria devido a outros compostos, os quais precisam ser investigados.

4. CONCLUSÕES

O armazenamento refrigerado associado à atmosfera modificada passiva possibilitou baixa perda de massa e manutenção dos parâmetros de coloração, pH, SS, AT e atividade das enzimas PPO e POD. Houve redução dos valores de compostos fenólicos e incremento do potencial antioxidante durante o armazenamento.

5. REFERÊNCIAS

AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16 ed. v.2. 1996.

BLEINROTH, E. W. et al. Determinação das características físicas e mecânicas de variedade de abacate e sua conservação pelo frio. **Coletânea ITAL**, Campinas, v.7. n.1, p.29-81, jan. 1976.

CANO, M. P. et al. Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, v.59, n.3, p.411-419, jul. 1997.

CHEN, X. et al. The effect of temperature on gas relations in MA packages for capsicums (*Capsicum annuum* L., cv. Tasty): an integrated approach. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, n.1, p.71-80, ago. 2000.

CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

DAIUTO, E. R. et al. Antioxidant capacity and total phenolic content of hydrothermally-treated 'Fuerte' Avocado. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v.25, n.2, p.75-80, abr./jun. 2011.

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, jan./mar. 2004.

FLURKEY, W. H.; JEN, J. J. Peroxidase and polyphenoloxidase activities in developing peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, n.6, p.1826-1828, nov. 1978.

- HEIM, K. E. et al. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v.13, n.10, p.572-584, out. 2002.
- JACOBO-VELÁZQUEZ, D. A.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Correlations of antioxidant activity versus phenolic content revisited: A new approach in data analysis for food and medicinal plants. **Journal of Food Science**, Chicago, v.74, n.9, p.107-113, nov./dez. 2009.
- KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti-oxidant activity and total phenolic- the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v.36, n.7, p.703-725, jul. 2001.
- LIMA, G.P.P. et al. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.21-25, jan./mar. 1999.
- MOSCA, J. L. et al. **Características botânicas das principais anonáceas e aspectos fisiológicos de maturação**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 28p. (Documentos 106)
- MENSOR, L. L. et al. Screening of Brazilian Plant Extracts for Antioxidant Activity by the Use of DPPH Free Radical Method, **Phytotherapy Research**, London, v.15, n.2, p.127-130, mar. 2001.
- NEVES, L. C. et al. Polietileno de baixa densidade (PEBD) na conservação pós-colheita de figos cv. "Roxo de Valinhos". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.57-62, jan./mar. 2002.
- PARK, Y. S. et al. Drying of persimmons (*Diospyros kaki* L.) and the following changes in the studied bioactive compounds and the total radical scavenging activities. **Food Science and Technology**, Zurich, v.39, n.7, p.748-755, set. 2006.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, L. C. et al. Qualidade pós-colheita do caqui 'Fuyu' tratado com a promalina. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, n.3, p.519-526, jul./set. 2011.
- ROBARDS, K. et al. Phenolics compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chemistry**, London, v.66, n.4, p. 40-136, set. 1999.
- RODRIGUEZ, L. et al. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*Rubus glaucus* B.), maracuyá (*Passiflora edulis* S.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y papayuela (*Carica cundinamarcensis* J.). **ACTA**, Bogotá, v.1, n.21, p.16-34, dez. 2010.
- SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.81, n.2-3, p.337-354, ago. 2002.
- SINGLETON, V. L. et al. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, New York, v.299, n.1, p.152-178, jun. 1999.
- VALENTINE, S. R. T. et al. Avaliação das linhas de beneficiamento e impactos da queda a qualidade do caqui 'Rama Forte'. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.4, p.642-655, out./dez. 2009.
- VIEITES, R. L. et al. Capacidade antioxidante e qualidade pós colheita de abacate 'Fuerte'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.2, p.336-348, abr./jun. 2012.