

FENÓLICOS TOTAIS, POLIFENOLOXIDADE E COLORAÇÃO EM ABACATE 'HASS' SUBMETIDO A RADIAÇÃO UV-C¹

NATHALIE CARDOSO CABIA², ÉRICA REGINA DAIUTO³, ROGÉRIO LOPES VIEITES⁴, JOANA GIFFONI FIGUEIREDO FUMES⁵, LÍDIA RAQUEL DE CARVALHO⁶

RESUMO - Avaliou-se o efeito da radiação UV-C em abacates Hass, quanto ao conteúdo de fenólicos totais, atividade da enzima polifenoloxidase (PPO) e coloração. Os frutos selecionados foram submetidos à radiação em luz UV-C durante 5; 10; 15 e 20 minutos, sendo mantidos sob refrigeração (10 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR), e avaliados durante 15 dias. Para o teor fenólicos totais e PPO, não se observou diferença entre os tratamentos dos frutos nos diferentes tempos de exposição à luz UV-C. Os teores fenólicos totais e PPO diminuíram durante o período experimental. Os valores de luminosidade mantiveram-se elevados (85,4 a 88,5) no armazenamento. Os valores de cor a^* e b^* diminuíram com o armazenamento de forma mais intensa para os frutos submetidos à radiação UV-C. Não houve correlação significativa para a PPO, conteúdo de fenólicos totais e coloração.

Termos de Indexação: *Persea americana* Mill, escurecimento, pós-colheita.

TOTAL PHENOLICS, POLYPHENOLOXIDASE AND COLORATION IN 'HASS' AVOCADO SUBMITTED TO UV-C RADIATION

ABSTRACT - The effect of radiation UV-C was evaluated in Hass avocados, regarding the total phenolics content, polyphenoloxidase (PPO) enzyme activity and coloration. The selected fruits were submitted to the radiation in light UV-C during 5, 10, 15 and 20 minutes being maintained under refrigeration (10 ± 1 °C and $90 \pm 5\%$ relative humidity), and evaluated for 15 days. For the total phenolics content and PPO there were no differences among treatments in the different times of submission to the UV-C light. Total phenolics content and PPO decreased during the experimental period. The values of brightness remained high (85.4 to 88.5) in the storage. The color values a^* and b^* decreased with the storage in a more intense way in the fruits submitted to the radiation UV-C. There were no significant correlations for the PPO, total phenolics content and coloration.

Index terms: *Persea americana* Mill, darkening, postharvest.

INTRODUÇÃO

O abacate é fruto climatérico, cujo amadurecimento ocorre poucos dias após a colheita (HARDENBURG et al., 1986; SEYMOUR; TUCKER, 1993). A literatura aponta diversos estudos relacionados ao aumento do período de conservação de abacate, como avaliação da temperatura de armazenamento, uso de atmosfera modificada com aplicação de cera, irradiação gama e tratamento térmico para prevenção de sintomas de injúria pelo frio (CASTRO; BLEINROTH, 1982; SEYMOUR; TUCKER; GERMANO ET al., 1996; OLIVEIRA et al., 2000; SANCHES, 2006; MORGADO, 2007; DONADON, 2009).

O processo de irradiação utilizado na conservação de alimentos apresenta a vantagem de ser um método físico de tratamento. A irradiação ultravioleta (UV-C) é utilizada como método de controle de deterioração por resultar em desinfecção superficial de pequenos frutos, reduzindo o crescimento microbiano (PHILLIPS; BARKAI-GOLAN, 1991; ISLAN et al., 1998; DE CAL; MELGAREJO, 1999; MARQUENIE et al., 2003; STEVENS et al., 1998; VICENTE et al., 2005), também segundo Pan et al. (2004) e Stevens et al. (2004), atrasa o amolecimento do fruto, um dos principais fatores determinantes na vida pós-colheita do fruto.

Os compostos fenólicos são responsáveis

¹Trabalho Sinfruit 029 - Simpósio Internacional de Fruticultura - Avanços na Fruticultura (17 a 21 Outubro)

²Projeto Financiado pela CAPES/PNPD e FAPESP

³Engenheira Agrônoma, Mestranda pelo curso de Energia na Agricultura na FCA/UNESP-Botucatu. E-mail: nccabia@gmail.com;

⁴Pós-doutoranda PNP/CAPES, pelo curso de Horticultura na FCA/UNESP de Botucatu. E-mail: erdaiuto@uol.com.br

⁵Prof. Titular, docente Departamentos de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP-Botucatu. E-mail: vieites@fca.unesp.br

⁶Aluna de Graduação na FCA/UNESP-Botucatu. E-mail: jo.fumes@yahoo.com.br

pela cor, adstringência, aroma (PELEG et al., 1998) e estabilidade oxidativa (NACZK; SHAHIDI, 2004). Mudanças no sabor de muitos frutos, ocorridas durante seu amadurecimento, estão associadas a modificações na concentração destes compostos (MENEZES; ALVES, 1995). Os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos, fazendo destes uma fonte natural de antioxidantes (HEIM et al., 2002). Estes mesmos compostos são substratos para enzimas responsáveis pelo escurecimento dos vegetais frescos e alimentos processados.

Dentre as diversas variedades de abacate existentes, a Hass tem calibre menor e é valorizada no mercado externo, sendo exportada com selo de certificação. Uma das formas de consumo é em patês, saladas, sopas, sobremesas. Destaque tem sido dado ao guacamole, cujo grande entrave à comercialização é o escurecimento enzimático causado por polifenoloxidasas. É desejado para este produto o uso de formulações com reduzida quantidade de aditivos químicos ou ausência dos mesmos. Daiuto e Vieites (2008) citam que pesquisas referentes à redução ou inativação da atividade dessas enzimas no fruto poderão fornecer informações benéficas ao setor industrial, permitindo comercialização da polpa ou produtos do fruto com reduzida ou nenhuma adição de aditivos químicos e sem alterar suas qualidades organolépticas originais.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da radiação UV-C, em abacate 'Hass', quanto ao conteúdo de fenólicos totais, atividade da enzima polifenoloxidase e coloração, correlacionando estes parâmetros.

MATERIAL E MÉTODOS

Os abacates utilizados foram da cultivar Hass, fornecidos pela empresa Jaguacy, localizada em Bauru, interior de São Paulo. Os frutos foram colhidos no ponto de maturação fisiológica e transportados até o laboratório de análises, em veículo adequado e em caixas plásticas. Foi realizada uma seleção visual quanto a cor, tamanho, ausência de injúrias e defeitos, visando a uma uniformização.

Os frutos receberam irradiação UV com raios ultravioleta (UV-C com $\lambda=250\text{nm}$), sendo a distância dos frutos a fonte de luz de 20 cm, e o período de exposição, de 5; 10; 15 e 20 minutos. A exposição à radiação foi realizada em aparelho com luz UV (IRINOX, Refrigerador e Congelador – marca AREX, modelo: n-HCM 51/20).

Após submetidos aos tratamentos, juntamente com a testemunha, os frutos foram armazenados por

15 dias em câmara fria, a $10^{\circ}\text{C}\pm 1$, sendo analisados a cada 3 dias (0; 3; 6; 9; 12 e 15).

Para a análise de atividade de polifenoloxidase (PPO), quinhentos miligramas de polpa foram pulverizados em tampão de acetato de sódio 100 mM pH 5,0 e centrifugados a 6.000 rpm, por 50 minutos, a 4°C , obtendo-se o extrato bruto. O sobrenadante foi utilizado para determinar a enzima PPO, de acordo com Cano et al. (1997). A atividade específica da enzima foi expressa em μmol catecol oxidado mg de proteína-1 min-1.

A análise de fenólicos totais foi feita através da extração, conforme Phillips e Henshaw (1997), com modificações e quantidade de fenóis, segundo o método de Foli-Denis (HORWITZ, 1995). Os resultados são expressos em miligrama de ácido gálico por grama de amostra.

A cor foi medida em colorímetro da marca Konica Minolta (Chroma meter, CR 400/410), em faixa de comprimento de onda de 380 a 780 nm. A cor foi expressa pelo sistema de coordenadas retangulares $L^* a^* b^*$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o conteúdo de compostos fenólicos totais, obteve-se uma equação de regressão polinomial única (Figura 1). Para a média geral dos tratamentos, obtiveram-se valores de 24,2; 23,1; 25,7; 25,9 e 21,2 μg GAE. 100g^{-1} , respectivamente, para o tratamento-testemunha, 5; 10; 15 e 20 minutos de exposição à luz UV-C. Observou-se redução do conteúdo de compostos fenólicos do início até o 12º dia de armazenamento. Daiuto et al. (2010) constataram que frutos de abacate 'Hass' submetidos a diferentes tratamentos físicos tinham, em média, o pico respiratório no 9º dia de armazenamento, e a partir deste momento, entrando na fase de senescência. Portanto, esse decréscimo no conteúdo de compostos fenólicos pode ser atribuído à série de alterações químicas e enzimáticas de determinados fenóis durante o processo acelerado de amadurecimento desses frutos. Podem-se incluir a essas alterações as hidrólises de glicosídeos por glicosidasas, a oxidação de fenóis por fenoloxidasas e a polimerização de fenóis livres (ROBARDS et al., 1999). Além disso, a composição dos compostos fenólicos em frutas pode ser modificada pelo ambiente e fatores pós-colheita, incluindo armazenamento e processamento. O processamento e armazenamento prolongados promovem oxidação enzimática e química dos compostos fenólicos, contribuindo para a sua redução (KAUR; KAPOOR, 2001). Muitos estudos têm mostrado que os compostos fenólicos geralmente diminuem em frutos

climatérios, como tomates, bananas, mangas e goiabas durante o amadurecimento (HAARD; CHISM, 1996; LAKSMINARAYANHA et al., 1970; MITRA; BALDWIN, 1997).

Para a PPO, também foi obtida uma equação de regressão polinomial única (Figura 2), com valores decrescentes do início ao final do armazenamento.

Constatou-se o decréscimo na atividade da PPO durante o período experimental sem diferença entre os tratamentos (Figura 2), com variação de 692,9 a 589,4 UAE/min/g (média geral dos dias), do início ao final do armazenamento. Segundo Abreu et al. (1998), as variações na atividade da PPO são decorrentes das espécies, condições de cultivo e manejo das frutas. Por exemplo, em maçãs, há decréscimo da atividade da PPO com aumento da maturação (COSETENG; LEE, 1987), enquanto para pêssegos (BASSI; SELLI, 1990), assim como observado nos abacates, o comportamento foi contrário. No presente trabalho, a correlação entre fenólicos totais e PPO não foi significativa, sendo $p=0,397$ e $r=-0,099$.

Os valores de luminosidade (Figura 3) para a polpa dos frutos submetidos a radiação UV-C e o controle variaram de 88,5 a 85,4 (média geral dos dias), do início ao final do experimento. Portanto, observaram-se valores elevados de luminosidade com tendências de diminuição ao longo do período experimental. Apesar da diferença observada entre os tratamentos, todos mantiveram valores elevados.

Os valores de cor a^* negativos representam a presença do componente de cor verde na polpa dos frutos. A variação deste componente de cor foi de -8,3 a -5,4 (média geral dos dias), do início ao final do experimento. Observou-se uma redução para o componente de cor a^* na polpa, ao longo do período de armazenamento, que foi tão mais intenso quanto maior o tempo de exposição dos frutos à radiação UV-C (Figura 4). Para todos os tratamentos, a diminuição do componente de cor verde contribuiu para o amarelecimento na polpa.

Já para os valores de cor b^* , os resultados foram positivos e indicam a presença do componente amarelo na polpa dos frutos. Para este parâmetro de cor, representado por uma equação única, observou-

-se aumento dos valores até o 9º dia de armazenamento. A partir deste momento, os valores começaram a diminuir (Figura 5). Os valores do componente de cor b^* variaram de 41,4 a 33,5 (média geral dos dias), do início ao final do experimento, sendo o decréscimo mais intenso quanto maior o tempo de exposição à luz UV-C.

De modo geral, não houve correlação significativa, pois $p>0,05$ e algumas, mesmo significativas, tiveram valores de r muito baixos.

O escurecimento da polpa de frutos está relacionado à degradação de compostos fenólicos pela PPO, que afetam a aparência do produto (SALVETI, 1997). Nesta pesquisa, não houve correlação significativa entre os parâmetros de cor avaliados e a atividade da PPO. Para a luminosidade e PPO $p=0,719$ e $r=-0,0042$, para cor a^* $p=0,624$ e $r=-0,058$ e para cor b^* $p=0,090$ e $r=0,197$, também não foi encontrada correlação significativa para o conteúdo de fenólicos totais e coloração, sendo para luminosidade e fenólicos totais $p=0,519$ e $r=0,076$, para cor a^* $p=0,029$ e $r=-0,252$ e para cor b^* $p=0,002$ e $r=0,352$.

A atividade da enzima PPO pode não estar associada ao escurecimento interno da polpa, conforme foi verificado em ameixas por Malgarim et al. (2005). Golan et al. (1977) avaliaram frutos de abacate 'Fuerte' e 'Ierman', e evidenciaram quando a polpa era exposta ao ar, a razão de escurecimento era maior para os frutos da primeira cultivar. Os autores encontraram uma correlação positiva entre a atividade da PPO com o escurecimento, mas não com o conteúdo de odi-hidroxifenóis (ODHP). Nesta pesquisa, a análise de cor foi realizada imediatamente após o corte do fruto, sendo pequeno o período de exposição ao ar. Além deste fato, os abacates permaneceram armazenados sob refrigeração, fator que contribuiu para a manutenção dos valores de luminosidade.

O armazenamento refrigerado é um método eficaz na conservação pós-colheita de frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005); no caso do abacate, o uso da temperatura adequada de armazenamento contribui para a manutenção de sua qualidade.

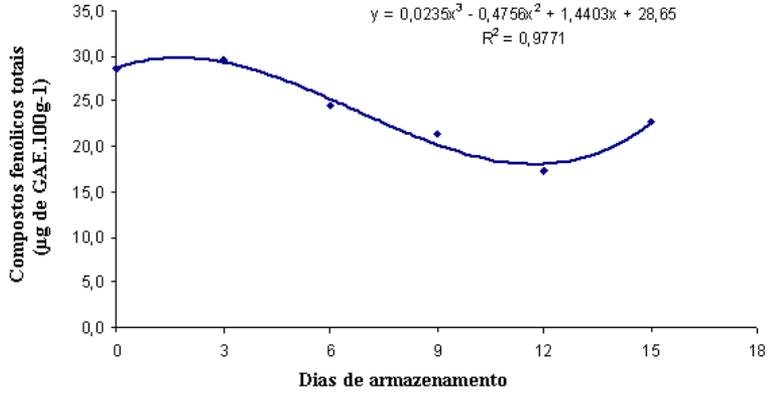


FIGURA 1- Compostos fenólicos totais (µg de GAE.100g⁻¹) em abacate ‘Hass’ submetido à radiação UV-C. (10 ± 1 °C e 90±5% UR).

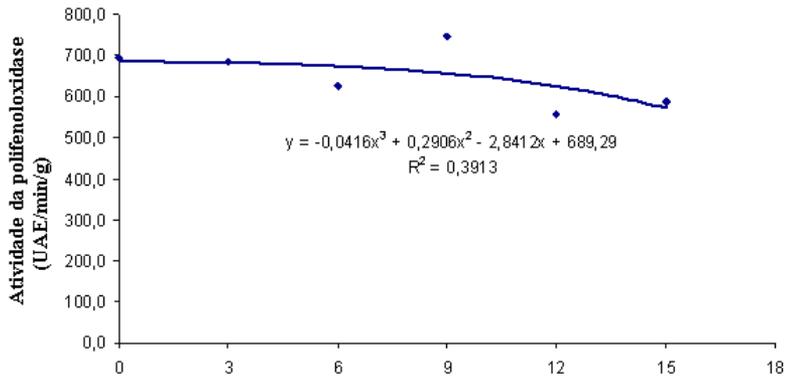


FIGURA 2- Atividade da polifenoloxidase (UAE/min/g) em abacate ‘Hass’ submetido à radiação UV-C. (10 ± 1 °C e 90±5% UR).

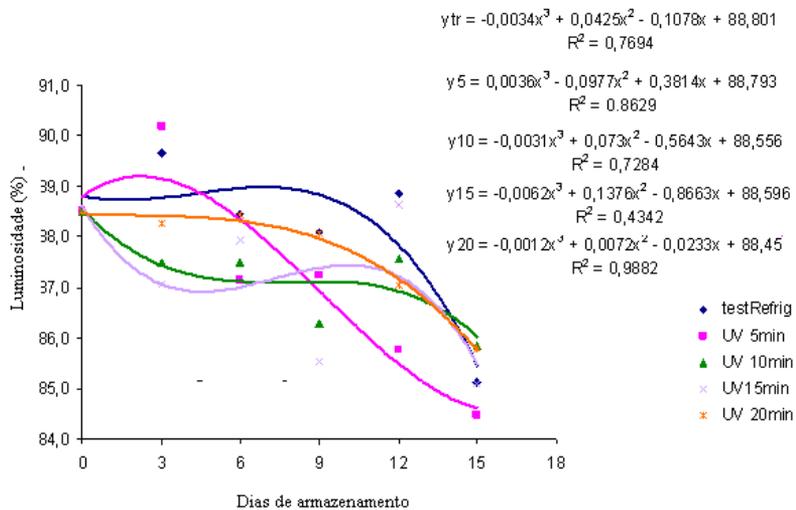


FIGURA 3 -Luminosidade em abacate ‘Hass’ submetido à radiação UV-C. (10 ± 1 °C e 90±5% UR).

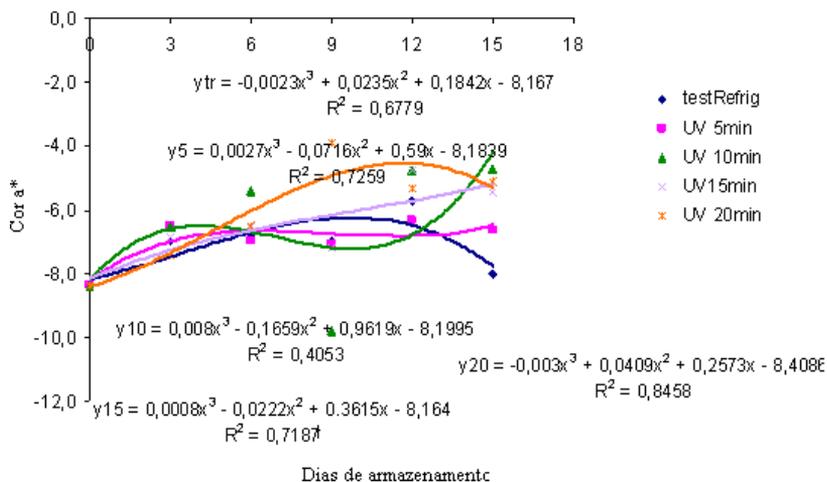


FIGURA 4- Cor a^* em abacate 'Hass' submetido à radiação UV-C. ($10 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR).

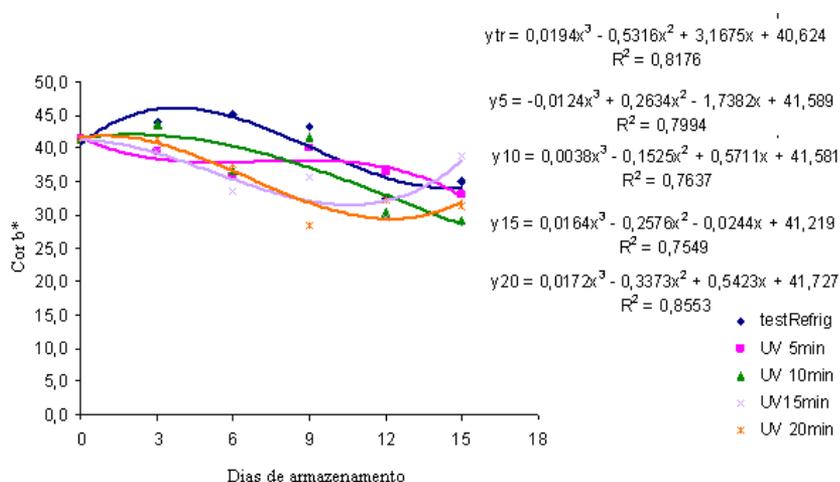


FIGURA 5- Cor b^* em abacate em abacate 'Hass' submetido à radiação UV-C ($10 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR).

CONCLUSÃO

Os frutos submetidos à exposição da luz UV-C não mostraram resultados promissores em relação aos frutos-controle para os parâmetros avaliados, na conservação do abacate 'Hass', sendo verificada influência da temperatura de armazenamento.

AGRADECIMENTOS

À CAPES/PNPD e empresa Jaguacy, pelo apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABREU, C.M.P.; SANTOS, C.D.; COSTA, L. Efeito da embalagem de polietileno e da refrigeração no escurecimento interno e na atividade de peroxidase e polifenoloxidase, durante a maturação de abacaxi. (*Ananas comosus* (L) Mess cv. Smooth Cayenne). **Ciência e Tecnologia**, Campinas, v. 22, n.4, p.454-465, 1998.

- BASSI, D.; SELLI, R. Evaluation of fruit quality in peach and apricot. **Advances Horticultural Science**, Firenze, v.4, p.107-112, 1990.
- CANO, M. P.; ANCOS, B. DE; MANTALLANA, M. C.; CÁMARA, M.; REGLERO, G.; TABEA, J. Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, London, n.59, p.411-419, 1997.
- CASTRO, J. V.; BLEINROTH, E. W. Conservação do abacate em atmosfera controlada e à temperatura ambiente. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p.165-182, 1982.
- CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Ed UFLA, 2005. 785 p.
- COSETENG, M. Y.; LEE, C. Y. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. **Journal of Food Science**, New York, v.52, n.4, p.985-989, 1987.
- DAIUTO, E.R.; VIEITES.R.L.; TREMOCOLDI., M.A.; RUSSO, V.C.Taxa respiratória de abacate 'Hass' submetido a diferentes tratamentos físicos. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, México, v.10, n.2, p.101-109, 2010.
- HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The comercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. Beltsville: USDA, 1986. 130p.
- DAIUTO, E.R.; VIEITES, R.L. Atividade da peroxidase e polifenoloxidase em abacate da variedade Hass, submetido ao tratamento térmico. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, México, v.9, n.2, p.106-112. 2008.
- De CAL, A.; MELGAREJO, P. Effects of long-wave UV light on *Monilinia* growth and identification of species. **Plant Disease**, St Paul, v.83, p.62-65. 1999.
- DONADON, J.R. **Distúrbio fisiológico provocado pelo frio e prevenção com tratamentos térmicos em abacates**. 2009. 204 f. Tese (Doutor em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- GERMANO, R. M. A.; ARTHUR, V.; WIENDL, F. M. Conservação pós-colheita de abacates *Persea americana* Mill, variedades Fortuna e Quintal, por irradiação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n.2-3, p.249-253, 1996.
- GOLAN, A.; KAHN, V.; SADOVSKI, A. Y. Relationship between Polyphenols and Browning in Avocado Mesocarp. Comparison between the Fuerte and Lerman Cultivars. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton v. 25, n.6, p.1253-1260, 1977.
- HAARD, N.F.; CHISM, G.W. Characteristics of edible plant tissues. In: FENNEMA, O.W. (Ed.). **Food Chemistry**. 3.ed. New York: Marcel Dekker, 1996. p.943-1011.
- HEIM, K.E.; TAGLIAFERRO, A.R.; BOBILYA, D.J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v.13, p.572-584, 2002.
- HORWITZ, H. **Official method of analysis of the Association of Official Agricultural Chemistry**. 8th ed. Washington: AOAC, 1995. p.144.
- ISLAM, S.Z. et al. Phototropism of conidial germ tubes of *Botrytis cinerea* and its implication in plant infection processes. **Plant Disease**, St Paul, v.82, p.850-856.1998.
- KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Anti-oxidant activity and total phenolic- the millennium's health. International. **Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.36, n.7, p.703-725.2001
- LAKSHMINARAYANA, S.; SUBHADRA, N.V.; SUBRAMANYAM, H. Some aspects of developmental physiology of mango fruit. **The Journal of Horticultural Science**, Ashford v.45, p.133-142, 1970.
- MALGARIM, M.B.; CANTILLANO, R.F.F.; TREP-TOW, R.O.; SOUZA, E.L.; COUTINHO, E.F. Modificação da atmosfera na qualidade pós-colheita de ameixas cv. Reubennel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.373-378, 2005.
- MARQUENIE, D. et al. Pulsed white light in combination with UV-C and heat to reduce storage rot of strawberry. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.28, p.455-461, 2003.

- MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. **Fisiologia e tecnologia pós-colheita do pedúnculo do caju**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. 20 p.
- MITRA, S.K.; BALDDWIN, E.A. Mango. In: MITRA, S.K. (Ed.). **Postharvest physiology storage of tropical and subtropical fruit**. New York: CAB Internacional, 1997. 431p.
- MORGADO, C. M. A. **Conservação pós-colheita de abacates 'Geada' e 'Quintal', em diferentes pontos de colheita, com o uso de diferentes temperaturas e proteções**. 89f. 2007. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.
- NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 1054, n.1-2, p. 95-111, 2004.
- OLIVEIRA, M.A. de; SANTOS, C.H.; HENRIQUE, C.M.; DOMINGOS, J.R., D. Ceras para conservação pós-colheita de frutos de abacateiro fuerte, armazenados em temperatura ambiente. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.4, p.777-780, 2000.
- PAN, J.; VICENTE, A.R.; MARTINEZ, E.A.; CHAVES, A.R.; CIVELLO, P.M. Combined use of UV-C irradiation and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.84, p.1831-1838. 2004.
- PHILLIPS, D.J.; BARKAI-GOLAN, R. Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. **Plant Disease**, St Paul, v.75, p.1085-1089. 1991
- PHILLIPS, R.; HENSHAW, G.G. The regulation of synthesis of phenolics in stationary phase cell cultures of *Acer pseudoplatanus*. L. **Journal of Experimental Botany**, London, v.35, p.108-114, 1997
- ROBARDS, K.; PRENZLER, P. D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chemistry**, London, v.66, p. 401-436, 1999.
- SALVEIT, M.E. Physical and physiological changes in minimally processed fruits and vegetables. In: TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; ROBIN, R.D. (Ed.). **Phytochemistry of fruits and vegetables**. Oxford: University Press, 1997. p.205-220.
- SANCHES, J. **Efeito de injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de abacates**. 125f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.
- SELVARAJ, Y.; KUMAR, R. Studies on fruit softening enzymes and polyphenol oxidase activity in ripening mango (*Mangifera indica* L.) fruit. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v.26, n.4, p.218-222, 1989.
- SEYMOUR, G. B.; TUCKER, G. A. Avocado. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 53-76.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods of Enzymology**, Orlando, v.299, p.152-178, 1999.
- STEVENS, C.; LIU, J.; KHAN, V.A.; LU, J.Y.; KABWE, M.K.; WILSON, C.L.; IGWEGB, E.C.K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The effects of low-dose ultraviolet light treatment on polygalacturonase activity, delay ripening and *Rhizopus* soft rot development of tomatoes. **Crop Protection**, Guildford, v.23, p.551-554. 2004.
- STEVENS, C.; KHAN, V.A.; LU, J.Y.; WILSON, C.L.; PUSEY, P.L.; KABWE, M.K.; IGWEGBE, E.C.K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The germicidal and hormetic effects of UV-C light on reducing brown rot disease and yeast microflora of peaches. **Crop Protection**, Guildford, v.17, p.75-84, 1998.
- VICENTE, A.R.; PINEDA, C.; LEMOINE, L.; CIVELLO, P.M.; MARTINEZ, G.A.; CHAVES, A.R. UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam v.35, p.69-78, 2005.