

ULTRAVIOLETA (UV-C) NA CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE DE TOMATE 'PITENZA'

Ultraviolet (UV-C) in 'pitENZA' tomato quality conservation

André José de Campos¹; Rogério Lopes Vieites²

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivos avaliar o efeito da irradiação ultravioleta C (UV-C) na conservação do tomate 'PitENZA', verificando as variáveis de qualidade: físico-químicas, químicas e bioativas. Foram utilizados os tomates 'PitENZA', sendo provenientes da região de Cartagena - Espanha. Após a colheita, os tomates foram imediatamente transportados ao Laboratório de Postrecolección e Refrigeración do Departamento de Ciencia y Tecnología Agrária da ETSIA – Universidad Politécnica de Cartagena/Espanha, aonde se mantiveram a 12°C até a manhã seguinte. Posteriormente, os tomates foram selecionados quanto ao tamanho, injúrias, defeitos, aparência, visando uniformizar o lote. No experimento foram utilizados tomates 'PitENZA' submetidos ao efeito isolado da irradiação UV-C, como: testemunha; 2,27; 4,54 e 7,19 kJ m⁻². As avaliações foram: sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação 'Ratio', polifenóis, capacidade antioxidante e carotenóides. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05). Nas condições em que o experimento foi realizado, os resultados permitem concluir que entre as doses de irradiação UV-C, o tratamento 4,54 kJ m⁻² foi o que melhor se adequou as variáveis estudadas, evidenciando efeito positivo da irradiação UV-C sobre a qualidade do tomate 'PitENZA'.

PALAVRAS-CHAVE: *Lycopersicon esculentum*, características físico-químicas, bioativos.

SUMMARY

This work has as aim, to evaluate the effect of ultraviolet irradiation C (UV-C) in the conservation of 'PitENZA' tomato verifying the quality variables: physic-chemical, chemical and bioactive. 'PitENZA' tomatoes from the region of Cartagena - Espanha, were used. After the crop, the tomatoes were immediately transported to the Laboratório de Postrecolección y Refrigeración of the Departament de Ciencia y Tecnología Agrária da ETSIA – Universidad Politécnica de Cartagena, Spain, where they were kept in 12°C until the following morning. Afterwards, the tomatoes were selected by the size, injuries, defects and appearance, aiming to uniform the portion. On the experiment, 'PitENZA' tomatoes were used and subjected to the isolated effect of UV-C irradiation, such as: control; 2.27; 4.54 and 7.19 kJ m⁻². The evaluation was: soluble solids (SS), titratable acidity (TA), ripeness index 'Ratio', polyphenols, antioxidant capacity and carotenoids. The statistical layout was totally casualized in factorial plans. The averages were compared by the Tukey test (P<0,05). The results may conclude that, in terms of UV-C irradiation

¹ Docente da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça – FAEF/ACEG – Garça/SP, E-mail: andre_jc@hotmail.com; ² Docente da Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA/UNESP – Botucatu/SP.

measures, the treatment 4.54 kJ m^{-2} was that fitted better to the studied variables, showing up the positive effect of UV-C irradiation on the quality of 'Pitenza' tomato.

KEY WORDS: *Lycopersicon esculentum*, physico-chemical characteristics, bioactive.

1. INTRODUÇÃO

Os tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.), de igual forma que a maior parte das frutas e hortaliças, se caracterizam por seu elevado conteúdo em água e em consequência apresentam forte tendência à perda de massa, provocando murchamento e enrugamento, sendo suscetíveis à invasão por microrganismos e a lesões por danos mecânicos. Junto a esses fatores fundamentais podem incidir outros, tanto biológicos ou intrínsecos aos tomates, como ambientais (NUEZ, 2001). O tomate 'Pitenza' é um tomate liso, redondo, extraordinariamente firme e de uma cor atrativa. Esta variedade apresenta um tamanho pequeno e uma pele fina é apreciado pelo consumidor, por seu sabor e textura, além de possuir uma melhor conservação (ENZA ZADEN ESPAÑA, 2007).

Muitos produtos químicos usados como tratamentos pós-colheita causam problemas ecológicos ou são potencialmente prejudiciais para humanos. Com o aumento do interesse dos consumidores sobre resíduos nos frutos e vegetais, eles têm sido progressivamente restritos em muitos países. Por essa razão, um método alternativo e seguro de controle precisa ser desenvolvido (ARTÉS, 1995). A irradiação ultravioleta tem sido proposta como método possível para a desinfecção superficial de pequenos frutos (DE CAL e MELGAREJO, 1999).

O presente trabalho teve por objetivos avaliar o efeito da irradiação ultravioleta C (UV-C) na conservação do tomate 'Pitenza', verificando as variáveis de qualidade: físico-químicas, químicas e bioativas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados tomates 'Pitenza', provenientes da região de Cartagena – Espanha.

A variedade comercial 'Pitenza' (longa-vida), foi cultivada em estufa, sob o clima mediterrâneo de Mazarrón (Murcia/Espanha). Após a colheita, os tomates foram imediatamente transportados ao Laboratório de Postrecolección e Refrigeración do Departamento de Ciencia y Tecnología Agrária da ETSIA – Universidad Politécnica de Cartagena/Espanha, aonde foram mantidos a 12°C . No laboratório, os tomates foram selecionados quanto ao tamanho e defeitos, visando uniformizar o lote.

2.1. Experimento

Os tratamentos a que os tomates 'Pitenza', "in-natura", foram submetidos visando quantificar o efeito da irradiação ultravioleta (UV-C) foram: testemunha; 2,27; 4,54 e $7,19 \text{ kJ m}^{-2}$. A radiação UV-C foi aplicada sobre uma rede de nylon a uma distancia fixa de 15 cm, tanto pela parte superior como pela inferior, em um protótipo construído pelo Grupo de Postrecolección e Refrigeración do Departamento de Ciencia y Tecnología Agrária, da ETSIA/UPCT - Espanha. Os tomates, após serem submetidos ao tratamento, foram armazenados em câmara fria, a $12 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90-95% de UR, por 21 dias.

2.2. Análises

Foram realizadas análises físico-químicas, químicas e bioativas, como: sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação "Ratio", polifenóis, capacidade antioxidante e carotenóides. No experimento foram utilizados 36 tomates por tratamento, com 3 tomates por repetição e 3 repetições em cada dia de análise, por tratamento, as quais foram realizadas para os tomates a cada 7 dias, num período de 21 dias (0, 7, 14 e 21 dias). Para as análises bioativas os tomates foram mantidos em N_2 líquido e posteriormente pulverizados em moinho e armazenados a -80°C .

2.3. Variáveis analisadas

Sólidos solúveis (SS): foi realizada através da leitura refratométrica direta, em graus Brix, com refratômetro tipo Palette de marca ATAGO PR-32, segundo recomendação de Tressler e Joslyn (1961);

Acidez titulável (AT): o conteúdo de acidez titulável, expresso em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de polpa, foi determinado através da titulação de massa conhecida de polpa homogeneizada e diluída com água destilada ou bidestilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 M, tendo como indicador a fenolftaleína (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1980), seguindo o recomendado por Pregnotatto e Pregnotatto (1985);

Índice de maturação 'Ratio': foi determinado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (TRESSLER e JOSLYN, 1961);

Compostos Antioxidantes: a medida da capacidade antioxidante e polifenóis descrita por Marigo (1973), e carotenóides descrita por Davuluri et al. (2005), foram determinados espectrofotometricamente.

2.4. Delineamento estatístico

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. Com esquema fatorial 4 x 4 (doses x tempo). Sendo 3 repetições por dia de análise para cada tratamento. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Acidez titulável

Na Tabela 1, referente à acidez titulável, observou-se a interação dupla significativa entre os fatores doses x tempo. Com relação às médias das doses de irradiação UV-C dentro dos dias de análise (0, 7, 14 e 21 dias), verificou-se a ocorrência de diferença estatística significativa em todos os dias de análise. No dia inicial, o tratamento 2,27 e 7,19 kJ m^{-2} proporcionaram as maiores médias, em relação às demais doses estudadas. O tratamento testemunha obteve as maiores médias de acidez durante todos os dias de avaliação. Este fato é semelhante ao relatado por Charles et al. (2005), que trabalharam com tomate 'Trust' observaram que a acidez titulável dos frutos tratados com UV tendeu a ser menor que no fruto controle, com diferença significativa observada apenas no 7º dia após o tratamento.

Em relação às médias dos dias de análise dentro das doses de irradiação UV-C, observou-se que na testemunha, o ultimo dia de análise obteve as maiores médias diferenciando estatisticamente apenas do dia inicial; para as doses 2,27 e 7,19 kJ m^{-2} o primeiro dia de análise proporcionou maiores médias de acidez titulável diferenciando somente do 21º dia; com exceção para a dose 7,19 kJ m^{-2} onde foi observada diferença entre o dia inicial e os demais dias; no caso do 4,54 kJ m^{-2} não foi observada diferença significativa entre os dias avaliados, evidenciando apenas manutenção da acidez do início até o final.

Tabela 1. Variação média de Acidez Titulável ($\text{g ácido cítrico } 100\text{g}^{-1}$ p.f.) em tomates 'Pitenza' irradiados com UV-C e armazenados à $12 \pm 1^\circ\text{C}$ e 90-95% UR, por 21 dias.

Tratamentos	Acidez Titulável ($\text{g ácido cítrico } 100\text{g}^{-1}$ p.f.)				Média
	testemunha	2,27 kJ m^{-2}	4,54 kJ m^{-2}	7,19 kJ m^{-2}	
0 dia	0,38 Bbc	0,50 Aa	0,36 Ac	0,49 Aab	0,43 a
7 dias	0,48 ABa	0,43 ABab	0,36 Abc	0,31 Bc	0,39 a
14 dias	0,46 ABa	0,44 ABa	0,39 Aab	0,30 Bb	0,40 a
21 dias	0,51 Aa	0,37 Bb	0,36 Ab	0,32 Bb	0,39 a
Média	0,46 A	0,43 A	0,37 B	0,36 B	

Letras minúsculas comparam médias de doses de irradiação UV-C para cada dia de análise (linha);

Letras maiúsculas comparam médias de dias de análise para cada dose de irradiação UV-C (coluna);

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

3.2. Carotenóides totais

Na Tabela 2 verifica-se que houve interação dupla significativa entre os fatores doses x tempo. Analisando-se as médias das doses de irradiação UV-C dentro dos dias de análise (0, 7, 14 e 21 dias), observa-se que as doses 7,19 e 4,54 kJ m⁻² foram as que proporcionaram as maiores médias desta variável ao longo do tempo de avaliação, diferenciando significativamente do tratamento 2,27 kJ m⁻² e

testemunha, com exceção apenas para o 7º dia onde apenas a dose 7,19 kJ m⁻² evidenciou as maiores médias diferindo das demais. Em relação ao observado podemos afirmar que com o aumento das doses de irradiação UV-C ocorreu também o aumento dos valores médios de carotenóides totais, evidenciando seu efeito positivo.

Tabela 2. Variação média de Carotenóides Totais (mg 100g⁻¹ p.f.) em tomates ‘Pitenga’ irradiados com UV-C e armazenados a 12±1°C e 90-95% UR, por 21 dias.

Tratamentos	Carotenóides Totais (mg 100g ⁻¹ p.f.)				
	testemunha	2,27 kJ m ⁻²	4,54 kJ m ⁻²	7,19 kJ m ⁻²	Média
0 dia	3,66 Ac	5,05 ABb	6,17 Aa	6,08 ABab	5,24 a
7 dias	3,92 Ac	5,11 ABb	5,10 Ab	6,35 Aa	5,12 ab
14 dias	3,43 Ab	5,22 Aa	5,67 Aa	4,97 Ca	4,82 ab
21 dias	3,56 Ab	4,02 Bb	5,74 Aa	5,17 BCa	4,62 b
Média	3,64 C	4,85 B	5,67 A	5,64 A	

Letras minúsculas comparam médias de doses de irradiação UV-C para cada dia de análise (linha);

Letras maiúsculas comparam médias de dias de análise para cada dose de irradiação UV-C (coluna);

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para as médias dos dias de análise dentro das doses de irradiação UV-C, observou-se que dentro do 2,27 kJ m⁻² o 14º dia levou às maiores médias diferenciando estatisticamente apenas do 21º dia; dentro da dose 7,19 kJ m⁻² o 7º dia proporcionou maiores médias de pH diferenciando do 14º e 21º dias; e em relação as doses 4,54 kJ m⁻² e testemunha não foram observadas diferenças significativas entre os dias analisados. Esse fato mostrou que com o passar dos dias ocorreu ligeira perda dos carotenóides totais durante todo o experimento, sendo mais evidente na testemunha do que nos tratamentos irradiados. Isto concorda com o observado por Malacrida et al. (2006), que relatou a diminuição na acumulação de carotenóides que ocorreu durante o amadurecimento normal, sendo observado nos frutos que amadureceram tanto com ou sem o tratamento de pré-resfriamento.

3.3. Sólidos Solúveis, Índice de Maturação, Polifenóis e Capacidade Antioxidante

Em relação às variáveis sólidos solúveis, índice de maturação, polifenóis e capacidade antioxidante, referente a Tabela 3, verificou-se a

não ocorrência da interação dupla significativa entre os fatores doses x tempo, evidenciando somente diferença estatística entre as doses de irradiação UV-C. Para o teor de sólidos solúveis do tomate ‘Pitenga’, observou-se que o tratamento 4,54 kJ m⁻² evidenciou as maiores médias desta variável diferindo apenas da dose 7,19 kJ m⁻², discordando do observado por Charles et al. (2005), que verificaram que durante o período de armazenamento a 13°C não foram observadas diferenças significativas nos teores de sólidos solúveis entre os frutos tratados com UV comparados com o controle. Analisando a variável índice de maturação ‘Ratio’, verificou-se que a dose 4,54 kJ m⁻² mostrou as maiores médias em relação aos demais tratamentos, com exceção apenas para o tratamento 7,19 kJ m⁻², onde evidenciou-se efeito positivo das doses de irradiação UV-C sobre esta variável, o que é concordante com Quiroga e Fraschina (1997), que verificaram correlações significativas entre o índice de maturação durante o experimento.

No caso dos polifenóis, observou-se que o tratamento 4,54 kJ m⁻² proporcionou as

menores médias para esta variável diferindo dos demais tratamentos, onde a testemunha foi a que evidenciou as maiores médias em comparação aos demais. Concordando com Costa et al. (2006), onde os fenóis totais aumentaram após o tratamento com UV-C a 20°C, tanto no brócolis tratado quanto no controle, entretanto, o incremento foi maior no caso do brócolis não tratado. E também com o relatado por Allende et al. (2007), que observaram que os compostos

fenólicos do morango foram reduzidos após o tratamento com UV-C.

E para a variável capacidade antioxidante, verificou-se perda desta capacidade nos tomates com o aumento da dose aplicada, onde a testemunha evidenciou as maiores médias diferindo dos demais, com exceção apenas para a dose 2,27 kJ m⁻². Sendo diferente do observado por Douillet-Breuil et al. (1999) e Adrian et al. (2000), onde descreveram aumento nos níveis antioxidantes em resposta à exposição a UV.

Tabela 3. Variação média de Sólidos Solúveis (°Brix), Índice de Maturação 'Ratio', Polifenóis (mg eq ácido clorogênico 100g⁻¹ p.f.) e Capacidade Antioxidante (g⁻¹) em tomates 'Pitenza' irradiados com UV-C e armazenados a 12±1°C e 90-95% UR, por 21 dias.

Tratamentos	Sólidos Solúveis (°Brix)	Índice de Maturação 'Ratio'	Polifenóis (mg eq ácido clorogênico 100g ⁻¹ p.f.)	Capacidade Antioxidante (g ⁻¹)
0 dia	4,58 AB	10,08 C	103,38 A	70,58 A
7 dias	4,76 AB	11,10 BC	95,73 A	62,88 AB
14 dias	5,00 A	13,42 A	58,64 B	59,65 B
21 dias	4,35 B	12,41 AB	99,72 A	60,25 B

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

4. CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado, os resultados permitem concluir que na irradiação UV-C a dose de 4,54 kJ m⁻² foi a mais indicada na manutenção da qualidade do tomate 'Pitenza', por se adequar melhor as variáveis estudadas.

5. REFERÊNCIAS

ABUSHITA, A.A.; DAOOD, H.G.; BIACS, P.A. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. **J. Agric. Food. Chem.**, v.48, p.2075-2081, 2000.

ADRIAN, M. et al. Stilbene content of mature *Vitis vinifera* berries in response to UV-C elicitation. **J. Agric. Food Chem.**, v.48, p.6103-6105, 2000.

ALLENDE, A. et al. Impact of combined postharvest treatments (UV-C light, gaseous O₃, superatmospheric O₂ and high CO₂) on health promoting compounds and shelf-life of strawberries. **Postharvest Biol. Technol.**, v.46, p.201-211, 2007.

ANSARI, M.S.; GUPTA, N.P. Lycopene: a novel drug therapy in hormone refractory metastatic prostate cancer. **Urol. Oncol.**, v.22, p.415-420, 2004.

ARIAS, R. et al. Quality comparison of hydroponic tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) ripened on and off the vine. **J. Food Sci.**, v.65, p.546-548, 2000.

ARTÉS, F. Innovaciones en los tratamientos físicos modulados para preservar la calidad hortofrutícola en la postrecolección. I. Pretratamientos térmicos. **Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Aliment.**, v.35, p.45-64, 1995.

ARTÉS, F. et al. Keeping quality of fresh-cut tomato. **Postharvest Biol. Technol.**, v.17, p.153-162, 1999.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists: fruits and fruits products.** Washington, 1980. cap.22, p.359-373.

BAKER, R.; GUNTHER, C. The role of carotenoids in consumer choice and the likely benefits from their inclusion into products for human consumption. **Trends Food Sci.**, v.15, p.484-488, 2004.

BURTON, G.; INGOLD, K. b-Carotene: an unusual type of lipid antioxidant. **Science**, v.224, p.569-573, 1984.

- CASTRO, S.M. et al. Effect of thermal blanching and of high pressure treatments on sweet green and red bell pepper fruits (*Capsicum annum* L.). **Food Chem.**, v.107, p.1436-1449, 2007.
- CHARLES, M.T. et al. Postharvest quality and sensory evaluation of uv-treated tomato fruit. **Acta Hort.**, v.682, p.537-542, 2005.
- CHAUDHRY, T.M.; FAROOQI, M.A.R. Chemical composition of guava and banana fruits grown in Hyderabad region. **Pak. J. Sci. Ind. Res.**, v.13, p.111-113, 1970.
- CHEN, G.; DJURIC, Z. Carotenoids are degraded by free radicals but do not affect lipid peroxidation in unilamellar liposomes under different oxygen tensions. **FEBS Lett.**, v.505, p.151-154, 2001.
- COELHO, A.H.R. Qualidade pós-colheita de pêssegos. **Inf. Agropecu.**, v.17, n.180, p.31-39, 1994.
- COSTA, L. UV-C treatment delays postharvest senescence in broccoli florets. **Postharvest Biol. Technol.**, v.39, p.204-210, 2006.
- DAVULURI, G.R. et al. Fruit-specific RNAi-mediated suppression of DET1 enhances carotenoid and flavonoid content in tomatoes. **Nat. Biotechnol.**, v.23, p.890-895, 2005.
- DE CAL, A.; MELGAREJO, P. Effects of long-wave UV light on *Monilinia* growth and identification of species. **Plant Dis.**, v.83, p.62-65, 1999.
- DEMMIG-ADAMS, B. Carotenoids and photoprotection in plants: a role for the xanthophyll zeaxanthin. **Biochim. Biophys. Acta**, v.1020, p.1-24, 1990.
- DESHPANDE, P.B.; SALUNKHE, D.K. Effects of maturity and storage on certain biochemical changes in apricots and peaches. **Food Technol.**, v.18, p.85-88, 1964.
- DOUILLET-BREUIL, A.C. et al. Changes in phytoalexin content of various *Vitis* Spp. in response to ultraviolet-C elicitation. **J. Agric. Food Chem.**, v.47, p.4456-4461, 1999.
- ECKERT, J.W. Pathological diseases of fresh fruits and vegetables. In: MILNER, H. (Ed.). **Postharvest biology and biotechnology**. Westport, Conn.: Food & Nutrition Press, 1978. p.161-175.
- ENZA ZADEN ESPAÑA, S.L. **Tomate 'pitzenza', la perfección en ramo**. 2007. Disponível em: <<http://www.frutas-hortalizas.com/FichaProducto.php?idEmpresa=15087&idProducto=3443#>>. Acesso em: 15 ago. 2007.
- ESTEVEZ, M.T.C. **Características físicas, físico-químicas e químicas de frutos de cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.)**. 1981. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1981.
- GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; ZAVALA-GATICA, R.; TIZNADO-HERNÁNDEZ, M.E. Improving postharvest quality of mango 'Haden' by UV-C treatment. **Postharvest Biol. Technol.**, v.45, p.108-116, 2007.
- HAILA, K. **Effects of carotenoids and carotenoid-tocopherol interaction on lipid oxidation in vitro**. 1999. 138 f. Academic Dissertation. Department of Applied Chemistry and Microbiology, University of Helsinki, Helsinki, 1999.
- IMBERTY, A.; GOLDBERG, R.; CATESSON, A.M. Tetramethylbenzidine and p-phenylenediamine-pyrocatechol for peroxidase histochemistry and biochemistry: two new, non-carcinogenic chromogens for investigating lignification process. **Plant Sci. Lett.**, v.35, p.103-108, 1984.
- ISLAM, S.Z.; HONDA, Y.; SONHAI, M. Phototropism of conidial germ tubes of *Botrytis cinerea* and its implication in plant infection processes. **Plant Dis.**, v.82, p.850-856, 1998.
- JACOBI, K.K.; MACRAE, E.A.; HETHERINGTON, S.E. Effects of hot air conditioning of 'Kensington' mango fruit on the response to hot water treatment. **Postharvest Biol. Technol.**, v.21, p.39-49, 2000.
- KIM, Y.; BRECHT, J.K.; TALCOTE, S.T. Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. **Food Chem.**, v.105, p.1327-1334, 2007.
- LIU, J. et al. Application of ultraviolet-C light on storage rots and ripening of tomatoes. **J. Food Prot.**, v.56, p.868-872, 1993.
- LOIUDICE, R. et al. Composition of 'San Marzano' tomato varieties. **Food Chem.**, v.53, p.81-89, 1995.
- LÓPEZ-RUBIRA, V. et al. Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C. **Postharvest Biol. Technol.**, v.37, p.174-185, 2005.
- MAHARAJ, R.; ARUL, J.; NADEAU, P. Effect of photochemical treatment in the preservation of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Capello) by delaying senescence. **Postharvest Biol. Technol.**, v.15, p.13-23, 1999.
- MALACRIDA, C.; VALLE, E.M.; BOGGIO, S.B. Postharvest chilling induces oxidative stress response in the dwarf tomato cultivar Micro-Tom. **Physiol. Plant.**, v.127, p.10-18, 2006.

- MARIGO, G. Sur une méthode de fractionnement et d'estimation des composés phénoliques chez les végétaux. **Analusis**, v.2, p.106-110, 1973.
- MENCARELLI, F.; SALTVEIT JR., M.E. Ripening of mature green tomato fruit slices. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.**, v.113, p.742-745, 1988.
- MIDDLETON, E.; TERAMURA, A. The role of flavonol glycoside and carotenoids in protecting soybean from ultraviolet-B damage. **Plant Physiol.**, v.103, p.741-752, 1993.
- MONDAL, K. et al. Antioxidant systems in ripening tomato fruits. **Biol. Plant.**, v.48, p.49-53, 2004.
- MOWLAH, G.; ITOO, S. Changes in pectic components, ascorbic acid, pectin enzymes and cellulase activity in ripening and stored guava (*Psidium guajava* L.). **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, v.30, p.464-461, 1983.
- NIGRO, F.; IPPOLITO, A.; LIMA, G. Use of UV-C light to reduce Botrytis storage rot of table grapes. **Postharvest Biol. Technol.**, v.13, p.171-181, 1998.
- NUEZ, F. Criterios de calidad e índices de madurez. In: _____. **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi-Prensa, 2001. p.591-623.
- PALOZZA, P.; KRINSKY, N. Antioxidant effects of carotenoids in vivo and in vitro: an overview. **Methods Enzymol.**, v.213, p.403-420, 1992.
- PAUST, J. Recent progress in commercial retinoids and carotenoids. **Pure Appl. Chem.**, v.63, p.45-58, 1991.
- PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J.K. Flesh quality and lycopene stability of fresh-cut watermelon. **Postharvest Biol. Technol.**, v.31, p.159-166, 2004.
- PHILLIPS, D.J.; BARKAI-GOLAN, R. Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. **Plant Dis.**, v.75, p.1085-1089, 1991.
- PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N.P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, 533p.
- QUIROGA, G.O.S.; FRASCHINA, A.A. Evaluation of sensory attributes and biochemical parameters in transgenic tomato fruit with reduced polygalacturonase activity. **Food Sci. Int.**, v.3, p.93-102, 1997.
- RATHORE, D.S. Effect of season on the growth and chemical composition of guava (*Psidium guajava* L.) fruits. **J. Hortic. Sci.**, v.51, p.41-47, 1976.
- SHOOK, C.M.; SHELLHAMMER, T.H.; SCHWARTZ, S.J. Polygalacturonase, pectinesterase, and lipoxygenase activities in high-pressure-processed diced tomatoes. **J. Agric. Food Chem.**, v.49, p.664-668, 2001.
- SOZZI, G.O.; CASCONI, O.; FRASCHINA, A.A. Effect of a high temperature stress on endo- β -mannanase and α - and β -galactosidase activities during tomato fruit ripening. **Postharvest Biol. Technol.**, v.9, p.49-53, 1996.
- STEVENS, C. et al. The effects of low-dose ultraviolet light-C treatment on polygalacturonase activity, delay ripening and Rhizopus soft rot development of tomatoes. **Crop Prot.**, v.23, p.551-554, 2004.
- STRID, A.; CHOW, W.; ANDERSON, J. Effects of supplementary ultraviolet-B radiation on photosynthesis in *Pisum sativum*. **Biochim. Biophys. Acta**, v.1020, p.260-268, 1990.
- TAPIERO, H.; TOWNSEND, D.M.; TEW, K.D. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. **Biomed. Pharmacother.**, v.58, p.100-110, 2004.
- TERAMURA, A.; ZISKA, L. Ultraviolet-B radiation and photosynthesis. In: BAKER, N.R. **Photosynthesis and the environment**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996. p.435-450.
- TRESSLER, D.K.; JOSLYN, M.A. **Fruits and vegetables juice processing technology**. Westport: Conn. Avi, 1961. 1028 p.
- YAHIA, E.M. et al. Postharvest hot air treatment effects on the antioxidant system in stored mature-green tomatoes. **Postharvest Biol. Technol.**, v.44, p.107-115, 2007.
- YOUNG, A.J.; WELLINGS, R.; BRITTON, G. The fate of chloroplast pigments during senescence of primary leaves of *Hordeum vulgare* and *Avena sativa*. **J. Plant Physiol.**, v.137, p.701-705, 1990.