

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MORANGOS APÓS RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

**RAQUEL CAVASINI^{*}, IGOR HIDALGO DA SILVA¹, STEFANY RIBEIRO DE ATAÍDE²,
FRANCIANE COLARES SOUZA USBERTI³, ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA FERRAZ⁴**

^{*}Eng. Agrônoma, Doutoranda, Bolsista CNPq, Faculdade de Engenharia Agrícola - Universidade Estadual de Campinas, Fone: +55(19)997084957, e-mail: raquel.cavasini@feagri.unicamp.br

¹Bolsista do Programa Institucional Ciência e Artes nas Férias - Universidade Estadual de Campinas, Fone: +55(19) 994134488, e-mail: igor_hs1999@hotmail.com

²Bolsista do Programa Institucional Ciência e Artes nas Férias - Universidade Estadual de Campinas, Fone: +55(19)992694580, e-mail: ribeiro.sthefany@gmail.com

³Professora Doutora, Faculdade de Engenharia Agrícola - Universidade Estadual de Campinas, Fone: +55(19)35213487, e-mail: franciane@feagri.unicamp.br

⁴Professor Livre-docente, Faculdade de Engenharia Agrícola - Universidade Estadual de Campinas, Fone: +55(19)35211058, e-mail: carlos@feagri.unicamp.br

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: Os morangos são frutos altamente perecíveis e apresentam elevado grau de contaminação microbiológica. O sabor, um dos aspectos de qualidade mais importantes para sua comercialização, depende do balanço açúcar/acidez do fruto. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos de qualidade na pós-colheita de morangos submetidos a diferentes energias de radiação ultravioleta (UV-C) e para isso, os frutos foram submetidos a exposição à quatro níveis de radiação UV-C (0, 2,10, 5,25 e 8,40 kJ/m²) e condicionados em embalagens de politereftalato de etileno (PET) perfuradas, as quais foram armazenadas e mantidas a 5°C e UR 85-90% durante cinco dias. Foram realizadas diariamente análises de aparência, perda de massa, pH, presença de microrganismos, acidez titulável, teores de sólidos solúveis e pigmentos. Dentre os tratamentos, a radiação UV-C com energia de 5,25 kJ/m² apresentou melhores resultados na manutenção da qualidade dos morangos e o aumento da exposição desses à radiação proporcionou redução nos teores de sólidos solúveis, uma vez que esse tipo de tratamento auxilia preservando o amadurecimento de produtos agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: *Fragaria x ananassa*; radiação ultravioleta; qualidade.

STRAWBERRY POST-HARVEST STORAGE AFTER ULTRAVIOLET RADIATION

ABSTRACT: Strawberries are highly perishable fruits and have a high degree of microbiological contamination. The flavor, one of the most important quality aspects of its marketing, depends on the fruit sugar/acidity balance. The objective of this study was to evaluate the post-harvest strawberries quality subjected to different energy levels of ultraviolet radiation (UV-C). Fruits were exposed to four levels of radiation UV-C (0, 2.10, 5.25 and 8.40 kJ/m²) and conditioned in polyethylene terephthalate (PET) perforated packages, which were stored and kept at 5°C and 85-90% RH for five days. Daily, evaluations of appearance, mass loss, pH, presence of microorganisms, titratable acidity, soluble solids and pigments were held. Among the treatments, UV-C radiation with energy of 5.25 kJ/m² showed better results in maintaining the quality of strawberries. Increasing radiation exposure time provided a reduction in soluble solids, since this type of treatment helps preserving the ripening of agricultural products.

KEYWORDS: *Fragaria x ananassa*; ultraviolet radiation; quality.

INTRODUÇÃO: O morango é amplamente consumido em função do seu sabor pronunciado e por apresentar elevados teores de compostos antioxidantes, que são capazes de neutralizar a ação dos radicais livres (KHANIZADEH, 2009). Por outro lado, são altamente perecíveis, tanto por possuírem alta taxa metabólica, quanto por serem frágeis e sensíveis a danos mecânicos e podridões (JACOMINO et al., 2011).

Devido a sua alta perecibilidade e ao intenso ataque de microrganismos, a cultura demanda um rigoroso monitoramento durante toda a produção, e após a colheita apresenta baixa durabilidade devido à rápida perda de qualidade, o que reduz o tempo de comercialização. Visando a manutenção

da qualidade dos frutos, alguns métodos alternativos para o controle têm se tornado muito importantes em morangos, como utilização de revestimentos ou coberturas comestíveis, refrigeração, irradiação gama, radiação UV e uso de atmosfera controlada (ALLENDE, et al., 2007).

Com intuito de reduzir à incidência de podridões a radiação UV-C tem sido usada na pós-colheita de frutos com resultados promissores, pois esta radiação possui ação germicida e tem como alvo principal os ácidos nucleicos induzindo a mutação de bactérias, fungos e vírus, interferindo no desenvolvimento dos mesmos (ALFENAS e MAFIA, 2007). A radiação UV-C pode prolongar o período de armazenamento dos frutos por retardar os processos de amadurecimento (LIU et al., 1993), suprimir a produção de etileno e induzir respostas bioquímicas no tecido do hospedeiro que são relevantes no controle das doenças. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos de qualidade na pós-colheita de morangos submetidos a diferentes energias de radiação ultravioleta (UV-C).

MATERIAL E MÉTODOS: Os frutos foram obtidos em um supermercado do município de Campinas - São Paulo, no mês de janeiro de 2015, e levados para o Laboratório de Tecnologia Pós-colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (FEAGRI/UNICAMP) acondicionados em suas respectivas embalagens de comercialização. Posteriormente, os morangos foram selecionados de forma manual quanto à uniformidade do estágio de maturação e ausência de defeitos. Para melhor quantificar o efeito da radiação ultravioleta C, foram avaliados quatro níveis energia (0; 2,10; 5,25 e 8,40 kJ/m²) em delineamento inteiramente casualizado. Para a aplicação das diferentes energias de radiação foram utilizadas 12 lâmpadas UV-C (Phillips®, 30 W), com comprimento de onda de 254 nm, dispostas na parte inferior e superior da câmara, de modo que toda a superfície do fruto fosse exposta à radiação. Após os tratamentos, os morangos foram acondicionados em embalagens de politereftalato de etileno (PET) perfuradas, as quais foram armazenadas e mantidas em BOD (Biochemical Oxygen Demand) a 5°C e UR 85-90% durante cinco dias (Figura 1).



FIGURA 1. Morangos submetidos ao tratamento com radiação UV-C.

A acidez total titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,1 molar e os resultados expressos em percentagem de ácido cítrico (CARVALHO et al., 1990); o teor de sólidos solúveis totais (°Brix), determinado por refratometria e o pH, por um medidor modelo PM608, segundo metodologia oficial da AOAC (1995); a relação sólidos solúveis totais (°Brix)/acidez total titulável foi calculada pela razão sólidos solúveis totais/acidez total titulável; enquanto que o teor de antocianinas e carotenoides foi determinado através da extração em matéria fresca segundo o método validado por Sims e Gamon (2002) que se basearam no coeficiente de absorvidade molar dos pigmentos em solução tamponada de acetona. As análises microbiológicas foram feitas por meio da inoculação por superfície em meio de cultura PDA (Potato Dextrose Agar) através de plaqueamento e contagem por unidade formadora de colônia por grama de amostra (UFC g⁻¹), conforme a metodologia oficial da American Public Health Association, editado por Downes e Ito (2001), traduzida e descrita por Silva et al. (2007).

A análise de variância e o teste de Tukey foram utilizados para determinar as diferenças significativas a um nível de probabilidade de 5% (P<0,05), sendo utilizado o Software SAS 9.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Morangos submetidos ao tratamento com energia de radiação UV-C de 5,25 kJ/m² apresentaram melhores resultados na manutenção de suas características de qualidade, como coloração, aroma, manutenção do turgor e ausência de danos e manchas, como também na aparência geral dos frutos. Todos os tratamentos apresentaram redução significativa nos teores de sólidos solúveis ao final do período de armazenamento, sendo mais evidenciado no tratamento com maior energia de radiação (Tabela 1).

TABELA 1. Médias das análises físico-químicas em morangos tratados com radiação UV-C.

Tratamentos	Sólidos Solúveis		Acidez		"Ratio"		pH	
	Dia 0	Dia 4	Dia 0	Dia 4	Dia 0	Dia 4	Dia 0	Dia 4
Controle	5,31 Aa	4,99 ABa	0,86 Aa	0,90 Aba	6,13 Aa	5,54 Ab	3,34 Aa	3,39 Aa
UV-C ₁	5,31 Aa	5,12 Aa	0,86 Aa	0,83 Ca	6,13 Aa	6,16 Aa	3,34 Aa	3,38 Aa
UV-C ₂	5,31 Aa	4,72 ABa	0,86 Aa	0,85 BCa	6,13 Aa	5,55 Aa	3,34 Aa	3,35 Aa
UV-C ₃	5,31 Aa	4,32 Bb	0,86 Aa	0,92 Aa	6,13 Aa	4,69 Bb	3,34 Aa	3,32 Aa
CV(%)	0,00	6,33	0,00	2,95	0,00	5,05	0,00	1,44

SST = sólidos solúveis totais, °Brix; ATT = acidez total titulável, mg ácido cítrico.100g⁻¹;

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tal resultado está de acordo com pesquisas que demonstraram que a utilização de radiação UV-C em níveis adequados auxilia na preservação do amadurecimento, manutenção da firmeza e coloração, indicando atraso na maturação dos frutos (LIU et al., 1993; POMBO et al., 2009).

Segundo Breitfellner, (2002) o estresse causado pela radiação UV-C induz a síntese de compostos fenólicos, como as antocianinas, que são os principais responsáveis pela coloração avermelhada em morangos (SEVERO et al., 2011). Os dados encontrados nesse trabalho mostram que durante o período de armazenamento houve um aumento significativo no teor de antocianinas, mas quando expostos à radiação UV-C, as amostras apresentaram teores menores que o controle (Tabela 2). Esse resultado pode ser explicado pela potencial da radiação ultravioleta em alterar a taxa de acumulação de antocianina (TSORMPATSIDIS et al., 2011). Em um estudo com morangos, Erkan et al. (2008) verificaram que altas doses de UV-C podem ser prejudiciais para o metabolismo do fruto, provocando diminuição nos teores de antocianinas, causando alterações indesejáveis na coloração.

TABELA 2. Teor de carotenoides e antocianinas em morangos (µg/g matéria fresca).

Tratamentos	Carotenoides		Antocianinas	
	Dia 0	Dia 4	Dia 0	Dia 4
Controle	0,07 Aa	0,00 Bb	13,96 Ab	19,90 Aa
UV-C ₁	0,07 Aa	0,02 Ba	13,96 Aa	14,66 Ba
UV-C ₂	0,07 Ab	0,15 Aa	13,96 Ab	15,41 Ba
UV-C ₃	0,07 Ab	0,15 Aa	13,96 Aa	14,56 Ba
CV (%)	0,00	5,45	0,00	6,16

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A radiação UV-C mostrou-se eficiente na redução do número de unidades formadoras de colônias para bolores, sendo que o nível de ação foi diretamente proporcional ao aumento do nível de energia ao qual os morangos foram expostos (Tabela 3). Esses resultados eram esperados, devido ao conhecimento da ação germicida da radiação, cujo alvo principal é o material genético dos agentes microbiológicos (SHAMA; ALDERSON, 2005).

TABELA 3. Análise microbiológica em morangos (10³ UFC mL⁻¹).

Tratamentos	Bolores		Leveduras		Coliformes	
	Dia 0	Dia 4	Dia 0	Dia 4	Dia 0	Dia 4
Controle	88,0 A	6,0 A	I*	I*	P***	A***
UV-C ₁	17,0 B	1,0 B	I*	I*	A***	A***
UV-C ₂	1,0 C	3,0 AB	I*	I*	A***	A***
UV-C ₃	0,0 C	0,7 A	I*	I*	A***	A***
CV (%)	7,78	7,98	-	-	-	-

*Incontável; **Presença; ***Ausência. Médias seguidas por letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

CONCLUSÕES: Os morangos expostos a radiação UV-C com energia de 5,25 kJ/m² preservaram melhor suas características de aparência. Quanto ao teor de sólidos solúveis, todos os tratamentos, independente dos níveis de energia de radiação utilizados, apresentaram redução deste parâmetro de qualidade, uma vez que o uso de radiação UV-C retarda o amadurecimento, mas auxilia no incremento dos teores de antocianinas dos frutos durante seu período de armazenamento. Sendo assim, constatou-se que o uso de radiação UV-C em níveis de energia apropriados é uma boa opção para a manutenção da qualidade de morangos.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G. **Métodos em fitopatologia**. Viçosa: Ed. UFV, 2007. 382p.
- ALLENDE, A. Impact of combined postharvest treatments (UV-C light, gaseous O₃, super atmospheric O₂ and high CO₂) on health promoting compounds and shelf life of strawberries. **Postharvest Biology and Technology**, v. 46, n. 3, p. 201-211, 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. Arlington, Virginia, USA. 16 ed. v.II, 1995.
- BREITFELLNER, F., SOLAR, S., SONTAG, G. Effect of γ -irradiation on phenolic acids in strawberries. **Journal Food Science**, v. 67, n. 2, p. 517-521, 2002.
- CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p. (Manual técnico).
- DOWNES, F. P.; ITO K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. American Public Health Association, NW, Washington, DC, 2001.
- ERKAN, M.; WANG, S. Y.; WANG, C. Y. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme and decay in strawberries fruit. **Postharvest Biology and Technology**. v. 48, n. 2, p. 163-171, 2008.
- JACOMINO, A.P., SARGENT, S.A., BERRY, A.D., BRECHT, J.K. Potential for grading, sanitizing and hydrocooling fresh strawberries. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, v.124, p. 221-226, 2011.
- KHANIZADEH, S.; REKIKI, D.; EHSANI-MOGHADDAM, B.; TSAO, R.; YANG R. AND CHARLES, M.T. Horticultural Characteristics And Chemical Composition Of Advanced Raspberry Lines From Quebec And Ontario. **Lwt - Food Science And Technology**, v. 42, n. 4, p. 893-898, 2009.
- LIU, J.; STEVENS, C.; KHAN, V. A.; LU, J. Y.; WILSON, C. L.; ADEYEYE, O.; KABWE, M. K.; PUSEY, P. L.; CHALUTZ, E.; SULTANA, T.; DROBY, S. Application of ultraviolet-C light on storage rots and ripening of tomatoes. **Journal of Food Protection**, v. 56, p. 868-72, 1993.
- POMBO, M. A.; DOTTO, M. C.; MARTÍNEZ, G. A.; CIVELLO, P. M. UV-C irradiation delays strawberry fruit softening and modifies the expression of genes involved in cell wall degradation. **Postharvest Biology Technology**, v. 1, p. 141-148, 2009.
- SEVERO, J.; TIECHER, A.; CHAVES, F. C.; SILVA, J. A.; ROMBALDI, C. V. Gene transcript accumulation associated with physiological and chemical changes during developmental stages of strawberry cv. Camarosa. **Food Chemistry**, v. 126, p. 995-1000, 2011.
- SHAMA, G., ALDERSON, P. UV hormesis in fruits: a concept ripe for commercialisation. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p.128-136, 2005.
- 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**, v. 81, p. 337-354, 2002.
- SILVA, M. S. C. da; LIMA NETO, V. da C. Doenças em cultivos hidropônicos de alface na região metropolitana de Curitiba/PR. **Scientia Agraria**, Curitiba, PR, v.8, p.275-283, 2007.
- TSORMPATSIDIS, E.; ORDIDGE, M.; HENBEST, R. G. C.; WAGSTAFFE, A.; BATTEY, N. H.; HADLEY, P. Harvesting fruit of equivalent chronological age and fruit position shows individual effects of UV radiation on aspects of the strawberry ripening process. **Environmental and Experimental Botany**, v. 74, p. 178-185, 2011.