

## USO DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FIGOS

**RAQUEL CAVASINI<sup>1</sup>, LAÍS POLIZELLO LIRA<sup>2</sup>, FRANCIANE COLARES SOUZA USBERTI<sup>3</sup>,  
ANTÔNIO CARLOS DE OLIVEIRA FERRAZ<sup>4</sup>, DANIELE DE SOUZA HENZLER<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Eng. Agrônoma, Doutoranda, Bolsista CNPq, Faculdade de Engenharia Agrícola - Universidade Estadual de Campinas, Fone: +55(19)997084957, e-mail: raquel.cavasini@feagri.unicamp.br

<sup>2</sup>Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Ensino Médio - Universidade Estadual de Campinas, Fone: +55(19)996546224, e-mail: lais\_polizello@hotmail.com

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

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

<sup>5</sup>Graduanda, Faculdade de Engenharia Agrícola - Universidade Estadual de Campinas, Fone: +55(19)992502228, e-mail: daniele.henzler@feagri.unicamp.br

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

**RESUMO:** O figo apresenta alto grau de perecibilidade, pois além da baixa resistência mecânica e elevada perda de água, tem a pós-colheita prejudicada pelo intenso ataque microbiológico, o que afeta seu armazenamento por maiores períodos. Dessa forma, esse trabalho foi realizado com o objetivo de verificar as características dos figos após a aplicação de diferentes energias de radiação e, para tal foi utilizado esquema fatorial 3x4, sendo três níveis de radiação UV-C (0; 1,98 e 7,42 kJ.m<sup>-2</sup>) e 4 dias de análise (0, 1, 3 e 4 dias). Os frutos foram condicionados em bandejas plásticas, as quais foram armazenadas e mantidas à 20°C e UR entre 85-90% durante cinco dias, sendo dispostos 8 frutos por bandeja. Os atributos de qualidade avaliados aparência, firmeza, perda de massa, grau umidade, pH, acidez titulável, teores de sólidos solúveis e pigmentos. Constatou-se que o uso de radiação ultravioleta com energia 1,98 kJ.m<sup>-2</sup> foi o tratamento mais eficiente na manutenção dos atributos de aparência, redução de perda de massa das frutas e teor de antocianina.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Ficus carica* L.; UV-C; tratamento físico.

### USE OF UV-C RADIATION IN KEEPING POSTHARVEST QUALITY OF FRESH FIGS

**ABSTRACT:** The fig presents a high degree of perishability, associated with a low mechanical strength and high water loss, and has the post-harvest hampered by intense microbiological attack, which affects its storage for longer periods. Thus, this study was conducted in order to verify the characteristics of figs after applying different radiation energies, and for this purpose we used a 3x4 factorial design, with three levels of radiation UV-C (0, 1.98 and 7 42 kJ.m<sup>-2</sup>) and 4 evaluation days (0, 1, 3 and 4 days). The fruits were conditioned in plastic trays, which were stored and kept at 20°C and 85-90% RH for five days. Each tray accommodated 8 figs. Quality attributes evaluations such as appearance, firmness, weight loss, moisture content, pH, titratable acidity, soluble solids and pigments were performed. It was found that the use of ultraviolet radiation with energy level of 1.98 kJ.m<sup>-2</sup> was the most effective treatment in keeping appearance, reduced weight loss and reduced fruit anthocyanin content.

**KEYWORDS:** *Ficus carica* L.; UV-C; physical treatment.

**INTRODUÇÃO:** A figueira (*Ficus carica* L.), originária do Oriente Médio, apresenta boa adaptação aos climas subtropical úmido e temperado, o que possibilita seu cultivo em diversas regiões, como é o caso do Sudeste do Brasil. Seus frutos possuem excelente sabor para o consumo in natura, porém sua vida pós-colheita é curta, mesmo quando armazenados sob refrigeração (NEVES et al., 2002). Segundo Francisco et al. (2011) a produção da fruta tem grande valor econômico para o país, o qual, em 2008, foi classificado como o décimo produtor mundial, atingindo aproximadamente 23 mil

toneladas por ano. Além disso, o figo está entre as principais frutas exportadas pelo Brasil, sendo seus maiores importadores países da Europa, e essa abertura ao mercado externo tem forçado diversos produtores a se modernizarem e a se interessarem por uma melhoria na qualidade de seus produtos, para então tornarem-se mais competitivos.

A irradiação de frutas e hortaliças vem sendo amplamente estudada com o principal objetivo de reduzir as contaminações provocadas por fungos e insetos. Essa técnica pós-colheita também é utilizada como método de conservação, prolongando o armazenamento devido sua ação de retardar o amadurecimento (LIU et al., 1993). O seu uso tem alguns inconvenientes, pois, dependendo da dosagem de radiação, quando em excesso, pode provocar escurecimento, amolecimento, desenvolvimento de depressões superficiais, amadurecimento anormal e perda de aroma e sabor dos produtos (KADER, 2002). Por isso é necessário estudar os níveis de energia mais adequados para cada produto separadamente. Neste contexto, o objetivo desta presente pesquisa foi avaliar as características pós-colheita de figos submetido a diferentes tempos de radiação UV-C.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os frutos foram adquiridos da empresa Brotto Fruits & Vegetables®, Fazenda Bela Vista, localizada em Campinas - SP, no mês de janeiro de 2015. Em seguida, transportados para o laboratório de Tecnologia Pós-colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas - FEAGRI/UNICAMP, em suas embalagens de comercialização, onde foram selecionados manualmente, quanto à uniformidade do estágio de maturação, ausência de defeitos e o potencial de consumo comercial. Após a seleção, os figos foram colocados no interior de uma Câmara de Irradiação UV-C contendo 12 lâmpadas (Phillips®, 30 W), sendo 6 na parte superior e 6 na inferior, com exposição a três diferentes níveis de radiação UV-C (0; 1,98 e 7,42 kJ.m<sup>-2</sup>). Posteriormente, os figos foram condicionados em bandejas plásticas, as quais foram armazenadas e mantidas em B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) à 20° C, com 85-90±5% de UR, por um período de 5 dias, sendo dispostos 8 frutos por bandeja.

Todas as análises foram realizadas diariamente, sendo que para a avaliação de aparência foi elaborada uma escala de notas de 0 a 5, de modo a avaliar os parâmetros incidência de podridão, coloração, murchamento e presença de manchas. As análises físico-químicas de acidez total titulável (ATT), foram determinadas por titulação com NaOH 0,1 molar e os resultados expressos em mg de ácido cítrico (CARVALHO et al., 1990); o teor de sólidos solúveis totais (SST), determinado com uso de refratômetro digital modelo 5001 AR e o pH, por um medidor modelo PM608, segundo metodologia oficial da AOAC (1995); a relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável foi calculada pela razão entre ambos os parâmetros; a perda de massa foi calculada pela diferença entre a massa inicial e final das amostras de figo contidas em cada bandeja, as quais foram pesados em balança de precisão – carga máxima de 4100 g, Ohaus AR110; e o teor de carotenoides e antocianinas 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.

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:** A dosagem eficaz de UV-C usada para manutenção das características de frutas e hortaliças depende da cultura, e doses demasiadamente altas podem provocar efeitos adversos na qualidade do fruto (KOLAKOWSKA, 2003; PERKINS-VEAZIE et al., 2008). Na figura 1, é possível verificar que a exposição de figos à radiação UV-C proporcionou a manutenção da aparência visual dos mesmos, sendo que a energia UV-C de 1,98 kJ/m<sup>2</sup> foi a que mostrou-se mais eficaz na manutenção dos parâmetros referentes à coloração, murchamento e presença de manchas na superfície do material. Por outro lado, a exposição do fruto a um nível mais elevado (7,42 kJ.m<sup>-2</sup>), destacou-se prevenindo o surgimento de podridões, algo muito recorrente na espécie de estudo, principalmente na região do ostíolo. Esse tratamento, embora eficiente na redução de microrganismos, ocasionou maiores perdas dos outros atributos quando comparado ao tratamento com menor energia de radiação. Essa ação pode ser comprovada devido ao alto poder germicida da radiação UV-C, a qual atua no rearranjo da informação genética, interferindo na capacidade de reprodução da célula por dano fotoquímico, ocasionando a morte celular (ZAHA, 2003).

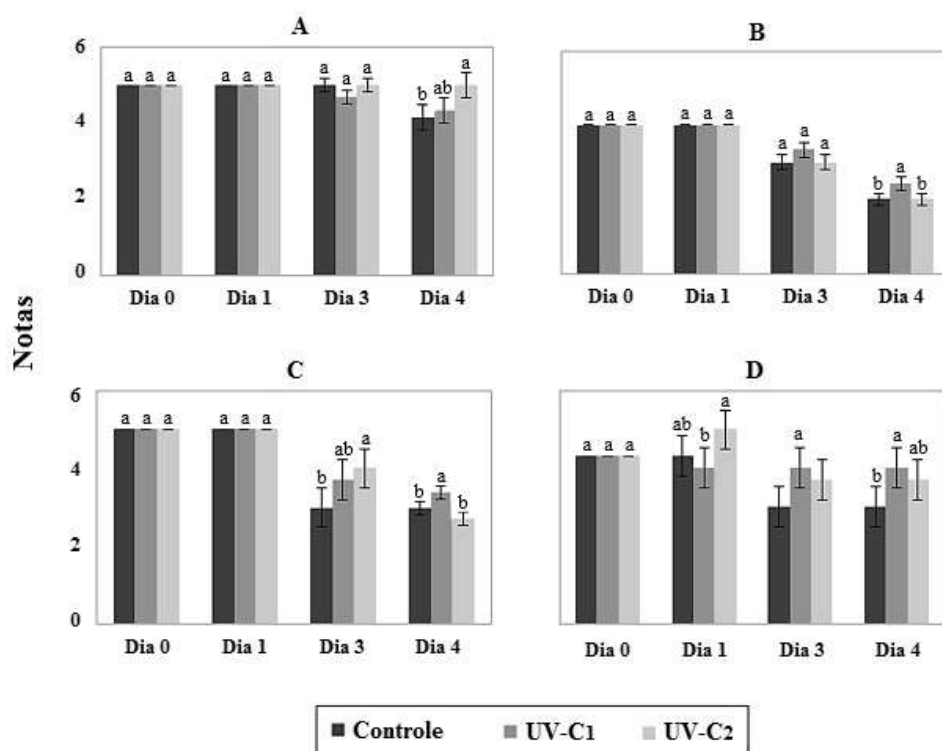


FIGURA 1. Valores médios em escala decrescente de notas para os parâmetros de aparência, incidência de podridão (A), coloração (B), murchamento (C) e presença de manchas (D), em função dos tratamentos com UV-C e dias de armazenamento;

\*Letras minúsculas indicam comparação de médias entre os tratamentos na coluna para um mesmo dia (Tukey,  $p < 0,05$ );

A Tabela 1 apresenta os valores médios das análises físico-químicas e dos teores de pigmentos em figos submetidos à radiação UV-C. Observa-se pela análise de variância que não houve diferença significativa para a maioria dos parâmetros avaliados, independentemente do tipo de tratamento. Segundo Kolakowska (2003), a aplicação de radiação UV-C em níveis muito elevados pode promover alterações consideráveis na composição química e ocasionar a deterioração da qualidade do produto. No entanto, nesse estudo observou-se que os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, pH e teor de umidade não sofreram decaimento intenso após o tratamento, mantendo-se as características de qualidade dos frutos.

TABELA 1. Médias das análises físico-químicas e teor de pigmentos em figos tratados com radiação UV-C.

Tratamentos	Dia 0			Dia 4			CV (%)
	Controle	UV-C <sub>1</sub>	UV-C <sub>2</sub>	Controle	UV-C <sub>1</sub>	UV-C <sub>2</sub>	
SST	14,23 a	14,23 a	14,23 a	15,95 a	15,99 a	15,81 a	2,63
ATT	0,19 a	0,19 a	0,19 a	0,22 a	0,21 a	0,22 a	11,20
“Ratio”	76,78 a	76,78 a	76,78 a	73,88 a	75,02 a	73,42 a	12,81
pH	5,45 a	5,45 a	5,45 a	5,21 a	5,16 a	5,23 a	1,83
PM	0,00 a	0,00 a	0,00 a	16,84 a	13,46 b	16,01 ab	7,21
TU	84,09 a	84,09 a	84,09 a	82,69 a	83,21 a	83,88 a	1,18
Carotenoides	1,48 a	1,48 a	1,48 a	1,46 a	0,90 b	1,41 a	13,94
Antocianinas	9,97 a	9,97 a	9,97 a	6,12 b	9,91 a	10,89 a	11,72

SST = sólidos solúveis totais, °Brix; ATT = acidez total titulável, mg ácido cítrico.100g<sup>-1</sup>; TU = teor de umidade, %; PM = perda de massa, %; Carotenoide e antocianinas = µg/g matéria fresca.

\*\*Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas na linha, diferem teste de Tukey a  $P < 0,05$ .

Nota-se apenas o elevado valor na relação entre sólidos solúveis e acidez titulável devido ao alto °Brix e baixa acidez, sendo o último uma das características do produto, como demonstrado por BAL (2012).

Para o parâmetro perda de massa, nota-se diferença entre os níveis de energia utilizados, sendo que a exposição dos frutos a 1,98 kJ/m<sup>2</sup> de energia UV-C proporcionou o melhor resultado dentre os tratamentos. Esse resultado diferencia-se do relatado por Souza (2012), onde figos expostos a diferentes energias de radiação UV-C não apresentaram diferenças significativas quanto à perda de massa, e o fator predominante para a manutenção da qualidade foi a condição de armazenamento com controle de temperatura.

Quanto aos teores de pigmentos, foi possível verificar que com o aumento da intensidade de energia, a concentração de antocianina nos frutos também aumentou, isso pode ser explicado pelo fato do estresse causado pela radiação UV-C induzir a síntese desses compostos (BREITFELLNER, 2002). Oliveira (2013), também observou que houve aumento nos teores antocianinas e outros compostos antioxidantes em morangos tratados com irradiação UV-C durante o cultivo.

**CONCLUSÕES:** O uso de radiação ultravioleta mostrou-se eficaz para a manutenção da qualidade de figos após a colheita, uma vez que a exposição dos frutos à energia UV-C de 1,98 kJ/m<sup>2</sup>, sobressaiu-se em relação aos demais tratamentos na manutenção da aparência visual, redução de perda de massa e teor de antocianina dos frutos.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. Arlington, Virginia, USA. 16 ed. v.II, 1995.
- BAL, E., 2012. Effect of postharvest UV-C treatments on quality attributes of fresh fig. **Bulg. J. Agric. Sci.**, v.18, p. 191-196, 2012.
- BREITFELLNER, F., SOLAR, S., SONTAG, G. Effect of  $\gamma$ -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).
- FRANCISCO, V. L. F. S.; BAPTISTELLA, C. S. L.; AMARO, A. A.; FAGUNDES, P. R. S. Evolução e aspectos socioeconômicos da cultura do figo no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 41, p. 13-22, 2011.
- KADER, A. A. (2002), Fruits in the global market. In: **Fruit quality and its biological basis**, KNEE, M. (ed.), Sheffield Academic Press, Sheffield, Reino Unido.
- KOLAKOWSKA A. (2003). Lipid oxidation in food systems. In: **Chemical and functional properties of food lipids**, 133-168. New York: CRC Press.
- 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
- NEVES, L. C.; RODRIGUES, A. C.; VIEITES, R. L. Polietileno de baixa densidade (pebd) na conservação pós-colheita de figos cv. "Roxo de Valinhos". **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 057-062, 2002.
- OLIVEIRA, I. R. 2013. Radiação UV-C durante o cultivo de Morangueiros (*Fragaria x ananassa* Duch.), cv. Camarosa, altera o metabolismo e a qualidade dos frutos. 80f. **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.
- PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K.; HOWARD, L. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. **Postharvest Biology and Technology**, n. 47, p. 280-285, 2008.
- 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.
- SOUZA, F. C. 2012. Utilização combinada de radiação UV-C e atmosfera modificada para conservação do figo após a colheita. 111f. **Tese de Doutorado**, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.
- ZAHA, A.; FERREIRA, H. B.; PASSAGLIA L. M. P. **Biologia Molecular Básica**. 3ªed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 2003, 424p.