

## ALTERAÇÕES NOS TEORES DE ÁCIDO ASCÓRBICO, ANTOCIANINAS E CAROTENOIDES EM MORANGOS PRODUZIDOS A PARTIR DE MUDAS DE MATRIZES RADIADAS COM UV-C

TAISA BANDEIRA LEITE<sup>2</sup>; GISELI RODRIGUES CRIZEL<sup>1</sup>; ISADORA RUBIN DE OLIVEIRA<sup>1</sup>; FERNANDO RUFINO FLORES CANTILLANO<sup>3</sup>; CESAR VALMOR ROMBALDI<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Aluna do PPGCTA–UFPEL - [giseli.crizel@hotmail.com](mailto:giseli.crizel@hotmail.com)

<sup>2</sup> Graduada do Tecnólogo em agroindústria- UFPEL - [taysa\\_2006@hotmail.com](mailto:taysa_2006@hotmail.com)

<sup>3</sup> Pesquisador da Embrapa Clima Temperado – Pelotas, RS - [fcantill@cpact.embrapa.br](mailto:fcantill@cpact.embrapa.br)

<sup>4</sup> Professor DCTA- FAEM – UFPEL, Campus Capão do Leão- [cesarvrf@ufpel.edu.br](mailto:cesarvrf@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

O morangueiro é uma espécie (*Fragaria x ananassa* Duch.) que produz frutos (botanicamente classificados como pseudofrutos) que se situam dentre os mais apreciados pelo mercado consumidor (FAN, et al. 2012). Além, das características sensoriais, os morangos se destacam pela riqueza em compostos fitoquímicos estes reconhecidos pela capacidade de inativar radicais livres (KHANIZADEH, 2009), reparar e proteger a integridade do material genético (BAGCHI, et al. 2004). Esses compostos, na sua grande maioria, são produzidos como mecanismo de adaptação das plantas e de proteção das células vegetais contra estresses bióticos e abióticos (FAN, et al. 2012), como é o caso do excesso de radiação solar (raios UV), falta de água, excesso de sais, variações de temperatura, incidência de patógenos, dentre outros (ERKAN, et al. 2008).

Como a radiação UV-C é um agente estressor oxidante abiótico, é possível que uma cascata de sinais induzidos pela síntese de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NO e outras espécies reativas de oxigênio (ROS), possa induzir genes reguladores da síntese de compostos do metabolismo secundário (ERKAN, et al., 2008; SEVERO, et al. 2011). Vários estudos utilizando esse agente estressor na pós-colheita vêm sendo realizados com o intuito de alterar o metabolismo de frutos, como em tomate (LIU, et al. 1993), pêssego (EL GHAOUTH et al., 2003), brócolis (COSTA, et al. 2006), pimenta (VICENTE et al. 2005) e morango (POMBO et al., 2011). Esses estudos obtiveram resultados promissores, com destaque para a prevenção de podridões (POMBO et al., 2011), retardo na maturação (LÓPEZ-MALO & PALOU, 2005) e o incremento do potencial funcional (ERKAN, et al., 2008). A aplicação da UV-C em plantas de amendoim (TANG et al. 2009), videira (WANG, et al. 2010) e macieira (KONDO, et al., 2011) durante o ciclo vegetativo, elevou o teor de resveratrol endógeno, a capacidade antioxidante e a atividade de enzimas do sistema antioxidante nas folhas destes vegetais. No entanto, faltam estudos que visem elucidar o benefício desta aplicação UV-C nos frutos provenientes das plantas tratadas.

Em trabalho preliminar realizado pela equipe de pesquisa desse trabalho foi observado que morangueiros radiados com UV-C durante o cultivo produzem frutos com maiores teores de compostos provenientes do metabolismo secundário, tais como compostos fenólicos, ácido L-ascórbico e um conseqüentemente aumento na atividade antioxidante (CRIZEL, et al. 2011). Como se trata de um agente estressor potente lançou-se a hipótese de que a radiação UV-C aplicada durante o ciclo de cultivo, além de afetar a qualidade dos produtos naquele ciclo, pode resultar em alterações nos frutos do ciclo sucessivo. Para se testar essa hipótese, foram produzidas mudas a partir de plantas tratadas

e não tratadas com UV-C e avaliou-se o teor de ácido L-ascórbico, antocianinas totais e carotenóides totais dos frutos provenientes desse material.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido Pelotas-RS-Brasil, em casa de vegetação (latitude 31°41' Sul e longitude 52°21' Oeste), a 60 m de altitude, sendo a incidência de radiação UV-C solar média no local de 1,42 kJ m<sup>-2</sup>. As plantas matrizes de morangueiros cv. Aromas foram cultivadas em sistema hidropônico (NFT). Dois tratamentos foram aplicados: T1- controle, mudas provenientes de matrizes que não sofreram aplicação de luz UV-C artificial durante o ciclo vegetativo; T2 – mudas de matrizes com aplicação de luz UV-C artificial, com uma incidência de 3,7 kJ.m<sup>-2</sup> a cada 72 horas por 10 minutos (CRIZEL, 2011). Nesse segundo caso após 34 aplicações do tratamento na matriz, os estolões emitidos foram transplantados, constituindo-se em mudas do tratamento T2. As mudas de ambos os tratamentos foram cultivadas em sistema hidropônico e quando os frutos, de ambos os tratamentos, atingiram 100% de recobrimento com coloração avermelhada, foram coletados e armazenados em ultra-freezer até o momento das análises.

A determinação do teor de ácido ascórbico foi realizada pelo método titulométrico, com solução de 2,6-diclorofenolindofenol (DCFI) conforme AOAC, 1995, e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico. 100g<sup>-1</sup> de fruta fresca. O teor de antocianinas totais foram avaliadas pelo método de Lee e Francis (1972), com modificações, realizando leituras em espectrofotômetro a 520 nm, com resultados expressos em mg cyanidin 3-glucoside.100g<sup>-1</sup> de fruta fresca. O teor de carotenóides totais foi realizado segundo método descrito por Vizzotto et al. (1999), sendo os resultados expressos em mg equivalente de β-caroteno.

Os dados da quantificação foram submetidos à análise de homocedasticidade, pelo teste de Hartley. Após o cumprimento dos pressupostos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias analisadas pelo teste t com significância de p ≤ 0,05.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao se analisar o efeito da radiação UV-C nas mudas sobre potenciais alterações nos frutos observou-se que o teor de ácido L-ascórbico, de antocianinas totais e de carotenóides totais foram superiores em frutos colhidos de plantas que haviam recebido tratamento com radiação UV-C no ciclo anterior (Tabela 1). Desse modo, confirmou-se plenamente a hipótese.

Tabela 1. Teor de ácido ascórbico, antocianinas totais e carotenóides totais de morangos cv. Aromas provenientes de plantas de matrizes radiadas(T2) e não tratadas (T1) com UV-C.

Tratamentos	AA (mg.100g <sup>-1</sup> )	AT (mg eq. cianidina-3- glicosídeo.100g <sup>-1</sup> )	CT (mg eq. β- caroteno.100g <sup>-1</sup> )
T1	31,35b	104, 343b	4,14b
T2	35,75a	130, 625a	6,45a

T1 – frutos controle. T2 – frutos clones de matrizes tratadas com UV-C. AA- ácido ascórbico, AT – Antocianinas totais, CT- Carotenóides totais. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de t (p ≤0,05).

Os maiores teores de ácido L-ascórbico e de pigmentos provavelmente foram resultado da radiação ionizante, que pode estar estimulando genes das respectivas vias biossintéticas, pois estes pigmentos são moléculas que fornecem proteção ao órgão vegetal e possuem capacidade de inativar radicais livres permanecendo estáveis (KHANIZADEH, 2009). A radiação UV-C, ao incidir sobre o órgão vegetal, gera espécies reativas (ROS), como  $H_2O_2$ ,  $^1O_2$ , OH e  $O_2^-$ , fazendo com que as células acionem mecanismos de proteção, seja por sistemas enzimáticos antioxidantes e/ou pela produção de moléculas com potencial antioxidante (compostos terpênicos e fenólicos, ácido ascórbico, entre outros) (KUMARI; SINGH & AGRAWAL, 2010). Nos morangos deste estudo, houve maior síntese de ácido L-ascórbico, antocianinas totais e carotenóides totais provavelmente com resposta visando a defesa das células.

As antocianinas são pigmentos que inativam as ROS, são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células. Como as plantas matriz receberam inúmeras aplicações do agente estressor UV-C possivelmente elevaram sua resistência a estas espécies reativas através do incremento de pigmentos no fruto. Esta característica está presente nos frutos oriundos de plantas provenientes de matrizes radiadas com UV-C. Da mesma forma, os carotenóides dos frutos oriundos de plantas com matrizes radiadas agem auxiliando na proteção da clorofila para que o processo da fotossíntese não seja afetado frente à incidência de luz ultravioleta (FARIA et al., 2008), estes compostos são responsáveis por filtrar a energia luminosa deixando passar somente a parte fotossinteticamente ativa dessa luz, além de ter a função de inativar radicais livres.

Desse modo, pode-se considerar que a aplicação de UV-C em matrizes de morangueiros durante o estolonamento, estimula o acúmulo de compostos fitoquímicos nos frutos das plantas-filhas, contribuindo significativamente para melhorar os teores de compostos citados como benéficos à saúde, como é o caso do ácido L-ascórbico (ULLAH, et al., 2011), antocianinas totais (ZHENG et al., 2011) Esses dados sugerem que matrizes de morangueiros podem ser tratadas com radiação UV-C com intuito de que suas mudas produzam frutos com maiores teores de compostos fitoquímicos, o que proporciona a produção de morangos com teores mais elevados de pigmentos, sem a necessidade ou complementando a aplicação de luz UV C durante o cultivo.

#### **4. CONCLUSÕES**

A aplicação de radiação UV-C durante o ciclo vegetativo de formação de estolões resulta em mudas que produzem frutos com maiores teores de ácido L-ascórbico, antocianinas totais e carotenóides totais. Como contribuição tecnológica o estudo traz uma nova opção para o incremento de compostos potencialmente funcionais em morangos, com a possibilidade de implantação dessa nova técnica (UV-C), a fim de obter um produto com maior valor agregado que o convencional.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

À FAPERGS pelo auxílio à pesquisa e ao CNPq e Capes, pelos auxílios à pesquisa e pelas bolsas.

#### **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BAGCHI, D.; SEN, C.K.; BAGCHI, M.; ATALAY, M. Antiangiogenic, Antioxidant, And Anti-Carcinogenic Properties Of A Novel Anthocyanin-Rich Berry Extract Formula. **Biochemistry**, Moscou, v.69, n.1, p.75-80, 2004.
- CRIZEL, G. R., ANTES, S., CANTILLANO, R.F., AVILA, C. J. C., MEDEIROS, C. A. B, SILVA, J.A, ROMBALDI, C. V. Aplicação De Uv-C Durante O Cultivo No Acúmulo De Compostos Fitoquímicos Em Morangos, Cv. Aromas. In: 9° SLACA, 2011, Campinas. **9° SLACA**, 2011.
- COSTA, L., VICENTE, A. R., CIVELLO, P. M., CHAVES, A. R., MARTINEZ, G. A. UV-C treatment delays postharvest senescence in broccoli florets. **Postharvest Biology and Technology**, v.39, p.204–210, 2006.
- 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.
- EI GHAOUTH, A. E.; WILSON, C. L.; CALLAHAN, A. M. Induction of Chitinase, B-1,3-Glucanase, and Phenilalanine Ammonia Lyase in Pech Fruit by UVC Treatment. **Biological Control**, v. 93, p. 349 - 355, 2003.
- FAN, L.; DUBÉ, C.; FANG, C. ROUSSEL, D. CHARLES, M. T.; DESJARDINS, Y.; KHANIZADEH. S. Effect of production systems on phenolic composition and oxygen radical absorbance capacity of 'Orléans' strawberry. **LWT - Food Science and Technology**, Volume 45, Issue 2, p. 241-245, 2012.
- FARIA, J.P.F., A.F. , SILVA, L.C.R., VIEIRA,R.F.V., AGOSTINI-COSTA, T.S. Caracterização da polpa do coquinho-azedo (*Butia capitata* var. *capitata*). **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.820-822, 2008.
- KONDO, S.; FIEBIG, A.; OKAWA, K.; OHARA, H.; KOWITCHAROEN, L.; NIMITKEATKAI, H.; KITTIKORN, M. Jasmonic acid, polyamine, and antioxidant levels in apple seedlings as affected by Ultraviolet-C irradiation. **Plant Growth Regul.** v.64, p.83–89, 2011.
- KUMARI, R.; SINGH, S.; AND. AGRAWAL, S. B. Response of ultraviolet-B induced antioxidant defense system in a medicinal plant, *Acorus calamus*. **Journal of Environmental Biology**. v.31, n.6, p. 907-911, 2010.
- KHANIZADEH, S.; REKIK, 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.
- LOPEZ-MALO, A.; PALOU, E. Ultraviolet Light and Food Preservation. In: BARBOSÁ-CÁNOVAS, G.V.; TAPIA, M.S.; CANO, M.P. **Novel Food Processing Technologies**. CRC Press, New York, Cap. 18, p. 405–421, 2005.
- POMBO, [M. A.](#); ROSLI, [H. G.](#); MARTINEZ, [G. A.](#); [CIVELLO](#), P. M. UV-C treatment affects the expression and activity of defense genes in strawberry fruit (*Fragaria x ananassa*, Duch.) **Postharvest Biology and Technology**. v.59, p. 94-102, 2011.
- 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.
- 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**, v.35, p.69–78, 2005.
- TANG, K., ZAHN, C., YANG, H. R., HUAN, GUANG, W. D. Changes of resveratrol and antioxidant enzymes during UV-induced plant defense response in peanut seedlings. **Journal of Plant Physiology**. v. 167, n. 2, p.95-102, 2009.
- ULLAH, M. F.; KHAN, H. Y.; ZUBAIR, H.; SHAMIM U.; AND HADI. S. M. 2011. The antioxidant ascorbic acid mobilizes nuclear copper leading to a prooxidant breakage of cellular DNA: implications for chemotherapeutic action against cancer. **Cancer**

**chemotherapy and pharmacology** Ullah v.67 n.1 p.103 -110.

ZHENG, J.; DING, C.; WANG,L.; LI, G.; SHI, J.; LI, H.; WANG, H.; SUO, Y. 2011. Anthocyanins composition and antioxidant activity of wild *Lycium ruthenicum* Murr. from Qinghai-Tibet Plateau. v. 126, p. 859-865.