

Área: Ciência de Alimentos

INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO COM UV-C DURANTE O CULTIVO DE MORANGUEIROS NA PRODUTIVIDADE E NAS CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICO-FISIOLÓGICAS DOS FRUTOS

Ícaro Borges Tavares*, Liana Nunes Barbosa, Isadora Rubin de Oliveira, Giseli Rodrigues Crizel, Fabio Clasen Chaves, Cesar Valmor Rombaldi

Laboratório de Biotecnologia de Alimentos, Curso de Agronomia, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

**E-mail: icarob.tavares@yahoo.com.br*

RESUMO – Durante o cultivo e na pós-colheita do morango, os frutos são altamente susceptíveis à podridões, assim, a utilização frequente, por vezes em excesso de fungicidas durante o cultivo é uma prática comum na produção deste fruto, levando a problemas de contaminações ambientais e de saúde. A radiação UV-C é conhecida por possuir potencial antimicrobiano e por ser ambientalmente inócua, não deixando resíduos tóxicos nos alimentos. Entretanto, quando aplicada na superfície de vegetais pode desencadear alterações metabólicas decorrentes do estresse gerado. Vários estudos com aplicação de UV-C na pós-colheita de frutos têm demonstrado retardado na maturação e com isso aumento do tempo de conservação dos frutos, aumento de compostos fenólicos, antocianinas, vitaminas e atividade antioxidante, bem como, fitoalexinas e PR-proteínas. Entretanto, ainda são escassos estudos com aplicação de UV-C no cultivo de plantas frutíferas. Portanto, objetivou-se avaliar possíveis alterações metabólicas em plantas de morangueiros e nos respectivos frutos tratados com UV-C. Para isto, foram estudadas algumas características agrônômicas, como, teor de clorofilas totais das folhas e produtividade, além de parâmetros de maturação dos frutos como pH, °Brix, acidez, coloração da epiderme (°Hue) e textura. O tratamento com UV-C no cultivo de morangueiros diminuiu o teor de clorofilas das folhas, a produtividade das plantas e também o peso médio dos frutos. Um retardo na maturação dos frutos tratados com UV-C também foi observado através do menor teor de sólidos solúveis totais (°Brix), entretanto a coloração da epiderme foi intensificada.

Palavras-chave: Estresse abiótico. Morango. Características físico-químicas.

1 INTRODUÇÃO

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.), popularmente denominado fruto é amplamente consumido em função do seu aspecto atraente e sabor pronunciado (SEVERO et al., 2011), apresenta elevado teor de compostos antioxidantes que são amplamente divulgados, por agirem em benefício da saúde humana (JIN et al., 2011).

Sabe-se que o cultivo de morangueiro, enfrenta desafios relacionados à elevada perecibilidade dos frutos tornando-o suscetível ao ataque de patógenos (JIN et al., 2011). Por consequência disso, altas doses de agrotóxicos são utilizadas no seu cultivo, acarretando em sérios problemas ambientais e de saúde (FERNANDES et al., 2011). Nesse contexto, estudos utilizando práticas agrícolas que não produzam resíduos tóxicos e que ao mesmo tempo diminuam a incidência de podridões têm sido estudados (POMBO et al., 2011). A radiação UV-C na pós-colheita de frutos, tem sido utilizada por possuir ação antimicrobiana, entretanto, foi observado também que o tratamento com UV-C ativa alterações metabólicas nos frutos e aumenta o teor de metabolitos com ação antioxidante (SEVERO, 2011). Entretanto, até o presente momento não há relatos na literatura a respeito do tratamento com UV-C durante o cultivo dos frutos, toranando-se importante observar inicialmente o comportamento de plantas quanto à produtividade, que é um indicador de viabilidade econômica desta tecnologia, bem como, parâmetros de maturação dos frutos, como indicadores de qualidade. Deste modo, onjetivou-se estudar o efeito da radiação UV-C durante o cultivo de morangueiros nas características agrônômicas e nos parâmetros de maturação dos morangos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material vegetal

O experimento foi realizado em casa de vegetação (8 x 12 m) disposta no sentido norte-sul, revestida com filme de polietileno de baixa densidade (200 μm de espessura). As mudas de morangueiro, cultivar Camarosa, foram transplantadas em 25 de maio 2012, adotando exatamente o sistema de cultivo descrito por Portela et al. (2012). O espaçamento utilizado foi de 20 cm entre plantas nos canais de cultivo e 40 cm entre linhas, resultando em 12,5 plantas m^{-2} de área útil. A composição nutritiva utilizada foi exatamente aquela descrita por Sonneveld & Straver (1994), diluída para uma condutividade elétrica (CE) de 1,5 dS m^{-1} . A condutividade da solução de recirculação foi monitorada diariamente, empregando-se um eletrocondutímetro digital Instrutherm CDR-870, assim como o pH foi mantido entre 5,5 e 6,5 com a adição de solução de KOH 1mol/L ou H_2SO_4 1 mol/L, conforme o caso. Quando houve variação superior a 10% no valor da CE fez-se a reposição de nutrientes ou de água. A circulação da solução nutritiva foi feita por 15 minutos a cada 45 min

totalizando 24 circulações diárias. Até 20 dias após o transplante todas as flores foram removidas de modo a proporcionar o bom crescimento vegetativo (formação de 5 a 7 folhas). A partir daí, realizaram-se as práticas culturais clássicas para o cultivo do morangueiro, e após o surgimento dos primeiros botões florais, foi realizada polinização manual.

Para a aplicação de UV-C utilizaram-se lâmpadas UV-C “Phillips®” 30 W. A distância entre as lâmpadas e a parte superior das plantas foi de aproximadamente 1 metro, a intensidade da radiação emitida pelas lâmpadas foi quantificada com um medidor de luz UV digital (RS-232 Modelo MRUR-203, “Instrutherm”), resultando em uma intensidade de $3,7 \text{ kJ.m}^{-2}$ por aplicação. A aplicação do tratamento ocorreu a partir do aparecimento das flores até a colheita dos morangos. A radiação foi aplicada às 19h00, durante 10 minutos, a cada dois dias até o momento da colheita, totalizando 24 radiações. Ao final do tratamento (24 radiações) foram realizadas análises agrônomicas no morangueiro e colheita dos frutos para as avaliações dos parâmetros de maturação dos frutos. Deste delineamento originaram-se dois tratamentos: T1 – controle (sem aplicação de radiação UV-C); e, T2 – aplicação de radiação UV-C.

2.2 Características agrônomicas

O teor de clorofila total das folhas do morangueiro foi realizado através de medidor Eletrônico (CFL1030, Falker), medindo-se três folhas por planta de cada unidade experimental, após 24 aplicações de UV-C e expressa em índice de clorofila Falcker (ICF). A produtividade foi quantificada mediante a pesagem de todos os frutos maduros colhidos de cada planta, determinando-se a produção em kg.planta^{-1} .

2.3 Parâmetros de maturação

. Para análise de sólidos solúveis totais, foi utilizado refratômetro digital (0 a 32%) e os valores foram expressos em °Brix. A acidez total titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,1mol/L até pH 8,1 e os valores expressos em mg de ácido cítrico por 100 g de fruto. A coloração da epiderme dos frutos foi medida em colorímetro (Minolta Chromometer Modelo CR 300, D65, Osaka, Japan) e o cálculo do ângulo Hue (°Hue), que define a tonalidade de cor, foi determinada com base nos valores de a^* e b^* ($^{\circ}\text{Hue} = \tan^{-1} b^*/a^*$). A firmeza de polpa dos frutos foi medida utilizando texturometro (TA.XT *plus*®) e expressa em Newton (N)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da radiação UV-C durante o cultivo dos morangueiros afetou as características agrônomicas e de maturação dos frutos. Foi observado diminuição no teor de clorofilas totais das folhas, produtividade de frutos por planta, massa média dos frutos, e também diminuição no acúmulo de sólidos solúveis totais (°Brix), no entanto verificou-se uma melhor evolução da coloração, representada pelo menor

ângulo Hue° (Figura 1, Tabela 1). Em relação à firmeza de polpa, pH e acidez não foi observada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1).

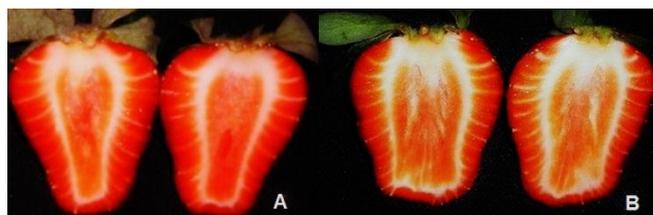


Figura 1 – Morangos do tratamento com UV-C durante o cultivo (A) e morangos do tratamento controle (B).

Tabela 1 – Características agrônômicas de morangueiros e parâmetros de maturação dos frutos tratados com e sem radiação UV-C durante o cultivo.

Trat.	Clorofilas totais (ICF)	Produtividade Kg.planta ⁻¹	Peso médio g.fruto ⁻¹	°Brix	pH	Cor (°Hue)	Acidez (mg ác. cítrico.100g frut. ⁻¹)	Firmeza de polpa (N)
Sem UV-C	53,2 a	3,4 a	30 a	5,6 a	3,3 a	32,3 a	7,59 a	3,45 a
Com UV-C	47,5 b	1,3 b	16 b	5,1 b	3,3 a	30,2 b	8,00 a	3,48 a

*Médias seguidas por letra distinta na mesma coluna diferem entre si pelo teste t ($p \leq 0,05$).

É sabido que as plantas, quando expostas a estresses bióticos e abióticos, precisam desenvolver mecanismos de adaptação (RAMAKARISHNA; RAVISHANKAR, 2011). Esses mecanismos envolvem uma reprogramação celular para o desenvolvimento de respostas moleculares, bioquímico- fisiológicas, que aumentam o gasto de energia da planta, o que pode influenciar na produtividade dos frutos. E como observado neste estudo (tabela1), os morangueiros tratados com UV-C no cultivo apresentaram menor produtividade. Outra hipótese pode estar relacionada com o teor de clorofilas totais que são os pigmentos responsáveis pela captação de luz durante a fotossíntese. portanto a medida do teor desses pigmentos é uma medida direta da taxa fotossintética dos vegetais. Segundo SILVA et al., 2011, o menor teor de clorofilas das plantas afeta negativamente o metabolismo primário dos frutos. Sabe-se que quando as plantas são submetidas a condições de estresse, espécies reativas de oxigênio (ROS) são geradas (LEMOINE; CHAVES; MARTÍNEZ, 2010). Desse modo, é possível que nesse trabalho, a produção de ROS tenha ultrapassado a capacidade de defesa do sistema antioxidante da planta, ocasionando um estresse oxidativo e alterando o aparato fotossintético. Rai et al., (2011) observaram alterações morfológicas como diminuição da área foliar, diminuição de clorofilas e redução de biomassa ao aplicar radiação UV-C em plantas de Artemísia. Entretanto o teor de flavonóides e o metabólito artemisina que era alvo do estudo aumentaram com a aplicação da radiação. Silva et al., (2011) aplicaram radiação UV-C em plantas de *Glicine max* e observaram danos fotoinibitórios no fotossistema II, o que segundo

Souza et al., (2005) pode gerar menor poder redutor (NADPH) para a fase bioquímica da fotossíntese e diminuir as taxas de fixação de carbono, que por sua vez influenciam em todos os processos metabólicos da planta, refletindo na diminuição da produtividade, assim como observado nos morangueiros tratados com UV-C. Entretanto, a produção de ROS ainda necessita ser avaliada para a confirmação da hipótese.

Em relação aos parâmetros de maturação (tabela 1) pode-se observar que em ambos os tratamentos, o valor do °Brix ficou abaixo do que é citado na literatura (7° a 8° Brix) para morangos maduros (GARCÍA; HERRERA; MORILLA, 1996). Além disso, os frutos de plantas tratadas com UV-C apresentaram menor teor de sólidos solúveis totais (°Brix) em relação aos frutos controle, possivelmente em decorrência da menor taxa fotossintética. Outra hipótese é de que os frutos poderiam estar em estágio menos avançado de maturação em relação aos frutos não tratados. No entanto, os frutos apresentavam uma coloração totalmente avermelhada (Figura 1). Barka et al., (2000) observaram retardo na maturação de tomates submetidos a radiação UV-C na pós-colheita, o atraso na maturação foi relacionado com o a diminuição da coloração vermelha e na maior firmeza de polpa dos frutos. Neste estudo a maturação do morango parece estar relacionada com o teor de açúcares, pois a firmeza de polpa não foi alterada e a coloração da superfície dos frutos apresentou menor ângulo Hue (tabela 1), que de acordo com Severo (2009) diminui com o aumento da maturação do morango.

4 CONCLUSÃO

O tratamento com UV-C durante o cultivo de morangueiros diminuiu o teor de clorofilas totais das folhas, a produtividade, peso médio e sólidos solúveis totais dos frutos. Entretanto uma melhor evolução da coloração dos frutos foi observada.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à Fapergs pelo auxílio à pesquisa, e à Capes e ao CNPq pela concessão de bolsas.

6 REFERÊNCIAS

Barka, E. A., Kalantari, S., Makhlof, J., & Arul, J. (2000). Impact of UVC irradiation on the cell wall-degrading enzymes during ripening of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruit. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, 48, 667–671.

- FERNANDES, V. C.; DOMINGUES, V. F.; MATEUS, N.; DELERUE-MATOS, C. Organochlorine pesticide residues in strawberries from integrated pest management and organic farming. **Journal of Food Agricultural and Food Chemistry**. v. 59, p. 7582-7591, 2011.
- GARCÍA, J. M.; HERRERA, S.; MORILLA, A. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. **Journal Agricultural and Fod Chemistry**. v.44, p. 30-33, 1996.
- JIN, P.; WANG, S. Y.; WANG, C. Y.;ZHENG, Y. Effect of cultural system and storage temperature on antioxidant capacity and phenolic compounds in strawberries. **Food Chemistry**. v. 124, p.262-270, 2011.
- LEMOINE, M. L.; CHAVES, A. R.; MARTÍNEZ, G. A. Influence of combined got air and UV-C treatment on the antioxidant system of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* L. var. Italica). **LWT- Food Science and Technology**. v. 43, n. 9, p. 1313-1319, 2010.
- MACKENZIE, S. J.; CHANDLER, C. K.; HASING, T.; WHITAKER,V.M. The role of temperature in the late-season decline in soluble solids content of strawberry fruit in a subtropical produvtion system. **Hort Science**. v. 46, p. 1562-1566, 2011.
- 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.
- RAI, R.; MEENA, R. P.; SMITA, S. S.; SHUKLA, A.; RAI, S. K.; RAI, S. P. UV-B and UV-C pre-treatments induce physiological changes and artemisin biosynthesis in *Artemisia annua* L. – An antimalarial plant. **Journal of Photochemistry and Photobiology: Biology**. v. 105, n. 3, p. 216-225, 2011.
- RAMAKRISHNA, A.; RAVISHANKAR, G. A. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. **Plant Signalling Behavior**. Austin – USA, v.6, n.11, p. 1720-1731, 2011.
- SEVERO, J., 2009. Maturação e UVC na expressão transcricional de genes envolvidos nas rotas metabólicas de parede celular, compostos fenólicos e aromas em morango. 94f. **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.
- SEVERO, J. 2011. Radiação UV-C altera a transcrição de genes e as respostas fisiológicas em tomate e morango. 122f. **Tese de Doutorado**, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.
- SILVA, P. E. M.; SANTIAGO, E. F.; SILVA, E. M.; SÚAREZ, Y. R.; DALOSO, D. M. Chlorophyll-a fluorescence and symmetry deviation as tools for investigating plants under stress. **Idesia**. v. 29, n. 3, p. 45-52, 2011.
- SOUZA, G. M.; VIANA, J. O. F.; OLIVEIRA, R. F. Asymmetrical leaves induced by water deficit show asymmetric photosynthesis in common bean. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. V. 17, p. 223-227, 2005.