

A APLICAÇÃO DE RADIAÇÃO UV-C DURANTE O CULTIVO DE TOMATES MICRO TOM AFETA O ACUMULO DE CAROTENOIDES

*Leandro da Rosa Maciel¹; Icaro Borges Tavares¹; Isadora Rubin de Oliveira²;
Fabio Clasen Chaves³; Cesar Valmor Rombaldi³*

¹ Aluno de Graduação em Agronomia – FAEM- UFPel; ² Doutoranda em Biotecnologia – CDTec – PPGB-UFPel; ³ Professor Adjunto – PPGCTA-FAEM-UFPel

1. Introdução

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* Mill.) pertence à família *Solanaceae*, sendo a cultivar Micro Tom pertencente ao grupo dos tomates cereja, amplamente utilizados como modelo de estudo para frutos climatérios, devido à facilidade de cultivo, pequeno porte das plantas, alta produtividade e à grande disponibilidade de bancos de dados desse fruto. Estudos visando elucidar aspectos da sua fisiologia, metabolismo, conservação, com o objetivo de fornecer ao consumidor um fruto de melhor qualidade são realizados com esse fruto (BRAVO et al., 2012; TIECHER et al; 2013). Uma das perspectivas mais pautadas, está a busca de frutos com altos teores de moléculas antioxidantes, como é o caso de carotenoides (LONG, et al., 2006). Estratégias por meio da aplicação de estresses abióticos (hídrico, salino, hormônios, UV-C) visando biofortificar o teor desses compostos têm sido amplamente documentados (LIU et al., 2009; BRAVO et al., 2012; TIECHER et al., 2013). Aliado ao efeito de biofortificação, esses estresses parecem influenciar também no processo de amadurecimento e, por conseguinte, na qualidade dos frutos no que se concerne à conservação (STEVENS et al., 1998; TIECHER et al., 2013).

Ao contrário da aplicação de UV-C na pós-colheita de vegetais, a literatura sobre aplicação desse estresse na pré-colheita de frutos ainda é escassa, ou melhor, não foi encontrada nos principais sítios web que abastecem os referenciais teóricos acerca desse tema. Assim, ainda não é elucidado quais doses de UV-C são adequadas e quais são os efeitos na qualidade dos frutos. Nesse contexto, emitiu a hipótese de que a aplicação de estresse moderados com UV-C durante a pré-colheita de tomate pode biofortificar o teor de carotenoides e retardar o amadurecimento.

2. Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da UFPel, Campus Capão do Leão, durante o período de julho 2013 a julho 2014. Foi utilizado um esquema bifatorial (3X3) inteiramente casualizado. Foram testadas 3 intensidades de radiação UV-C (0,225; 0,675; e 1,2KJ) e número de aplicações de radiação UV-C durante o cultivo (20, 30 e 36 radiações) (Tabela 1), o delineamento é, então, composto por 9 tratamentos UV-C e 1 controle, sem UV-C. A unidade experimental foi constituída de 5 plantas, realizando-se 3 repetições biológicas e três repetições técnicas. Para germinação das sementes e cultivo das plantas, foram utilizados vasos de 250 mL e substrato orgânico para plantas. As adubações foram realizadas nos períodos de 20 dias após a germinação e no início da frutificação, empregando-se cerca de 1,0g de fertilizante da marca Nutrija, constituído de N(10%),P(10%),K(10%) em cada vaso. Para os tratamentos com UV-C, a fonte de radiação foi composta de quatro lâmpadas germicidas (Phillips® 30W), com comprimento de onda de 254nm, dispostas a 30cm de distancia do ápice das plantas. As intensidades das radiações foram determinadas com medidor de luz ultravioleta digital (RS-232 Modelo MRUR-203, Instrutherm®). O início dos tratamentos aconteceu 1 semana após a floração até a colheita dos frutos.

Tabela 1 – Delineamento experimental inteiramente casualizado com esquema bifatorial (3x3).

Tratamentos	Variáveis Independentes		Variáveis Dependentes
	Dose (KJ)	Total de radiações	
controle	0	0	Firmeza de polpa
1	0,225	36	Cor
2	0,225	30	Acidez
3	0,225	20	°Brix
4	0,675	36	Licopeno
5	0,675	30	B-caroteno
6	0,675	20	Zeaxantina
7	1,2	36	Luteína
8	1,2	30	Fitoflueno
9	1,2	20	

2.1 Análises físico-químicas relacionadas à maturação

Para análise da maturação dos frutos determinou-se: firmeza de polpa com auxílio de texturômetro (Texture Analyzer, TA. XT plus, Stable Micro

Systems Texture Technologies[®]); coloração, através do uso de colorímetro (Minolta Chromometer Modelo CR 300, D65, Osaka, Japan), com 8 mm de abertura no padrão CIE-L*a*b*; acidez total titulável, através da titulação de 2g de polpa de frutos com NaOH 0,1N; e, °Brix através de medida em refratômetro digital de mão da marca ATAGO[®], modelo PAL-1.

2.2 Determinação de carotenoides

O método de extração de carotenoides totais seguiu os procedimentos descritos por Rodriguez-Amaya (2001). A quantificação dos carotenoides foi mensurada em espectrofotômetro através da leitura em diferentes comprimentos de onda, 450 nm para β -caroteno, 470 nm para licopeno, 449 nm para zeaxantina, 445 para luteína e 348 para fitoflueno, os resultados foram expressos em teor de cada carotenoide (μg) por grama de fruta fresca (fw).

2.3 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa R (R Development Core Team 2012), primeiramente foi analisada presença ou ausência de interação entre os fatores, posteriormente os dados foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e os efeitos dos tratamentos foram avaliados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

3. Resultados e discussão

De modo geral pode-se observar que os tratamentos 2, 3, 5, 6 e 8, com intensidades moderadas de UV-C, resultaram em aumento dos teores de licopeno, β -caroteno, zeaxantina e luteína em relação ao tratamento controle (Tabela 2), com destaque para o tratamento 8 que apresentou os maiores níveis. Entretanto, nos tratamentos 1, 4 e 7, com alta intensidade de UV-C, o teor de carotenoides estudados não diferiu daquele dos frutos controle. Já, para o teor de fitoflueno, o único tratamento que apresentou diferença do controle foi o tratamento 8. Esses resultados confirmam a hipótese de que o estresse moderado com UV-C durante o cultivo pode biofortificar o teor de carotenóides.

Tabela 2 – Teor de carotenóides em tomates tratados com diferentes intensidades de radiação UV-C durante o cultivo

Trat.	Licopeno (µg/g fw)	B-caroteno (µg/g fw)	Zeaxantina (µg/g fw)	Luteína (µg/g fw)	Fitoflueno (µg/g fw)
Controle	19,113c ^{1/}	23,8225 d	26, 665 d	24,5345 d	45,074 b
1	63,083 ab	61,755 abcd	68,925 abcd	64,643 abcd	46,001 b
2	71,699 a	71,14 abc	79,728 abc	71,559 abc	73,341 ab
3	77,832 a	78,261 ab	87,206 ab	81,758 ab	81,172 ab
4	42,854 abc	45,759 bcd	51,142 bcd	47,487 bcd	51,477 b
5	66,187 ab	67,639 abc	75,629 abc	70,705 abc	65,644 b
6	67,265 ab	70,022 abc	77,944 abc	72,381 abc	76,172 ab
7	27,49 bc	34,156 cd	38,1095 cd	35,231 cd	55,588 b
8	80,485 a	87,523 a	97,566 a	90,300 a	119,494 a
9	46,932 abc	55,403 abcd	61,653 abcd	56,635 abcd	89,275 ab

^{1/} Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Em relação aos parâmetros de maturação, a coloração foi o que apresentou comportamento típico de retardo de maturação, a qual pode ser observada através dos maiores valores de °Hue para os tratamentos 5, 7 e 8 (tabela 3), que são característicos de tomates menos avermelhados (TIECHER et al., 2013) e valores menores de °Hue para o controle e os tratamentos menos intensos com UV-C, característicos de tomates mais avermelhados. Essa diferença também pode ser observada na figura 1. Entretanto, o °brix, a acidez e a firmeza de polpa não apresentaram comportamento típico de retardo de maturação, pelo contrário, os tratamentos 1 e 5 diminuíram a firmeza de polpa dos frutos, e o tratamento 8 aumentou o °brix, com exceção do tratamento 7 que aumentou a firmeza de polpa e reduziu o °brix (tabela 3).

Tabela 3 – Análises físico-químicas relacionadas à maturação dos frutos.

Trat	Firmeza de polpa (N)	°Hue	Acidez total titulável (eq.grama de ácido cítrico/g)	°Brix
Controle	2,638 ab ^{1/}	34,437 d	2,41 b	6,95 abc
1	2,251 abc	35,855 d	2,43 b	8,1 ab
2	1,305 cd	34,590 d	3,93 a	6,3 bc
3	2,089 bc	36,266 d	3,08 ab	6,8 abc
4	2,041 bc	37,211 bcd	3,25 ab	6,7 abc
5	0,773 d	39,596 abc	2,35 b	7,57 ab
6	2,471 abc	36,147 d	2,63 b	6,95 abc
7	3,366 a	42,809 a	3,08 ab	5,48 c
8	2,485 abc	40,240 ab	3,24 ab	8,2 a

9 2,577 ab 36,636 cd 3,91 a 7,87 ab

^{1/} Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).



Fig. 1 – Tomates Micro Tom provenientes dos tratamentos com diferentes doses de UV-C.

4. Conclusão

Tratamentos moderados com UV-C durante o cultivo de tomate Micro Tom biofortificam os frutos em carotenoides.

5. Agradecimentos

Ao CNPq e Fapergs pelo auxílio à pesquisa e pelas bolsas, à Capes pelo auxílio bolsa, e à UFPel pelo auxílio bolsa.

6. Referências

- BRAVO, S.; GARCÍA-ALONSO, J.; MARTÍN-POZUELO, G.; GÓMEZ, V.; SANTAELLA, M.; NAVARRO-GONZÁLEZ, I.; PERIAGO, M.J. The influence of post-harvest UV-C hormesis on lycopene, β -carotene, and phenolic content and antioxidant activity of breaker tomatoes. **Food Research International**, v. 49, p. 296–302, 2012.
- LIU, L. H.; ZABARAS, D.; BENNETT, L. E.; AGUAS, P.; WOONTON, B. W. Effects of UV-C, red light and sun light on the carotenoid content and physical qualities of tomatoes during post-harvest storage. **Food Chemistry**, v. 115, p. 495-500, 2009.
- LONG, M.; MILLAR, D. J.; KIMURA, Y.; DONOVAN, G.; REES, J.; FRASER, P. D.; BRAMLEY, P. M. Metabolite profiling of carotenoid and phenolic pathways in mutant and transgenic lines of tomato: Identification of a high antioxidant fruit line. **Phytochemistry**, v. 67, p. 1750–1757, 2006.
- STEVENS, C.; LIU, J.; KHAN, V. A.; LU, J. Y.; WILSON, C. L.; IGWEGBE, E. C. K.; KABWE, M. K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. Application of hormetic UV-C for delayed ripening and reduction of *Rhizopus* soft rot in tomatoes: the effect of tomatine on storage rot development. **Journal Phytopathology**, v. 146, p. 211-221, 1998.
- TIECHER, A.; ARANTES, L.P.; CHAVES, F.C.; ROMBALDI, C.V. UV-C effect on ethylene, polyamines and the regulation of tomato fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, v.86, p.230-239, 2013.