

A RADIAÇÃO UV-C PROPORCIONA UMA MELHOR MANUTENÇÃO DOS TEORES DE CAROTENOIDES TOTAIS EM AMORA-PRETA?

Letícia Winke Dias¹; André Pich Brunes²; David Bandeira da Cruz³; Andreia da Silva Almeida⁴; Miriane Lucas Azevedo⁵

¹Engenheira agrônoma. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas. E-mail: leticiawinke@yahoo.com.br - Pelotas/RS – Brasil.

²Engenheiro agrônomo. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas.

³Engenheiro agrônomo. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas.

⁴Bacharel em Ciências Biológicas. Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas.

⁵Prof^a. Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé.

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

A amora-preta tem em sua composição importantes fontes de fitoquímicos, entre os quais estão presentes os carotenoides, vitaminas, tocoferóis e compostos fenólicos, que atuam como agentes promotores da saúde. A radiação ultravioleta atua como um agente estressor abiótico nos tecidos dos vegetais, provocando uma situação de estresse o qual ativa os mecanismos de defesa da planta, ocasionando o aumento da atividade de enzimas antioxidantes e indução do metabolismo dos compostos fenólicos, além de proporcionar a proteção à deterioração dos frutos. No entanto, na pós-colheita de frutos, esta, pode atuar na indução de compostos do metabolismo secundário, os quais possuem propriedades antioxidantes, as quais retardam a velocidade de oxidação através de mecanismos como o de inibição de radicais livres. Nesse contexto, objetivou-se avaliar os teores de carotenóides totais nos frutos sem e com a aplicação radiação UV-C, avaliados em diferentes períodos de armazenamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2, sendo quatro períodos de tempo (0; 24; 48 e 72h) e dois UV-C (com e sem), com três repetições. Houve interação entre os fatores para o teor carotenoides. Ocorre um incremento na concentração de carotenóides totais à medida que se aumenta o período de armazenamento dos frutos. Esse aumento é significativo quando os frutos são submetidos à radiação UV-C, demonstrando que este tratamento tem potencial para aumentar a concentração deste fitoquímico em amora-preta.

PALAVRAS-CHAVE: Antioxidantes; amadurecimento; metabolismo secundário; pós-colheita.

RADIATION UV-C PROVIDES A BETTER SERVICE OF CAROTENOID LEVELS TOTAL ON BLACKBERRY?

ABSTRACT

The blackberry has in its composition major sources of phytochemicals, including carotenoids are present, vitamins, tocopherols and phenolic compounds, which act as promoters of health. Ultraviolet radiation acts as an abiotic stressor in the tissues of plants, triggering a stress situation which activates the defense mechanisms of the plant, increases the activity of antioxidant enzymes and induction of metabolism of phenolic compounds, in addition to providing protection the deterioration of the fruit. However, in the post-harvest fruits, this can act in the induction of secondary metabolic compounds, which have antioxidant properties, which slow the rate of oxidation through mechanisms such as inhibition of free radicals. In this context, the objective was to evaluate the levels of total carotenoids in fruits with and without the application of UV-C radiation, evaluated at different storage periods. The experimental design was completely randomized in a 4x2, four time periods (0, 24, 48 and 72) and two UV-C (with and without), with three replications. Was no interaction between the factors for carotenoid content. There is an increase in the concentration of total carotenoids as the storage time of the fruit is increased. This increase is significant when the fruits are subjected to UV-C, demonstrating that this treatment has the potential to increase the concentration of this phytochemical in blackberry.

KEYWORDS: Antioxidants; ripening; secondary metabolism; post - harvest.

INTRODUÇÃO

A amora-preta, assim como os demais pequenos frutos, apresenta-se como uma importante fonte de substâncias bioativas, como carotenoides, vitaminas, tocoferóis e compostos fenólicos (JACQUES et al., 2010). A capacidade antioxidante da amora-preta, em sua maior parte, se deve aos compostos fenólicos, porém esta fruta possui altas quantidades de carotenoides, tocoferóis e, ainda, o ácido L-ascórbico, que em sinergia com outros componentes majoritários, contribuem para este potencial (IGNARRO et al., 2007).

Para melhor compreender os processos bioquímico-fisiológicos da maturação, tem-se buscado correlacionar os compostos secundários com as respostas fisiológicas e tecnológicas nos produtos. O amadurecimento de frutas envolve uma série de complexas reações bioquímicas, como a hidrólise do amido, a produção de carotenóides, de antocianinas e de compostos fenólicos, além da formação de vários compostos voláteis (SPEIRS & BRADY, 1991).

Vários estudos vêm demonstrando que a radiação ultravioleta (UV-C), um tipo de radiação não ionizante com comprimento de onda entre 100 e 280 nm, constitui-se num método de conservação de alimentos (SILVA et al., 2010). Além disso, a radiação ultravioleta age como um agente estressor abiótico nos tecidos dos vegetais, provocando uma situação de estresse o qual ativa os mecanismos de defesa da planta (SEVERO et al., 2010a). Estes mecanismos incluem a síntese e acúmulo de compostos antimicrobianos (fitoalexinas), modificações na parede celular, aumento na atividade de enzimas antioxidantes e indução do metabolismo dos compostos fenólicos, proporcionando proteção à deterioração, podendo

inclusive melhorar o potencial funcional do alimento (ALOTHMAN et al., 2009; TIECHER, 2013).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar os teores de carotenóides totais nos frutos sem e com a aplicação radiação UV-C, avaliados em diferentes períodos de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de amora-preta Tupy foram colhidos em Pelotas-RS (31° 45' S 52° 20' W.GRW), na safra 2013/2014, possuindo uma temperatura média do período em torno de 21°C, com amplitude térmica média de 8,9°C, precipitação pluviométrica de 45,3 mm e insolação total de 468,1 cal cm⁻² dia⁻¹. Os frutos foram colhidos no ponto de maturação fisiológica, o qual é definido por meio da coloração do epicarpo do fruto, e após transportados até o laboratório, em caixas isotérmicas, selecionados de acordo com o grau de sanidade visual, lavados e sanitizados (7ppm de cloro).

Em seguida, foram submetidos à radiação UV-C (3,7 kJ m⁻²) e armazenados em condições comerciais, ou seja, mantendo-se a temperatura ambiente nos intervalos de tempo de 24, 48 e 72 horas. Após, realizou-se o congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento em freezer a -80°C até o momento das análises. O método de extração para os carotenóides foi realizado conforme RODRIGUEZ-AMAYA (1999). A quantificação foi realizada por meio da seguinte equação:

$$\text{Carotenóides Totais} = \frac{\text{absorbância} \times \text{vol. do extrato (mL)} \times 10^6}{2500 \times 100 \times \text{g de amostra}}$$

Os resultados foram expressos em miligrama de β-caroteno por 100 gramas de fruto in natura.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2, sendo quatro períodos de armazenamento (0, 24, 48 e 72 h) e dois tratamentos com UV-C (presença e ausência), com três repetições. Para cada repetição foram utilizados 40 unidades de frutos selecionados aleatoriamente. A significância dos efeitos dos tratamentos foi determinada pelo Teste F (p<0,05), sendo que para o fator quantitativo foram ajustadas regressões polinomiais. Para as interações entre os fatores, as comparações foram mediadas pelo Teste de Tukey (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores avaliados para o teor de carotenoides de frutos de amora-preta. O período de armazenamento dos frutos proporcionou um aumento no teor de carotenoides, acompanhando o índice de maturação dos frutos (Tabela 1).

O amadurecimento de frutas envolve uma série de complexas reações bioquímicas, como a hidrólise do amido, a produção de carotenoides, de antocianinas e de compostos fenólicos, além da formação de vários compostos voláteis (SPEIRS & BRADY, 1991).

TABELA 1. Teor de carotenóides totais ($\mu\text{g g}^{-1}$ massa fresca) em amoras-pretas tratadas e não tratadas com UV-C com diferentes períodos de armazenamento.

UV-C	Período de Armazenamento			
	0	24 horas	48 horas	72 horas
Presença	0,429 b A	0,426 b A	1,581 a A	1,649 a A
Ausência	0,429 c A	0,643 bc A	0,865 ab B	1,134 a B

As médias dos períodos de armazenamento são diferidas por letras minúsculas dentro da linha, e as médias de tratamento UV-C diferidas por letras maiúsculas nas colunas.

Houve um incremento no teor de carotenoides com o aumento do período de armazenamento. Ainda, observou-se que o tratamento com UV-C propiciou um aumento da concentração de carotenoides totais a partir do período de 48 horas de armazenamento. Os frutos com tratamento de radiação com período de armazenamento de 72 horas apresentaram um incremento de aproximadamente 2,6 vezes em relação aos mesmos que não foram armazenados (Figura 1).

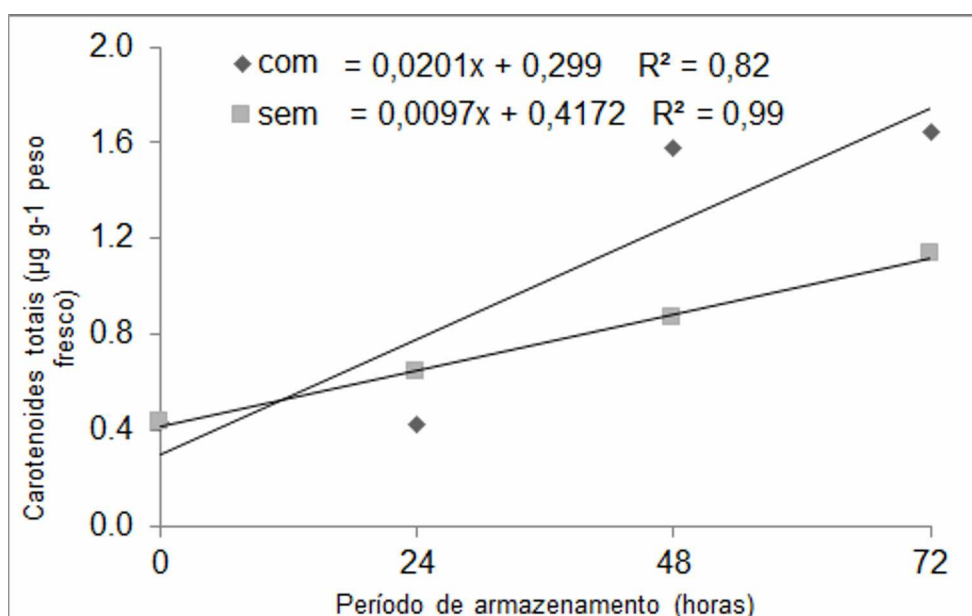


FIGURA 1. Carotenóides totais em amora-preta ($\mu\text{g g}^{-1}$ massa fresca) com e sem tratamento de radiação UV-C dentro de cada período de armazenamento.

O teor de carotenoides dos vegetais pode ser afetado por uma série de fatores genéticos e de meio ambiente, tais como cultivar, maturação, exposição à luz ultravioleta e método de colheita, tem um importante papel na composição das pequenas frutas (FERREYRA et al., 2007).

Devido a estrutura frágil e alta taxa respiratória, as frutas de amoreira-preta apresentam uma vida pós-colheita relativamente curta (PERKINS-VEAZIE et al., 1997). A firmeza do fruto colhido influencia na vida de prateleira, uma vez que podem ser facilmente danificados no manuseio facilitando a infecção por patógenos

(BYAMUCAMA, 2005). Dessa forma, justifica-se o tratamento com UV-C nos frutos de amora-preta.

O morango é um dos mais importantes representantes deste grupo de pequenos frutos, não-climatéricos, além deste, destacam-se a framboesa, o mirtilo e a amora-preta (ANTUNES et al., 2003) para os quais também se justifica a identificação e caracterização dos compostos fitoquímicos presentes ao longo da maturação. A carotenogênese é maior na fase mais acentuada de amadurecimento dos frutos. Isso é observado para outras frutíferas tais como pitanga roxa (LIMA et al., 2002), physalis (SEVERO et al., 2010b) e butiá (JACQUES, 2009).

O armazenamento de frutos de diferentes espécies pode propiciar uma redução na concentração dos compostos devido à decomposição de pigmentos de carotenoides responsáveis pela coloração ou pela sua fácil degradação (DIAS et al., 2011), como apresentadas em frutos de goiaba (MESQUITA et al., 2013). Já DAMIANI et al. (2012) reporta comportamento oposto em araçá, obtendo uma comportamento semelhante aos frutos de amora preta, da qual a resposta encontradas ao final do armazenamento foram superiores em ambos tratamentos.

CONCLUSÕES

Ocorre um incremento na concentração de carotenóides totais à medida que se aumenta o período de armazenamento dos frutos. Esse aumento é significativo quando os frutos são submetidos à radiação UV-C, demonstrando que este tratamento tem potencial para aumentar a concentração deste fitoquímico em amora-preta.

REFERÊNCIAS

ALOTHMAN, M.; BHAT, R.; KARIM, A.A. UV radiation-induced changes of antioxidant capacity of fresh-cut tropical fruits. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 10, p. 512-516, 2009.

ANTUNES, L.E.C.; DUARTE, J.; SOUZA, C.M. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. **Pesq. agropec. bras.**, v. 38, n. 3, 2003.

BYAMUCAMA, R.; KIREMIRE, B.T.; ANDERSEN, O.M.; STEIGEN, A. Anthocyanins from fruits of *Rubus pinnatus* and *Rubus rigidu*. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, p. 599-605, 2005.

DAMIANI, C.; ASQUIERI, E.R.; LAGE, M.E.; OLIVEIRA, R.A.; SILVA, F.A.; PEREIRA, D.E.P.; VILAS BOAS, E.V.B. Study of the shelf life of a mixed araçá (*Psidium guineensis* Sw.) and marolo (*Annona crassiflora* Mart.) jam. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.32, p.334-343, 2012.

DIAS, C.S.; BORGES, S.V.; QUEIROZ, F.; PEREIRA, P.A.P. Influência da temperatura sobre as alterações físicas, físico-químicas e químicas de geleia da casca de banana (*Musa spp.*) Cv. Prata durante o armazenamento. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.70, p.28-34, 2011.

IGNARRO, L.J.; BALESTRIERI, M.L.; NAPOLI, C. Nutrition, physical activity, and cardiovascular disease: An update. **Cardiovascular Research**, v. 73, p. 326–340, 2007.

FERREYRA, R.M.; VIÑA, S.Z.; MUGRIDGE, A.; CHAVES, A.R. Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. **Scientia Horticulturae**, v. 112, p. 27-32, 2007.

JACQUES, A.C.; PERTUZATTI, P.B.; BARCIA, M.T. ZAMBIAZI, R.C. Compostos Bioativos em pequenas frutas cultivadas na região sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.12, p. 123-127, 2009.

JACQUES, A.C.; PERTUZATTI, P.B.; BARCIA, M. T.; ZAMBIAZI, R. C.; CHIM, J. F. Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. Tupy. **Química Nova**, v. 33, p. 1720-1725, 2010.

LIMA, V.L.A.G de; MÉLO, E. de A.; LIMA, L. dos S. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agricola**, v.59, n. 3, p. 447-450, 2002.

MESQUITA, K.S.; BORGES, S.V.; CARNEIRO, J.D.S.; MENEZES, C.C.; MARQUES, G.R. Quality alterations during storage of sugar-free guava jam with added prebiotics. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.37, p.806-813, 2013.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J.K.; CLARK, J.R. et al. Air shipment of 'Navaho' blackberry fruit to Europe is feasible. **HortScience**, v. 32, n. 1, p. 132. 1997.

RODRIGUES-AMAYA, D.B. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington: **ILSI Press**, p. 64, 1999.

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. 1, p. 995-1000, 2010a.

SEVERO, J.; LIMA, C.S.M.; TELESCA, M.C.; RUFATO, A.R.; ROMBALDI, C.V.; SILVA, J.A. Fitoquímicos e capacidade antioxidante de frutos de physalis (physalis peruviana, L.) durante a maturação e o armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociencia**, v. 16, p. 77-82, 2010b.

SILVA, M.L.C.; COSTA, R.S.; SANTANA, A. dos S.; KOBILIZ, M.G.B.. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SPEIRS, J.; BRADY, C.J. Modification of gene expression in ripening fruit. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 18, p. 519-532, 1991.

TIECHER, A.; PAULA, L.A.; 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.