

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E FITOQUÍMICOS EM FRUTOS DE *PHYSALIS* (*Physalis peruviana*, L.) DURANTE O AMADURECIMENTO E O ARMAZENAMENTO

ANTIOXIDANT CAPACITY AND PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF *PHYSALIS* FRUIT (*Physalis peruviana*, L.) DURING RIPENING AND STORAGE

Joseana Severo^{1*}, Cláudia Simone Madruga Lima², Miguel Telesca Coelho³, Andrea De Rossi Rufatto⁴, César Valmor Rombaldi⁵, Jorge Adolfo Silva⁶

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o teor de compostos fitoquímicos (carotenóides e fenóis totais) e a atividade antioxidante, utilizando o radical ABTS, durante o amadurecimento e o armazenamento, frutos de *physalis* (*Physalis peruviana*, L.) foram colhidos em cinco estádios de amadurecimento (1, 2, 3, 4 e 5) e, aqueles correspondentes ao estádio de amadurecimento 4, foram armazenados em atmosfera modificada passiva (AMP) em temperatura refrigerada (4°C ± 1°C) e ambiente (20°C ± 1°C), por 8 dias. Frutos de *physalis* apresentam significativos teores de carotenóides e fenóis, porém baixa atividade antioxidante. Os teores de carotenóides totais e de fenóis totais foram crescentes até o estádio de amadurecimento 4 e a atividade antioxidante foi superior em frutos nos estádios iniciais de amadurecimento. Os teores de carotenóides totais e de fenóis totais aumentaram durante o armazenamento, entretanto em menor intensidade nos frutos mantidos em AMP sob refrigeração. A atividade antioxidante decresceu após o 2º dia de armazenamento e manteve-se menor nos frutos armazenados sob AMP refrigerada. Não foi possível estabelecer correlação positiva entre os teores de carotenóides totais e fenóis totais e a atividade antioxidante dos frutos de *physalis*.

Palavras-chave: compostos fenólicos; carotenóides; pós-colheita

ABSTRACT

Aiming to evaluate phytochemical compounds (carotenoids and total phenols) and antioxidant activity, using the ABTS radical, during fruit ripening and storage, *physalis* fruits (*Physalis peruviana*, L.) were harvested at five ripening stages (1, 2, 3, 4 and 5) and, those harvested in stage four were stored under passive modified atmosphere (PMA) at cold temperature (4°C±1°C) and room temperature (20°C±1°C), for eight days. *Physalis* fruits showed significant contents of carotenoids and phenols, however

low antioxidant capacity. Carotenoids and total phenols contents increased up to stage four of ripening and the antioxidant capacity were higher in fruits at first stages. Total carotenoids and phenols content increased during storage, however with less intensity in fruits kept at PMA under cold storage. Antioxidant capacity decreased after the 2º day of storage and it was remained lower in fruits storage under refrigerated PMA. It was not possible to correlate positive the antioxidant capacity to total carotenoids and phenols during ripening and storage.

Key words: phenols compounds; carotenoids; post-harvest

INTRODUÇÃO

Physalis (*Physalis peruviana*, L.) é uma solanácea amplamente cultivada na Colômbia e na África do Sul e seu cultivo está expandindo na Região Sul do Brasil. Seus frutos são uma baga carnosa e globular, com peso que oscila entre 4 e 10g, coberta por um cálice formado por cinco sépalas (RUFATO *et al.*, 2008). Esse fruto tem chamando a atenção dos consumidores pela boa aparência e pelas citações de efeitos positivos à saúde. Estudos com extratos preparados a partir de diferentes partes vegetativas da planta de *physalis*, demonstram propriedades anti-inflamatórias, anti-carcinogênicas contra células tumorosas da mama "MDA-MB 231" e de indução de apoptose de células tumorosas hepáticas "Hep G2" (WU *et al.*, 2004; HSEIH *et al.*, 2006; WU *et al.*, 2006). Não há, no entanto, informações associadas a esses potenciais em frutos de *physalis*. De modo geral, essas propriedades estão associadas a moléculas ou a sinergia de moléculas, com características antioxidantes e com atividade de redução de radicais livres (DIMITRIUS, 2006).

A atividade antioxidante é atribuída à atividade de enzimas, como superóxido desmutases, ascorbato redutases, catalases e peroxidases, e a compostos do metabolismo secundário como compostos fenólicos (ácidos fenólicos e flavonóides) e terpenóides (carotenos) além de vitaminas (C, E e A). A composição físico-química em termos de compostos fitoquímicos em *physalis* ainda é pouco estudada.

^{1*} Química Industrial de Alimentos, Doutorando em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Bolsista CAPES. E-mail: josi_severo@yahoo.com.br.

² Eng^a Agr^a, Doutoranda em Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Departamento de Fitotecnia. Bolsista CAPES. E-mail: clima.faem@ufpel.edu.br.

³ Estudante de graduação, estagiário em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Bolsista CNPq. E-mail: telesca@hotmail.com.

⁴ Eng^a Agr^a, Dr^a, Professora do Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas. E-mail: Andrea.rossi@ufpel.edu.br.

⁵ Eng. Agr., Dr., Professor do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas. E-mail: cesarvrf@ufpel.edu.br.

⁶ Eng. Agr., Dr., Professor do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas. E-mail: cetajorge@ufpel.edu.br.

(Recebido para publicação em 15/04/2009, aprovado em 21/09/2009)

Alguns dados existem, como os de De Rosso & Mercadante (2007), que identificaram o all-trans- β -caroteno, como carotenóide predominante em *physalis*, representando 77% dos carotenóides totais do fruto.

A síntese e acúmulo de compostos fenólicos, carotenóides e vitaminas em frutos é variável em função da espécie, variedade, manejo, condições climáticas, estágio de amadurecimento e condições de armazenamento (LIMA *et al.*, 2005; FERREYRA *et al.*, 2007; SIMÕES *et al.*, 2007; VEBERIC *et al.*, 2008). Desse modo, torna-se necessário, para cada condição, estudar esses metabólitos e correlacioná-los com a pós-colheita devido a interferências na qualidade sensorial e funcional, além da conservabilidade.

Neste contexto o objetivo deste trabalho foi determinar o teor de carotenóides totais, compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante de frutos de *Physalis peruviana* L., em diferentes estádios de amadurecimento e durante o armazenamento em AMP (atmosfera modificada passiva), aliado ou não à refrigeração.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de *physalis* (*Physalis peruviana*, L.), provenientes da área experimental do Centro Agropecuário da Palma da Universidade Federal de Pelotas, foram colhidos no mês de junho de 2008. O clima da região de produção caracteriza-se como temperado úmido com verões quentes, do tipo "Cfa" conforme a classificação de Köppen, com temperatura e precipitação média anual de 17,9°C e 1500mm, respectivamente (TREWARTHA & HORN, 1980).

Para execução do primeiro experimento, os frutos foram colhidos em cinco estádios de amadurecimento, de acordo com a coloração do cálice, e classificados como: 1 (verde), 2 (verde-amarelado), 3 (amarelo-esverdeado), 4 (amarelo) e 5 (amarelo-amarronzado). Para melhor caracterizar os estádios de amadurecimento, a coloração do cálice e dos frutos foi avaliada com o emprego do calorímetro Minolta CR – 300, fonte de luz D65 e 8mm de abertura, no padrão CIE-Lab, sendo expressa pelo ângulo Hue e calculada pela seguinte equação: $h^{\circ} = \tan^{-1} b^* \cdot a^{*-1}$, tendo-se obtido as seguintes médias: para o cálice 125,31 (1), 117,76 (2), 109,56 (3), 91,52 (4) e 79,28 (5), e para a epiderme do fruto 105,06 (1), 78,19 (2), 77,61 (3), 75,17 (4), e 74,69 (5).

Para o segundo experimento, frutos de *physalis* correspondentes ao estágio de amadurecimento 4 foram armazenados em atmosfera modificada passiva (AMP) em embalagens de poliestireno expandido (EPS), cobertos com filme de policloreto de vinila (PVC) e armazenados nas temperaturas de refrigeração (4°C \pm 1°C) e ambiente (23°C \pm 1°C) pelo período de 2, 4, 6 e 8 dias, sem controle da umidade relativa.

Como variáveis dependentes de ambos os experimentos avaliou-se o teor de carotenóides totais, fenóis totais e a atividade antioxidante.

O teor de carotenóides totais foi quantificado utilizando método espectrofotométrico proposto por Rodriguez-Amaya (2001). Para extração dos carotenóides foram adicionados 20mL de acetona gelada (-20°C) a cinco (5) gramas de polpa, provenientes da maceração com nitrogênio líquido, com posterior filtração a vácuo. O filtrado foi transferido para um balão de separação, acrescido 30 mL de éter de petróleo e lavado exaustivamente com água destilada, para a remoção completa da acetona. A amostra foi transferida para balão volumétrico e o volume de 50mL aferido com éter de petróleo. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 450nm e os resultados expressos em $\mu\text{g } \beta\text{caroteno g}^{-1}$ (equivalente $\beta\text{caroteno por } 1\text{g de fruta}$).

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado por método espectrofotométrico, a partir de um (1) grama de polpa, proveniente da maceração com nitrogênio líquido.

Essa amostra foi homogeneizada com 60mL de água ultrapura e a ela adicionados 5mL do Reagente de Folin-Ciocalteu. Após 8 minutos foi feita a neutralização com 20mL de solução saturada de carbonato de sódio. Após duas horas de reação em ambiente protegido da luz a amostra foi filtrada e a absorbância da solução medida a 725nm. Os resultados foram expressos em mgEAG 100g⁻¹ (equivalente ácido gálico por 100g de fruta), a partir de curva padrão com ácido gálico (SINGLETON & ROSSI, 1965).

A atividade antioxidante foi determinada com a utilização do radical ABTS (2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico). Cinco (5) gramas de polpa proveniente da maceração com nitrogênio líquido foram homogeneizados em 50mL de água ultrapura a 4°C. A seguir foram adicionados 5mL de álcool etílico a 95% (v/v) a uma alíquota de 5mL do homogeneizado anterior. Uma centrifugação a 10.000 x g foi realizada a 4°C durante 10 minutos e 10 μL do sobrenadante foram recolhidos e adicionados a 990 μL de solução etanólica de ABTS a 7mM. Após 30 minutos de reação no escuro a 4°C, as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 734nm, sendo os resultados expressos em $\mu\text{mol TE g}^{-1}$ equivalente Trolox por grama de fruto utilizando curva padrão com Trolox (6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico) de acordo com Re *et al.*, (1999).

O delineamento experimental empregado no experimento I foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (estádios de amadurecimento). No experimento II, o delineamento seguiu esquema fatorial 2 x 4 (temperaturas x períodos de armazenamento). A unidade experimental nos dois experimentos foi composta por 20 frutos, sendo cada tratamento repetido 3 vezes. Os dados foram submetidos à análise de variância, pela aplicação do Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro para comparação das médias. Realizou-se também a análise de correlação simples (Teste de correlação de Pearson) entre as variáveis independentes, amadurecimento e período de armazenamento, com os teores de carotenóides totais, fenóis totais e atividade antioxidante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de carotenóides totais e de fenóis totais variaram entre os estádios de amadurecimento, apresentando teores superiores no estágio de amadurecimento 4, porém estes valores não diferiram estatisticamente dos frutos dos estádios 2, 3 e 5. A atividade antioxidante foi superior nos dois primeiros estádios de amadurecimento, entretanto não houve diferenças estatísticas quando comparada com a atividade antioxidante dos frutos nos estádios de amadurecimento 4 e 5, apenas do estágio de amadurecimento 3, onde a atividade antioxidante dos frutos diminuiu, embora não tenha se diferenciado estatisticamente dos estádios 4 e 5 (Tabela 1). O aumento no teor de carotenóides totais durante o amadurecimento de *physalis* também foi relatado por Trincherro *et al.* (1999), que observaram maiores teores desses compostos nos últimos estádios de amadurecimento, acompanhando a diminuição nos teores de clorofilas totais. A maior atividade antioxidante nos primeiros estádios de amadurecimento também foi observada em morango (FERREYRA *et al.*, 2007) e pode ser atribuída a compostos que estão presentes somente nos estádios iniciais de amadurecimento e que possuem maior atividade antioxidante. É possível que existam frações específicas de carotenóides e de fenóis ou de outros compostos, como vitaminas, cuja atividade antioxidante varie com o amadurecimento e que, pelos métodos empregados neste estudo, não foram identificados, tendo em vista que neste estudo foram determinados apenas os teores totais de carotenóides e fenóis.

Foi possível verificar que *physalis* é boa fonte de carotenóides, com 81,93 a 115,3 $\mu\text{g}\beta\text{caroteno g}^{-1}$, quando comparada ao tomate e à cenoura que são amplamente conhecidos como boas fontes desses compostos e que, por sua vez, apresentam teores médios de 32 $\mu\text{g}\beta\text{caroteno g}^{-1}$ e 33 $\mu\text{g}\beta\text{caroteno g}^{-1}$, respectivamente (RODRIGUEZ-AMAYA *et al.*, 2008). Entretanto deve-se considerar que através da técnica aplicada nesse trabalho, para quantificação do teor de carotenóides totais, pode existir a superestimação dos resultados quando comparada a técnicas analíticas mais específicas como HPLC e MS/MS. Frutos de *physalis* podem ser considerados também uma significativa fonte de compostos de origem fenólica, com 169,19 a 210,41 mgEAG

100^{-1} , quando comparado com maracujá, manga e tomate, que apresentam teores médios de 61, 60 e 26 mgEAG 100^{-1} , respectivamente (VASCO *et al.*, 2008). Entretanto, foi possível verificar que frutos de *physalis* apresentam atividade antioxidante baixa, entre 1,14 e 1,73 $\mu\text{molTE g}^{-1}$, o que também foi constatado por Vasco *et al.* (2008), que encontraram teor médio de 0,7 $\mu\text{molTE g}^{-1}$ e classificaram esse fruto como possuidor de baixa atividade antioxidante em comparação com outros frutos avaliados no Equador, como amora, goiaba e manga, que apresentam teores médios de 41, 30 e 3,1 $\mu\text{molTE g}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 1 - Teores de carotenóides totais, de fenóis totais e atividade antioxidante de *physalis* em diferentes estádios de amadurecimento

Estádio de amadurecimento	Carotenóides totais ($\mu\text{g}\beta\text{caroteno g}^{-1}$)	Fenóis totais (mg 100g^{-1})	Atividade antioxidante ($\mu\text{molTE g}^{-1}$)
1	81,93 b	169,19 c	1,73 a
2	92,13 ab	206,91 ab	1,69 a
3	97,00 ab	202,23 ab	1,14 b
4	115,30 a	210,41 a	1,50 ab
5	98,93 ab	191,41 b	1,39 ab
% CV	6,92	3,14	10,54

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O teor de carotenóides totais aumentou após a colheita, porém em menor intensidade em frutos mantidos sob AMP em temperatura refrigerada (Figura 1). O menor teor de carotenóides totais em frutos armazenados sob refrigeração pode ser relacionado com a redução do metabolismo devido à baixa temperatura e também à provável elevação na concentração de CO_2 e à redução de O_2 ocasionada pela AMP, que podem atuar na redução da

biossíntese dos carotenóides (KADER, 1986). Santos *et al.* (2006) também observaram menor teor de carotenóides em pitangas armazenadas em AMP combinada com baixa temperatura ($10^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$), quando comparadas com aquelas armazenadas em temperatura ambiente ($23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$), o que sugere a influência negativa da refrigeração na via de biossíntese de carotenóides. Esse comportamento também foi relatado em tomate (SOTO-ZAMORA *et al.*, 2005).

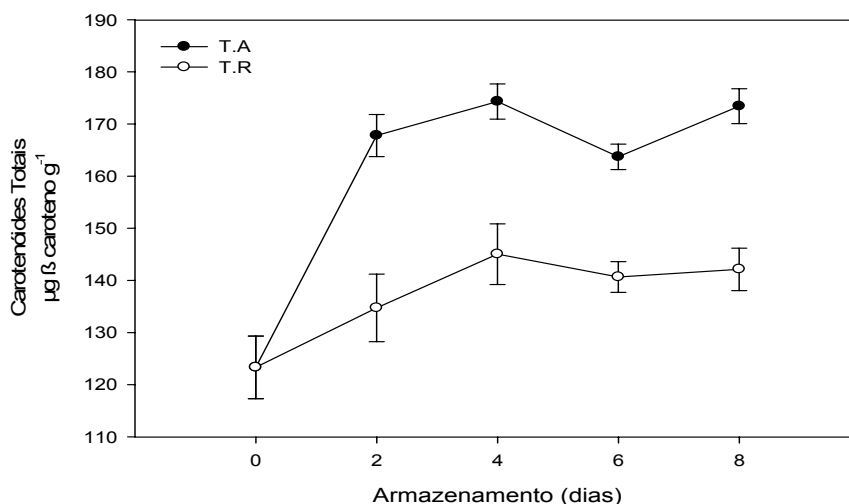


Figura 1 - Teor de carotenóides totais em frutos de *physalis* armazenados em atmosfera modificada passiva (AMP) sob temperatura de refrigeração (TR) e a temperatura ambiente (TA). Barras verticais indicam o desvio padrão

O teor de fenóis totais aumentou após a colheita em frutos mantidos em AMP a temperatura refrigerada e ambiente (Figura 2). As variações que ocorrem no teor de compostos de origem fenólica após a colheita já foram relatadas para diversos frutos, podendo haver aumento, diminuição e também comportamentos irregulares (AYALA-ZAVALA *et al.* 2004; RAPISSARDA *et al.* 2008). O acréscimo no teor de compostos fenólicos na pós-colheita muitas vezes pode ser relacionado a estresses bióticos e abióticos, que

induzem o metabolismo secundário do fruto, com aumento na produção desses compostos (TAIZ e ZEIGER, 2004). Além disso, essas mudanças podem ser afetadas pela temperatura, fato observado neste trabalho e também relatado por Ayala-Zavala *et al.* (2004), onde baixas temperaturas apresentam influência negativa na síntese de compostos do grupo.

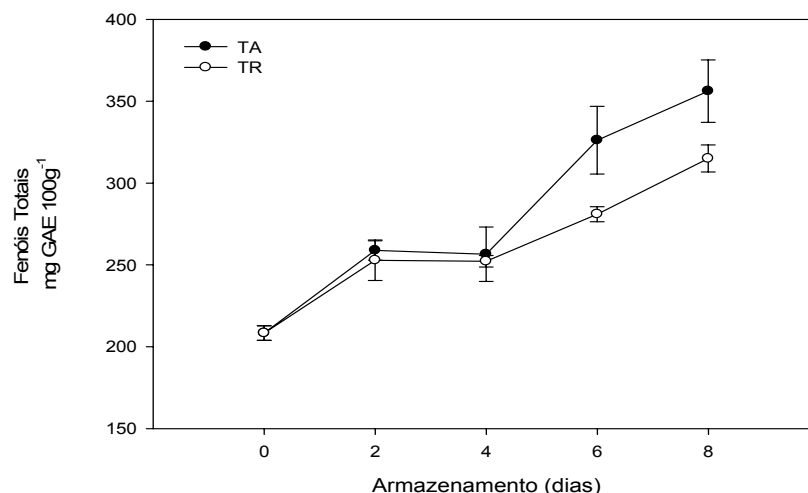


Figura 2 - Teor de fenóis totais em frutos de *physalis* armazenados em atmosfera modificada passiva (AMP) sob temperatura de refrigeração (TR) e a temperatura ambiente (TA). Barras verticais indicam o desvio padrão

Embora tenha sido observado aumento nos teores de carotenóides totais (Figura 1) e de fenóis totais (Figura 2) durante o armazenamento, a atividade antioxidante dos frutos não seguiu essa tendência (Figura 3). Houve aumento da atividade antioxidante dos frutos nos dois primeiros dias de armazenamento, seguido de redução até o quarto dia e

estabilização a partir de então, com médias superiores em frutos mantidos sob temperatura ambiente. À semelhança do observado quando avaliou-se o efeito dos estádios de amadurecimento sobre a atividade antioxidante, houve correlação negativa entre essa variável e o período de armazenamento (Tabela 2).

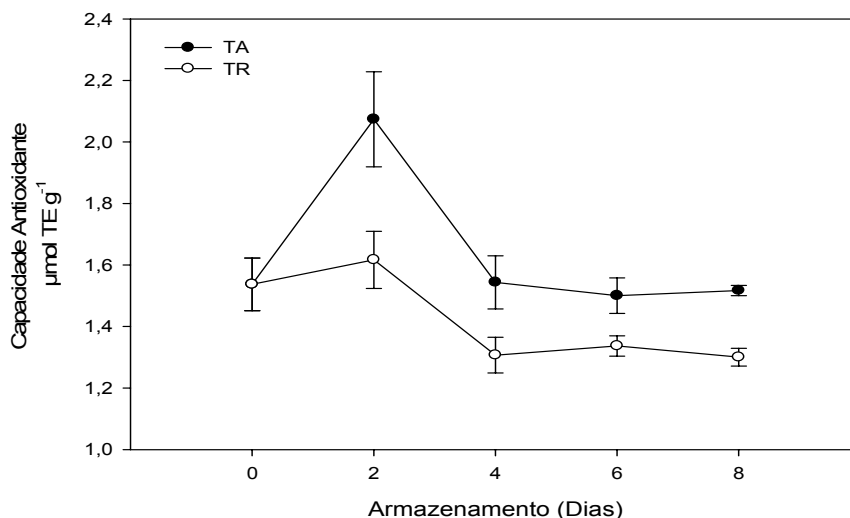


Figura 3 - Atividade antioxidante em frutos de *physalis* armazenados em atmosfera modificada passiva (AMP) sob temperatura de refrigeração (TR) e a temperatura ambiente (TA). Barras verticais indicam o desvio padrão

A atividade antioxidante dos frutos de *physalis* apresentou correlação negativa significativa com o amadurecimento e o período de armazenamento, indicando tendência de diminuição da atividade antioxidante com o avanço do amadurecimento e do armazenamento. Pode-se perceber que o teor de fenóis totais apresentou correlação positiva significativa com o armazenamento, e com o teor de carotenóides totais no amadurecimento, entretanto os teores de carotenóides totais e fenóis totais não apresentaram correlação significativa com a atividade antioxidante dos frutos em ambos os experimentos (Tabela 2). O fato de se

tratarem de frutos relativamente ricos em carotenóides e em compostos fenólicos, mas apresentarem baixa atividade antioxidante, contraria a maioria dos trabalhos (PERKINS-VEAZIE *et al.*, 2008; HEREDIA e CISNEROS-ZAVALLLOS, 2009), segundo os quais há tendência de correlação positiva. Entretanto, outros estudos, desenvolvidos por Vasco *et al.* (2008) e por Tavarini *et al.* (2008), também verificaram que nem sempre a atividade antioxidante é consequência direta do teor de carotenóides e de compostos fenólicos.

Tabela 2 - Coeficiente de correlação entre os teores de carotenóides totais e fenóis totais com a atividade antioxidante de *physalis* em função dos estádios de amadurecimento e do armazenamento

	Carotenóides totais	Fenóis totais	Atividade antioxidante
Amadurecimento	0,37	0,43	-0,50*
Carotenóides Totais	-	0,71**	-0,44
Fenóis Totais	0,71**	-	-0,32
Dias de armazenamento	0,08	0,79***	-0,56**
Carotenóides Totais	-	0,10	0,34
Fenóis Totais	0,10	-	-0,24

*p≤0,05, **p≤0,01, ***p≤0,001

CONCLUSÃO

Frutos de *physalis* são fonte significativa de carotenóides e compostos fenólicos, havendo variações nesses componentes em função do estágio de

amadurecimento (maiores teores no estágio 4) e condição de armazenamento (maiores teores em temperatura ambiente). Há correlação negativa entre a evolução do amadurecimento e do armazenamento com a atividade antioxidante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYALA-ZAVALA, J.F.; WANG, S.Y.; WANG, C.Y.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdam, v.37, p.687-695, 2004.

FERREYRA, R.M.; VINÃ, S.Z.; MUGRIDGE, A.; CHAVES, A.R. Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.112, n.1, p.27-32, 2007.

HEREDIA, J.B.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. The effect of exogenous ethylene and methyl jasmonate on pal activity, phenolic profiles and antioxidant capacity of carrots (*Daucus carota*) under different wounding intensities. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.51, p.242-249, 2009.

KADER, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.40, n.5, p.99-104, 1986.

LIMA, V.L.A.G.; MÉLO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; PRAZERES, F.G.; MUSSER, R.S.; LIMA, D.E.S. Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. **Food Chemistry**, Barking, v.90, p.565-568, 2005.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J.K.; HOWARD, L. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.47, p.280-285, 2008.

RAPISARDA, P.; LO BIANCO, M.; PANNUZZO, P.; TIMPANARO, N. Effect of cold storage on vitamin C, phenolics and antioxidant activity of five orange genotypes [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.49, n.3, p.348-354, 2008.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, Orland, v.26, n.9-10, p.1231-1237, 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. **A guide to carotenoids analysis in food**. 1. ed. Washington: International Life Sciences Institute Press, 2001. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.; KIMURA, M.; GODOY, H.T.; AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, Roma, v.21, p.445-463, 2008.

RUFATO, L.; RUFATO, A.R.; SCHELEMPER, C.; LIMA, C.S.M.; KRETZSCHMAR, A.A.A. **Aspectos técnicos da cultura da physalis**. Lages: CAV/UEDESC; Pelotas: UFPel, 2008. 100p.

SANTOS A.F.; SILVA, S.M.; ALVES, R.E. Armazenamento de pitanga sob atmosfera modificada e refrigeração: I- Transformações químicas em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.36-41, 2006.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. JR. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.16, n.3, p. 144-158, 1965.

SOTO-ZAMORA, G.; YAHIA, E.M.; BRECHT, J.K.; GARDEA, A. Effects of postharvest hot air treatments on the quality and antioxidant levels in tomato fruit. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdam, v.38, p.657-663, 2005.

TAIZ e ZEIGER. **Fisiologia vegetal**. 3.ed., Porto Alegre: Artmed, 2004, p.312-333.

TAVARINI, S.; DEGL'INNOCENTI, E.; REMORINI, D.; MASSAI, R.; GUIDI, L. Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. **Food Chemistry**, Barking, v.107, n.1, p.282-288, 2008.

TREWARTH, G.T.; HORN L.H. **An introduction to climate**. 5.ed., New York: McGraw-Hill, 1980. 416p.

TRINCHERO, G.D.; SOZZI, G.O.; CERRI, A.M.; VILELLA, F.; FRASCHINA, A.A. Ripening-related changes in ethylene production, respiration rate and cell-wall enzyme activity in goldenberry (*Physalis peruviana* L.), a solanaceous species. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.16, n.2, p.139-145, 1999.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, Barking, v.111, p.816-823, 2008.

VEBERIC, R.; COLARIC, M.; STAMPAR, F. Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. **Food Chemistry**, Barking, v.106, p.153-157, 2008.

WU, S.J.; NG, L.T.; LIN, D.L.; WANG, S.S.; LIN, C.C. *Physalis peruviana* extract induces apoptosis in human Hep

G2 cells through CD95/CD95L system and mitochondrial signalling transduction pathway. **Cancer Letters**, Shannon, v.215, n.2, p.199-208, 2004.

WU, S.J.; TSAI, J.Y.; CHANG, S.P.; LIN, D.L.; WANG, S.S.; HUANG, S.N.; NG, L.T. Supercritical carbon dioxide extract exhibits enhanced antioxidant and anti-inflammatory activities of *Physalis peruviana*. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v.108, n.3, p.407-413, 2006