



5º Simpósio
de Segurança Alimentar
Alimentação e Saúde

26 a 29 de maio de 2015
Bento Gonçalves, RS

AVALIAÇÃO DE AGENTES ANTIOXIDANTES NA PRESERVAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM MAÇÃ cv. GALA MINIMAMENTE PROCESSADA

J. A. Ribeiro¹, M. Seifert¹, M. B. Moreno¹, D. Nogueira², C. F. Silveira², R. F. F. Cantillano²

1 – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, S/N - Capão do Leão/RS – Brasil, CEP: 96160-000, Telefone: (53)3275-7284, E-mail: (jardel2a1@hotmail.com)

2 – Laboratório de Fisiologia Pós-colheita – Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR 392, km 78, 9º Distrito - Monte Bonito, Pelotas/RS - Brasil, CEP: 96010-971 – Telefone: (53) 3275-8100 – E-mail: (fernando.cantillano@embrapa.br)

RESUMO – Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes concentrações de agentes antioxidantes nos compostos fenólicos e na atividade antioxidante de maçãs cv. Gala minimamente processadas. As maçãs foram sanitizadas, cortadas em gomos e imersas por um minuto em cada um dos agentes antioxidantes. Após esse processo, os frutos foram armazenados em bandejas de poliestireno e em seguida colocadas em câmara fria a 4 °C com umidade relativa de $\pm 90\%$. A avaliação dos compostos fenólicos e da atividade antioxidante ocorreu por quatro períodos, sendo o período 1 (P1) – 0 dias, P2 – 3 dias, P3, 6 dias e P4 – 9 dias de armazenamento. O tratamento que manteve a maior quantidade dos compostos bioativos foi o Eritorbato de sódio 4 %.

ABSTRACT – The aim of this work was evaluate the effect of different concentrations of antioxidants at phenolic compounds and the antioxidant activity of apples Gala minimally processed. Apples were sanitized, cut into slices and immersed for one minute in each of the antioxidants. After, the fruits were stored in polystyrene trays and then placed in cold storage at 4 °C with a relative humidity of $\pm 90\%$. The evaluation of phenolic compounds and antioxidant activity occurred for four times, time 1 (P1) – 0 days, P2 – 3 days, P3 – 6 days and P4 – 9 days of storage. The treatment that maintained the largest amount of bioactive compounds was 4% sodium erythorbate.



PALAVRAS-CHAVE: *Malus domestica* Borkh.; compostos bioativos; compostos fenólicos; atividade antioxidante; fruta fresca.

KEYWORDS: *Malus domestica* Borkh.; bioactive compounds; phenolic compounds; antioxidant activity; fresh fruits.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao aumento do interesse pelos produtos minimamente processados (MP) para comercialização e consumo, pesquisas que venham contribuir para o conhecimento fisiológico e bioquímico desse novo tipo de produto são de grande importância. Os vegetais MP apresentam como principais vantagens o fato de serem fáceis de preparar, frescos e nutritivos além de contribuir para maior desenvolvimento da agroindústria do país e ser uma alternativa na redução das perdas pós-colheita (Wiley, 1994). Um dos vegetais mais amplamente cultivados, consumido e comercializado em todo o mundo é a maçã, *Malus domestica* Borkh., principalmente devido à sua disponibilidade ao longo de todo o ano. Constitui uma importante parte da dieta humana porque é uma fonte de açúcares, ácidos e vários compostos biologicamente ativos, tais como compostos fenólicos, que são responsáveis pela maior parte da atividade antioxidante das frutas (Pereira, 2014).

Segundo a FDA, antioxidantes são substâncias utilizadas para preservar alimentos através do retardamento da deterioração, rancidez e descoloração decorrente da autoxidação (Adegoke, 1998), já os

<p>Realização</p> 	<p>Informações</p> <p>http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/ssa5</p> <p>Fone: (51) 2108-3121</p>	<p>Organização</p> 
---	---	--



compostos fenólicos são formados no metabolismo secundário dos vegetais e possuem funções de defesa contra o ataque de pragas (Giada; Mancini-Filho, 2006). A utilização de agentes antioxidantes se faz necessário em vegetais MP, pois durante o seu processamento em operações como o descascamento e o corte, ocorre a liberação de substratos que ativam enzimas como PO e PFO, gerando o escurecimento enzimático, que por sua vez, afeta as características sensoriais e aparência dos vegetais, um dos principais atributos observado pelos consumidores antes da compra. (Kluge et al., 2014).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes concentrações de agentes antioxidantes nos compostos fenólicos totais e na atividade antioxidante de maçãs cultivar Gala minimamente processada.



2. MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Clima Temperado - Pelotas/RS com maçãs cv. Gala provenientes do pomar da empresa Rasip Agropastoril S.A. - Vacaria/RS. Antes da montagem do experimento, estes frutos ficaram armazenados em câmara fria a 1 °C, umidade relativa (UR) de 90 – 95 %. Foram utilizados frutos da safra de 2014, estes foram sanitizados com hipoclorito de sódio (100 ppm/pH 5,5), ficaram imersos nesta solução por 10 minutos. Os frutos foram retirados e em seguida cada maçã foi cortada em quatro fatias em formato de gomos, retirando-se a parte central com as sementes deixando a epiderme. Logo, as fatias de maçã ficaram novamente imersas por um minuto em cada um dos seguintes tratamentos: tratamento 1 (T1): Controle - água destilada; tratamento 2 (T2): L-cisteína 0,6 %; tratamento 3 (T3): Eritorbato de Sódio 3%; tratamento 4 (T4): Eritorbato de sódio 4 %; tratamento 5 (T5): 4-hexilresorcinol 0,1 %; tratamento 6 (T6): 4-hexilresorcinol 0,2%. Depois de um minuto imerso nesta solução as maçãs foram retiradas e colocadas em escorredores por 3 minutos para retirar o excesso de solução. Após, colocou-se cinco fatias de maçã em bandeja de poliestireno e estas foram embaladas com filme PVC esticável 9 micra, as mesmas foram armazenadas por quatro períodos: 0 dias (P1), 3 dias (P2), 6 dias (P3) e 9 dias (P4) em câmara fria a uma temperatura aproximada de 4 °C e UR de 90 %. Para avaliar o efeito dos antioxidantes na manutenção dos fitoquímicos, foram realizadas as seguintes análises: atividade antioxidante e compostos fenólicos totais. A atividade antioxidante foi mensurada através de espectrofotometria segundo metodologia adaptada de (Brand-Williams et al. 1995) e os compostos fenólicos totais quantificados utilizando o reagente Folin-Ciocalteu pelo protocolo descrito por (Swain e Hillis, 1959), com algumas modificações.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado 6 x 3 x 4 (seis tratamentos com antioxidantes, três repetições e quatro períodos de armazenamento). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), quando este foi significativo ($\leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de compostos fenólicos totais foi afetado significativamente pela interação entre os períodos de armazenamento das maçãs minimamente processadas com os tratamentos utilizados. Os valores médios de compostos fenólicos encontrados neste trabalho variaram 179 a 331 de mg de ácido clorogênico/100g de fruto, estes valores são semelhantes aos encontrados por Moreno (2013). Conforme observado na tabela 1, as maçãs armazenadas por 0 e 3 dias (P1 e P2) não obtiveram diferença significativa entre os tratamentos. No P3 (6 dias de armazenamento), o antioxidante que apresentou o maior valor de ácido clorogênico foi o Eritorbato de sódio 4% (T4) mesmo este tratamento não diferindo estatisticamente de T1, T2 e T3; ainda considerando este período, T6 apresentou a menor quantidade de compostos fenólicos totais (191,91 mg de ácido clorogênico/100g de fruto, Tabela 1), quantidade superior ao encontrado por Kim et al. (2003). Essa redução de compostos fenólicos totais no P3 em relação ao P1 e P2 ocorre provavelmente pela oxidação desses compostos pelas polifenoloxidasas (Mishra; Gautam; Sharma, 2012), como consequência do

<p>Realização</p> 	<p>Informações</p> <p>http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/ssa5</p> <p>Fone: (51) 2108-3121</p>	<p>Organização</p> 
---	---	--



metabolismo de maturação e senescência. Aos 9 dias (P4) de armazenamento a menor quantidade de compostos fenólicos é observada no T6, os outros antioxidantes utilizados (T1, T2, T3, T4 e T5) não apresentaram diferença estatística entre eles. Com exceção do T6 que apresentou um decréscimo nos compostos fenólicos totais, nenhum outro tratamento diferiu estatisticamente.

Tabela 1. Teor de Compostos fenólicos totais (mg de ácido clorogênico/100g de fruto) em maçã cv. Gala minimamente processada, armazenada por diversos períodos onde P1(0 dias), P2 (3 dias), P3(6 dias) e P4(9 dias).

Tratamentos	Compostos Fenólicos Totais			
	Períodos (P)			
	P1	P2	P3	P4
T1	244,88 aA	237,98 aA	241,68 aABC	266,14 aAB
T2	253,72 aA	288,95 aA	258,30 aABC	300,68 aA
T3	328,58 aA	288,69 aA	282,78 aAB	296,47 aA
T4	331,68 aA	325,57 aA	311,66 aA	303,16 aA
T5	283,66 aA	263,04 aA	215,34 aBC	267,68 aAB
T6	296,75 aA	243,93 abA	191,91 bC	179,00 bB

T1: Controle - água destilada; T2: L-cisteína 0,6 %; T3: Eritorbato de Sódio 3%; T4: Eritorbato de sódio 4 %; T5: 4-hexilresorcinol 0,1 %; T6: 4-hexilresorcinol 0,2%. Médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos (P), médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Teor de atividade antioxidante (mg Trolox/100g de fruta) em maçã cv. Gala minimamente processada, armazenada por diversos períodos onde P1(0 dias), P2 (3 dias), P3(6 dias) e P4(9 dias).

Tratamentos	Atividade Antioxidante			
	Períodos (P)			
	P1	P2	P3	P4
T1	246,60 aA	285,54 aA	257,18 aA	299,77 aA
T2	254,22 aA	325,41 aA	333,97 aA	225,59 aA
T3	248,14 aA	256,61 aA	303,86 aA	194,96 aA
T4	365,00 aA	218,50 aA	353,87 aA	205,28 aA
T5	376,89 aA	328,62 aA	215,62 aA	317,58 aA
T6	391,92 aA	293,11 abA	201,11 bA	231,95 bA

T1: Controle - água destilada; T2: L-cisteína 0,6 %; T3: Eritorbato de Sódio 3%; T4: Eritorbato de sódio 4 %; T5: 4-hexilresorcinol 0,1 %; T6: 4-hexilresorcinol 0,2%. Médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha indicam diferença significativa entre os períodos (P), médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

A atividade antioxidante foi comprometida significativamente pela interação dos tratamentos e períodos de armazenamento com os antioxidantes em maçãs minimamente processadas. Mesmo sendo significativamente diferente, analisando os valores médios contidos na tabela 2, a atividade antioxidante foi afetada apenas no T6 entre os períodos de armazenamento. Todos os resultados encontrados neste estudo foram superiores aos encontrados por Gularte et al. (2007) em maçã cv. Fuji. As propriedades antioxidantes estão muito relacionadas com a cultivar, com as condições de cultivo, como o ambiente e técnicas de manejo





(Scalzo et al., 2005), além do grau de maturação na colheita, quanto mais madura a fruta, menor o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante (Wang; Lin, 2000; Siriwoharn et al., 2004; Castrejon et al., 2008). O T6 teve um decréscimo na atividade antioxidante a partir do P2. Os 6 antioxidantes utilizados neste experimento não diferiram estatisticamente entre si em nenhum dos períodos avaliados.

4. CONCLUSÃO

As maçãs cv. Gala minimamente processadas e tratadas com Eritorbato de sódio 4% (T4) foram às que apresentaram a maior quantidade média de compostos fenólicos totais ao longo dos nove dias de armazenamento a 4 °C (318,02 mg de ácido clorogênico/100g de fruto). Observando-se os períodos de armazenamento, com exceção do 4-hexilresorcinol 0,2% (T6) nenhum dos outros tratamentos diferiu estatisticamente da testemunha (T1) para a atividade antioxidante.

5. REFERÊNCIAS

- ADEGOKE, G. O.; KUMAR, M. N.; GOPALAKRISHNA, A. G.; VARDARAJ, M. C.; SAMBAIAH, K.; LOKESH, B. R. Antioxidants and lipid oxidation in food – a critical appraisal. *J. Food Sci. Technol.*, v. 35, p. 283-298, 1998.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C., Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, London, v. 28, p. 25-30, 1995.
- CASTREJON, A. D. R.; EICHHOLZ, I.; ROHN, S.; KROH, L. W. HUYSKENS-KEIL, S. Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening. *Food Chemistry*, Washington, v. 109, p. 564–572, 2008.
- GIADA, M. L. R.; MANCINI FILHO, J. Importância dos compostos fenólicos da dieta na promoção da saúde humana. *Publ. UEPG Ci. Biol. Saúde*, Ponta Grossa, 12 (4): 7-15, dez. 2006.
- GULARTE, J. P. A.; PEREIRA, M. C.; VIZZOTTO, M. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante em produtos da cadeia produtiva da maçã. *XVI Congresso de Iniciação Científica, Pesquisa e Responsabilidade Ambiental*. UFPel. Pelotas, 2007.
- KIM, D.; JEONG, S.W.; LEE, C.Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry, Kidlington*, v.81, p.231-326, 2003.
- KLUGE, R .K.; GEERDINK, G.M.; TEZOTTO-ULIANA, J.V.; GUASSI, S.A.D.; ZORZETO, T.Q.; SASAKI, F.F.C.;MELLO, S.C. Qualidade de pimentões amarelos minimamente processados tratados com antioxidantes. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 2, p. 801-812, mar./abr. 2014.
- MISHRA, B. B.; GAUTAM, S.; SHARMA, A. Browning of fresh-cut eggplant: Impact of cutting and storage. *Postharvest Biology and Technology*, v. 67 p. 44–51, 2012.
- MORENO, M. B. Caracterização da Qualidade de maçãs, cv. Fuji, minimamente processadas, tratadas com aditivos, 73f. *Dissertação (Mestrado)* - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.
- PEREIRA, A. S. G. Avaliação da bioacessibilidade de compostos antioxidantes em variedades de maçã produzidas em Portugal. 69 f. *Dissertação (Mestrado)* - *Tecnologia e Segurança Alimentar* – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 2014.
- SCALZO, J.; POLITI, A.; PELLEGRINI, N.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition*, Los Angeles, v. 21, p. 207–213, 2005.
- SIRIWOHARN, T.; WROLSTAD, R. E.; FINN, C. E.; PEREIRA, C. B. Influence of cultivar, maturity, and sampling on blackberry (*Rubus* L. Hybrids) anthocyanins, polyphenolics, and antioxidant properties. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Washington, v. 52, p. 8.021-8.030, 2004.
- SWAIN, T.; HILLIS, W. T. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *Science of Food and Agriculture* London, v.10, p.135-144, 1959.
- WANG, S. Y.; LIN, H. S. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Washington, v. 48, p. 140-146, 2000.
- WILEY, R.C. *Minimally processed refrigerated fruits & vegetables*. New York: Chapman e Hall, p.368. 1994.

<p>Realização</p> 	<p>Informações</p> <p>http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/ssa5</p> <p>Fone: (51) 2108-3121</p>	<p>Organização</p> 
---	---	--