

Área: Tecnologia de Alimentos

MAÇÃ CV. GALA MINIMAMENTE PROCESSADA E TRATADA COM ANTIOXIDANTES: QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

¹Jardel Araujo Ribeiro*, ¹Maurício Seifert, ¹Leonardo Nora, ²Rufino Fernando Flores Cantillano

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, ²Embrapa Clima Temperado, Núcleo de Alimentos, Pelotas, RS

*E-mail: jardel2a1@hotmail.com

RESUMO – Avaliou-se o efeito de diferentes antioxidantes na concentração de compostos fenólicos totais e na atividade antioxidante em maçã cv. Gala, minimamente processada e armazenada a 4 °C por até 9 dias. A maçã, cortada em gomos, foi imersa por 1 minuto em antioxidantes, acondicionada em bandeja de polietileno e armazenada em câmara fria. A avaliação dos compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante ocorreu na instalação do experimento (0 dias) e após 3 dias, 6 dias e 9 dias de armazenamento. O emprego de ácido eritórbito (3 %) proporcionou a maior concentração de compostos fenólicos e de atividade antioxidante.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh; compostos bioativos; maçã minimamente processada.

1 INTRODUÇÃO

Os produtos denominados minimamente processados (MP) são definidos como frutas, hortaliças, ou combinação destas, que tenham sido fisicamente alteradas em sua forma original, isto é, sanitizadas, descascadas, cortadas, embaladas e posteriormente oferecidas ao consumidor na forma de um produto pronto para o consumo e nutritivo (CENCI, 2011). A maçã (*Malus domestica* Borkh) é um vegetal amplamente cultivado, consumido e comercializado em todo o mundo, principalmente devido à sua disponibilidade ao longo de todo o ano (FAOSTAT, 2014). Constitui uma importante parte da dieta humana, pois é uma fonte de açúcares, ácidos orgânicos e vários compostos biologicamente ativos, tais como compostos fenólicos, que são responsáveis pela maior parte da atividade antioxidante das frutas (PEREIRA, 2014). Os compostos antioxidantes são definidos como qualquer substância que, quando presente em baixa concentração comparada a do substrato oxidado, regenera o substrato ou previne significativamente a oxidação do mesmo (HALLIWELL, 2001), já os compostos fenólicos são formados no metabolismo secundário e tem função de defesa nos vegetais (GIADA; MANCINI-FILHO, 2006). O emprego de agentes antioxidantes é necessário em vegetais MP, pois no

descascamento e corte dos mesmos ocorre liberação de compostos fenólicos e de enzimas (peroxidase e polifenoloxidase) e conseqüentemente escurecimento enzimático que afeta as características sensoriais, principalmente a aparência, uma das principais características observadas 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 armazenadas por até 9 dias em câmara fria com temperatura de aproximadamente 4 °C.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Alimentos/Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS com maçãs cv. Gala, proveniente do pomar da empresa Rasip Agropastoril S.A., Vacaria/RS, as quais ficaram armazenadas em câmara fria a ± 1 °C e umidade relativa (UR) de 90 – 95 %. Foram utilizados frutos da safra de 2014, sendo sanitizados com uma solução de hipoclorito de sódio 200 ppm por dez minutos, em seguida, os frutos foram cortados em quatro fatias (no formato de gomos), retirou-se a parte central com as sementes deixando a epiderme. Logo, as fatias dos frutos 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): Ácido eritórbico 1%; tratamento 4 (T4): Ácido eritórbico 2%; tratamento 5 (T5): Ácido eritórbico 3%; tratamento 6 (T6): Ácido kójico 0,03%; tratamento 7 (T7): Ácido kójico 0,05% e tratamento 8 (T8): Ácido kójico 0,07%. A seguir, as maçãs foram retiradas e colocadas em escorredores por 5 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 %. Foi avaliada a atividade antioxidante 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 adaptações.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial composto por oito tratamentos com antioxidantes e quatro períodos de armazenamento (8 x 4), a unidade experimental, constituída por uma bandeja com cinco gomos de maçã com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), quando este foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante foram afetados significativamente pela interação entre os tratamentos e os períodos de armazenamento das maçãs cv. Gala minimamente processadas tratadas com antioxidantes. Os valores médios de compostos fenólicos encontrados neste trabalho variaram de 210,46 a 372,54 mg de ácido clorogênico/100g de fruto, valores inferiores aos encontrados por Alberti (2014).

Conforme observado na tabela 1, apenas os tratamentos T5 e T6 mostraram diferença estatística significativa entre os períodos de armazenamento (P1, P2, P3 e P4). O T5 (ácido eritórbito 3%) no P4 foi o tratamento que obteve o maior teor de compostos fenólicos totais entre todos os períodos e tratamentos avaliados, em contraposto a este tratamento, o T6 (ácido kójico 0,03%) aos 6 dias de armazenamento em câmara fria (P3) foi o que obteve o menor teor de ácido clorogênico/100g de fruto (210,46 mg) mesmo este não diferindo estatisticamente de T1, T3, T7 e T8, mesmo assim, esta quantidade foi superior a encontrada por Kim et al. (2003).

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). Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2015.

Tratamentos	Compostos Fenólicos Totais			
	Períodos (P)			
	P1	P2	P3	P4
T1	293,17 a ABC	240,11 a B	262,18 a ABC	255,76 a CD
T2	292,62 a ABC	288,45 a AB	288,82 a A	289,55 a BC
T3	263,48 a BC	280,04 a AB	247,06 a ABC	263,00 a BCD
T4	297,29 a AB	280,70 a AB	282,07 a AB	306,60 a B
T5	331,01 b A	321,28 bcA	285,66 c AB	372,54 a A
T6	265,68 a BC	241,44 a B	210,46 b C	247,65 a CD
T7	249,66 a C	233,20 a B	221,40 a BC	224,23 a D
T8	271,96 a BC	297,31 a AB	263,76 a ABC	263,90 a BCD

T1: Controle - água destilada; T2: L-cisteína 0,6 %; T3: Ácido eritórbito 1%; T4: Ácido eritórbito 2%; T5: Ácido eritórbito 3%; T6: Ácido kójico 0,03%; T7: Ácido kójico 0,05% e T8: Ácido kójico 0,07%. 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 (T) pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$).

Observando os tratamentos, no P1, o ácido eritórbito 3% (T5) obteve a maior quantidade de compostos fenólicos totais mesmo que este tratamento não tenha diferido estatisticamente de T1, T2 e T4; no P2, o T5 apresentou o maior teor de compostos fenólicos totais deste experimento, situação oposta a T1, T6 e T7. Aos 6 dias de armazenamento a 4 °C (P3) o antioxidante com maior concentração de ácido clorogênico por 100g de fruto (288 mg) foi o T2 mas este não diferiu estatisticamente de T1, T3, T4, T5 e T8; a tendência de redução nos compostos fenólicos totais observado no P3 em relação ao P1 e P2 ocorre provavelmente pela oxidação desses compostos pelas polifenoloxidasas (MISHRA; GAUTAM; SHARMA, 2012), como consequência do metabolismo de maturação e senescência; por fim, o ácido eritórbito 3% (T5) apresentou maior teor de ácido clorogênico aos 9 dias de armazenamento (P4) esse resultado foi o mesmo observado nos tratamentos P1 e P2.

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). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2015.

Tratamentos	Atividade Antioxidante			
	Períodos (P)			
	P1	P2	P3	P4
T1	387,01 a AB	306,16 a B	383,62 a AB	363,30 a BC
T2	386,87 a AB	409,39 a AB	401,08 a AB	394,94 a B
T3	369,30 a AB	419,64 a AB	335,30 a AB	331,28 a BCD
T4	403,28 a AB	410,20 a AB	317,74 a AB	384,33 a BC
T5	444,68 a A	453,35 a A	423,48 a A	505,50 a A
T6	369,38 a AB	333,92 a AB	268,85 b B	316,88 ab BCD
T7	334,74 a B	298,35 a B	295,84 a AB	284,16 a CD
T8	377,34 a AB	406,95 a AB	369,25 a AB	252,75 b E

T1: Controle - água destilada; T2: L-cisteína 0,6 %; T3: Ácido eritórbito 1%; T4: Ácido eritórbito 2%; T5: Ácido eritórbito 3%; T6: Ácido kójico 0,03%; T7: Ácido kójico 0,05% e T8: Ácido kójico 0,07%. 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 (T) pelo teste Duncan's ($p \leq 0,05$).

Na atividade antioxidante (tabela 2) das maçãs cv. Gala, apenas T6 e T8 diferiram estatisticamente entre os quatro períodos (P) avaliados, no T6 observou-se uma atividade antioxidante de 268,85 mg Trolox/100g de fruta, valor inferior a testemunha que obteve uma atividade antioxidante de 383,62 mg Trolox/100g no P3. Todos os resultados encontrados neste estudo foram superiores aos encontrados por Gularte et al., (2007) em maçã cv. Fuji. No T8, a menor atividade antioxidante foi observada no P4. Avaliando o comportamento da atividade antioxidante nos 4 períodos, o ácido eritórbito 3% (T5) apresentou maior atividade antioxidante se comparado com todos os outros antioxidantes utilizados apenas no P4.

As propriedades da atividade antioxidante estão muito relacionadas com a cultivar, as condições de cultivo, 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 de atividade antioxidante (WANG; LIN, 2000; SIRIWOHARN et al., 2004; CASTREJON et al., 2008).

4. CONCLUSÃO

As maçãs cv Gala minimamente processadas e tratadas com ácido eritórbito 3% (T5), foram as que apresentaram maior quantidade média de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante ao longo dos nove dias de armazenamento a 4 °C.

5. AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado, a Rasip Agropastoril S.A., a Embrapa Clima Temperado e ao PPGCTA/UFPel pela disponibilização de material e infra-estrutura utilizados neste trabalho.

6. REFERÊNCIAS

- ALBERTI, A. Compostos fenólicos da maçã: extração, perfil e classes fenólicas, atividade antioxidante, processamento e avaliação termoanalítica. 140 f. **Tese** (Engenharia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Paraná. 2014.
- 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.
- CENCI, S. A. Etapas do processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: CENCI, S. A. (Ed.). **Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011. cap. 2, p. 19-26.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Production-crops. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostatgateway/go/to/download/Q/QC/E>> Acesso em: 15 jun. 2015.
- GIADA, M. L. R.; MANCINI FILHO, J. Importância dos compostos fenólicos na dieta e 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.
- HALLIWELL, B. Role of Free Radicals in the Neurodegenerative Diseases: Therapeutic Implications for Antioxidant Treatment. **Drugs & Aging**, v.18, n.9, p.685-716, 2001.
- 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.
- 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 domestic*. *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.