AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIGLICÊMICA EM DIFERENTES CULTIVARES DE MAÇÃS E SEUS BAGAÇOS

Francimara Mariana Marques (PIBIC/CNPq), Danianni Marinho Zardo, Aline Alberti, Alessandro Nogueira (Orientador), e-mail: alessandronog@yahoo.com.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Alimentos.

Ciência e Tecnologia de Alimentos/ Ciência de Alimentos.

Palavras-chave: α-glicosidase, perfil fenólico, maçãs comerciais.

Resumo

A maçã é uma das frutas mais consumidas no mundo e durante o processamento do suco e mosto, tem-se a formação do bagaço, subproduto pouco valorizado. Tanto a fruta quanto bagaço apresentam elevado teor de compostos fenólicos que apresentam, dentre outras propriedades, a atividade antiglicêmica. O objetivo deste trabalho foi analisar a atividade antiglicêmica de cultivares de maçãs comerciais (fruta e bagaço). O extrato fenólico da maçã foi obtido pela extração sólido:líquido utilizando metanol 85% (v/v) e acetona 65% (v/v), enquanto, para o bagaço, foi utilizado acetona 55% (v/v). Nos extratos obtidos foram realizadas análises de atividade antiglicêmica, compostos fenólicos totais e individuais. O bagaço apresentou melhor atividade enzimática comparado à maçã, exceto para as cultivares Maxi Gala, Red Delicious e Venice, entretanto ainda apresentaram atividade enzimática inferior a acarbose. Contudo, os resultados demonstram que, tanto a fruta quanto o bagaço das maçãs analisadas, podem fazer parte de uma alimentação balanceada, contribuindo para auxiliar no controle da glicemia pós-prandial, atuando como adjuvante do tratamento de Diabetes *mellitus* tipo 2.

Introdução

A maçã, uma das frutas mais consumidas no mundo, também é destinada à industrialização e, no momento de obtenção do suco e mosto, tem-se a geração de um subproduto de grande valor nutricional e pouco valorizado, conhecido como bagaço de maçã.

Maçãs e bagaços apresentam em sua composição química os compostos fenólicos, os quais apresentam importância nutricional, com inúmeros benefícios à saúde, incluindo a atividade antiglicêmica (SHAHIDI *et al*, 2012).

A ingestão em excesso de carboidratos altera os níveis glicêmicos na corrente sanguínea e a secreção da insulina. Alguns medicamentos de fontes naturais como a acarbose e voglibose são inibidores da α-glicosidase (enzima que catalisa a etapa final no processo digestivo dos carboidratos) usados no tratamento de Diabetes *mellitus*, controlando efetivamente a concentração de glicose no sangue, mas associados com sérios problemas gastrintestinais (YIN *et al*, 2004). Com isso, novas fontes naturais inibidoras da α-glicosidase vêm sendo pesquisadas, entre elas os compostos fenólicos, que apresentam efeitos na biodisponibilidade dos carboidratos e no controle da homeostase glicêmica (CAZAROLLI, et al., 2008).

A busca por novas fontes de inibição da α-glicosidase intestinal, leva ao objetivo deste trabalho em analisar a atividade antiglicêmica de cultivares de maçãs comerciais e de seus respectivos bagaços.

ISSN 1676-0093

Material e Métodos

As cultivares de maçãs comerciais utilizadas foram adquiridas no comércio de Ponta Grossa/PR e também fornecidas pela Epagri (Estação Experimental de Caçador/SC), sendo elas: Gala, Fuji, Red Delicious, Granny Smith, Daiane, Venice, Monalisa, Elenise, Primícia e Maxi Gala.

Para obtenção da fruta inteira, primeiramente as maçãs foram lavadas e sanitizadas. Na sequência foram trituradas, sendo a massa ralada obtida imersa diretamente em nitrogênio líquido 1:2 p/v, para congelamento imediato, sendo, em seguida, liofilizadas (LS 3000, Terroni, São Paulo, SP, Brasil). Para obtenção do bagaço, as maçãs foram lavadas, sanitizadas e trituradas em processador de alimentos. A massa ralada foi prensada com 6,0 kgf/cm^2 durante 10 segundos (Prensa hidráulica Eureka, Hoppe Ind. Ltda, Brasil) para obtenção do suco e do bagaço. Os bagaços foram desidratados a 60ºC até peso constante e depois foram triturados, homogeneizados e tamizados a 28 *mesh* (0,64 mm), embalado à vácuo e armazenados em dessecador até a realização das análises, assim como a fruta inteira.

O processo de extração dos compostos fenólicos nas frutas inteiras foi realizado por extração sólido:líquido, metanol 85% (v/v) a 28 ± 2ºC (1g:30 mL de solvente, por 15 min) e acetona 65% (v/v) a 10ºC (1g:30 mL de solvente, por 20 min). Os sobrenadantes foram unidos e centrifugados a 2660 *g* por 40 min (Centrifuge MPW-351, Med. Instruments, Varsóvia, Polônia) e rotaevaporados (TE-211, TECNAL, SP, Brasil) a 45 ± 2ºC. Para a extração dos fenólicos dos bagaços, foi utilizado acetona 55% (v/v) a 10 ± 2ºC (1g:60mL, 20 min). Na sequência foram centrifugados e rotaevaporados como para a fruta inteira. Ambos os extratos foram armazenados a -20 ± 2 ºC até o momento das análises.

Em ambos os extratos fenólicos, foram analisados o teor de fenólicos totais por Folin-Ciocalteu (Singleton e Rossi, 1965), compostos fenólicos individuais por CLAE (Alberti *et al*., 2014) e determinação da atividade antiglicêmica através da inibição da α-glicosidase (Moradi-Afrapoli *et al*., 2012).

Resultados e Discussão

O bagaço de maçã apresentou maiores teores de compostos fenólicos totais do que a fruta inteira, com valores médios de 6245,5 mg EAC/kg, enquanto, na maçã, o valor foi de 3066,5 mg EAC/kg, ambos em base seca (Tabela 1). No estudo de Barbosa *et al.* (2010), os extratos de casca apresentaram maior conteúdo fenólico do que os extratos de polpa. Este teor de fenólicos na casca pode refletir diretamente a quantidade destes compostos no bagaço, já que este subproduto é composto por, aproximadamente 95 % de casca e polpa (COELHO et al., 2010).

Quando avaliados os compostos fenólicos individuais, o ácido clorogênico se mostrou superior na maçã, comparado ao bagaço e a cultivar com maior teor foi a Monalisa. Isso pode ter ocorrido pelo fato de que parte desse composto é repassado ao suco no momento da prensagem; além disso, é substrato da polifenoloxidase (PPO). O composto catequina não foi detectado nos bagaços, apenas nas frutas inteiras, o que pode ser explicado pela reação de escurecimento enzimático, visto que também é um dos substratos preferenciais da PPO.

Os glicosídeos de quercetina são a classe de compostos fenólicos individuais predominantes, sendo a quercetina-3-D-galactosídeo a mais representativa, tanto para fruta inteira quanto para bagaço. Os derivados de quercetina também foram os principais compostos fenólicos encontrados nos extratos aquoso e etanólico da casca de diferentes cultivares de maçãs comerciais dos EUA no estudo de Barbosa

ISSN 1676-0093

et al. (2010). Os maiores teores foram encontrados nas cultivares Maxi Gala para a fruta inteira e Elenise para o bagaço. No estudo de Knekt *et al*. 2002, foi observado que um aumento na ingestão de flavonóis, como quercetina e miricetina, contribuíram para a redução do risco de Diabetes tipo 2.

Tabela 1. Atividade inibitória da α-glicosidase (IC_{50}, em mg de fenóis/mL) e compostos fenólicos totais (mg EAC/kg) em diferentes cultivares de maçãs.

	Maçã		Bagaço	
Cultivar	**IC_{50}**	**Fenóis Totais**	**IC_{50}**	**Fenóis Totais**
Gala	473	$3056^{cd} \pm 66$	174	$7337^{b} \pm 224$
Fuji	536	$3473^{b} \pm 76$	130	$6894^{c} \pm 337$
Red Delicius	153	$2946^{d} \pm 186$	310	$10138^{a} \pm 435$
Granny Smith	466	$3868^{a} \pm 137$	177	$6960^{c} \pm 286$
Daiane	331	$2118^{e} \pm 79$	179	$6263^{d} \pm 95$
Venice	156	$1758^{f} \pm 30$	601	$4945^{fg} \pm 48$
Monalisa	647	$3890^{a} \pm 137$	167	$5330^{ef} \pm 171$
Elenise	446	$2990^{cd} \pm 174$	198	$5439^{e} \pm 48$
Primícia	403	$3137^{c} \pm 66$	364	$4698^{g} \pm 207$
Maxi Gala	100	$3429^{b} \pm 47$	256	$4451^{h} \pm 126$

Nota: Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística entre as amostras. Resultados expressos em base seca.

Tem-se associado à redução da hiperglicemia pós-prandial, principalmente pela inibição da absorção intestinal de glicose, com potenciais efeitos antidiabéticos devido a alta ingestão de compostos como ácido clorogênico, floridzina e quercetina, polifenóis presentes nas maçãs e seus respectivos bagaços (ORHAN *et al*. 2013). A cultivar Fuji foi a que apresentou maiores teores de floridzina para a fruta inteira, enquanto que, Granny Smith e Elenise, para o bagaço. Masumoto *et al*. (2009), relataram que a floridzina é considerada um composto antidiabético, podendo reduzir a quantidade de glicose no sangue de camundongos.

Quando avaliados, os resultados obtidos para a atividade inibitória da α-glicosidase (Tabela 1), observa-se que a melhor inibição se deu para a cultivar Maxi Gala, seguida da Red Delicious, com IC_{50} de 100 e 153 mg de fenóis/mL respectivamente. No estudo de Podsędek *et al*. (2014), resultados superiores para amostra de maçãs foram encontrados (IC_{50} de 385,7 mg de fruta/mL). Para o bagaço (Tabela 1), a cultivar com maior destaque para a atividade inibitória da α-glicosidase foi a Fuji seguida da cultivar Monalisa, com 130 e 167 mg de fenóis/mL, respectivamente. Acarbose, um fármaco inibidor da α-glicosidase, usado clinicamente no tratamento de Diabetes *mellitus*, controlando efetivamente a concentração de glicose no sangue, apresentou, neste estudo, IC_{50} igual a 89,29 mg/mL, valor este inferior ao encontrado nas amostras analisadas neste estudo.

As amostras desse estudo que apresentaram maiores reduções na atividade da α-glicosidase, tanto para a fruta quanto bagaço, não foram as que apresentaram maiores teores de floridzina, considerado um composto anti-diabético. Isto pode sugerir uma possível ação sinérgica entre os compostos e/ou ação de outros fenólicos presentes, como a catequina, epicatequina e o ácido clorogênico, os quais podem atuar no metabolismo da glicose, resultando em menores níveis de glicose pós-prandial em ratos e em humanos (SCHULZE *et al*., 2014).

ISSN 1676-0093

Conclusão/ões

As maçãs comerciais e seus respectivos bagaços, apesar de apresentarem atividade enzimática inferior ao fármaco comumente utilizado, a acarbose, podem fazer parte de uma alimentação balanceada, contribuindo para auxiliar no controle da glicemia pós-prandial, atuando como adjuvante do tratamento de Diabetes *mellitus* tipo 2.

Agradecimentos

Agradeço à UEPG pela disponibilidade dos laboratórios utilizados, incluindo o C-LABMU, ao CNPq pelo incentivo financeiro, a EPAGRI pelo fornecimento de algumas amostras e principalmente a todos os membros do Grupo de Trabalho da Maçã que ajudaram com o desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

ALBERTI, A., *et al*. Optimisation of the extraction of phenolic compounds from apples using response surface methodology. **Food Chemistry**, v. 149, p. 151158, 2014

BARBOSA, A. C. L., *et al*. Varietal influences on antihyperglycemia properties of freshly harvested apples using in vitro assay models. **Journal of medicinal food**, v. 13, n. 6, p. 1313-1323, 2010.

CAZAROLLI, L. H., *et al*. Flavonoids: cellular and molecular mechanism of action in glucose homeostasis. **Mini reviews in medicinal chemistry**, v. 8, n. 10, p. 1032-1038, 2008.

KNEKT, P., *et al*. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. **The American journal of clinical nutrition**, v. 76, n. 3, p. 560-568, 2002.

MASUMOTO, S. *et al*. Dietary phloridzin reduces blood glucose levels and reverses Sglt1 expression in the small intestine in streptozotocin-induced diabetic mice. **Journal of agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 11, p. 4651-4656, 2009.

MORADI-AFRAPOLI, F. *et al*. In vitro α-glucosidase inhibitory activity of phenolic constituents from aerial parts of Polygonum hyrcanicum. **Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 20; p. 1-6, 2012.

ORHAN, N. *et al*. In vivo and in vitro antidiabetic effect of Cistus laurifolius L. and detection of major phenolic compounds by UPLC–TOF-MS analysis. **Journal of ethnopharmacology**, v. 146, n. 3, p. 859-865, 2013.

PODSEDEK, A. *et al*. In vitro inhibitory effect on digestive enzymes and antioxidant potential of commonly consumed fruits. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 62, n. 20, p. 4610-4617, 2014.

SCHULZE, C., *et al*. Inhibition of the intestinal sodium-coupled glucose transporter 1 (SGLT1) by extracts and polyphenols from apple reduces postprandial blood glucose levels in mice and humans. **Molecular nutrition & food research**, v. 58, n.9, p. 1795-1808,2014.

SHAHIDI, F. Nutraceuticals, functional foods and dietary supplements in health and disease. **Journal of Food & Drug Analysis**, v. 20, p. 226–230, 2012.

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

YIN, Z., *et al.* α-Glucosidase inhibitors isolated from medicinal plants. **Food Science and Human Wellness,** v. 3, n. 3-4, p. 136-174, 2014.