

Influência do processamento no teor de minerais em sucos de maçãs

Influence of the processing of apple juice in mineral content

Alessandro NOGUEIRA^{1*}, Sergio Henrique TEIXEIRA¹, Ivo Mottin DEMIATE¹, Gilvan WOSIACKI¹

Resumo

A produção brasileira de maçãs apresenta 130 mil toneladas de frutas classificadas como descarte, que são anualmente transformadas em suco de maçã e exportadas na forma de concentrado. Alguns minerais têm apresentado teores abaixo dos padrões de qualidade internacionais, comprometendo a autenticidade e comercialização desse produto. Este trabalho teve como objetivos: quantificar os principais minerais em diferentes cultivares de maçãs e verificar o efeito das operações de processamento no teor de minerais, em sucos de maçãs. Foi avaliado, em diferentes cultivares de maçã, o teor de minerais na fruta e nos sucos obtidos por prensagem e liquefação enzimática. O teor de cinzas nas frutas das cultivares Gala ($15,6 \pm 0,8 \text{ g.kg}^{-1}$) e Fuji ($15,1 \pm 0,5 \text{ g.kg}^{-1}$) foi inferior ao das demais cultivares brasileiras ($20,3 \pm 2,6 \text{ g.kg}^{-1}$). No processamento do suco por prensagem, apenas 15% das cinzas da fruta foram transferidas para o suco, contra 23% pelo processo de extração por liquefação, permanecendo grande quantidade de minerais no bagaço. O suco de maçã apresentou teores de minerais compatíveis com a *International Federation of Fruit Juice Producers* (IFU), entretanto, o teor de magnésio ($29,24 \pm 6,10 \text{ mg.L}^{-1}$) ficou abaixo do limite preconizado pela IFU e o teor de cálcio ($38,21 \pm 7,20 \text{ mg.L}^{-1}$) foi inferior aos valores da literatura e muito próximo do limite mínimo permitido, o que indica que estes minerais, nos sucos de maçãs processados no país, apresentam baixos teores.

Palavras-chave: suco de maçã; minerais; processamento; qualidade.

Abstract

The Brazilian apple production discards 130,000 tons of classified fruit that is annually transformed into apple juice and exported as concentrate. Some minerals have presented contents below the international standards of quality, which in turn is problematic concerning authenticity and commercialization. This aims of this work are to quantify the main minerals in different apple varieties and to observe the effect of processing operations on mineral contents in apple juice. Various apple varieties growing in Brazil were evaluated concerning the mineral content both in the fruit and in the clarified apple juice obtained by pressing and by enzymatic liquefaction. Ash in the fruits of Gala variety ($15.6 \pm 0.8 \text{ g.kg}^{-1}$) and Fuji ($15.1 \pm 0.5 \text{ g.kg}^{-1}$) was lower than other varieties ($20.3 \pm 2.6 \text{ g.kg}^{-1}$). When extracting the juice by pressing, 15% of them were transferred, compared to 23% when the extraction process was enzymatic liquefaction, leaving a large amount of minerals. The mineral contents in apple juice were compatible with the International Federation of Fruit Juice Producers (IFU). However, the value for magnesium ($29.24 \pm 6.10 \text{ mg.L}^{-1}$) was below the limit suggested by the IFU and that for calcium ($38.21 \pm 7.20 \text{ mg.L}^{-1}$), lower than that found in the literature and close to the allowed minimum limit, which indicates that these minerals show low levels in Brazilian apple juice.

Keywords: apple juice; minerals; processing; quality.

1 Introdução

A cultura da maçã, concentrada na Região Sul, vem apresentando destaque entre as frutas de clima temperado por apresentar expansão significativa nos últimos 30 anos. De um total de 931 ha plantados em 1972, passou para 18.041 ha em 1980 e para 35.000 ha em 2005, com uma produção de 844 mil toneladas de frutas^{2,15}. As principais cultivares brasileiras em termos de área plantada e produção são: a Gala e a Fuji (e suas respectivas mutações), que correspondem a 92% da produção. Porém, existem outras variedades pouco conhecidas e cultivadas, que podem apresentar características interessantes para o setor agroindustrial^{11,29}.

Na comercialização das maçãs, a etapa de classificação gera um descarte de 15 a 30% de frutas que não alcançaram o padrão exigido para o consumo, apresentando algum defeito de ordem física, fisiológica e/ou fitopatológica, sendo dessa forma, destinadas ao setor industrial para a elaboração de sucos, vinhos, destilados e vinagres^{16,20}.

Dentre os produtos da agroindústria da maçã, os sucos (tipo néctar, clarificado e concentrado) são considerados mais nobres. No Brasil, grande parte do descarte, de 115 a 150 mil toneladas, é transformada em suco de maçã, pouco comercializado internamente em função do custo e da falta de hábito do consumidor brasileiro²⁹. Cerca de 90% desse suco é concentrado para exportação, o que corresponde a 15 a 20 mil toneladas anuais aos Estados Unidos da América, que o destina à elaboração de produtos infantis, uma vez que a matéria-prima constitui de cultivares de mesa com baixos teores de ácidos e taninos e elevados teores de açúcares, com corpo de boa aceitação sensorial.

Para exportar, a indústria deve fornecer um laudo técnico com todos os parâmetros físico-químicos exigidos pelos órgãos fiscalizadores do importador e atender às exigências dos compradores com padrões próprios de qualidade. Na Comunidade Econômica Européia, a normatização do suco de maçã aceita é a da *International Federation of Fruit Juice Producers* (IFU). A avaliação sensorial é também parte obrigatória nesse processo. Além disso, foi observada em todos os países importadores de suco de maçã uma exigência acentuada na comprovação da autenticidade de sua origem geográfica.

Em vários trabalhos se apresentam e se discutem a composição química do suco de maçã^{9,24,31} e de suco de maçã concentrado^{10,19}, a fim de se estabelecer critérios para a sua

Recebido para publicação em 30/3/2006

Aceito para publicação em 23/4/2007 (001716)

¹ Departamento de Engenharia de Alimentos, Campus de Uvaranas, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Av. Carlos Cavalcanti, 4748, CEP 84030-900, Ponta Grossa - PR, Brasil,

E-mail: alessandronog@yahoo.com.br

*A quem a correspondência deve ser enviada

autenticidade. De modo geral, a composição do suco de maçã recebe influências como: tipo de cultivar, região de crescimento, clima, tratamentos culturais, adubações e maturidade na colheita⁷, atmosfera controlada e condições de armazenamento^{6,8} e tecnologia de processamento^{4,28,32,33}.

Um dos parâmetros físico-químicos para atestar a qualidade de sucos de maçãs, concentrados ou não, é a análise de cinzas e minerais¹⁷. Os valores dessa análise estão em pauta pelo setor industrial em virtude dos baixos teores de minerais, com destaque para o cálcio e o magnésio, encontrados nos sucos de maçãs brasileiros, o que compromete a comercialização, uma vez que são considerados adulterados.

Em atenção às exigências dos importadores e à baixa disponibilidade de informações sobre o teor mineral do suco de maçã, o trabalho teve como objetivos quantificar os principais minerais em diferentes cultivares de maçãs e verificar o efeito das operações de processamento no teor de minerais em sucos de maçãs.

2 Material e métodos

2.1 Material

As amostras compreenderam lotes de 15 kg de nove cultivares provenientes da safra 2004/2005, sendo sete cultivares fornecidas pela Estação Experimental de São Joaquim - da Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri/SC (Daiane, M-11/00, M-12/00, Imperatriz, Fuji Suprema, Fred Hough e Hatsuari) e duas amostras das cultivares Gala e Fuji adquiridas no mercado local.

2.2 Métodos

Fruta

Foram utilizados lotes de 1,5 kg de maçãs de cada cultivar, selecionadas, lavadas, trituradas e colocadas em formas para secagem em estufa de circulação e renovação de ar (TECNAL-TE-394/2) a 60° por 72 horas, com homogeneização a cada 12 horas a fim de favorecer a secagem uniforme. As frutas secas foram colocadas em recipientes plásticos e armazenadas à temperatura ambiente.

Suco prensado

Oito quilos de cada cultivar foram utilizados, tendo as maçãs sido selecionadas, lavadas, trituradas e prensadas. Ao suco foram adicionados 3 mL.hL⁻¹ de pectinase (Pectinex, Novozymes do Brasil), e após duas horas, à temperatura ambiente (20-25 °C) o sobrenadante foi trasfegado, filtrado, engarrafado e pasteurizado (85 °C/20 minutos), conforme WOSIACKI et al.³⁰.

Suco liquefeito

Três quilos de cada cultivar foram empregados, tendo as maçãs sido selecionadas, lavadas e trituradas. Foi adicionada uma preparação enzimática contendo um *pool* de atividades hidrolíticas na proporção de 0,9 mL.kg⁻¹ (Ultrazym® AFP-L,

Novozymes do Brasil). O sistema massa ralada com enzima de liquefação total foi mantido em estufa microbiológica (marca Quimis) por 25 horas, a 30 °C e então centrifugado por 20 minutos a 1800 rpm. O produto foi filtrado, engarrafado e tratado termicamente (85 °C/20 minutos).

2.3 Análises físico-químicas

Cinzas totais

Foram determinadas mediante método oficial do Instituto Adolfo Lutz¹⁴, modificado e em triplicata. Os cadinhos de porcelana foram previamente calcinados a 550 °C por uma hora e resfriados em dessecador. Amostras de frutas consistiram de cinco gramas, e de sucos cinco mL, tanto do prensado quanto do liquefeito, sendo mantidos em estufa a 100 °C por 24 horas. As amostras foram carbonizadas e incineradas em mufla (Marca Jung, Modelo 0910) à temperatura de 550 °C a uma taxa de 15 °C/minuto por 12 horas, sendo que na metade desse período as amostras foram retiradas e trituradas com um bastão de vidro, permanecendo na mufla por mais 6 horas. Após o resfriamento os cadinhos foram pesados e as cinzas calculadas em g.kg⁻¹.

Cinzas insolúveis

Foram determinadas em água. Foram utilizados os cadinhos contendo as cinzas totais, sendo adicionados 30 mL de água à temperatura ambiente (20-25 °C), homogeneizadas com um bastão de vidro e aquecidas por 15 minutos em banho-maria. Foram filtradas em papel de filtro quantitativo, lavando os cadinhos e os filtros com 100 mL de água fervente. O papel-filtro e o resíduo foram transferidos para a mesma cápsula em que havia sido feita a incineração, secando-se em estufa a 105 °C por 24 horas. As amostras foram carbonizadas, incineradas em mufla a 550 °C por 30 minutos e esfriadas em dessecador. O aquecimento foi feito à taxa de 15 °C/minutos. O valor para as cinzas insolúveis em água foi calculado em g.kg⁻¹.

Cinzas solúveis

Foram calculadas subtraindo-se o número de gramas de cinzas totais do número de gramas de cinzas insolúveis¹⁴.

Minerais

foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (GBC Scientific Equipment Ltda, modelo GBC 932AA), na qual 10 mL de suco foram diluídos a um volume final de 100 mL com HNO₃ (1 N). Curvas de calibração para cada mineral, faixas de leitura, diluições e parâmetros de chama foram utilizados segundo recomendação do fabricante (GBC Scientific Equipment, Inc., Arlington Heights, IL)^{1,14,18,21}. A estatística descritiva simples, a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey foram feitos com o software Microsoft® Office Excel Edition 2003.

3 Resultados e discussão

Na Tabela 1 podem ser observados os valores de cinzas nas frutas in natura das nove cultivares, que correspondem

aos elementos minerais e representaram de 1,36 a 2,49% do peso seco da fruta.

O teor médio de cinzas totais nas frutas in natura apresentou valor de $19,2 \pm 3,9$ g.kg⁻¹ com coeficiente de variação de 20,10%. Porém, a média de cinzas totais entre as cultivares Gala e Fuji que representam mais de 90% da produção foi de $15,3 \pm 0,6$ g.kg⁻¹. Na fruta, uma parte dos minerais apresenta-se na forma insolúvel ($1,1 \pm 0,5$ g.kg⁻¹), enquanto a maioria está na forma solúvel ($20,5 \pm 4,8$ g.kg⁻¹), como bases e ácidos fracos²⁷. As cultivares Gala e Fuji apresentaram os menores teores de cinzas solúveis 14,7 e 14,5 g.kg⁻¹, respectivamente. A alcalinidade das cinzas dá uma indicação sobre o grau de salinificação dos ácidos orgânicos da maçã – teor baixo indica maior proporção de ácidos orgânicos livres e teor elevado, a

predominância de ácidos orgânicos salinificados^{23,25}. Neste caso, pode ser observado que a alcalinidade das cinzas solúveis apresentou valores de 164,06 a 203,69 meq.L⁻¹ o que indica uma maior concentração de ácidos orgânicos na forma de sais que contribuem no pH da fruta (Tabela 1). Na Tabela 2 podem ser observados os resultados das cinzas para o suco clarificado obtido pelo processo clássico utilizado por vários países processadores de maçã, que consiste da prensagem, seguida pela despectinização e filtração do suco.

As cinzas no suco podem representar até 10% do extrato seco reduzido. No suco ficaram em média 14,0% das cinzas, grande parte de minerais solúveis encontrados nas frutas, sendo que os 86,0% restantes ficaram retidos no bagaço (Tabela 3). No caso do suco de maçã, o valor mínimo e máxi-

Tabela 1. Características das cinzas em frutas in natura de nove cultivares de maçãs provenientes da safra de 2004/2005.

Cultivares	Cinzas totais	Cinzas solúveis	Cinzas insolúveis	Alcalinidade das	Alcalinidade das
				cinzas solúveis	cinzas insolúveis
	g.kg ⁻¹			meq.L ⁻¹	
Fuji	15,1 ± 0,5	14,5 ± 0,3	0,6 ± 0,2	179,03 ± 5,30	28,61 ± 1,13
Gala	15,6 ± 0,8	14,7 ± 0,5	0,9 ± 0,3	178,22 ± 8,35	35,91 ± 5,30
Daiane	24,9 ± 2,8	27,3 ± 3,7	1,2 ± 0,5	175,95 ± 9,58	51,26 ± 2,36
Fuji suprema	20,7 ± 2,9	22,8 ± 3,4	0,9 ± 0,4	194,86 ± 5,31	43,93 ± 2,01
Fred hough	17,6 ± 0,7	19,2 ± 0,8	0,6 ± 0,2	200,80 ± 4,98	39,91 ± 4,02
Hatsuari	21,0 ± 0,3	21,9 ± 0,6	2,2 ± 0,4	203,69 ± 3,93	50,59 ± 3,10
Imperatriz	21,3 ± 7,2	23,3 ± 7,9	1,3 ± 0,4	164,06 ± 5,26	49,18 ± 2,28
M-11/00	13,6 ± 0,6	15,2 ± 0,4	1,1 ± 0,5	178,64 ± 22,52	49,92 ± 1,95
M-12/00	22,8 ± 3,5	25,4 ± 3,7	0,9 ± 0,6	179,98 ± 78,49	49,92 ± 3,43
Estatística descritiva					
Máximo	24,9	27,3	2,2	203,69	51,26
Média	19,2	20,5	1,1	183,91	44,36
Mínimo	13,6	14,5	0,6	164,06	28,61
Desvio padrão	3,9	4,8	0,5	13,01	7,99
C. V.*, %	20,10	23,47	46,54	7,07	18,02

(C. V.) coeficiente de variação.

Tabela 2. Características das cinzas dos sucos clarificados, extraídos por prensagem, de 9 cultivares de maçãs provenientes da safra de 2004/2005.

Sucos varietais	Cinzas totais	Cinzas solúveis	Cinzas insolúveis	Alcalinidade das	Alcalinidade das
				cinzas solúveis	cinzas insolúveis
	g.kg ⁻¹			meq.L ⁻¹	
Fuji	2,3 ± 0,5	2,5 ± 0,5	-	25,85 ± 1,97	14,57 ± 3,96
Gala	2,1 ± 0,2	3,2 ± 3,2	-	26,97 ± 1,49	12,31 ± 3,83
Daiane	1,9 ± 0,2	1,6 ± 1,8	-	32,75 ± 1,00	7,87 ± 4,83
Fuji suprema	3,1 ± 0,5	2,8 ± 4,3	-	29,66 ± 0,05	25,34 ± 7,16
Fred hough	3,4 ± 1,0	2,5 ± 6,8	-	30,82 ± 1,17	11,99 ± 4,42
Hatsuari	2,6 ± 0,4	2,3 ± 3,8	-	27,79 ± 3,45	1,91 ± 3,31
Imperatriz	1,5 ± 0,2	1,3 ± 1,5	-	24,24 ± 1,07	2,51 ± 2,88
M-11/00	4,8 ± 5,5	1,3 ± 0,1	-	25,26 ± 1,77	1,86 ± 1,86
M-12/00	2,2 ± 0,2	1,9 ± 1,2	-	30,95 ± 1,26	9,46 ± 13,23
Estatística descritiva					
Máximo	4,8	27,6	-	32,75	25,34
Média	2,7	15,7	-	28,25	9,76
Mínimo	1,5	2,5	-	24,24	1,86
Desvio padrão	1,0	8,9	-	2,93	7,56
C. V., %	37,63	56,44	-	10,38	77,49

(C. V.) coeficiente de variação; e (-) valores abaixo do limite de detecção da técnica.

mo para cinzas, estabelecido pela *International Federation of Fruit Juice Producers* (IFU) é de 1,9 e 3,5 g.L⁻¹, respectivamente. O único suco varietal que apresentou valor inferior foi o da cultivar Imperatriz (1,5 ± 0,2 g.L⁻¹). O suco da cultivar Daiane ficou no limite e as outras cultivares apresentaram valores superiores, sendo que o da cultivar M-11/00 ficou acima do valor máximo com 4,8 g.L⁻¹. O valor médio (2,7 ± 0,1 g.L⁻¹) das nove cultivares mantém o conjunto dentro do preconizado pela IFU. Os valores de alcalinidade indicam um baixo teor de ácidos orgânicos salinificados no processamento do suco (Tabela 2).

Na Tabela 3, nos resultados das análises feitas com as cultivares Gala e Fuji, os minerais potássio (K), fósforo (P), magnésio (Mg) e cálcio (Ca) encontrados na maçã representaram mais de 50% do teor de cinzas totais. O teor inicial de cinzas nas frutas e nos sucos obtidos pela prensagem e pela liquefação não apresentou diferenças significativas (p < 0,05) entre as duas cultivares Gala e Fuji (Tabela 3). Nessa mesma Tabela pode ser observado que a transferência de cinzas da fruta para o suco foi em média de 14,0 a 23,0% para as extrações por prensagem e liquefação enzimática, respectivamente, sendo estes dois métodos de extração dos sucos estatisticamente diferentes (p > 0,05) em relação ao rendimento de cinzas.

O teor de potássio nas frutas é superior aos demais minerais, 7300 e 7500 mg.L⁻¹ para Gala e Fuji, respectivamente. Normalmente, são feitas intensas adubações de K nos pomares de maçã, uma vez que a deficiência de K no solo resulta em frutos pequenos, mais firmes, com menores teores de ácidos e cor vermelha menos intensa na colheita¹³. Trata-se de um dos únicos minerais que transitam pelo floema e participam no acúmulo dos açúcares sintetizados durante a fotossíntese²⁶. Em virtude dos seus elevados teores, apresenta influência direta no valor de pH do suco de maçã, que consiste na soma dos ácidos e dos cátions do meio⁵.

Os teores de fósforo foram diferentes entre as cultivares Gala (487 mg.L⁻¹) e Fuji (150 mg.L⁻¹). A concentração de P no suco de maçã está relacionada com o grau de exigência e a capacidade de absorção do sistema radicular das cultivares. Deficiências em P predispõem as frutas a defeitos fisiológicos²².

A maioria dos minerais é transportada via xilema durante a transpiração da fruta, quando a fruta inicia o estágio de amadurecimento. Ocorre diminuição da transpiração devido à modificação da película e degenerescência dos estômatos, cessando o acúmulo de Ca e, em menor intensidade, o de Mg. Além disso, durante a maturação a concentração destes dois minerais diminui.

O magnésio apresentou valores superiores na Fuji (411 mg.L⁻¹) do que na Gala (354 mg.L⁻¹), porém não foram estatisticamente diferentes (p < 0,05%) (Tabela 3). Esse cátion é absorvido pelo sistema radicular e sua presença está relacionada com a quantidade disponível no solo e com a seletividade da planta. O excesso de K e a falta de umidade e aeração do solo dificultam a absorção do magnésio^{4,11}.

O teor de cálcio, de 161 e 137 mg.L⁻¹ para Gala e Fuji, respectivamente, está associado com a qualidade da fruta como a redução de incidência de *Bitter pit*¹² e com relação à textura no ponto de colheita e na estocagem em atmosfera controlada³.

No processamento, grande parte dos minerais ficou retida nos respectivos bagaços. A prensagem resultou em diminuição de 88% do potássio, 90% do magnésio e 65% do cálcio para os sucos das cultivares Gala e Fuji. O rendimento em P variou em função da cultivar; para suco da Gala foi de apenas 9,2%, sendo que para o suco da Fuji foi de 66,0% (Tabela 3). O processo de extração por liquefação apresentou, para as duas cultivares, diminuições de 81 e 85% para o K e Mg, respectivamente. Neste processo, também foi observada uma maior extração de P e Ca no suco da Fuji (73 e 58%, respectivamente) que em relação ao suco da Gala (9,8 e 38%, respectivamente) (Tabela 3). Os teores de cinzas e minerais determinados no suco prensado, para as duas cultivares, correspondem aos valores encontrados na literatura por RIZZON, BERNARDI e MIELE²⁴.

Na Figura 1a e 1b pode ser observado que no processamento de suco clarificado, extraído por prensagem e por liquefação, as operações que se sucedem no suco natural até o clarificado não afetam significativamente os teores de cinzas. O rendimento de minerais na extração por liquefação foi superior ao processo de prensagem, principalmente quando reportamos estes valo-

Tabela 3. Composição mineral das duas principais cultivares de maçãs brasileiras.

Cultivares	Produtos	Minerais				
		Cinzas*	Potássio*	Fósforo*	Magnésio*	Cálcio*
Gala	In natura	15100 ^a	7300 ^b	487 ^a	354 ^{ab}	161 ^a
	Suco liquefeito	3600 ^f	1200 ^f	48 ^c	58 ^c	61 ^{bc}
	Bagaço da liquefação	11500 ^e	6100 ^c	439 ^a	296 ^b	100 ^b
	Suco prensado	2300 ^g	900 ^g	45 ^c	28 ^c	50 ^{bc}
	Bagaço da prensagem	12800 ^c	6400 ^c	442 ^a	326 ^{ab}	111 ^{ab}
Fuji	In natura	15600 ^a	7500 ^a	150 ^b	411 ^a	137 ^a
	Suco liquefeito	3400 ^f	1300 ^f	110 ^b	58 ^c	80 ^b
	Bagaço da liquefação	12200 ^d	6200 ^c	40 ^c	353 ^{ab}	57 ^{bc}
	Suco prensado	2100 ^g	900 ^g	99 ^b	45 ^c	48 ^{bc}
	Bagaço da prensagem	13500 ^b	6600 ^c	51 ^c	366 ^a	89 ^b

*Os resultados para amostras sólidas e líquidas são mg.kg⁻¹ e mg.L⁻¹, respectivamente.

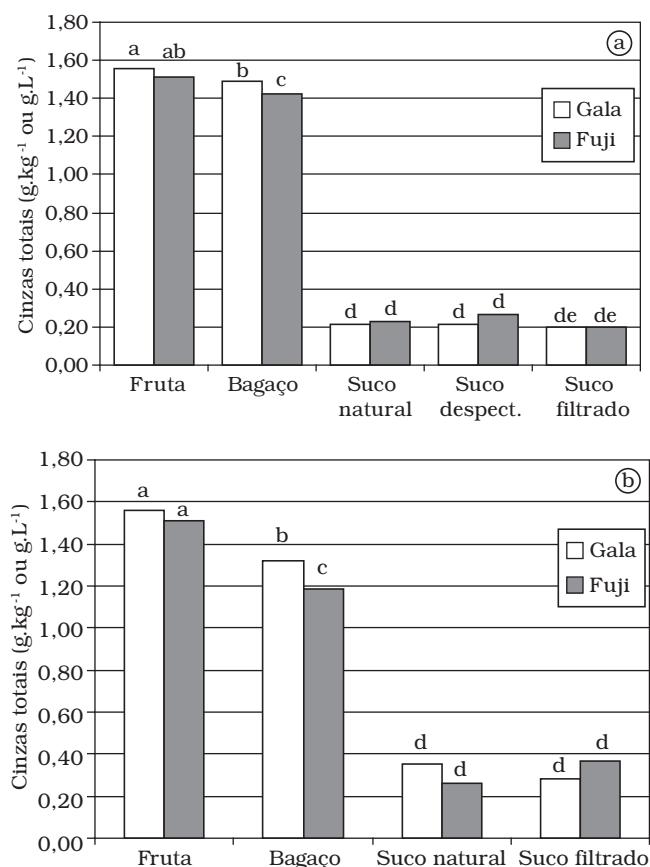


Figura 1. Efeito do processamento de suco de maçã no teor de cinzas. a) Suco extraído pela operação de prensagem; e b) suco extraído pela operação de liquefação enzimática.

res aos limites preconizados pelas legislações internacionais de comércio para sucos de maçã em vigência.

A Tabela 4 corresponde a uma comparação entre os resultados dos minerais do suco de maçã brasileiro, onde foram utilizadas 10 cultivares, com os de vários outros países^{9,10}.

Os teores de cinzas, potássio e fósforo correspondem aos valores preconizados pela IFU e foram semelhantes aos sucos dos demais países, com exceção do fósforo que alcançou 252,10 mg.L⁻¹ no artigo de EISELE e DRAKE⁹, ficando fora do limite máximo de 75,00 mg.L⁻¹ exigido pela IFU. Os teores de Ca e Mg ficaram abaixo dos valores obtidos pelos demais autores^{9,10}, sendo o Mg o que apresentou menores teores (29,24 ±

6,10 mg.L⁻¹) ficando abaixo do limite mínimo de 40,00 mg.L⁻¹ (estabelecido pelo IFU). O teor de Ca por mais que tenha ficado dentro da legislação do IFU (mínimo de 30,00 mg.L⁻¹) tem sido, juntamente com o Mg, motivo de alegações de possíveis fraudes, como diluição no suco de maçã concentrado e exportado pelo Brasil.

4 Conclusão

Os teores de cinzas nas frutas das cultivares Gala e Fuji foram inferiores aos das demais cultivares brasileiras.

No processamento de suco por prensagem, 15% das cinzas da fruta foram transferidas para o suco, e no processo por liquefação, 23% foram transferidas ao suco. Grande parte dos minerais permanece nos bagaçõs, independente do processo de extração do suco.

As perdas de minerais foram observadas na extração do suco, sendo que as operações de clarificação não apresentaram influência no perfil iônico.

O suco de maçã brasileiro apresentou teores de cinzas, potássio e fósforo compatíveis com os resultados de outros autores e com a IFU. O teor de magnésio ficou abaixo do limite preconizado por essa organização internacional (legislação) e o teor de cálcio, inferior aos demais autores e muito próximo do limite mínimo permitido.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Ponta Grossa por ceder os laboratórios para a realização deste trabalho, à EPAGRI/SC por ceder amostras de maçãs, bem como aos órgãos de fomento CNPq, CAPES e Fundação Araucária pelo fornecimento das bolsas que subsidiaram o trabalho dos pesquisadores, e ao Grupo de Trabalho sobre Maçã – GTM, pelo apoio complementar.

Referências bibliográficas

1. AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official Method of Analysis**. AOAC: Washington, DC, v. 10, 1980.
2. BELROSE Inc. **World Apple Review**, Belrose: United States of America, 2005, p. 131.
3. BENAVIDES, A. et al. Multivariate analysis of quality and mineral parameters on Golden Smoothie apples treated before harvest with calcium and stored in controlled atmosphere. **Food Sci. Tech. Int.**, v. 8, n. 3, p. 139-146, 2002.

Tabela 4. Característica do perfil mineral do suco de maçã brasileiro em comparação com sucos de outros países e com o padrão de qualidade estabelecido pelo *International Federation of Fruit Juice Producers* (IFU).

Componente	Suco de maçã brasileiro, (média: 10 cultivares)	Suco de maçã internacional*, (média: 92 cultivares)	Suco de maçã internacional**, (média: 175 cultivares)	IFU
Cinzas totais, %	0,23 ± 0,05	0,26 ± 0,04	0,25 ± 0,05	0,19-0,35
Potássio***	1055,28 ± 162	972,00 ± 13,07	1511,00 ± 266,90	900-1500
Magnésio***	29,24 ± 6,10	41,00 ± 0,74	64,90 ± 9,90	40-75
Cálcio***	38,21 ± 7,20	46,80 ± 12,40	41,90 ± 13,60	30-120
Fósforo***	72,00 ± 38,20	67,60 ± 24,80	252,10 ± 72,90	40-75

*ELKINS et al.¹⁰; **EISELE e DRAKE⁹; e *** mg.L⁻¹.

4. BINNING, R.; POSSMANN, P. Apple juice. In: NAGY, S.; CHEN, C. S. and SHAW, P. E. **Fruit Juice Processing Technology**. Auburndale, Florida: Agsience, INC, 1993, p. 271-317.
5. CHAMPAGNOL, F. L'acidité des moûts et des vins. **Revue Française d'Œnologie** n. 104, 1986, p. 361.
6. DRAKE, S. R.; EISELE, T. A. Carbohydrate and acid contents of Gala apples and Bartlett pears from regular and controlled atmosphere storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 8, 1999, p. 3181-3184.
7. DRAKE, S. R.; EISELE, T. A. Quality of Gala apples as influenced by harvest maturity, storage atmosphere and concomitant storage with bartlett pears. **Journal of Food Quality**, v. 20, n. 1997, p. 41-51.
8. DRAKE, S. R.; ELFVING, D. C.; EISELE, T. A. Harvest maturity and storage affect quality of 'ripps pink' (pink lady) apples. **Horticultural Techniques**, v. 12, n. 3, 2002, p. 388-391.
9. EISELE, T. A.; DRAKE, S. R. The partial compositional characteristics of apple juice from 175 apple varieties. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, n. 2-3, 2005, p. 213-221.
10. ELKINS, E. R. et al. Characterization of Commercially Produced Apple Juice Concentrate. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 9, n. 1, 1996, p. 43-56.
11. EPAGRI. **A cultura da Macieira**. Florianópolis: GMC/ Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, ed. 2. 2002, p. 743.
12. GRANELLI, G.; MINGUZZI, A.; UGHINI, V. Harvest and postharvest apple quality influenced by boron application. **Acta Horticulture**, v. 258, 1989, p. 405-420
13. HUNSCHÉ, M.; BRACKMANN, A.; ERNANI, P. R. Effect of potassium fertilization on the postharvest quality of 'Fuji' apples. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 38, n. 4, 2003, p. 489-496.
14. INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. p. 27-31.
15. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Brasil: Produção agrícola – lavouras temporárias e permanentes, **Ministério da Agricultura**, 2005. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/portal/page?_pageid=33,969696&_dad=portal&_schema=PORTAL>. Acesso em: 14 de mar. 2006.
16. KENNEDY, M. et al. Apple pomace and products derived from apple pomace: uses, composition and analysis. In: **Modern methods of plant analyses. Analysis of plant waste materials**. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1999, p. 75-119.
17. LEE, H. S.; WROLSTAD, R. E. Detection of adulteration in apple juices. In: LEE, H. S.; WROLSTAD, R. E. **Adulteration of fruit juice beverages: Food Science Technology**. New York: Marcel Decker, 1988, p. 343-376.
18. MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental**. São Paulo: Produ. Química, 1994.
19. MATTICK, L.R. An evaluation of the methodology for determining the authenticity of apple juice and concentrate. In: NAGY, S.; ATTAWAY, J.A.; RHODES, M.E. **Adulteration of Fruit Juice Beverages**. New York: Marcel Dekker, 1988, p. 175-193.
20. PAGANINI, C.; NOGUEIRA, A.; DENARDI, F.; WOSIACKI, G. Aptidão industrial de seis cultivares de maçã (dados da safra 2001/2002). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, 2004, p. 1336-1343.
21. PEARSON D. **Técnicas de laboratório para análises de alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1986.
22. PERRING, M. A. Mineral composition of apples. VII. The relationship between fruit composition and some storage disorders. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 19, n. 4, 1968, p. 186-192.
23. RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. **Traité d'œnologie. 1-Microbiologie du vin et vinifications**. Paris: La Vigne, 1998, p. 617.
24. RIZZON, L. A.; BERNARDI, J.; MIELE, A. Características analíticas dos sucos de maçã Gala, Golden delicious e Fuji. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 750-756, 2005.
25. RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 192-198, 2002.
26. SCHALLER, K. O.; LÖHNERTZ, O.; CHIKKASUBBANNA, V. **Vitic. Enol. Sci.**, v. 47, n. 1992, p. 36.
27. SMOCK, R. M.; NEUBERT, A. M. **Apples and apples products**. New York: Interscience Publishers, 1950, p. 486.
28. SPANOS, G. A.; WROLSTAD, R. E. Phenolics of apple, pear, and white grape juices and their changes with processing and storage—a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 9, 1992, p. 1478-1487.
29. WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A.; Suco de Maçã. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação, mercado**. 1. ed., Botucatu: Blücher, 2005, p.255-292.
30. WOSIACKI, G.; NAMICHI, N. N.; CERIBELI, M. I. P. F.; SATAQUE, E. Y.; SICHIERI, V. L. F. S.; OLIVEIRA, T. C. R. M.; OLIVEIRA CESAR, E. Estabilidade do suco clarificado de maçã. **Arq. Biol. Tecnol.** Curitiba, v. 32, n. 4, 1989, p. 775-786.
31. WOSIACKI, G.; PHOLMAN, B. C.; NOGUEIRA, A. Características de cultivares de maçãs: Avaliação físico-química e sensorial de 15 cultivares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 347-352, 2004.
32. WROLSTAD, R. E.; HEATHERBELL, D. A.; SPANOS, G. A.; DURST, R. W.; HSU, J.; YORGEY, B. M. Processing and storage influences on the chemical composition and quality of apple, pear, and grape juice concentrates. In: JEN, J. J. **Quality Factors of Fruits and Vegetables**. Washington, DC.: American Chemical Society, 1989, p. 270-292.
33. ZARATE-RODRIGUEZ, E.; ORTEGA-RIVAS, E.; BARBOSA-CANOVAS, G. V. Quality Changes in Apple Juice as Related to Nonthermal Processing. **Journal of Food Quality**, v. 23, n. 3, 2000, p. 337-350.