

Determinação de ácido ascórbico e tocoferóis em frutas por CLAE

Determination by HPLC of ascorbic acid and tocopherols in fruits

Milene Teixeira Barcia^{1*}; Andressa Carolina Jacques¹;
Paula Becker Pertuzatti¹; Rui Carlos Zambiasi²

Resumo

As frutas e as hortaliças são recomendadas na alimentação humana pela riqueza em compostos nutritivos e também pela presença de compostos que apresentam efeito antioxidante. Os compostos bioativos adquiridos através da dieta, como a vitamina C e a vitamina E, além do aspecto nutritivo, são importantes para reduzir a velocidade de iniciação ou prevenir a propagação de radicais livres. O objetivo deste estudo foi avaliar os teores de ácido ascórbico e de tocoferóis, de seleções de pitanga (*Eugenia uniflora* L.), butiá (*Butiá capitata*), amora-preta (*Rubus* spp), mirtilo (*Vaccium ashei* Reade), nêspera (*Eribrotia japônica*), jabolão (*Eugenia jabolana*), araçá roxo (*Psidium rufum*), physalis (*Physalis peruviana*), pêra (*Pyrus communis*) e pêssegos (*Prunus persica*). As frutas utilizadas foram das safras 2006/2007/2008, obtidas na região de Pelotas/RS. A análise dos tocoferóis foi realizada segundo Rodrigues-Amaya (1999), e do ácido ascórbico segundo Vinci, Botre e Ruggieri (1995). A identificação e quantificação dos tocoferóis e do ácido ascórbico foi realizada em um sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), utilizando detector de fluorescência para os tocoferóis (excitação em 290 nm e emissão em 330 nm) e detector de UV-Visível para o ácido ascórbico (254 nm). A amora-preta cv. Tupy apresentou maior teor de tocoferóis (8,251 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de fruta) quando comparado ao conteúdo das demais frutas. Na pêra e nos pêssegos cv. Sensação e cv. Granada não identificou-se a presença de tocoferóis. As concentrações de ácido ascórbico variaram de 9,291 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ para o physalis à 0,013 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ para o jabolão. Conclui-se que as frutas são boas fontes destes compostos bioativos.

Palavras-chave: Antioxidantes, quantificação, cromatografia

Abstract

The fruits and vegetables are recommended for human feeding due to the richness of antioxidant compounds. The bioactive compounds from the diet, such as vitamins C and E are important to reduce the speed of initiation or prevent the spread of free radicals. The objective of the work was to evaluate the ascorbic acid and tocopherol content of selections of Pitanga (*Eugenia uniflora* L.), butiá (*Butiá capitata*), blackberry (*Rubus* spp), blueberry (*Vaccium Reade ashei*), loquat (*Eribrotia japônica*), jambolan (*Eugenia jabolana*), purple araçá (*Psidium rufum*), physalis (*Physalis peruviana*), pear (*Pyrus communis*) and peaches (*Prunus persica*). The fruits were from 2006/2007/2008 harvest, which were obtained in Pelotas (RS) region. The tocopherol analyses were performed according Rodrigues-Amaya (1999), and ascorbic acid according Vinci, Botre e Ruggieri (1995). The tocopherol and ascorbic acid identification and quantification was performed by high-efficiency liquid chromatography system (HPLC), using a fluorescent detector for tocopherol (excitation of 290 nm and emission of 330 nm) and a UV-Visible (254 nm) for ascorbic acid. The blackberry cv. Tupy showed the highest tocopherols content (8,251 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ fruit) when compared with the other fruit content. The tocopherol was not found in pears and peaches of cv. Sensação and cv. Granada. The ascorbic acid content ranged from 9,291 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ fruit for the physalis to 0,013 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ fruit for the jambolan. It was concluded that the fruits are good sources of bioactive compounds.

Key words: Antioxidants, quantification, chromatography

¹ Mestranda em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas (UFPel); E-mail: milenebarcia@ig.com.br

² Professor Adjunto da UFPel, DCA – Departamento de Ciência dos Alimentos. E-mail: zambiasi@gmail.com

* Autor para correspondência

Introdução

Frutas e hortaliças são recomendadas na alimentação humana devido sua riqueza nutricional, além da presença de substâncias que exercem ação antioxidante (onde também estão incluídas as vitaminas), as quais exercem ação protetora contra a evolução de processos degenerativos que conduzem às doenças e ao envelhecimento precoce. Dentre os principais fitoquímicos considerados em exercer propriedades antioxidantes, estão incluídos a vitamina C, vitamina E e beta-caroteno (que é um precursor da vitamina A), os quais estão presentes em diversas frutas. Os antioxidantes adquiridos através da dieta, como a vitamina C e a vitamina E, são extremamente importantes na intercepção dos radicais livres oriundos de processos oxidativos (KITTS, 1997).

A Vitamina E consiste na denominação genérica de oito compostos lipossolúveis, os alfa (α), beta (β), gama (γ) e delta (δ) tocoferóis e α , β , γ e δ tocotrienóis, cada um com atividades biológicas específicas; porém, com especificidades, sendo que alfa (α) tocoferol é o mais potente antioxidante (BALL, 1998; BIANCHINI; PENTEADO, 2003).

Os tocoferóis ocorrem naturalmente em alimentos de origem vegetal, como nas frutas, vegetais verde-escuros, nas sementes oleaginosas, nos óleos vegetais e no gérmen de trigo. A ocorrência natural dos diferentes tocoferóis que fazem parte da vitamina E diferenciam-se entre os vegetais, mas o α - tocoferol tem ocorrência mais comum (SETIADIA et al., 2003).

Embora normalmente não estejam presentes em grandes quantidades em frutas, o interesse cada vez maior por essa vitamina é devido, mesmo em pequenas quantidades, especialmente às funções que desempenha no organismo como agente antioxidante, que está envolvida no retardamento do envelhecimento e na proteção a doenças crônicas não transmissíveis, como de Parkinson, Alzheimer, câncer e doenças cardiovasculares (BRIGELIUS-FLOHÉ, 2002; MEYDANI, 2000; BIANCHINI;

PENTEADO, 2003; MICHELL; ULRICH; MCTIERNAN, 2003).

A vitamina C ou, simplesmente, ácido ascórbico (AA) é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil. O AA é amplamente distribuído nos produtos de origem vegetal, sendo encontrado, principalmente, em frutas cítricas e hortaliças (ZHANG; HAMAUZU, 2004).

O AA encontra-se na natureza sob duas formas: reduzida ou oxidada (ácido L-ascórbico e ácido dehidroascórbico), porém a forma oxidada está menos difundida nas substâncias naturais. A transformação do AA (Ácido Ascórbico) em ácido dehidroascórbico ocorre normalmente no interior do organismo e é reversível, permitindo que uma de suas substâncias possa sempre ser transformada na outra. Essa capacidade de transformação funciona como um sistema oxidorredutor capaz de transportar hidrogênio nos processos de respiração, no nível celular (WELCH et al., 1995; TAVARES et al., 2000).

O ácido dehidroascórbico (DIA) é a forma oxidada do ácido ascórbico (AA), os quais possuem atividade vitamínica idêntica, pois o ácido dehidroascórbico é facilmente reduzido no organismo e novamente retido como ácido ascórbico nos tecidos intracelulares. O processo de oxidação do ácido ascórbico é reversível, e acontece quando ocorre à perda de dois elétrons, levando a formação do ácido L-dehidroascórbico. A atividade antioxidante da vitamina C envolve a transferência de um elétron ao radical livre e a consequente formação do radical livre ascorbato (ROSA et al., 2007).

O teor de vitaminas das frutas pode variar dependendo da espécie, do estágio de maturação na época da colheita, de variações genéticas, do manuseio pós-colheita, das condições de estocagem e do processamento. O conteúdo destes nutrientes no alimento *in natura* e sua estabilidade podem influenciar na sua qualidade nutricional (SILVA et al., 2006).

O objetivo deste estudo foi avaliar os teores de ácido ascórbico e de tocoferóis, de seleções de pitanga (*Eugenia uniflora* L.), butiá (*Butiá capitata*), amora-preta (*Rubus* spp), mirtilo (*Vaccium ashei* Reade), nêspira (*Eribrotia japônica*), jambolão (*Eugenia jambolana*), araçá roxo (*Psidium rufum*), physalis (*Physalis peruviana*), pêra (*Pyrus communis*) e pêssegos (*Prunus persica*).

Material e Métodos

Material

Frutas de pitanga (*Eugenia uniflora* L.); butiá (*Butiá capitata*); amora-preta (*Rubus* spp) da cultivar Tupy; mirtilo (*Vaccium ashei* Reade) da cultivar woodard; nêspira (*Eribrotia japônica*); pêra (*Pyrus communis*); e pêssegos (*Prunus persica*) das cultivares Sensação, Eldorado e Granada, foram provenientes da Embrapa Clima Temperado de Pelotas. As frutas de jambolão (*Eugenia jambolana*); araçá roxo (*Psidium rufum*) e physalis (*Physalis peruviana*), foram colhidas em propriedades da região de Pelotas/RS. Todas as frutas foram oriundas da safra de 2006/2007/2008, que após colhidas foram transportadas a 10°C em caixas refrigeradas com gelo, e armazenadas em ultra-freezer a -80°C até o momento das análises. Foram colhidas em torno de 100 unidades de cada tipo de fruta, das quais foram feitas amostragens de aproximadamente 20 gramas, em triplicata. Após a trituração/homogeneização das frutas com auxílio de um mixer, foram realizadas as análises em triplicata.

Os padrões de γ e δ - tocoferóis foram obtidos da Sigma e Aldrich com 96 e 90% de pureza, respectivamente; o de α - tocoferol foi obtido na Merck com 99% de pureza; o de ácido-L-(+)-ascórbico foi obtido da Nuclear; e o padrão de ácido dehidro-L-(+)-ascórbico foi obtido da Fluka, com pureza maior que 80%. Os demais reagentes foram adquiridos de fornecedores locais.

Métodos

Quantificação de tocoferóis por CLAE

A extração dos tocoferóis foi realizada segundo a metodologia de Rodrigues-Amaya (1999), com pequenas modificações. Adicionou-se aproximadamente 3 g de celite a cerca de 20 g de amostra (triturada), misturou-se, adicionou-se 20 mL de acetona gelada e agitou-se por 10 min. A mistura foi filtrada à vácuo, lavando o resíduo com acetona até ficar incolor.

O filtrado foi transferido para um funil de separação, onde acrescentou-se éter de petróleo e água destilada. Descartou-se a fase aquosa (inferior), e transferiu-se o extrato superior para balão volumétrico, aferindo o balão com éter de petróleo. Parte do extrato foi centrifugado a 9000 rpm por 6 minutos (microcentrífuga NT800 Nova Técnica) e transferidos para vial com capacidade de 1,5 mL.

A identificação e quantificação dos tocoferóis foi realizada em um sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (SHIMADZU), constituído por um módulo de mistura dos solventes LC-10AT_{VP}, desgaseificador FCV-10AL_{VP}, bomba reodine DGU-14_A, sistema de controle SCL-10^A_{VP}, forno de coluna CTO-10AS_{VP} e amostrador automático SIL-10AF. A separação foi realizada em uma coluna analítica de fase reversa, Shim-Pak CLC-ODS (3,9 mm x 150 mm x 4 μ m), tendo como fase estacionária grupamentos octadecil. Utilizou-se detector de fluorescência RF - 10A_{XL} em comprimento de onda de excitação de 290 nm e de emissão de 330 nm. Os dados foram adquiridos e processados com uso do software Class-VP.

Para a separação, injetou-se 10 μ L de amostra, utilizando-se como fase móvel inicial acetonitrila/metanol/isopropanol nas proporção 50:40:10, v/v/v, por 10 minutos, alterando-se linearmente para acetonitrila/metanol/isopropanol (30:65:5, v/v/v) até atingir 12 minutos; e retornando linearmente para a fase móvel inicial até 15 minutos de

análise. Utilizou-se fluxo constante de 1 mL.min⁻¹ (ZAMBIAZI, 1997).

Os picos foram identificados pela comparação com o tempo de retenção dos padrões de tocoferóis, e a quantificação foi realizada baseada na curva de calibração dos padrões, expressando os resultados em µg.g⁻¹ de fruta.

As curvas padrões dos tocoferóis foram construídas com diferentes pontos, relacionando-se a concentração versus resposta no detector, com as seguintes concentrações: delta tocoferol (0,01, 0,002, 0,03, 0,04, 0,05 µg. µl⁻¹), gama tocoferol (0,01, 0,002, 0,03, 0,04, 0,05 µg. µl⁻¹) e alfa tocoferol (0,05, 0,1, 0,15 µg. µl⁻¹). As equações de reta obtidas foram: gama tocoferol ($y=6,57543e^{0,17} + 2,16633e^{-0,09}$; R²: 0,990544); alfa tocoferol ($y=2,01793e^{-0,16} + 1,00156e^{-0,08}$; R²: 0,997283); e delta tocoferol ($y=-4,21971e^{-0,17} + 4,25644e^{-0,09}$; R²: 0,998477).

Quantificação de Ácido Ascórbico por CLAE

A análise de ácido ascórbico foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Vinci, Botre e Ruggieri (1995), com pequenas modificações. Pesou-se 10 g de amostra triturada, adicionou-se 30 mL de solução de ácido metafosfórico (4,5 %) em água ultra pura e deixou-se em repouso por 1 hora em frasco âmbar. Transferiu-se a solução para um balão de 50 mL e completou-se o volume com água ultra pura. Após, filtrou-se a amostra em

papel filtro, e o sobrenadante foi centrifugado a 7000 rpm por 10 minutos (microcentrífuga NT800 Nova Técnica) e após transferido para vial com capacidade de 1,5 mL.

Injetou-se 10 µL de amostra no sistema de cromatografia líquida de alta eficiência- CLAE (SHIMADZU), composto pelos módulos descritos anteriormente, utilizando-se o detector espectrofotométrico UV-Vis SPD-10AV_{VP}, em comprimento de onda de 254 nm. Utilizou-se como fase móvel água ultrapura com 0,1 % de ácido acético, com fluxo de 0,8 mL /min. Os dados foram adquiridos e processados com uso do software Class-VP.

Os picos foram identificados pela comparação com o tempo de retenção de padrões de ácido L-ascórbico e de ácido dehidro L-ascórbico (Figura 1). A quantificação foi baseada em curvas de calibração dos padrões de ácido-L-(+)-ascórbico e ácido dehidro-L-(+)-ascórbico, expressando os resultados em mg.g⁻¹ amostra.

A curva padrão do ácido L-ascórbico foi obtida com as concentrações de 0,1, 0,5, 1,0, 2,5, 5,0, 7,5 e 10,0 µg. 10µl⁻¹, apresentando como equação de reta: $y= 9,10936e^{-0,14x^2} + 2,34301e^{-0,07x}$; R²: 0,996175). Para o ácido dehidro L-ascórbico utilizou-se as concentrações de 2,5, 5,0, 7,5, 10,0, 20,0 e 30,0 µg. 10µl⁻¹, obtendo a equação de reta: $y= 3,27508e^{-0,10x^2} + 0,000577263$; R²: 0,998327.

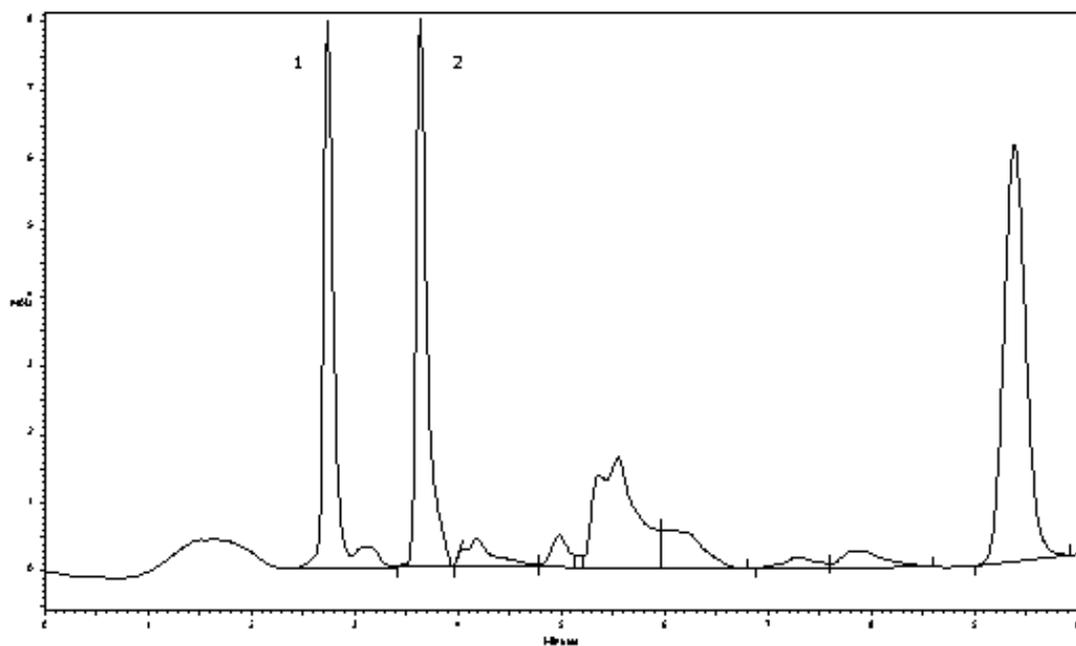


Figura 1. Cromatograma obtido por CLAE dos padrões de ácido dehidro L-ascórbico (1) e do ácido L-ascórbico (2), utilizando uma coluna de fase reversa (C18) e detector UV em 254 nm, com fluxo de 0,8 mL.min⁻¹ e fase móvel composta por metanol e ácido acético 0,15 % em água ultra pura.

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa Statistica versão 7.0.

Resultados e Discussão

Na separação cromatográfica observou-se três picos distintos (Figura 2), correspondentes aos componentes dos tocoferóis. Pela comparação com os padrões, identificou-se o δ -, γ - e α -tocoferol,

correspondentes aos picos 1, 2 e 3 respectivamente. No entanto, nas condições realizadas neste estudo o β -tocoferol não se separou de seu isômero, o γ -tocoferol, e portanto, o pico 2 corresponde ao conteúdo do γ - e β -tocoferol.

Os teores de tocoferóis totais nas frutas analisadas foram estatisticamente diferentes em todas as amostras (tabela 1), sendo que a amora cv. Tupy apresentou o maior teor de tocoferóis (8,251 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) quando comparada com as demais frutas. Na pêra e nos pêssegos cv. Sensação e cv. Granada não foi identificada a presença de tocoferóis.

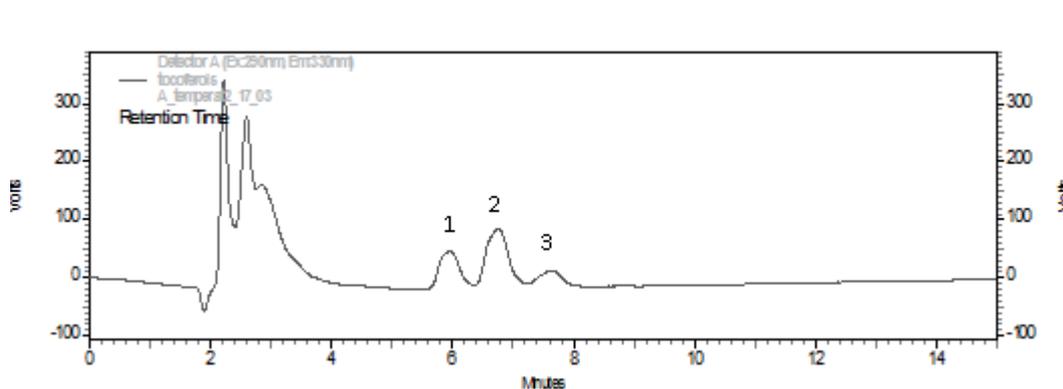


Figura 2. Cromatograma obtido por CLAE dos tocoferóis da amora cultivar Tupy, utilizando uma coluna de fase reversa (C18) e detector de fluorescência, com fluxo de 1,0 mL.min⁻¹ e fase móvel composta por metanol, acetonitrila e isopropanol. Identificação dos picos: (1) δ -tocopherol; (2) β + γ -tocopherol e (3) α -tocopherol.

Tabela 1. Teores de Gama, Beta, Delta e Alfa tocoferóis em diferentes frutas analisadas.

Frutas	Tocoferóis ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)			Total (α + β + γ + δ)
	δ -Tocoferol	(β + γ)-Tocoferol	α -Tocoferol	
Physalis	Nd	nd	1,488 ^d	1,488 ^e
Pêra	Nd	nd	nd	nd
Nêspera	Nd	0,492 ^c	0,984 ^f	1,476 ^f
Mirtilo cv Woodard	0,486 ^e	2,430 ^a	2,430 ^c	5,346 ^b
Jambolão	0,486 ^e	0,486 ^d	4,372 ^a	5,344 ^c
Amora cv Tupy	2,912 ^a	2,427 ^b	2,912 ^b	8,251 ^a
Pêssego cv Eldorado	2,426 ^b	nd	0,485 ^g	2,911 ^d
Pêssego cv Sensação	Nd	nd	nd	nd
Pêssego cv Granada	Nd	nd	nd	nd
Maracujá	Nd	nd	0,426 ^h	0,426 ^h
Araçá roxo	Nd	nd	1,426 ^e	1,426 ^g

*letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de confiança de 95%, pelo teste de Tukey, para as amostras que continham teores de tocoferóis.

nd – não detectado

São escassos na literatura a citação dos teores de tocoferóis encontrados em frutas. Chun et al. (2006) encontrou para a amora valores mais elevados (37,4 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) do que presente estudo (8,251 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), podendo esta diferença estar relacionada ao tipo de cultivar, clima, diferenças no cultivo ou devido a diferença da metodologia de extração, daquela realizada neste estudo. As frutas analisadas por Chun et al. (2006) que apresentaram teores de tocoferóis mais semelhantes ao da amora-preta foram: o figo (7,60 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), nectarina (7,3 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e

pêssego (7,60 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). O mesmo autor (CHUN et al., 2006) também descreve valores de tocoferóis para o mirtilo de aproximadamente o dobro (10,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) ao deste estudo, que foi de 5,34 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

Kim, Giraud e Driskell (2007) encontraram teores de 0,80 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de α -tocopherol em uva (0,80 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), o qual é semelhante ao encontrado neste estudo para nêspera (0,98 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Os mesmos autores encontraram teores de tocoferóis totais em pêssegos (*Prunus pérsica*) aproximadamente a

metade ($1,40 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) do encontrado para o pêssego da cultivar Eldorado deste estudo ($2,91 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Eitenmiller et al. (1999), encontrou para o tomate teores de tocoferóis (α e γ -tocoferol) de $0,89 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, ficando inferior ao total de tocoferóis de todas as frutas analisadas neste estudo, com exceção ao maracujá.

A figura 3 representa o cromatograma típico referente a separação do ácido ascórbico por

cromatografia líquida de alta eficiência. O pico 1 refere-se ao ácido dehidro L-ascórbico, com um tempo de retenção de 2,63 minutos, e o pico 2 refere-se ao ácido L-ascórbico num tempo de retenção 3,20 minutos.

Todas as frutas avaliadas neste estudo apresentaram diferença significativa em relação ao conteúdo total de ácido ascórbico (Tabela 2), o qual variou de $0,013 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ no jambolão à $9,291 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ no physalis.

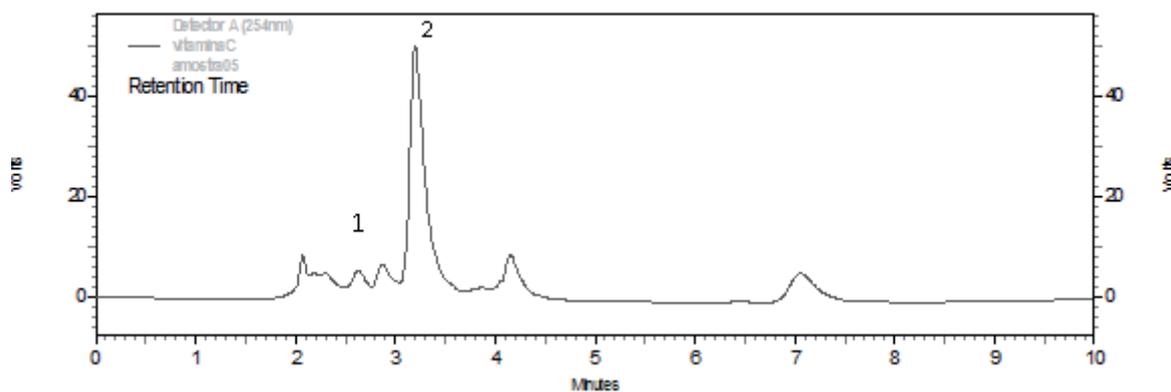


Figura 3. Cromatograma obtido por CLAE do ácido ascórbico em maracujá, utilizando uma coluna de fase reversa (C18) e detector UV em 254 nm, com fluxo de $0,8 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ e fase móvel composta por metanol e ácido acético 0,15 % em água ultra pura. Identificação dos picos: (1) ácido -L-Dehidroascórbico e (2) ácido -L- ascórbico.

Tabela 2. Teores de ácido ascórbico, dehidro L-ascórbico e o total de ácido ascórbico encontrado em diferentes frutas expressos em $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$

Frutas	Ácido -L- ascórbico	Dehidro -L- ascórbico	Total de Ácido Ascórbico
Physalis	0,062 ^b	8,671 ^a	9,291 ^a
Pêra	0,006 ^g	0,612 ^j	0,618 ^j
Nêspera	0,002 ^h	1,866 ^f	1,868 ^f
Mirtilo cv Woodard	0,008 ^f	1,951 ^e	1,959 ^e
Jambolão	0,013 ^e	Nd	0,013 ^k
Amora cv Tupy	Nd	0,757 ⁱ	0,757 ⁱ
Pêssego cv Eldorado	Nd	2,175 ^d	2,175 ^d
Pêssego cv Sensação	0,023 ^c	6,121 ^b	6,144 ^b
Pêssego cv Granada	0,020 ^d	1,118 ^h	1,138 ^h
Maracujá	0,096 ^a	2,316 ^c	2,412 ^c
Araçá roxo	0,001 ⁱ	1,740 ^g	1,741 ^g

*letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de confiança de 95%, pelo teste de Tukey, para as amostras que continham teores de ácido ascórbico.

nd – não detectado

Os teores de ácido ascórbico encontrados na pêra (0,618 mg.g⁻¹) se assemelham aos encontrados por Hernández, Lobo e González (2005) para a laranja (0,660 mg.g⁻¹); no entanto, na pêra a maior quantidade foi encontrada na forma de ácido dehidro-L-ascórbico e para a laranja foi na forma de ácido L-ascórbico. O jambolão foi a fruta que apresentou a concentração mais baixa de ácido ascórbico (0,013 mg.g⁻¹), assemelhando-se ao encontrado por Hernández, Lobo e González (2005) para banana madura cv. “Gran Enana” (0,015 mg.g⁻¹).

Assunção e Mercadante (2003) encontraram em polpa de maçã (*Anacardium occidentale L.*) um teor de 1,023 mg.g⁻¹; este valor é semelhante ao encontrado no pêssego da cultivar Granada (1,138 mg.g⁻¹) analisado neste estudo.

Segundo citações da Universidade de Aveiro (2009), 23 % da alimentação deveria ser a base de frutas, sendo que em média se deve ingerir de 3 a 5 porções de fruta, considerando uma média de peso da fruta de 160 gramas. A OMS (Organização Mundial de Saúde) recomenda uma ingestão de 10 mg de α -tocoferol/dia e de 45 mg de vitamina C/dia (UNIVERSIDADE DE AVEIRO, 2009).

Desta forma percebe-se que as frutas analisadas não apresentam elevado conteúdo em tocoferóis, mesmo embora pequenas quantidades são importantes na complementação das dietas, que normalmente são pobres em antioxidantes naturais.

No entanto, todas as frutas, com exceção do jambolão, mostraram-se fontes ricas em vitamina C, principalmente physalis e pêssego cv. Sensação, das quais, precisaria de apenas 5 a 7,5 g de fruta/dia para suprir a demanda por esta vitamina.

Conclusão

Conclui-se que das frutas estudadas, a amora-preta e o mirtilo foram as que apresentaram maior conteúdo em tocoferóis. Na pêra e no pêssego das cultivares Sensação e Granada não foi detectada a presença de tocoferóis.

Observou-se o maior teor de ácido ascórbico no physalis, sendo que a concentração foi bem superior quando comparada com outras fontes de vitamina C, e a menor concentração no jambolão. Todas as frutas apresentaram concentrações de ácido L-dehidroascórbico superiores ao ácido L-ascórbico.

Agradecimentos

À CAPES e FAPERGS, pelo apoio financeiro, e a UFPel pelo incentivo a pesquisa.

Referências

- ASSUNÇÃO, R. B.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoids and ascorbic acid composition from commercial products of cashew apple (*Anacardium occidentale L.*). *Journal of Food Composition and Analysis*, San Diego, v. 16, n. 6, p. 647-657, 2003.
- BALL, G. F. M. Vitamin E. 1998. In: BATISTA, E. C. S.; COSTA, A. G. V.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Adição da vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 20, n. 5, p. 525-535, 2007.
- BIANCHINI, R., PENTEADO, M. V. C. Vitamina E. 2003. In: BATISTA, E. C. S.; COSTA, A. G. V.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Adição da vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 20, n. 5, p. 525-535, 2007.
- BRIGELIUS FLOHÉ, R.; KELLY, F. J.; SALONEN, J. T.; NEUZIL, J.; ZINGG, J. M.; AZZI, A. The European perspective on vitamin E: current knowledge and future research. 2002. In: BATISTA, E. C. S.; COSTA, A. G. V.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Adição da vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 20, n. 5, p. 525-535, 2007.
- CHUN, J.; LEE, J.; YE, L.; EXLER, J.; EITENMILLER, R. R. Tocopherol and tocotrienol contents of raw and processed fruits and vegetables in the United States diet. *Journal of Food Composition and Analysis*, San Diego, v. 19, n. 2/3, p. 196-204, 2006.
- EITENMILLER, R. R.; LEE, J.; YE, L.; LANDEN, W. O.; JR., R. E. Optimization of an extraction procedure for the quantification of vitamin E in tomato and broccoli

- using response surface methodology. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 13, p. 45-57, 1999.
- HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Determination of vitamin C in tropical fruits: A comparative evaluation of methods. *Food Chemistry*, London, v. 96, n. 4, p. 654-664, 2006.
- KIM, Y., GIRAUD, D. W., DRISKELL, J. A. Tocopherol and carotenoid contents of selected Korean fruits and vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, San Diego, v. 20, n. 6, p. 458-465, 2007.
- KITTS, D. D. An evaluation of the multiple effects of the antioxidant vitamins. *Trends in Food Science and Technology*, Cambridge, v. 8, n. 6, p. 198-203, 1997.
- MEYDANI, M. Effect of functional food ingredients: vitamin E modulation of cardiovascular diseases and immune status in the elderly. 2000. In: BATISTA, E. C. S.; COSTA, A. G. V.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Adição da vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 20, n. 5, p. 525-535, 2007.
- MICHELL, B. L., ULRICH, C. M.; MCTIERNAN, A. Supplementation with vitamins or minerals and immune function: can the elderly benefits. *Nutrition Research*, Tarrytown, v. 23, n.8, p. 1117-1139, 2003.
- RODRIGUES-AMAYA, D. B. *A guide to carotenoids analyses in foods*. Washington: ILSI PRESS, 1999.
- ROSA, J. S.; GODOY, R. L. O.; NETO, J. O.; CAMPOS, R. S.; MATTA, V. M.; FREIRE, C. A.; SILVA, A. L.; SOUZA, R. S. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 27, n. 4, p. 837-846, 2007.
- SETIADIA, D. H.; CHASS, G. A.; TORDAY, L. L.; VARRO, A.; PAPP, J. G. Vitamin E models. shortened side chain models of a, b, g and d tocopherol and tocotrienol: a density functional study. *Journal of Molecular Structure*, Amsterdam, v. 637, n. 1/3, p. 11-26, 2003.
- SILVA, P. T.; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA, V. L. Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de Ácido ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geléia. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 3, p. 678-682, 2006.
- TAVARES, J. T. Q.; SILVA, C. L.; CARVALHO, L. A.; SILVA, M. A.; SANTOS, C. M. G. Estabilidade do ácido ascórbico em suco de laranja submetido a diferentes tratamentos. *Magistra*, Cruz das Almas, v. 12, n. 1/2, jan/dez, 2000.
- UNIVERSIDADE DE AVEIRO. *Ingestão de frutas*. Disponível em: <<http://saude.sapo.pt/artigos/?id=634021>>. Acesso em: 10 jun. 2009.
- VINCI, G.; BOTRE, F.; RUGGIERI, G. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. *Food Chemistry*, London, v. 53, n. 2, p. 211-214, 1995.
- WELCH, R. W.; WANG, Y.; CROSSMAN JUNIOR, A.; PARK, J. B.; KIRK, K. L.; LEVINE, M. Accumulation of vitamin C (ascorbate) and its oxidized metabolite dehydroascorbic acid occurs by separate mechanisms. 1995. In: MANELA-AZULAY, M.; FILGUEIRA, A. L.; PÉREZ, M. A.; MANDARIN-DE-LACERDA, C. A.; CUZZI, T. Vitamina C*. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, Rio de Janeiro, v. 78, n. 3, p. 265-274, 2003.
- ZAMBIAZI, R. C. *The role of endogenous lipid components on vegetables oil stability*. Manitoba: University of Manitoba Winnipeg, 1997. 304 p.
- ZHANG, D; HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry*, London, v. 88, n. 4, p. 503-509, 2004.

