

Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais

Daniela da Silva Oliveira^{1*}, Priscila Peixoto Aquino², Sônia Machado Rocha Ribeiro³,
Rossana Pacheco da Costa Proença⁴ e Helena Maria Pinheiro-Sant'Ana³

¹Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ²Curso de Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ³Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ⁴Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: dani_ufv@yahoo.com.br

RESUMO. Este estudo teve como objetivo analisar o conteúdo de compostos antioxidantes (ácido ascórbico - AA, ácido desidroascórbico - ADA, vitamina C total, licopeno, β -caroteno, β -criptoxantina e estimativa de compostos fenólicos) e avaliar a atividade antioxidante, em goiaba, manga e mamão. A análise de carotenoides e vitamina C foi realizada por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). O teor de fenólicos totais foi determinado utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu e leitura espectrofotométrica. A atividade antioxidante foi avaliada pelo Teste do 2,2-diphenil-2-picril-hidrazil (DPPH•) e do Poder Redutor. A Anova ($\alpha = 0,05$) foi utilizada para a análise dos dados. Os teores dos constituintes antioxidantes diferiram entre as três frutas, mas a goiaba foi a fruta que apresentou teores mais elevados de compostos fenólicos, vitamina C total, ADA e licopeno, além dos maiores valores para atividade antioxidante. Foi constatada forte correlação entre os testes que avaliaram a atividade antioxidante e o teor de fenólicos totais, demonstrando serem estes os principais compostos antioxidantes a contribuir para a atividade antioxidante das frutas analisadas, em ambos os testes. É importante incentivar a utilização das frutas avaliadas neste estudo, tanto em nível doméstico quanto em estabelecimentos de alimentação coletiva para aumentar o consumo de antioxidantes naturais pela população.

Palavras-chave: frutas tropicais, compostos fenólicos, carotenoides, CLAE, ácido ascórbico e desidroascórbico.

ABSTRACT. Vitamin C, carotenoids, phenolic compounds and antioxidant activity of guava, mango and papaya from Ceasa of Minas Gerais State. This study aimed to analyze the content of antioxidant compounds (ascorbic acid - AA, dehydroascorbic acid - DHA, total vitamin C, lycopene, β -carotene, β -cryptoxanthin and phenolic compounds) and to evaluate the antioxidant activity in guava, mango and papaya. The analysis of carotenoids and vitamin C was performed by high performance liquid chromatography (HPLC). The content of phenolic compounds was determined using the Folin-Ciocalteu reagent and spectrophotometric reading. Antioxidant activity was evaluated by testing the 2,2-diphenyl-2-picryl-hydrazil (DPPH•) and reducing power. ANOVA was used for data analysis ($\alpha = 0.05$). The levels of antioxidant constituents differed among the three fruits; guava was the fruit that had the highest levels of phenolic compounds, total vitamin C, lycopene and DHA, and the highest values for antioxidant activity. There was a strong correlation between tests that evaluated antioxidant activity and the content of phenolic compounds, demonstrating that these are the main antioxidant compounds to contribute to antioxidant activity of fruits examined in both tests. It is important to encourage the use of fruits evaluated in this study, both at home and in food service establishments, in order to increase the intake of natural antioxidants by the population.

Keywords: tropical fruit, phenolic compounds, carotenoids, HPLC, ascorbic acid and dehydroascorbic acid.

Introdução

Antioxidantes naturais, presentes particularmente em frutas e hortaliças têm ganhado crescente interesse entre os consumidores e a comunidade científica. Estudos epidemiológicos sugerem que o frequente consumo desses alimentos é associado

com a baixa incidência de doenças degenerativas incluindo o câncer, doenças cardiovasculares, inflamações, artrites, declínio do sistema imune, disfunção cerebral, diabetes, mal de Alzheimer e alguns tipos de catarata (ABDILLE et al., 2005; HE et al., 2007; KUSKOSKI et al., 2005; WU et al., 2004).

Diversas substâncias presentes naturalmente nos alimentos de origem animal e vegetal, de natureza lipofílica ou hidrofílica, apresentam potencial para atuar como antioxidantes no meio biológico, sem considerar os antioxidantes adicionados propositalmente a alimentos industrializados (SHI et al., 2001).

As frutas contêm várias substâncias que possuem potencial para fornecer proteção antioxidante ao organismo humano, sendo os principais a vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos (KAUER; KAPOOR, 2001).

Entre os antioxidantes presentes nas frutas, os mais frequentemente encontrados são os compostos fenólicos, tais como os flavonóides. São definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais, possibilitando aos compostos fenólicos eliminar e estabilizar radicais livres, reduzir o oxigênio singlete, atuar nas reações de oxidação lipídica, assim como na quelação de metais (BIANCHI; ANTUNES, 1999; MALACRIDA; MOTTA, 2006). Os compostos fenólicos são os antioxidantes mais abundantes na alimentação. A sua ingestão é, em média, dez vezes maior que a da vitamina C e 100 vezes maior do que a de vitamina E ou carotenoides (CURIN; ANDRIANTSITOHAIMA, 2005).

Mais de 85% da vitamina C é proporcionada por frutas e hortaliças (LEE; KADER, 2000). Nesse sentido, a vitamina C é considerada o antioxidante hidrossolúvel mais importante no organismo. Apresenta a capacidade de eliminar diferentes espécies de radicais livres, tais como os radicais superóxido e hidroxil, além de reduzir radicais tocoferóis de volta para sua forma ativa nas membranas celulares, mantendo a sua integridade em células dos organismos aeróbios (KAUER; KAPOOR, 2001; NAIDU, 2003). Estudos indicam que o ácido ascórbico pode prevenir mutações em DNA de humanos, uma vez que altas concentrações do ácido reduzem mutações causadas por estresse oxidativo em células humanas *in vitro* (LUTSENKO et al., 2002).

Os carotenoides são compostos que também apresentam propriedades antioxidantes. Os carotenoides provitamínicos A (β -caroteno, α -caroteno e β -criptoxantina), assim como outros carotenoides (licopeno, luteína e zeaxantina) possuem capacidade de atuarem como neutralizadores de radicais livres e de outras espécies reativas de oxigênio, como o oxigênio singlete, principalmente em função de suas estruturas de duplas ligações conjugadas (FERRARI; TORRES, 2002; OLMEDILLA et al., 2001).

Frutas tropicais, como a manga, goiaba e mamão, são largamente produzidas no Brasil, ocupando as

primeiras colocações em relação à produção das mesmas (FAO, 2005). Manga, mamão e goiaba são, em sua maioria, encontradas em grande parte do ano, o que as faz excelentes fontes naturais de compostos antioxidantes para a população brasileira.

O conhecimento da composição das frutas em constituintes antioxidantes é indispensável, uma vez que existem variações nos teores destes, não só entre as espécies de frutas, mas também pode haver variabilidade significativa intraespécie nos teores de ascorbato, carotenoides e compostos fenólicos, dependendo da variedade, das condições de manejo, das regiões de cultivo e do estágio de maturação dos frutos (LEE; KADER, 2000; KONDO et al., 2002).

A disponibilidade de informações sobre a composição de alimentos é essencial para a avaliação da dieta e para as pesquisas epidemiológicas que relacionam dieta, saúde e doença (GRANADO et al., 2001). O conhecimento da composição dos alimentos em compostos antioxidantes facilita a identificação da relação entre a dieta e a prevalência de enfermidades crônicas, além de viabilizar a definição da magnitude das inadequações dietéticas e oferecer subsídios para a educação alimentar e para o estabelecimento de metas e guias alimentares que promovam estilos de vida mais saudáveis (RIBEIRO, 2006).

Diante desse contexto e pela crescente comercialização e consumo de frutas tropicais, tanto no mercado brasileiro como no internacional, objetivou-se neste trabalho avaliar o conteúdo de compostos antioxidantes e a atividade antioxidante em frutas tropicais brasileiras utilizadas de forma frequente em restaurante comercial.

Material e métodos

Matéria-prima

O mamão (*Carica papaya* L. var. Formosa), a manga (*Mangifera indica* L. var. Tommy Atkins) e a goiaba vermelha (*Psidium guajava* var. Paluma) foram provenientes da Ceasa de Contagem, Estado de Minas Gerais e adquiridos de um mercado da cidade de Viçosa, Estado de Minas Gerais. As frutas foram adquiridas entre janeiro e abril de 2008, eram visualmente maduras, caracterizando condições adequadas para consumo imediato. O teor médio de sólidos solúveis (TSS) variou entre 7,6 e 8,1°Brix, nas polpas de goiaba; entre 14,8 e 15,6°Brix, nas polpas de manga e entre 11,7 e 12,15°Brix nas polpas de mamão.

Coleta das frutas e amostragem

A coleta das amostras foi aleatória, sendo feita após recepção das frutas em restaurante comercial. Nesse momento, de três a dez unidades de cada

fruta (goiaba: 6 unidades, 2 kg; manga: 4 unidades, 1,5 kg; mamão: 3 unidades, 3,7 kg) foram coletadas e armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e protegidos por papel alumínio, armazenadas em caixas isotérmicas e transportadas ao Laboratório de Análises de Vitaminas da Universidade Federal de Viçosa. No Laboratório, as amostras foram descascadas (mamão e manga), picadas e homogeneizadas em multiprocessador antes da análise. Foram feitas cinco repetições para cada fruta, e cada dia representou uma repetição. Dessa forma, para cada fruta, as análises foram feitas em cinco dias, totalizando 15 dias para as três frutas. As análises de carotenoides e vitamina C foram feitas em dias separados, totalizando 30 dias de experimento.

Extração e análise de vitamina C

Durante as análises químicas, as amostras foram mantidas sob proteção da luz solar e artificial, pela utilização de vidrarias âmbar, papel alumínio e cortinas do tipo “blackout”.

As condições utilizadas para extração do AA (ácido ascórbico) foram as otimizadas por Campos et al. (2009). A amostra e 15 mL da solução extratora (ácido metafosfórico 3%, ácido acético 8%, ácido sulfúrico 0,3 N e EDTA 1 mM) foram misturadas utilizando microtritador (5 min.), centrifugadas a 4.000 rpm (1.789 g) por 30 min. e o sobrenadante foi completado para 25 mL com água ultrapura. O AA foi determinado de acordo com Campos et al. (2009), utilizando cromatógrafo líquido de alta eficiência (Shimadzu) equipado com coluna cromatográfica RP-18 Lichrospher 100, 250 x 4 mm, 5 µm. O fluxo da fase móvel (1mM NaH₂PO₄, 1mM EDTA, pH 3,00) foi de 1,0 mL min.⁻¹ e o tempo de corrida foi de 5,0 min. A eluição foi detectada utilizando detector de arranjo de diodos (Shimadzu SOD-M10 AVP), com comprimento de onda ajustado para 245 nm. A identificação do AA foi feita comparando-se os tempos de retenção obtidos para o padrão e para as amostras, analisados sob as mesmas condições. Além disso, foram comparados os espectros de absorção do padrão e dos picos de interesse nas amostras, utilizando o detector de arranjos de diodos.

O ADA (ácido desidroascórbico) foi reduzido a AA com 40 mM de ditiotreitol (DTT), determinando dessa forma a vitamina C total. A quantificação de ADA foi realizada por diferença entre o conteúdo de AA total (depois da conversão de ADA para AA) e o conteúdo de AA (antes da conversão de ADA). Padrão de L-ascorbato foi adquirido da Vetec (Brasil), e o ditiotreitol da Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EUA).

Extração e análise de carotenoides

Carotenoides foram extraídos com acetona e éter de petróleo, segundo o método de Rodriguez et al. (1976). Carotenoides foram determinados pelas condições cromatográficas desenvolvidas por Pinheiro-Sant’Ana et al. (1998), utilizando cromatógrafo líquido de alta eficiência (Shimadzu) equipado com coluna cromatográfica RP-18 Phenomenex C18, 250 x 4.6 mm, 5 µm. Fase móvel – metanol: acetato de etila: acetonitrila (50:40:10) para manga e goiaba e (80:10:10) para mamão; Fluxo da fase móvel: 2,0 mL min.⁻¹; Tempo de corrida: 5,5 min. para manga e goiaba e 18 min. para mamão. A eluição foi detectada utilizando detector de arranjo de diodos (Shimadzu SOD-M10 AVP), com comprimento de onda ajustado para 450 nm. A identificação dos carotenoides foi feita comparando-se os tempos de retenção obtidos para os padrões e para as amostras, analisados sob as mesmas condições. Além disso, foram comparados os espectros de absorção do padrão e dos picos de interesse nas amostras, utilizando o detector de arranjos de diodos.

A quantificação foi realizada por padronização externa com soluções-padrão de diferentes concentrações de: β-caroteno, licopeno e β-criptoxantina que foram isoladas de extratos concentrados de cenoura, tomate e mamão, respectivamente, por cromatografia de coluna aberta, de acordo com Rodriguez-Amaya (1999).

A concentração real das soluções de AA e a concentração real dos padrões de carotenoides foram determinadas por espectrofotometria e adequadamente corrigidas.

Estimativa de fenólicos totais e avaliação da atividade antioxidante

Obtenção dos extratos

Os extratos contendo os compostos fenólicos foram obtidos conforme descrito por Bloor (2001). Um grama de amostra previamente homogeneizada foi acrescentado a 10 mL de solução de extração composta de metanol:água (60:40 v v⁻¹) e submetida à agitação (180 rpm), em temperatura ambiente por 15 min. A amostra foi centrifugada a 3.500 rpm (1.000 g), por 5 min. As frações do sobrenadante foram diluídas para obter extratos na concentração de 0,066 g de polpa mL⁻¹. Alíquotas dos extratos foram utilizadas nos testes antioxidantes e para a estimativa de fenólicos totais.

Estimativa do teor de fenólicos totais

O teor de fenólicos totais nos extratos foi estimado utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu, de acordo com a metodologia proposta

por Singleton et al. (1999). Foram adicionados a 0,5 mL do extrato 0,5 mL de reagente de Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich, Alemanha) (diluído 5 vezes em água) e 0,5 mL de solução de carbonato de sódio a 7,5% em água. Foi realizada a agitação em vórtex e, em seguida, deixou-se reagir por 30 min. A absorvância em 765 nm foi lida em espectrofotômetro Shimadzu UV-VIS (Kyoto, Japão). Uma curva analítica de ácido gálico (Sigma-Aldrich, Alemanha) foi elaborada para expressar os resultados em miligramas de Equivalentes de Ácido Gálico (EAG).

Avaliação da atividade antioxidante

Teste do 2,2-diphenil-2-picril-hidrazil (DPPH•)

A atividade de retirada de radical (ARR) das amostras foi avaliada de acordo com o método descrito por Blois (1958). Uma alíquota (100 µL) da amostra-teste foi adicionada a uma solução metanólica de DPPH• (Sigma-Aldrich, Alemanha) 0,1 mM (1,0 mL). A mistura foi agitada por 1 min. em vórtex e deixada em repouso, em temperatura ambiente, por 15 min., ao abrigo da luz. A absorvância foi lida a 517 nm. A capacidade para eliminar o radical DPPH• foi calculada utilizando a equação seguinte:

$$\text{Atividade de retirada de radical (\%)} =$$

$$100\% - \left\{ \frac{\text{Abs}_{\text{amostra}} - \text{Abs}_{\text{branco da amostra}}}{\text{Abs}_{\text{controle}}} \times 100 \right\}$$

em que:

$\text{Abs}_{\text{controle}}$ é a absorvância do controle (solução de DPPH• sem a amostra); $\text{Abs}_{\text{amostra}}$ é a absorvância da amostra-teste (solução de DPPH• mais a amostra-teste); e $\text{Abs}_{\text{branco da amostra}}$ é a absorvância da solução de extração apenas, sem amostra ou solução de DPPH•. Padrões comerciais de antioxidantes (hidroxianisol butilado – BHA – Sigma-Aldrich, Alemanha na concentração de 100 ppm e ácido gálico na concentração de 0,005 g mL⁻¹) foram utilizados como controles positivos.

Teste do poder redutor (PR)

O poder redutor das amostras foi determinado como descrito por Oyaizu (1986). As amostras (1,0 mL) foram misturadas com tampão fosfato 0,2 M pH 6,6 (1,0 mL) e solução aquosa de ferricianeto de potássio (Synth, Brasil) 1% (1,5 mL). Após 30 min. de incubação a 50°C, ácido tricloroacético (Vetec, Brasil) 10% (1,5 mL) foi adicionado à mistura, sendo essa agitada em vórtex. Em seguida, a camada superior da solução (2,0 mL) foi coletada e misturada com água destilada (2,0 mL) e cloreto férrico (Synth, Brasil) 0,1% (0,5 mL); a absorvância

foi lida em 700 nm. Maior absorvância da mistura de reação (média das repetições) indicou maior poder redutor da amostra.

Delineamento experimental e análise estatística dos dados

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (manga, mamão e goiaba), cinco repetições por tratamento, e análises em triplicata para teor de fenólicos totais e atividade antioxidante e em duplicata para vitamina C e carotenoides. O teste de Tukey ($\alpha = 5\%$) foi utilizado para verificar diferenças entre médias de tratamentos.

A Anova e demais testes estatísticos foram realizados utilizando procedimentos do SAS (1994) (Statistical Analysis System), versão 9.1, licenciado para a UFV em 2008.

Resultados e discussão

Conteúdo de vitamina C

Os teores de vitamina C e carotenoides na polpa das três frutas analisadas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Conteúdo médio* de vitamina C e carotenoides nas frutas.

Compostos	Goiaba	Mamão	Manga
Antioxidantes	Paluma	Formosa	Tommy
AA (mg 100 g ⁻¹ MF**)	71,4 ± 11,4 a	79,1 ± 5,04 a	16,2 ± 7,7 b
ADA (mg 100 g ⁻¹ MF)	14,5 ± 3,9 a	1,3 ± 1,0 b	1,1 ± 1,2 b
Vitamina C total (mg 100 g ⁻¹ MF)***	85,9 ± 10,9 a	80,2 ± 5,7 a	17,5 ± 7,1 b
β-caroteno (µg 100 g ⁻¹ MF)	366,3 ± 64,0 b	548,6 ± 175,1 b	1557,1 ± 180,2 a
Licopeno (µg 100 g ⁻¹ MF)	6999,3 ± 2420,5 a	3137,5 ± 596,3 b	77,2 ± 58,4 c
β-criptoxantina (µg 100 g ⁻¹ MF)	-	3798,6 ± 278,0	-

*Média de cinco repetições ± desvio-padrão. Médias nas linhas seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. **MF = Matéria fresca. ***Dados calculados a partir das análises de AA e ADA.

Goiaba e mamão apresentaram teores elevados e estatisticamente superiores ($p \leq 0,05$) de AA e vitamina C total, em relação à manga. Com relação ao conteúdo de ADA, a goiaba também apresentou conteúdo estatisticamente superior ($p \leq 0,05$) em relação às demais frutas.

Na literatura são encontrados tanto valores superiores, quanto inferiores, aos observados para a goiaba nesse estudo. O conteúdo de AA foi inferior aos encontrados por Padula e Rodriguez-Amaya (1986) em goiabas vermelhas cultivadas no Estado de São Paulo (97,7 mg 100 g⁻¹). Entretanto, os mesmos autores encontraram valores inferiores em goiabas produzidas na região Nordeste do Brasil (9,2 a 52,2 mg 100 g⁻¹). Maior conteúdo de AA em goiabas com casca (144 mg 100 g⁻¹) em relação a

goiabas sem casca (132 mg 100 g⁻¹), foi relatado por Lim et al. (2007). Tais achados reforçam a afirmação da literatura de que os teores de vitaminas podem variar de acordo com a variedade do vegetal, parte do alimento analisada, região e condições de cultivo (LEE; KADER, 2000; SOUZA et al., 2004).

O AA é a principal forma ativa biologicamente, mas o ácido L-desidroascórbico (ADA), um produto da oxidação, também exibe atividade biológica, uma vez que pode ser facilmente convertido em AA no organismo humano (LEE; KADER, 2000). Dessa forma, é importante mensurar tanto AA quanto ADA em frutas e hortaliças para encontrar o verdadeiro valor de vitamina C. Entretanto, tem sido observado que quando os níveis de vitamina C são mencionados, muitos trabalhos não têm levado em consideração o ADA. Em muitos vegetais, o ADA representa menos de 10% no total de vitamina C, mas tende a aumentar durante o armazenamento (WILLS et al., 1984). Na presente pesquisa, o conteúdo de ADA em goiaba correspondeu a aproximadamente 16,9% do conteúdo total de vitamina C total.

Na manga (variedade Tommy), os valores de AA, ADA e vitamina C total foram superiores aos observados por Ribeiro et al. (2007), na manga "Tommy" (8,78 mg de AA 100 g⁻¹; 1,01 mg de ADA 100 g⁻¹ e 9,79 mg vitamina C total 100 g⁻¹). Um estudo realizado na Itália relatou, em frutas frescas, conteúdo médio de AA (mg 100 g⁻¹) de 25,32 em mangas e 88,20 em mamão, entretanto as variedades não foram relatadas (VINCI et al., 1995). Outro estudo encontrou valores superiores para AA (54,0 mg 100 g⁻¹), ADA (5,73 mg 100 g⁻¹) e vitamina C total (60,0 mg 100 g⁻¹), e a variedade analisada foi a "Keity" (HERNÁNDEZ et al., 2006). O conteúdo de ADA para manga no presente estudo correspondeu a 6,4% do valor de vitamina C total. Esse resultado foi semelhante ao encontrado em outro estudo, sendo constatado que tanto para a manga, quanto para o mamão, o ADA não correspondeu a mais de 10% da vitamina C total (HERNÁNDEZ et al., 2006). Entretanto, deve ser considerado que não são apresentadas, em alguns estudos, informações importantes como a variedade das frutas utilizadas, e o estágio de maturação que as mesmas se encontravam no momento da análise. Esses aspectos podem explicar as variações no teor de vitamina C encontradas entre os diferentes estudos (KONDO et al., 2002).

Com relação ao mamão, um estudo que avaliou a variedade "Baixinho do Santa Amália", encontrou valores superiores de AA, ADA e vitamina C total (149,0, 5,32 e 154,0 mg 100 g⁻¹, respectivamente), quando comparados ao presente estudo (HERNÁNDEZ et al., 2006). Já outros estudos

encontraram valores inferiores para AA: 74 mg 100 g⁻¹ (FRANKE et al., 2004); 68 mg 100 g⁻¹ (LEONG; SHUI 2002). Cinco variedades de mamão cultivadas no Havaí foram avaliadas quanto ao teor de AA, sendo encontrados teores que variam entre 45,3 e 55,6 mg 100 g⁻¹ (WALL, 2006). De todas as frutas analisadas, o mamão foi a que apresentou menor porcentagem de ADA (1,62%) em relação ao conteúdo de vitamina C total, mas ainda assim, é importante a quantificação do mesmo, já que exibe valor nutricional de vitamina C, por ser reduzido a AA no organismo humano.

Conteúdo de carotenoides

β -caroteno e licopeno foram encontrados nas três frutas analisadas. Foi constatada diferença significativa entre as frutas, tanto para o conteúdo de β -caroteno, quanto para licopeno. A manga foi a fruta que apresentou maior conteúdo de β -caroteno, 65% a mais que o encontrado em mamão e 75% superior ao quantificado em goiaba. Por outro lado, para licopeno, a goiaba se destacou apresentando o maior conteúdo, 55% superior ao apresentado pelo mamão e 99% maior que o quantificado em manga. A β -criptoxantina foi encontrada somente em mamão, sendo essa fruta uma excelente fonte desse carotenoide. A β -criptoxantina, assim como outros carotenoides minoritários, tem sido pouco explorada acerca de sua ação antioxidante, contudo, aponta para um potencial promissor, e merece maiores investigações. Isso porque tem se tornado cada vez mais evidente que respostas de proteção não estão exclusivamente associadas a um único fator, mas a presença de múltiplos fatores atuando de forma sinérgica (HEBER; LU, 2002; LIU, 2004).

Na goiaba, os teores encontrados para β -caroteno e licopeno foram superiores aos observados por Padula e Rodriguez-Amaya (1986) (370 μ g 100 g⁻¹ e 620 μ g 100 g⁻¹, respectivamente). O licopeno vem sendo investigado intensamente em anos recentes em relação à sua possível ação contra o câncer e doenças cardiovasculares, sendo as evidências mais fortes para câncer de próstata e pulmão. Foi mostrado como um antioxidante mais eficiente que o β -caroteno em um estudo *in vitro*. Em vários países, especialmente em países desenvolvidos, a principal fonte de licopeno é o tomate e seus produtos derivados (KLIMCZAK et al., 2007). No Brasil, porém, várias fontes são disponíveis como a melancia, pitanga, mamão e goiaba (SENTANIN; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007).

O conteúdo de β -caroteno da manga foi similar aos achados de Bhaskarachary et al. (1995) e Mercadante et al., (1997) que encontraram uma variação de 1.510 μ g 100 g⁻¹ a 1.710,0 μ g 100 g⁻¹,

apesar de não ter sido relatada a variedade da manga analisada. Outro estudo constatou teor inferior ($608,39 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) em manga "Tommy" (RIBEIRO et al., 2007) assim como o estudo de Godoy e Rodriguez-Amaya, (1994) (1.209 a $1.405 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$). Não foram encontrados estudos que relatam o teor de licopeno em mangas, provavelmente por não serem quantificados em algumas variedades dessa fruta, ou por se apresentarem em quantidades muito reduzidas, como observado no presente estudo.

Em mamão (variedade Formosa), a β -criptoxantina foi encontrada em quantidades significativas, reforçando o valor dessa fruta como fonte de antioxidante e de provitamina A, uma vez que se trata de um carotenoide ativo. Os conteúdos encontrados para licopeno, β -caroteno e β -criptoxantina foram muito superiores aos encontrados em outros estudos. Souza et al. (2004) encontraram valores para β -caroteno em mamão formosa maduro, variando entre 290 e $293 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$. Kimura et al. (1991) relataram uma faixa de 410 a $810 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de β -caroteno, 600 a $1.170 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de β -criptoxantina e 2.230 a $2.960 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de licopeno para mamão Formosa da Bahia.

De acordo com os resultados encontrados, fica evidente a importância da quantificação da β -criptoxantina em mamão. Embora não seja determinado na maioria dos estudos, esse é um dos principais carotenoides provitamínicos A no mamão. No presente trabalho, o conteúdo de β -criptoxantina representou aproximadamente 50% dos carotenoides analisados no mamão, indicando que estudos que não incluem a determinação de β -criptoxantina subestimam o conteúdo provitamínico A do mamão.

Comparações entre os diversos estudos citados permitem observar que o conteúdo dos componentes analisados variou de um estudo para outro. Essas variações podem ser explicadas pelos fatores que, de uma maneira geral, afetam o conteúdo de componentes nutricionais em vegetais: variedade, estágio de maturação, local e condições de cultivo das frutas analisadas. É importante que os estudos forneçam tais informações detalhadas e completas para que as comparações entre os mesmos sejam facilitadas

Teor de fenólicos totais

As estimativas de fenólicos totais, das três frutas avaliadas estão apresentadas na Figura 1.

A goiaba foi a fruta que apresentou maior teor de fenólicos, sendo o seu conteúdo 45% superior ao teor de fenólicos encontrado no mamão e 60% superior ao observado na manga. Esses dados ressaltam a goiaba como fonte importante de compostos antioxidantes, uma vez que os conteúdos de vitamina

C e licopeno apresentados pela goiaba também foram superiores aos encontrados nas demais frutas.

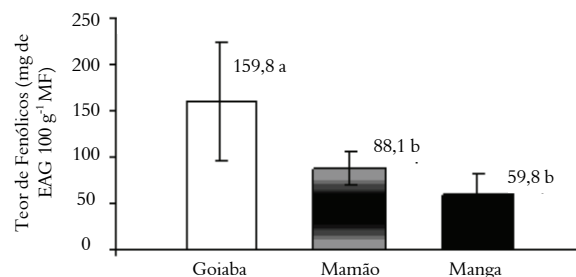


Figura 1. Comparação dos teores médios* de fenólicos totais dos extratos hidroalcoólicos de goiaba, manga e mamão. *Média de cinco repetições \pm desvio-padrão. Médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. EAG = Equivalentes de Ácido Gálico. MF = Matéria fresca.

O teor de fenólicos totais encontrado para a goiaba, no presente estudo, foi semelhante aos descritos por Patthamakanokporn et al. (2008) ($148 \text{ mg de EAG } 100 \text{ g}^{-1}$), assim como em estudo de Lim et al. (2007) ($138 \pm 31 \text{ mg de EAG } 100 \text{ g}^{-1}$). Entretanto, outro estudo relatou valores inferiores ($72,2 \text{ mg de EAG } 100 \text{ g}^{-1}$ em goiaba vermelha fresca) (LUXIMON-RAMMA et al. 2003), assim como o estudo de Kuskoski et al. (2006) que encontraram $83 \text{ mg de EAG } 100 \text{ g}^{-1}$ em polpa de goiaba congelada. Vasco et al. (2008) encontraram valores muito superiores para a goiaba ($462 \pm 128 \text{ mg de EAG } 100 \text{ g}^{-1}$). Um estudo realizado na Tailândia, em cinco variedades de goiaba, encontrou valores muito superiores para compostos fenólicos ($174,2$ a $378,6 \text{ mg de EAG } 100 \text{ g}^{-1}$ de matéria fresca) (THAIPANG et al., 2006).

Para a manga, o teor de fenólicos totais encontrado foi similar aos valores relatados por Vasco et al. (2008) ($60 \text{ mg de EAG } 100 \text{ g}^{-1}$), apesar desses não terem mencionado a variedade da fruta. Em um estudo onde foram analisadas quatro variedades de mangas cultivadas no Brasil foram encontrados teores discrepantes entre as variedades analisadas, evidenciando como a variedade é um fator determinante no conteúdo de compostos fenólicos. Para a manga Tommy Atkins, o teor de fenólicos totais observado foi de $62,10 \text{ mg de EAG } 100 \text{ g}^{-1}$ (RIBEIRO et al., 2007).

O teor de fenólicos totais encontrado para o mamão foi superior aos encontrados por Lim et al. (2007) ($28 \text{ mg de EAG } 100 \text{ g}^{-1}$, variedade Solo) e por Patthamakanokporn et al. (2008) ($54 \text{ mg de EAG } 100 \text{ g}^{-1}$, variedade Lim).

Da mesma forma que para carotenoides e ácido ascórbico, as variações no teor de fenólicos totais entre os diferentes estudos podem ser atribuídas a fatores como estágio de maturação, técnicas de

cultivo e condições climáticas, variedades diferentes de uma mesma fruta, partes analisadas da fruta, assim como as técnicas utilizadas para a análise de fenólicos totais (WU et al., 2004).

Atividade antioxidante: atividade de retirada do radical DPPH• e poder redutor (PR)

Os métodos DPPH• e poder redutor, baseados em diferentes princípios foram selecionados para mensurar a atividade antioxidante nas frutas analisadas.

A atividade antioxidante das frutas não foi comparada com os achados de outros estudos, pois, apesar de existirem estudos similares, diferenças na concentração, no tipo de extratos e nas condições de análise tornaram as comparações inadequadas. Estudos com frutas brasileiras, nas mesmas condições de análise, são necessários para efeito de comparação.

Os extratos hidroalcoólicos das polpas das três frutas analisadas demonstraram diferença estatisticamente significativa entre os valores da atividade de retirada de radical, apenas para as comparações entre a goiaba e as demais frutas (Figura 2). A goiaba apresentou maior atividade de retirada de radical. Não foram observadas diferenças significativas entre os extratos de manga e de mamão. A classificação das frutas em relação à atividade antioxidante foi goiaba > mamão = manga. Dessa forma, a goiaba apresentou atividade antioxidante 2,1 vezes maior que os extratos de mamão e manga.

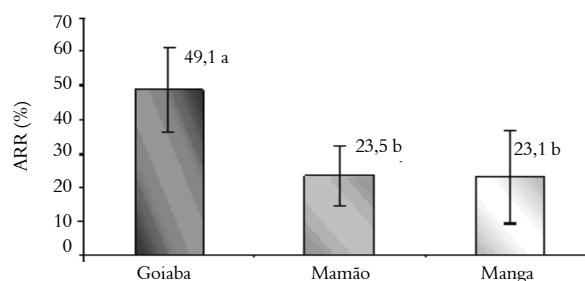


Figura 2. Valores médios* de Atividade de Retirada de Radical - ARR dos extratos hidroalcoólicos de goiaba, manga e mamão (valores expressos em matéria fresca). *Média de cinco repetições \pm desvio-padrão. Médias nas linhas seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores de absorvância a 700 nm para os extratos das polpas das frutas analisadas revelaram que todas as amostras apresentaram capacidade de reduzir o Fe^{3+} , e que os valores de PR das três frutas foram diferentes (Figura 3). O PR do extrato de goiaba foi significativamente maior ($p < 0,001$), do que o PR do mamão e da manga. O PR do extrato de goiaba foi respectivamente, 1,9 e 3,3 vezes maior do que o PR dos extratos de mamão e manga.

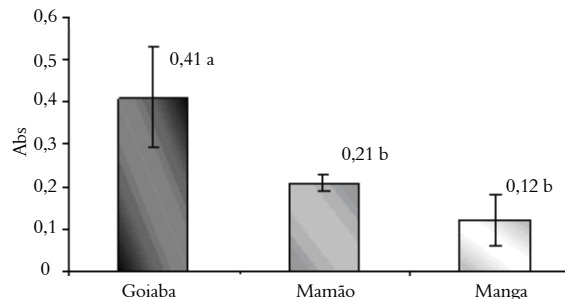


Figura 3. Valores médios* de Poder Redutor - PR dos extratos hidroalcoólicos de goiaba, manga e mamão (valores expressos em matéria fresca). * Média de cinco repetições \pm desvio-padrão. Médias nas linhas seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Abs = Absorvância.

Correlação entre compostos antioxidantes e atividade antioxidante

De todos os compostos polares analisados verificou-se forte correlação entre o teor de fenólicos totais dos extratos das frutas e a atividade antioxidante avaliada pelos dois testes utilizados nesse estudo. O extrato com maior concentração de fenólicos totais foi justamente o extrato com maior atividade antioxidante (extrato da polpa da goiaba vermelha), tanto pelo teste do DPPH•, quanto pelo poder redutor. Os valores das correlações entre fenólicos totais e os testes do DPPH• e poder redutor foram altos (Tabela 2). Essa forte correlação indica que a contribuição dos compostos fenólicos nesse modelo é relevante, confirmando relatos de outros autores (SUN et al., 2002; KUSKOSKI et al., 2006; PATTHAMAKANOKPORN et al., 2008). Segundo Pulodo et al. (2000) e Sanchez-Moreno et al. (2000), o AA apresenta menor potencial antioxidante no modelo DPPH• em relação aos compostos fenólicos. O presente estudo também evidenciou a fraca correlação entre AA/ DPPH• e AA/poder redutor, e entre vitamina C total/ DPPH• e vitamina C total/PR, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Coeficientes de correlação entre teor de fenólicos totais, conteúdo de AA, vitamina C total e atividade antioxidante (PR e DPPH•) de goiaba, manga e mamão.

Determinações Analíticas	Coeficientes de Correlação (R^2)	
	ARR	PR
Fenólicos Totais	0,933	0,998
AA	0,173	0,447
Vitamina C total	0,333	0,269

Estudos da USDA-ARS (United States Department of Agriculture - Agriculture Research Service) que avaliaram a correlação entre DPPH• e AA para frutas tropicais diversas como carambola,

goiaba, mamão e manga também encontraram baixo coeficiente de correlação (0,20), enquanto o coeficiente de correlação para DPPH• e fenólicos totais foi 0,92 (MAHATANATAWEE et al., 2005). Da mesma forma, outros estudos com frutas tropicais demonstraram que a maior parte da atividade antioxidante, mensurada pelo teste do DPPH• provém principalmente do conteúdo de compostos fenólicos (KUSKOSKI et al., 2005; VASCO et al., 2008).

A correlação entre o teor de carotenoides e a atividade antioxidante nos dois testes não foi avaliada visto que os testes utilizados são constituídos de sistema polar e são mais indicados para compostos hidrofílicos. Entretanto, é interessante ressaltar que a atividade antioxidante *in vivo* de frutas tropicais não é resultante de um único componente fitoquímico, mas do efeito sinérgico de todos os compostos.

Os resultados obtidos pelos dois métodos (DPPH• e PR), utilizados para avaliar a atividade antioxidante das frutas, apresentaram forte correlação (0,911), uma vez que os dois testes demonstraram comportamentos semelhantes na avaliação da atividade antioxidante das três frutas analisadas. Em ambos os testes, foi observada a seguinte ordem decrescente de classificação das frutas quanto à atividade antioxidante: goiaba > mamão > ou = manga.

Estudos indicam que a contribuição do AA e dos fenólicos totais na atividade antioxidante de frutas pode depender do método escolhido e também das características hidrofóbicas ou hidrofílicas do sistema teste (RIGHETTO et al., 2005). Como relatado anteriormente, a atividade antioxidante *in vivo* de frutas tropicais não é resultado de um único componente fitoquímico, mas da soma deles, o que reforça a importância da variedade na composição de refeições, e expõe as limitações de proposições que valorizam, mais exclusiva e isoladamente, um ou outro componente específico da alimentação.

Conclusão

As frutas analisadas contêm compostos fenólicos, ascorbato, β-caroteno, licopeno e β-criptoxantina e constituem fonte potencial de antioxidantes naturais para a dieta humana.

A goiaba vermelha foi a fruta que mais se destacou, apresentando os teores mais elevados de compostos fenólicos (159,8 mg de EAG 100 g⁻¹ de MF), vitamina C (85,9 mg 100 g⁻¹ de MF) e licopeno (6999,3 μg 100 g⁻¹ de MF), além dos maiores valores para atividade antioxidante (DPPH• = 49,1% ARR, e PR = 0,41 Abs), sugerindo que a sua inclusão frequente na dieta deve ser estimulada.

Os fenólicos totais foram os principais compostos antioxidantes a contribuir para a atividade antioxidante das frutas analisadas. Entretanto, a atividade antioxidante *in vivo* de frutas tropicais deve ser compreendida como o resultado da soma de vários compostos fitoquímicos.

Salienta-se que as frutas avaliadas neste estudo são encontradas no Brasil praticamente durante todo o ano, sendo importante incentivar a sua utilização em nível doméstico e em estabelecimentos de alimentação coletiva para aumentar o consumo de antioxidantes naturais pela população.

Agradecimentos

À Fapemig/Capes/CNPq, pelo apoio financeiro.

Referências

- ABDILLE, M. H.; SINGH, R. P.; JAYAPRAKASHA, G. K.; JENA, B. S. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. **Food Chemistry**, v. 90, n. 4, p. 891-896, 2005.
- BHASKARACHARY, K.; SANKAR RAO, D. S.; DEOSTHALE, Y. G. M.; VINODINI, R. Carotene content of some common and less familiar foods of plant origin. **Food Chemistry**, v. 54, n. 2, p. 189-193, 1995.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v.12, n. 2, p.123-130, 1999.
- BLOIS, M. S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. **Nature**, v. 181, n. 26, p. 1199-1200, 1958.
- BLOOR, S. J. Overview of methods for analysis and identification of flavonoids. **Methods in Enzymology**, v. 335, p. 3-14, 2001.
- CAMPOS, F. M.; RIBEIRO, S. M. R.; DELLA LUCIA, C. M.; STRINGHETA, P. C.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Optimization of methodology to analyze ascorbic acid and dehydroascorbic acid in vegetables. **Química Nova**, v. 32, n. 1, p.87-91, 2009.
- CURIN, Y.; ANDRIANTSITOHAIMA, R. Polyphenols as potential therapeutical agents against cardiovascular diseases. **Pharmacology Representative**, v. 57, n. 1, p. 97-107, 2005.
- FAO-Food and Agriculture Organization. **Statistical databases (2005)**. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/mnffc99.xls>>. Acesso em: 7 jul. 2008.
- FERRARI, C. K. B.; TORRES, E. A. F. S. Novos compostos dietéticos com propriedades anticarcinogênicas. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 48, n. 3, p. 375-382, 2002.
- FRANKE, A. A.; CUSTER, L. J.; ARAKAKI, C.; MURPHY, S. P. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 17, n. 1, p. 1-35, 2004.
- GODOY H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Occurrence of *cis*-isomers of provitamin A in Brazilian fruits. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v. 42, n. 6, p. 1306-1313, 1994.

- GRANADO, F.; OLMEDILLA, B.; GIL-MARTINEZ, E.; BLANCO, I. A fast, reliable and low-cost saponification protocol for analysis of carotenoids in vegetables. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, n. 5, p. 479-489, 2001.
- HE, F.; NOWSON, C.; LUCAS, M.; MACGREGOR, G. Increased consumption of fruit and vegetables is related to a reduced risk of coronary heart disease: Metaanalysis of cohort studies. **Journal of Human Hypertension**, v. 21, n. 9, p. 717-782, 2007.
- HEBER, D.; LU, Q. Y. Overview of mechanisms of action of lycopene. **Experimental Biology and Medicine**, v. 227, n. 10, p. 920-903, 2002.
- HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Determination of vitamin C in tropical fruits: a comparative evaluation of methods. **Food Chemistry**, v. 96, n. 4, p. 654-664, 2006.
- KAUER, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 36, n. 7, p. 703-725, 2001.
- KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; YOKOYAMA, S. M. Cultivar differences and geographic effects on the carotenoid composition and vitamin A value of papaya. **LWT - Food Science and Technology**, v. 24, n. 5, p. 415-418, 1991.
- KLIMCZAK, I.; MAŁECKA, M.; SZLACHTA, M.; GLISZCZYŃSKA-ŚWIGŁO, A. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 3-4, p. 313-322, 2007.
- KONDO, S.; TSUDA, K.; MUTO, N.; UEDA, J. Antioxidant activity of apple skin or flesh extracts associated with fruit development no selected apple cultivars. **Scientia Horticultura**, v. 96, n. 1-4, p. 177-185, 2002.
- KUSKOSKI, M.; ASUERO, A.; TRONCOSO, A. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.
- KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.
- LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.
- LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry**, v. 76, n. 1, p. 69-75, 2002.
- LIM, Y. Y.; LIM, T. T.; TEE, J. J. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. **Food Chemistry**, v. 103, n. 3, p. 1003-1008, 2007.
- LIU, R. H. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. **Journal of Nutrition**, v. 134 n. 12, p. 3479-3485, 2004.
- LUTSENKO, E. A.; CÁRCAMO, J. M.; GOLDEN, D. W. Vitamin C Prevents DNA Mutation Induced by Oxidative Stress. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 277, n. 19, p. 16.895-16.899, 2002.
- LUXIMON-RAMMA, A.; BAHORUN, T., CROZIER, A. Antioxidant actions and phenolic and vitamin C contents of common Mauritian exotic fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, n. 5, p. 496-502, 2003.
- MAHATANATAWEE, K.; GOODNER, K.; BALDWIN, E.; MANTHEY, J.; LUZIO, G. **Total antioxidant activity of Florida’s tropical fruit**. First report for Trust Fd Project with Tropical Fruit Growers of South Florida. Winter Haven: USDA-ARS Citrus and Subtropical Products Laboratory, 2005.
- MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 59-82, 2006.
- MERCADANTE, A. Z.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; BRITTON, G. HPLC and mass spectrometric analysis of carotenoids from mango. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 1, p. 120-123, 1997.
- NAIDU, K. A. Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. **Journal of Nutrition**, v. 2, n. 7, p. 7-16, 2003.
- OLMEDILLA, B.; GRANADO, F.; BLANCO, I. **Carotenoides y salud humana. Serie Informes**. no. 11. Fundación Española de Nutrición. Madrid, España. 2001. p. 13-15.
- OYAZU, M. Studies on products of the browning reaction. Antioxidative activities of browning reaction products prepared from glucosamine. **Eiyogaku Zasshi**, v. 44, n. 1, p. 307-315, 1986.
- PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Characterization of the carotenoids and assessment of the vitamin A value of Brazilian guavas (*Psidium guajava* L.). **Food Chemistry**, v. 20, n. 1, p. 11-19, 1986.
- PATTHAMAKANOKPORN, O.; PWRASTIEN, P.; NITITHAMYONG, A.; SIRICHAKWAL, P. P. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 3, p. 241-248, 2008.
- PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; STRINGHETA, P. C.; BRANDÃO, S. C. C.; AZEREDO, R. M. C. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. **Food Chemistry**, v. 61, n. 1-2, p. 145-151, 1998.
- PULODO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant Activity of dietary polyphenols as determined by a modified Ferric Reducing antioxidant Power assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 8, p. 3396-3402, 2000.
- RIBEIRO, S. M. R.. **Caracterização e avaliação do potencial antioxidante de mangas (*Mangifera indica* L.) cultivadas no Estado de Minas Gerais**. 2006. 166f. Tese (Doutorado em Bioquímica Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

- RIBEIRO, S. M. R.; QUEIROZ, J. H.; QUEIROZ, M. E. R. L.; CAMPOS, F. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Antioxidants in mango (*Mangifera indica*, L.) pulp. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 62, n. 1, p. 13-17, 2007.
- RIGHETTO, A. M.; NETTO, F. M.; CARRARO, F. Chemical composition and antioxidant activity of juices from mature and immature acerola (*Malpighia emarginata* DC.). **Food Science Technology International**, v. 11, n. 4, p. 315-321, 2005.
- RODRIGUEZ, D. B.; RAYMUNDO, L. C.; LEE, T.; SIMPSON, K. L.; CHICHESTER, C. O. Carotenoid pigment changes in ripening *Momordica charantia* fruits. **Annual Botanic**, v. 40, n. 167, p. 615-624, 1976.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Latin American food sources of carotenoids. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 49, n. 1, p. 74-84, 1999.
- SANCHEZ-MORENO, C.; JIMENES-ESCRIG, A.; SAURA-CALIXTO, F. A. Study of low-density lipoprotein oxidizability indexes to measure the antioxidant activity of dietary polyphenols. **Nutrition Research**, v. 20, n. 7, p. 941-953, 2000.
- SAS Institute Inc. **SAS/STAT user's guide**. Version 6, Fourth Edition, v. 2, Cary: SAS Institute Inc., 1994.
- SENTANIN, M. A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de carotenoides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 787-792, 2007.
- SHI, H.; NOGUCHI, N.; NIKY, E. Natural antioxidants. In: POKORNY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. (Ed.) **Antioxidants in food practical application**. Cambridge: CRC, 2001. p. 147-148.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, part. A, p. 152-177, 1999.
- SOUZA, S. L.; MOREIRA, A. P. B.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; ALENCAR, E. R. Conteúdo de carotenos e provitamina A em frutas comercializadas em Viçosa, Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 453-459, 2004.
- SUN, J.; CHU, Y. F.; WU, X. Z.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 25, p. 7449-7454, 2002.
- THAIPANG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D. H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 6-7, p. 669-675, 2006.
- VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008.
- VINCI, G.; BOTRÈ, F.; MELE, G.; RUGGIERI, G. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, v. 53, n. 2, p. 211-214, 1995.
- WALL, M. M. Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa* sp.) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 5, p. 434-445, 2006.
- WILLS, R. B. H.; WIMALASIRI, P.; GREENFIELD, H. Dehydroascorbic acid levels in fresh fruit and vegetables in relation to total vitamin C activity. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 320, n. 1904, p. 836-838, 1984.
- WU, X.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J. M.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E.; PRIOR, R. L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 12, p. 4026-4037, 2004.

Received on August 25, 2009.

Accepted on April 23, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.