

Teores de β -caroteno e vitamina C durante o amadurecimento da manga “UBÁ” (*Mangifera indica* L. var. Ubá)

β -carotene and vitamin C content during maturation of “UBÁ” mango (*Mangifera indica* L. var. Ubá)

RIALA6/1368

Gardênia Márcia Silva Campos MATA¹, Daniela da Silva OLIVEIRA², Ceres Mattos DELLA LUCIA³, Flávia Milagres CAMPOS⁴, José Humberto de QUEIROZ⁵, Helena Maria PINHEIRO-SANT’ANA^{3*}

*Endereço para correspondência: ³Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, Viçosa/MG, Brasil. CEP 36570-000. Tel.: +55 31 3899-3731. Fax: +55 31 3899-2541. E-mail: helenasantana@ufv.br.

¹Departamento de Microbiologia, Universidade Federal de Viçosa.

²Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa.

⁴Núcleo de Nutrição, Universidade Federal do Sergipe, Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos.

⁵Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal de Viçosa.

Recebido: 13.06.2010 – Aceito para publicação: 30.06.2011

RESUMO

A manga Ubá é uma fruta de custo reduzido, amplamente cultivada na Zona da Mata Mineira e muito apreciada pelos consumidores. Com o objetivo de avaliar o conteúdo de antioxidantes naturais ao longo do amadurecimento da fruta, este trabalho quantificou o conteúdo de β -caroteno e vitamina C total (ácido ascórbico-AA e ácido desidroascórbico-ADA) na fruta *in natura* em três estádios de maturação: verde, parcialmente madura e madura. As análises foram feitas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). O conteúdo médio de β -caroteno foi maior na manga madura, seguido pela manga parcialmente madura e manga verde. Para AA e vitamina C total, ao contrário, observou-se maior conteúdo na manga verde, seguido pela fruta parcialmente madura e menor conteúdo na manga verde. Para ADA não foi observada diferença entre os estádios de maturação. A manga Ubá apresentou-se como uma excelente fonte de antioxidantes naturais, com teores de β -caroteno e vitamina C superiores aos comumente encontrados em outras variedades de manga, o que pode contribuir para atender boa parte das necessidades diárias de vitaminas A e C.

Palavras-chave. Ácido ascórbico, ácido desidroascórbico, β -caroteno, manga, estádios de maturação, CLAE.

ABSTRACT

Uba Mango is a fruit of low cost, widely grown in the Forest Area (*Zona da Mata Mineira*) – Minas Gerais, Brazil, and it is highly appreciated by consumers. To evaluate the natural antioxidants contents during the ripening of this fruit, the present study quantified the contents of β -carotene and total vitamin C (ascorbic acid – AA and dehydroascorbic – DHA) in fresh fruit at three ripening stages: unripe, partially ripe and ripe. Analyses were carried out by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). The average contents of β -carotene were higher in ripe mango followed by partially ripe mango, and the unripe mango showed the lowest contents. On the contrary, the highest AA and total vitamin C contents were found in unripe mango, followed by the partially ripe fruit and ripe mango. No difference in DHA contents was found among the mango ripening stages. The Uba Mango showed to be a rich source of natural antioxidants, containing β -carotene and vitamin C contents higher than those commonly found in other varieties of mango, and being suitable to provide the daily requirement of vitamins A and C.

Keywords. ascorbic acid, dehydroascorbic acid, β -carotene, mango, stages of ripening, HPLC.

INTRODUÇÃO

Evidências científicas apontam que a mudança nos hábitos alimentares, com o incremento no consumo de frutas, hortaliças e grãos, constitui-se em uma estratégia importante para reduzir a incidência de doenças crônicas. Esses alimentos são fonte de antioxidantes naturais, como o β -caroteno e vitamina C, os quais atuam como agentes de prevenção¹.

O β -caroteno é um pigmento que possui atividade provitamínica A e contribui expressivamente com a adequação do consumo de vitamina A, já que essa vitamina é encontrada apenas em produtos de origem animal. A vitamina C, por sua vez, é um termo utilizado para todos os componentes que exibem atividade biológica de ácido L-ascórbico (AA). O AA é reversivelmente oxidado a ácido L-desidroascórbico (ADA), que também exibe atividade biológica. Ambos os componentes, vitamina C e β -caroteno, são efetivos na proteção do DNA, do LDL e das proteínas contra o dano oxidativo².

A manga Ubá (*Mangifera indica* L. var. Ubá) é uma fruta de custo reduzido e amplamente cultivada na Zona da Mata mineira. Algumas vantagens fundamentais, tais como sua polpa macia, firme, doce, succulenta e quase sem fibras; a manutenção da coloração amarelo-claro após o processamento; a viscosidade apropriada para o consumo; e a conservação do *flavor* a tornam muito utilizada na indústria de sucos naturais e também muito apreciada pelos consumidores³.

Alterações no conteúdo de vitaminas e carotenoides em frutas podem ocorrer devido a diferentes condições de cultivo e à medida em que ocorre o amadurecimento⁴. A preferência dos consumidores quanto ao estágio de maturação de mangas é um fator que provavelmente afeta o nível de ingestão dietética de β -caroteno e vitamina C.

Em relação à manga Ubá, não existem estudos que relatam a magnitude da variação do conteúdo de carotenoides e vitamina C ao longo de sua maturação. Assim, este trabalho investigou o conteúdo de β -caroteno e vitamina C total (AA e ADA) de manga Ubá em três estádios de maturação.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima, caracterização dos estádios de maturação e preparo das amostras

As mangas (*Mangifera indica* L. var. Ubá) foram coletadas manualmente, em janeiro de 2006, de uma

plantação comercial localizada no município de Visconde do Rio Branco, na Zona da Mata Mineira. Essa região possui clima tropical típico, com temperatura média anual de 23,9 °C e altitude de 352 m.

Três estádios de maturação da fruta foram definidos de forma subjetiva (coloração da casca e polpa)⁵ e de acordo com o teor de sólidos solúveis totais. O estágio de maturação verde foi considerado para cor da casca 100% verde e cor da polpa em tom creme. O teor de sólidos solúveis para a manga verde variou de 7,9 a 9,9 °Brix. Para a manga Ubá caracterizada como parcialmente madura, a casca apresentou-se 50% verde-claro/amarelo com alguns pontos pretos. A polpa apresentou cor amarela e o teor de sólidos solúveis variou de 13,5 a 19,2 °Brix. Para a manga madura, foi considerada cor da casca 100% laranja com muitos pontos pretos e cor da polpa laranja. O teor de sólidos solúveis variou entre 20,6 a 24,3 °Brix. A determinação dos sólidos solúveis totais foi feita por meio de um refratômetro manual (LEICA, modelo AR-200 DIGITAL), sendo a amostra macerada manualmente e uma alíquota do extrato utilizada para a leitura expressa em graus Brix.

Foram analisadas quatro unidades amostrais para cada estágio de maturação. As frutas foram despulpadas, homogeneizadas e 1 g e 3 g de polpa foram utilizados para análise de vitamina C e β -caroteno, respectivamente.

Determinação de β -caroteno

Para extração de β -caroteno, a amostra foi misturada com 60 mL de acetona (Proquimius, Brasil) refrigerada. O material foi filtrado a vácuo em funil de büchner utilizando-se papel de filtro. Em seguida, o filtrado foi transferido para um funil de separação, onde foram adicionados 50 mL de éter de petróleo refrigerado, para a transferência dos pigmentos da acetona para o éter. Cada fração foi lavada com água destilada 3 vezes para retirar toda a acetona. A concentração do material foi feita por evaporação do extrato em éter de petróleo usando evaporador rotativo em temperatura de 35 °C. Os pigmentos foram, então, redissolvidos em quantidade conhecida de éter de petróleo (25 mL) e armazenados em frascos de vidro âmbar a 5 °C, até a análise⁶. Uma alíquota de 2 mL da amostra foi seca em nitrogênio líquido e ressuspensa em igual volume de acetona. Posteriormente, este material foi filtrado em unidades filtrantes com 0,45 μ m. A fase móvel usada foi uma solução de metanol (Tedia, USA), acetato de etila (Mallinckrodt, USA) e acetonitrila (Tedia, USA) (50:40:10), a um fluxo de 1,5 mL/minuto, em gradiente

isocrático. O tempo de corrida foi de aproximadamente 9 minutos⁷. O valor de vitamina A foi calculado segundo as recomendações do Institute of Medicine⁸, em que 1 Equivalente de Atividade de Retinol (RAE) equivale a 1 μ g de retinol ou 12 μ g de β -caroteno. Para a extração, foram utilizados reagentes com grau de pureza para análise.

Determinação de vitamina C

As condições para extração e quantificação da vitamina C foram baseadas em Campos et al.⁹. Aliquotas de polpa de manga foram homogeneizadas em 15 mL de solução extratora contendo 3% de ácido metafosfórico (Merck, Alemanha), 8% de ácido acético (Vetec, Brasil), 0,3 N de ácido sulfúrico (Mallinckrodt, USA) e 1 mM de EDTA, sendo a amostra triturada em microtritador por 5 minutos. O material foi filtrado e diluído com água ultrapura para um volume de 25 mL. Posteriormente, a amostra foi centrifugada a uma velocidade de 4000 rpm (1789 g; raio do rotor igual a 100 mm) durante 30 minutos e o sobrenadante foi acondicionado, em frascos âmbar, sob refrigeração até o momento da análise. A redução do ADA a AA foi realizada conforme metodologia proposta por Campos et al.⁹, sendo o conteúdo de ADA calculado por diferença entre o conteúdo de vitamina C total (após redução do ADA) e o conteúdo de AA inicial. Uma alíquota do extrato foi filtrada em unidades filtrantes. A fase móvel foi composta por água ultrapura contendo 1 mM de fosfato de sódio monobásico (Synth, Brasil), 1 mM de EDTA e pH ajustado para 3,0 com ácido fosfórico (Proquímios, Brasil). O fluxo foi de 1,0 mL/minuto e o tempo de corrida de, aproximadamente, 5 minutos.

Condições cromatográficas

As análises foram feitas utilizando sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), Shimadzu, munido de bomba de alta pressão, modelo

LC-10AT VP; injetor automático com *loop* de 50 μ L, modelo SIL-10AF; detector de arranjo de diodos modelo SPD-M10A; software *Multi System* modelo Class VP 6.12, para controle de até 4 sistemas; coluna cromatográfica Phenomenex ODS (C18), 4 mm x 3 mm para análise β -caroteno e coluna Lichospher (Merck, Alemanha), 100 RP-18, 250 x 4 mm para análise de vitamina C.

Os cromatogramas foram obtidos a 450 nm para análise de β -caroteno e a 245 nm para análise de vitamina C. A identificação dos componentes nas amostras de manga foi feita comparando-se os tempos de retenção obtidos para os padrões e para as amostras, analisados sob as mesmas condições e por co-cromatografia. Além disso, foram comparados os espectros de absorção dos padrões e dos picos de interesse nas amostras, utilizando o detector de arranjos de diodos.

A construção das curvas analíticas de β -caroteno ($R^2 = 0,99$) e AA ($R^2 = 0,99$) foi realizada de acordo com a concentração dos componentes nas frutas. Para construção das curvas analíticas utilizou-se padrões comerciais de AA (Vetec, Brasil) e β -caroteno (BASF, Brasil).

Análise Estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (estádios de maturação) e quatro repetições. Aplicou-se a Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de Duncan para verificar a diferença entre os tratamentos realizados ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

As condições de extração e análise utilizadas resultaram em completa resolução dos componentes analisados, o que permitiu uma quantificação confiável de β -caroteno e AA (Figura 1).

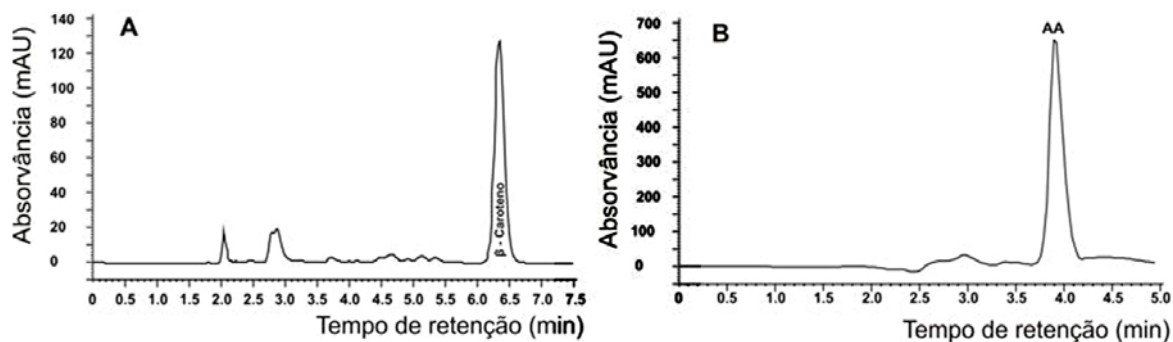


Figura 1. Perfil cromatográfico típico da análise de β -caroteno e ácido ascórbico (AA) em manga Ubá. Condições cromatográficas: descritas em Material e Métodos

Tabela 1. β -caroteno, RAE (Equivalente de Atividade de Retinol), ácido ascórbico (AA), ácido desidroascórbico (ADA) e Vitamina C total em manga Ubá em três estádios de maturação (dados expressos em matéria fresca)

Estádios de maturação	Conteúdo médio \pm desvio-padrão				
	β -caroteno ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	RAE ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	AA ($\text{mg}/100\text{g}$)	ADA ($\text{mg}/100\text{g}$)	Vitamina C total ($\text{mg}/100\text{g}$)
Verde	1062,33 \pm 86,33 c	88,53 \pm 7,20 c	161,74 \pm 17,99 a	33,37 \pm 7,99 a	195,12 \pm 22,99 a
Parcialmente madura	2505,26 \pm 516,50b	208,77 \pm 43,04 b	138,96 \pm 14,43 b	23,81 \pm 7,97 a	162,77 \pm 17,92 b
Madura	3573,18 \pm 626,77 a	297,76 \pm 52,23 a	128,63 \pm 15,11 c	22,90 \pm 6,75 a	151,53 \pm 16,87 c

Teste de Duncan (letras diferentes na coluna denotam diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$)).

Observou-se aumento do conteúdo de β -caroteno à medida que a fruta amadureceu, sendo que o conteúdo médio de β -caroteno na manga madura foi aproximadamente 3,4 vezes maior que na manga verde e 1,4 vezes maior que na manga parcialmente madura (Tabela 1).

Ao contrário, para β -caroteno observou-se um decréscimo no conteúdo de AA, com o avanço do amadurecimento. O conteúdo médio de AA na manga verde foi aproximadamente 1,2 vezes maior que na manga parcialmente madura e 1,3 vezes maior que na manga madura. Essa diferença não foi encontrada entre os conteúdos de ADA nos três estádios de maturação da manga Ubá, sendo que os percentuais de ADA encontrados em relação à vitamina C total foram 17,0% na manga verde, 14,5% na fruta parcialmente madura e 15,1% na madura (Tabela 1).

O valor de vitamina A e o conteúdo de vitamina C da manga nos três estádios de maturação apresentaram comportamento semelhante ao β -caroteno e AA, respectivamente. Houve incremento de 236,3% no valor de vitamina A e decréscimo de 22,3% no conteúdo de vitamina C ao longo da maturação (Tabela 1).

DISCUSSÃO

O conteúdo de β -caroteno e de AA da manga Ubá foi bastante superior em todos os estádios de maturação quando comparado a outras variedades de manga. Mangas verdes da variedade Keitt apresentaram média de 170 $\mu\text{g}/100\text{g}$ de β -caroteno e mangas Tommy Atkins 200 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ¹⁰ enquanto a manga Ubá verde apresentou cerca de 5 vezes mais. Mesmo após o amadurecimento, as mangas Keitt e Tommy Atkins apresentaram 670 e 580 $\mu\text{g}/100\text{g}$ de β -caroteno, respectivamente¹⁰, enquanto a manga Ubá apresentou conteúdo 5,3 e 6,1 vezes maior

em relação ao conteúdo das variedades Keitt e Tommy Atkins, respectivamente. A manga Ubá analisada no presente estudo também apresentou entre duas e nove vezes mais AA que as variedades Keitt¹¹, Haden e Tommy Atkins¹².

Fatores como o grau de maturação, tipo de solo, condições de cultivo, condições climáticas, variedade dos vegetais, parte da planta analisada, efeito dos agrotóxicos, exposição à luz solar, condições de processamento e estocagem contribuem para os diferentes conteúdos de β -caroteno e vitamina C encontrados^{6,13,14}. Vinci et al.¹⁵, por exemplo, encontraram perda substancial de AA com o amadurecimento da manga na ordem de 40,4%.

Destaque é dado ao valor nutricional da manga Ubá, sendo que uma ou duas porções de manga contribuem de forma significativa na ingestão de vitamina A, dependendo do estágio de maturação, o que pode ser visto na Tabela 1 a partir dos valores de RAE. Para que as recomendações diárias de vitamina A sejam atingidas em todas as faixas etárias e em ambos os sexos, há necessidade de 3 a 4 unidades da fruta madura ao longo do dia⁸. Em contrapartida, a ingestão de uma porção média de 100 g (1 unidade) de manga em qualquer um dos três estádios de maturação é capaz de atingir mais de 100% das recomendações de vitamina C para homens e mulheres de todas as faixas etárias⁹. Ressalta-se, entretanto, que o consumo de manga verde e até mesmo parcialmente madura é bastante incomum em nosso meio, o que faz com que a fruta não seja consumida com todo o seu teor potencial de vitamina C.

CONCLUSÃO

Com o avanço do amadurecimento da manga Ubá, o teor de vitamina C total reduziu aproximadamente 22% e o de β -caroteno aumentou mais de 200%.

Observou-se que o conteúdo de β -caroteno e de vitamina C total na manga Ubá foi bastante elevado quando comparado a outras variedades de manga, sendo que a ingestão de 3 a 4 unidades da fruta madura e de 1 unidade de manga em qualquer um dos três estádios de maturação contribui para atender às necessidades diárias de vitamina A e C, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao produtor da região de Visconde do Rio Branco/MG pela concessão das frutas e à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. 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. *J Hum Hypertens*. 2007;21(9):717-82.
2. Laur LM, Tian L. Provitamin A and vitamin C contents in selected California-grown cantaloupe and honeydew melons and imported melons. *J Food Comp Anal*. 2011;24(2):194-201.
3. Gonçalves NB. Caracterização física e química dos frutos de cultivares de mangueira (*Mangifera indica* L.). *Ciênc Agrotecnol*. 1998;22(1):72-8.
4. Rodriguez-Amaya DB. Some considerations in generating carotenoid data for food composition tables. *J Food Comp Anal*. 2000;13(4):641-47.
5. Li Z, Wang N, Raghavan VGS, Vigneault C. Ripeness and rot evaluation of 'Tommy Atkins' mango fruit through volatiles detection. *J. Food Eng*. 2009;91(2):319-34.
6. Rodriguez DB, Raymundo LC, Lee TS, Simpson KL, Chichester CO. Carotenoid pigment changes in ripening *Momordica charantia* fruits. *Ann Bot*. 1976;40:615-24.
7. Pinheiro-Sant'ana HM, Stringheta PC, Brandão SCC, Azeredo RMC. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. *Food Chem*. 1998; 61(1-2):145-51.
8. IOM. Institute of Medicine. National Academy of Science, Food and Nutrition Board. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Dietary Reference Intakes: vitamins. Washington, D.C., National Academy Press, 2001. [acesso 26 fev 2010]. Disponível em: [http://fnic.nal.usda.gov/nal_display/index.php?info_center=4&tax_level=3&tax_subject=256&topic_id=1342&level3_id=5140].
9. Campos FM, Ribeiro SMR, Della Lucia CM, Stringheta PC, Pinheiro-Sant'ana HM. Optimization of methodology to analyze ascorbic and dehydroascorbic acid in vegetables. *Quim Nova*. 2009; 32(1):87-91.
10. Medlicott AP, Thompson AK. Analysis of sugars and organic acids in ripening mango fruits (*Mangifera indica* L. Keitt) by high performance liquid chromatography. *J Sci Food Agric*. 1985;36(7):561-6.
11. Hernández Y, Lobo MG, González M. Determination of vitamin C in tropical fruits: a comparative evaluation of methods. *Food Chem*. 2005;96(4):654-64.
12. Ribeiro SMR, Queiroz JH, Queiroz MELR, Campos FM, Pinheiro-Sant'ana MH. Antioxidant in Mango (*Mangifera indica* L.) Pulp. *Plant Foods Hum Nutr*. 2007;62(1):13-7.
13. Lee CY, Massey LMJR, Van Buren JP. Effects of postharvest handling and processing on vitamin contents of peas. *J Food Sci*. 1982; 47(3):961-4.
14. Howard LR, Smith RT, Wagner AB, Villalon B, Burns EE. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum*) and processed jalapenos. *J Food Sci*. 1994; 59(2):362-5.
15. Vinci G, Botrè F, Mele G. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. *Food Chem*. 1995;53(2):211-4.