

Carotenoides totais e vitamina A de cucurbitáceas do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido

Total carotenoids and vitamin A of cucurbits from germoplasm bank of Embrapa Semiárido

Carolina Oliveira de Souza^{1*} Jeane Denise de Souza Menezes¹ Deraldo Cavalcante Ramos Neto^{II}
José Geraldo de Aquino Assis^{II} Sandra Regina da Silva^{III†} Janice Izabel Druzian¹

RESUMO

Dentre as espécies cultivadas no semiárido baiano, as abóboras são uma excelente alternativa de produção. Nessa região onde são encontrados os mais baixos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e populações com alta incidência de hipovitaminose A, materiais promissores de abóboras, fontes de carotenoides, podem ser inseridos no agronegócio irrigado. O objetivo do trabalho foi identificar acessos de abóboras do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido com altos teores de carotenoides totais e vitamina A. Os teores de carotenoides totais (CT), expressos em termos de α -caroteno, variaram de 14,93 $\mu\text{g g}^{-1}$ (A4) até 290,62 $\mu\text{g g}^{-1}$ (A43) entre os diferentes acessos (A). Dos carotenoides encontrados nos acessos com maiores teores de CT, 60-70% foram quantificados como α - e β -caroteno, representando um valor total de vitamina A de 1.182,39 $\mu\text{gRAE } 100\text{g}^{-1}$ (A40) e 1.828,84 $\mu\text{gRAE } 100\text{g}^{-1}$ (A43). Esses resultados demonstram que os 48 acessos de abóboras do BAG estudados apresentam grande variação quanto ao teor de carotenoides totais, e os selecionados representam alta fonte de vitamina A.

Palavras-chave: abóbora, *Curcubita moschata*, α -caroteno, β -caroteno, pró-vitamina A.

ABSTRACT

Among the species of short cycle crops, with great potential to be increased within the agribusiness of the Semi-Arid Bahia, the pumpkins are an excellent alternative for production. In this region where are found the lowest HDI of Brazil, and populations with high incidence of hypovitaminosis A, promising materials of pumpkins with high amounts of carotenoids have a chance to be good accepted and inserted

into the irrigated agribusiness. The aim of this research was to identify accessions of pumpkins from the Active Germoplasm Bank (BAG) of Cucurbitáceas from Embrapa Semi-arid with high amounts of total carotenoids and vitamin A. The amount of total carotenoids found by UV-vis spectrophotometry (445nm) in different accessions (A) ranged from 14.93 mg g^{-1} (A4) to 290.62 mg g^{-1} (A43), with average value of 366.60 $\pm 31.21 \text{ mg g}^{-1}$. In the access with higher amounts of total carotenoids a percentage between 60-70 % were quantified as α - and β -carotene showing a total value of vitamin A of 1,182.39 $\mu\text{gRAE } 100\text{g}^{-1}$ (A40) and 1,828.84 $\mu\text{gRAE } 100\text{g}^{-1}$ (A43). These results demonstrate that the 48 accessions of pumpkins BAG studied show a big variation in the content of total carotenoids, and may represent some high source of vitamin A, which really increase the importance of identifying genotypes for production in large scale of lines segregant of vitamin A.

Key words: pumpkin, *Curcubita moschata*, α -carotene, β -carotene, pro-vitamin A.

INTRODUÇÃO

Os carotenoides são pigmentos naturais, derivados do isopreno, sendo caracterizados estruturalmente por uma longa cadeia de duplas ligações conjugadas, sempre com uma ou duas estruturas cíclicas (anel β -ionona) que terminam em ligações conjugadas (CARDOZO et al., 2007). São compostos lipossolúveis responsáveis pela cor atraente e característica de muitos alimentos. Além de

¹Departamento de Análises Bromatológicas, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), 40170-115, Salvador, BA, Brasil. E-mail: carolinaods@hotmail.com. *Autor para correspondência.

^{II}Departamento de Biologia Geral, Instituto de Biologia, UFBA, Salvador, BA, Brasil.

^{III}Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), 89560-000, Videira, SC, Brasil. *In memoriam*.

possuírem atividade antioxidante através da interação com radicais livres e sequestro do oxigênio singlete, alguns possuem atividade pró-vitamina A (UENOJO et al., 2007). Há cerca de duas décadas, tem-se investigado a relação entre o consumo de vitaminas e de carotenoides e a gênese do câncer. Um dos maiores interesses em relação aos carotenoides, está relacionado a sua ação antioxidante que reduz o estresse oxidativo do organismo, atuando na prevenção de determinados tipos de câncer, de doenças cardiovasculares, bem como sobre o sistema imunológico (GOMES, 2007; LEUNG, 2008). Outro interesse está relacionado à sua atividade pró-vitamina A. O β -caroteno é o mais abundante dentre os carotenoides e, além da ação antioxidante, ele apresenta atividade pró-vitamina A, ou seja, é um precursor da vitamina A em mamíferos. Além do β -caroteno, outros carotenoides como α -caroteno e β -criptoxantina também apresentam atividade pró-vitamina A, mas em menor quantidade. A função vitamínica adquire maior importância em regiões onde a vitamina A pré-formada é raramente ingerida pela maior parte da população, como no Nordeste do Brasil (CAMPOS et al., 2006).

Dentro do agronegócio, considerando os perímetros irrigados do semiárido baiano, as abóboras são uma excelente alternativa. Nessa região, são encontrados os mais baixos IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) e populações com alta incidência de hipovitaminose A. Ao lado disso, há uma fronteira agrícola em expansão e materiais promissores de abóboras com altos teores de carotenoides têm chance de ser bem aceitos e inseridos no agronegócio irrigado, uma vez que variedades locais são tradicionalmente cultivadas no Vale do São Francisco. Sendo as abóboras ricas em carotenoides, é de grande relevância a seleção de acessos com altos teores de pró-vitamina A.

O gênero *Cucurbita* é nativo das Américas. Entre as espécies mais cultivadas, tem-se a abóbora (*Cucurbita moschata*), a moranga (*Cucurbita máxima*) e o mogango (*Cucurbita pepo*) (MARTIN, 2008). Dentre essas espécies, a *Cucurbita moschata* destaca-se devido à possibilidade de certos acessos apresentarem altos teores de α -caroteno e β -caroteno e portanto de vitamina A. Entretanto, este conteúdo sofre interferência de fatores genéticos, sazonais dentre outros (JACOB-VALENZUELA et al., 2011). Abóboras desta mesma espécie coletadas na agricultura tradicional de Viçosa-MG apresentaram teores de carotenoides totais variando de 18 a 230 $\mu\text{g g}^{-1}$, sólidos solúveis de 9 a 16% e matéria seca de 6 a 20% (MOURA, 2003).

Parte da diversidade genética da família *Cucurbitaceae* disponível na Região Nordeste está preservada no BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, onde cerca de 543 acessos estão preservados. Um estudo com alguns dos acessos deste BAG da Embrapa Semiárido mostrou grande variação nos teores de carotenoides totais (19,1 a 78,5 $\mu\text{g g}^{-1}$) (AMARIZ et al., 2009). No entanto, uma maior ação que amplie a identificação e o conhecimento da variabilidade genética existente nos acessos preservados é necessária para uma mais ampla utilização (AMARIZ et al., 2009). Entre o grande número de acessos deste BAG, é limitado o conhecimento de quais possuem alto teor de carotenoides totais e principalmente quais são fontes de vitamina A. A identificação de materiais com altos teores de carotenoides poderá possibilitar a multiplicação e a distribuição direta destes, de modo a fornecer uma fonte extra e de baixo custo de vitamina A.

O objetivo do trabalho foi identificar abóboras do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido-Petrolina/PE, com altos teores de carotenoides totais e de vitamina A, para estabelecimento de um programa de seleção e melhoramento de abóboras, visando à identificação de genótipos promissores a serem propagados nas condições irrigadas do semiárido baiano.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

Em frutos de diferentes genótipos de abóboras do BAG de cucurbitáceas, foram quantificados os teores de carotenoides totais e vitamina A. Foram analisados 48 acessos de abóboras produzidos no campo experimental da UNEB - Juazeiro (BA) - e encaminhados pela Embrapa Semiárido-Petrolina/PE ao Laboratório de Pesca e Cromatografia Aplicada (LAPESCA), localizado na Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia. As amostras foram encaminhadas em duas amostragens compostas de diferentes acessos. A primeira amostragem, contendo 12 acessos, foi realizada no período de 01/02 a 30/04/2006 e a segunda, formada por 36 acessos, no período de 17/02 a 30/03/2007. Os frutos foram cultivados no mesmo local e exatamente nas mesmas condições, diferenciando-se apenas em relação ao ano em que foram cultivadas. Para as amostras de laboratório, foram utilizados de 3 a 6 frutos de abóboras de cada acesso (A), totalizando 126 frutos analisados. As extrações e determinações foram realizadas em triplicata.

Estocagem e controle das amostras de laboratório

As polpas de cada amostra foram trituradas, acondicionadas separadamente em sacos plásticos e armazenadas sob N₂ gasoso em freezer horizontal a -18°C. Considerando a instabilidade dos carotenoides, uma das amostras estocada tomada aleatoriamente como controle, foi monitorada periodicamente durante 11 meses quanto aos teores de carotenoides totais.

Extração dos carotenoides totais

O processo de extração dos carotenoides totais das amostras estocadas baseou-se no procedimento descrito por RODRIGUEZ-AMAYA et al. (1976), com algumas modificações. Cerca de dois gramas de cada amostra foi triturada com acetona resfriada (50 mL) e hyflo-supercel (5g) em homogeneizador (TE-645, Tecnal) por dois minutos. O material foi filtrado a vácuo para um kitassato através de um funil de büchner com papel de filtro. As extrações com acetona foram repetidas até o resíduo do filtro se tornar o mais claro possível (total remoção dos carotenoides). O filtrado foi transferido vagarosamente para um funil de separação, contendo 50 mL de éter de petróleo resfriado, permitindo a partição dos carotenoides para o éter. A acetona foi retirada do funil através de três lavagens consecutivas com água destilada. Para a saponificação dos lipídios e clorofilas, adicionou-se solução metanólica de KOH (10%), na proporção de 1:1 (v/v) e N₂ foi borbulhado. A mistura permaneceu por uma noite em temperatura ambiente e a fase etérea foi separada da metanólica em funil de separação contendo volume adicional de éter de petróleo. A fase em éter de petróleo foi lavada com água até a remoção completa do álcali (pH próximo da neutralidade). Sulfato de sódio anidro foi adicionado para remoção da água remanescente. O extrato foi então concentrado em evaporador rotativo (34±2°C) a pressão reduzida (90rpm). Em seguida, foi transferido para um balão volumétrico (50mL) e o volume foi aferido com éter de petróleo. Durante toda a análise, o extrato foi mantido ao abrigo da luminosidade, protegendo-se a vidraria com papel laminado.

Quantificação dos carotenoides totais

A definição do comprimento de onda de máxima absorvância foi realizada através da varredura do extrato etéreo entre 200 e 600nm em Espectrofotômetro UV/Vis digital PERKIN ELMER, modelo U-2001. O comprimento de onda 445nm foi determinado como sendo o de máxima absorvância. A quantificação dos carotenoides totais expressos em μg de $\hat{\alpha}$ -caroteno.g⁻¹ de amostra foi determinado pela

equação 1, com coeficiente de absorvância ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$) referente ao $\hat{\alpha}$ -caroteno para éter de petróleo, conforme proposto por DAVIES (1976).

$$CT(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}) = \frac{\text{Abs}\cdot\text{Vol}\cdot 10^4}{E_{1\text{cm}}^{1\%}\cdot P} \text{ (Equação 1)}$$

CT = Carotenoides totais; Abs = Absorvância no λ máximo; Vol = Volume da diluição (mL); E1% .1 cm = 2592; P = Peso da amostra (g).

Identificação e quantificação de α - e β -caroteno por cromatografia líquida de alta eficiência

Preparação dos padrões de α - e β -caroteno

Para a obtenção dos padrões de α - e β -caroteno, utilizou-se a polpa de cenoura como matriz por conter quantidades apreciáveis desses carotenoides (ZERAİK & YARIWAKE, 2008). Primeiramente, foi realizada a extração de carotenoides totais utilizando o mesmo procedimento empregado para as amostras de abóboras. Para a purificação do extrato, utilizou-se cromatografia em camada delgada (CCD) usando fase estacionária composta por sílica gel e óxido de magnésio (1:1) e acetona:éter de petróleo (15:85 v/v) como fase móvel (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 1976). A banda apolar foi retirada e re-cromatografada quatro vezes nas mesmas condições. A confirmação da pureza dos padrões foi realizada por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE).

Determinação de α - e β -caroteno em acessos de abóboras selecionados

Para a identificação e quantificação de α - e β -caroteno nos acessos do BAG com os maiores teores de carotenoides totais e para a confirmação da pureza dos padrões purificados por CCD, utilizou-se CLAE-UV/Vis. Cerca de 1 a 3mL dos extratos armazenados em éter de petróleo foram evaporados sob fluxo de nitrogênio e, em seguida, dissolvidos em acetona grau cromatográfico. Utilizou-se um cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE-Perkin Elmer), series 200 com forno, injetor automático e bomba binária. Os carotenoides extraídos foram separados em coluna C18 (50cm x 4,6mm x 3,5m), AGILENT HP, utilizando como fase móvel acetonitrila : metanol : acetato de etila (75:15:10 v/v), com fluxo de 1,5mL min⁻¹ (MERCADANTE, et al., 1997). A leitura foi realizada a 445nm. A identificação de α - e β -caroteno das amostras foi realizada por comparação com o tempo de retenção (t_R) dos picos do padrão.

Quantificação do teor de vitamina A

O valor de vitamina A foi calculado segundo recomendações do IOM (2001), no qual o Equivalente

de Retinol (RE) foi substituído pelo Equivalente de Atividade de Retinol (RAE). Os fatores de conversão, usados para o cálculo de carotenoides pró-vitâmicos baseiam-se na relação de que 1RAE equivale a 12µg de β -caroteno, ou a 24µg de α -caroteno (KHACHIK et al., 1992) (Equações 2 e 3).

$$RAE(\mu g/100g) = \frac{\mu g \text{ de } \beta \text{ caroteno}}{12} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

$$RAE(\mu g/100g) = \frac{\mu g \text{ de } \alpha \text{ caroteno}}{24} \times 100 \quad (\text{Equação 3})$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o grande número de amostras a serem analisadas e o demorado método de extração, para garantir que não houvesse degradação dos carotenoides totais, o armazenamento das amostras de polpas de abóboras estocadas a -18°C foi monitorado periodicamente por 11 meses através da determinação de carotenoides totais de uma amostra escolhida aleatoriamente (A 22) (Tabela 1). Pode-se constatar pelos resultados que os teores de carotenoides totais se mantiveram estáveis por até seis meses de armazenamento, período em que se realizaram as análises de todos os 48 acessos. A partir do sexto mês de armazenamento, ocorreu uma acentuada perda no teor de carotenoides totais da amostra.

Durante o armazenamento, devido à instabilidade de sua estrutura, os carotenoides podem sofrer isomerização e oxidação, acarretando perda do

poder corante e conseqüentemente perda e diminuição de atividade antioxidante e pró-vitáminica. A oxidação ou decomposição da cadeia de carotenoides ocorre devido o aumento da temperatura, exposição à luz, presença de enzimas, de oxigênio singlete, de radicais livres ou a alta concentração de oxigênio (RIOS et al., 2009).

SUZAKI et al. (2006) avaliaram abóboras minimamente processadas, armazenadas a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 85-90% de umidade relativa e constataram que os teores de carotenoides totais foram drasticamente reduzidos durante os três primeiros dias de análise. Após esse período, os valores tenderam a permanecer estáveis até o final do período de armazenamento. Resultados semelhantes foram obtidos para a estabilidade dos carotenoides totais de purê de manga e tomate durante o armazenamento, especialmente do conteúdo de carotenoides pró-vitâmicos A, tais como α - e β -caroteno, dependendo da quantidade de oxigênio residual dissolvido na amostra, da incidência de luz e da temperatura durante a estocagem (VASQUEZ-CAICEDO et al., 2007; CALVO & SANTA-MARÍA, 2008).

Para avaliar a diversidade dos diferentes acessos da coleção nuclear do Banco Ativo de Germoplasma (BAG), foi determinado o teor de carotenoides totais de 48 acessos, que representa 9% do total de acessos do BAG, oriundas de duas amostragens (Tabela 2). Os teores de carotenoides totais nos diferentes acessos (A) variaram de 14,93µg g⁻¹ (A 4) a 290,62µg g⁻¹ (A 43). Essa ampla variação de CT entre os diferentes acessos de abóboras do BAG estudados aumenta a importância da identificação de genótipos visando a produção em grande escala de linhas segregantes de carotenoides. Esta variabilidade também pôde ser observada pela grande diferença fenotípica nos acessos analisados, que apresentaram desde coloração creme claro até laranja intenso.

O intervalo dos teores de carotenoides totais encontrados no presente estudo é similar aos relatados por MOURA (2003), para acessos de *C. moschata* cultivados em Viçosa-MG (18-230µg g⁻¹), e superiores aos de AMARIZ et al. (2009), para outros acessos do mesmo BAG da Embrapa Semiárido (21,3-78,5µg g⁻¹), cultivados em Petrolina-PE. Os valores também são condizentes aos obtidos por TAMER et al. (2010) para *Cucurbita maxima* (254±0,16µg g⁻¹).

Os acessos de abóbora com os mais altos teores de carotenoides totais (A 40 e A 43) representam uma fonte apreciável destes pigmentos, pois fontes ricas, como mamão (24,67±4,61µg g⁻¹) (CARVALHO et al., 2011), goiaba (42,98±3,54µg g⁻¹) (MELO et al., 2006) e manga (44,0±4,61µg g⁻¹) (FARAONIL et al., 2009), apresentam teores menores que os encontrados, o que

Tabela 1 - Concentração e percentual relativo de carotenoides totais na amostra A 22 ao longo do armazenamento a -18°C em atmosfera inerte.

Mês	Carotenoides totais	
	(µg g ⁻¹)	%
1º	40,08	100
	39,23	97,88
3º	39,36	98,20
4º	38,41	95,83
5º	38,09	95,03
6º	36,89	92,04
7º	35,62	88,87
8º	33,87	84,51
9º	30,11	75,12
10º	20,67	51,57
11º	20,09	50,12

Concentração de carotenoides totais da amostra A22 expresso em µg de beta-caroteno por g de amostra.

Tabela 2 - Concentração de carotenoides totais dos diferentes acessos do BAG de *cucurbitáceas* da Embrapa Semiárido.

Amostragens	Acesso	($\mu\text{g g}^{-1}\pm\text{dp}$)	Acesso	($\mu\text{g g}^{-1}\pm\text{dp}$)	Acesso	($\mu\text{g mg}^{-1}\pm\text{dp}$)
1ª Amostragem	A 1	21,96 \pm 0,08	A 5	82,11 \pm 1,90	A 9	153,15 \pm 2,34
	A 2	23,21 \pm 0,29	A 6	19,12 \pm 0,35	A 10	26,74 \pm 1,12
	A 3	32,45 \pm 4,28	A 7	45,42 \pm 2,47	A 11	15,29 \pm 1,05
	A 4	14,93 \pm 0,38	A 8	71,90 \pm 2,98	A 12	28,06 \pm 1,80
2ª Amostragem	A 13	31,27 \pm 0,64	A 35	56,77 \pm 1,82	A 62	63,51 \pm 1,14
	A 16	11,81 \pm 0,89	A 36	39,72 \pm 1,5	A 63	49,12 \pm 4,33
	A 17	90,45 \pm 5,99	A 37	65,12 \pm 0,27	A 64	128,10 \pm 0,49
	A 18	112,20 \pm 1,11	A 40	253,10 \pm 2,59	A 65	66,00 \pm 1,92
	A 20	102,45 \pm 2,30	A 43	290,62 \pm 4,67	A 67	136,88 \pm 3,51
	A 21	58,33 \pm 1,72	A 45	72,67 \pm 4,46	A 68	173,58 \pm 0,48
	A 22	40,08 \pm 2,18	A 46	84,14 \pm 2,32	A 70	65,57 \pm 1,23
	A 26	16,72 \pm 1,74	A 49	40,73 \pm 0,68	A 74	83,60 \pm 12,81
	A 28	76,62 \pm 0,22	A 51	135,77 \pm 6,54	A 78	45,93 \pm 0,52
	A 31	62,25 \pm 0,55	A 54	138,56 \pm 11,18	A 79	84,71 \pm 5,07
	A 32	38,59 \pm 0,67	A 57	93,86 \pm 4,3	A JR1	55,87 \pm 0,53
	A 34	75,04 \pm 0,68	A 61	169,03 \pm 1,33	A JR2	83,38 \pm 0,34
Média Total das duas amostragens			66,60 \pm 31,21			

Valores médios e desvio padrão das concentrações de carotenoides totais expresso em μg de beta-caroteno por g de amostra, analisadas em triplicata.

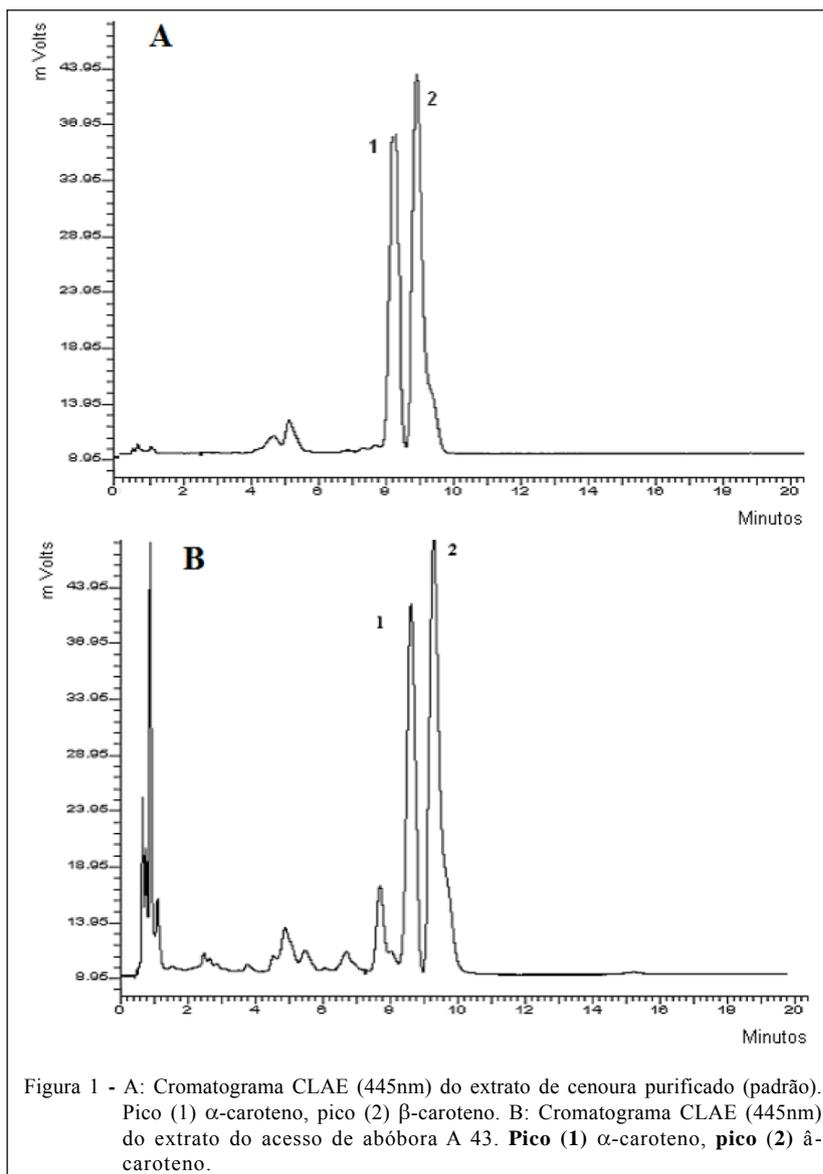
faz destas abóboras fonte apreciável destes importantes compostos, justificando ainda mais a seleção e multiplicação em grande escala, possibilitando um maior aproveitamento de seu potencial.

A figura 1-A mostra o cromatograma obtido por CLAE-UV/Vis dos padrões de carotenoides extraídos de cenoura. O primeiro pico ($t_R=8,8\text{min}$) foi identificado como α -caroteno e o segundo pico ($t_R=9,5\text{min}$) como β -caroteno. Constatou-se que a purificação por CCD foi efetiva, uma vez que os picos característicos de carotenoides polares praticamente não aparecem no cromatograma. A figura 1-B mostra o cromatograma obtido por CLAE-UV/Vis do extrato de abóbora do acesso A 43 (maior teor de carotenoides totais). Nos acessos do BAG selecionados, identificaram-se como carotenoides majoritários o α -caroteno (25,18 a 28,21%) e o β -caroteno (43,47 a 61,41%), além da presença de outros picos relativos à carotenoides mais polares, que representam uma média de $20,86\pm 14,82\%$ da área total (Tabela 3). Esses valores encontrados para α - e β -caroteno correspondem a $916,85\text{-}1.487,25\mu\text{g RAE } 100\text{g}^{-1}$ e $265,54\text{-}341,60\mu\text{g RAE } 100\text{g}^{-1}$ de vitamina A, respectivamente. Portanto, o total de vitamina A refere-se aos valores calculados a partir da soma dos teores de α - e β -caroteno encontrados

nas abóboras (Tabela 3). Considerando que os isômeros *cis* e *trans* de β -caroteno não foram separados, a quantificação dos carotenoides foi realizada com base no teor total de β -caroteno.

Os valores encontrados para os acessos selecionados do BAG da Embrapa Semiárido são similares aos obtidos por ARIMA & RODRIGUEZ-AMAYA (1990), para abóboras provenientes do nordeste brasileiro, onde, para *Cucurbita moschata*, de um total de $317,8\mu\text{g g}^{-1}$ de CT, foram identificados 19 carotenoides, dos quais o β -caroteno também foi o principal pigmento, representando cerca de 74% do total. O valor médio de β -caroteno de *Cucurbita moschata* da variedade “baianinha” foi de 235ig g^{-1} , enquanto que para *Cucurbita maxima* da variedade “jerimum caboclo” foi de 21ig g^{-1} . O total de vitamina A para a variedade “baianinha” foi de $2,151\mu\text{gRAE } 100\text{g}^{-1}$.

Para *Cucurbita maxima*, variedade “goianinha”, e *Cucurbita maxima*, variedade “menina brasileira”, oriundas de diferentes cidades do Estado de Santa Catarina, são relatados teores de $23,8\mu\text{g g}^{-1}$ a $26,8\mu\text{g g}^{-1}$ de α -caroteno e de $56,76\mu\text{g g}^{-1}$ a $66,7\mu\text{g g}^{-1}$ de β -caroteno, que correspondem a $571,66\mu\text{gRAE } 100\text{g}^{-1}$ e $667,49\mu\text{gRAE } 100\text{g}^{-1}$ de vitamina A, respectivamente (PROVESI et al., 2011). CAMPOS et al. (2006), para morangas (*Cucurbita* spp.) provenientes de Viçosa



(MG), encontraram valores entre 200,18 a 222,43 μ gRAE 100g⁻¹, ambos inferiores aos teores encontrados no presente trabalho.

AZEVEDO-MELEIRO & RODRIGUEZ-AMAYA (2007) identificaram como principais carotenoides de *Cucurbita moschata*, *Cucurbita máxima* e *Cucurbita pepo* o α -caroteno e β -caroteno, luteína, violaxantina e neoxantina. Os valores de α -caroteno variaram de 23,81g g⁻¹ para *Cucurbita moschata*, variedade “goianinha”, a 26,81g g⁻¹ para *Cucurbita moschata*, variedade “menininha”, enquanto os valores de β -caroteno variaram de 5,41g g⁻¹ para *Cucurbita pepo* a 66,71g g⁻¹ para *Cucurbita moschata*, variedade “menininha”.

CONCLUSÃO

A concentração dos carotenoides totais entre os diferentes acessos de abóbora do BAG da Embrapa Semiárido, Petrolina/PE, foi bastante variável. Os acessos de mais altos teores de carotenoides totais são fontes apreciáveis de β -caroteno e consequentemente de vitamina A, portanto estas linhagens segregantes de carotenoides pró-vitamina A representam uma fonte apreciável destes importantes compostos para a alimentação humana, sendo possível um maior aproveitamento de seu potencial. Os resultados desta pesquisa permitiram a seleção e disponibilidade de acessos de abóboras produtoras de altos teores de carotenoides totais e de vitamina A.

Tabela 3 – Concentrações de β -caroteno, α -caroteno e vitamina A nos acessos com maiores concentrações de carotenoides totais.

Acessos	β -caroteno	α -caroteno	Vitamina A
A 40	110,02 \pm 2,21(43,47)	63,73 \pm 2,32(25,18)	1.182,39 \pm 2,26
A 43	178,46 \pm 2,90 (61,41)	81,98 \pm 3,11 (28,21)	1.828,84 \pm 3,05

Concentração de α - e β -caroteno expresso em μg de beta-caroteno por g de amostra e percentual (%). Concentração de vitamina A em μg RAE 100g^{-1} .

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo apoio financeiro. À Dra. Rita de Cássia Dias da Embrapa Semiárido Petrolina/PE e ao Dr. Manoel Abílio de Queiroz da Universidade Estadual da Bahia.

REFERÊNCIAS

- AMARIZ, A. et al. Caracterização da qualidade comercial e teor de carotenoides em acessos de abóbora. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.541-547, 2009.
- ARIMA, H.K.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition and vitamin A value of squash and pumpkin from Northeast Brazil. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.40, p.284-292, 1990.
- AZEVEDO-MELEIRO, C.H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, and *Cucurbita pepo*. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.55, p.4027-4033, 2007.
- CALVO, M.M.; SANTA-MARÍA, G. Effect of illumination and chlorophylls on stability of tomato carotenoids. **Food Chemistry**, v.107, p.1365-1370, 2008.
- CAMPOS, M.C. et al. Pró-vitaminas A comercializadas no mercado formal e informal de Viçosa (MG), em três estações do ano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p.33-40, 2006.
- CARDOZO, K.H.M. et al. Metabolites from algae with economical impact. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.146, p.60-78, 2007.
- CARVALHO, A.V. et al. Avaliação do efeito da combinação de pectina, gelatina e alginato de sódio sobre as características de gel de fruta estruturada a partir de "mix" de polpa de café e mamão, por meio da metodologia de superfície de resposta. **Acta Amazônica**, v.40, p.267-274, 2011.
- DAVIES, B.H. Carotenoids. In: GOODWIN, T.W. (Ed.). **2. Chemistry and biochemistry of plant pigments**. London: Academic, 1976. p.38-65.
- FARAONIL, A.S. et al. Caracterização de manga orgânica cultivar Ubá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.11, p.9-14, 2009.
- GOMES, F.S. Carotenoides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer. **Revista de Nutrição**, v.20, p.537-548, 2007.
- IOM - U.S. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board, Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. **Dietary reference intakes: for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc**. Washington, D.C.: National Academy, 2001. 797p.
- JACOBO-VALENZUELA, N. et al. Physicochemical, technological properties, and health-benefits of *Cucurbita moschata* Duchense vs Cehualca. A review. **Food Research International**. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911002699>>. Acesso em: 10 jun. 2011. doi: 10.1016/j.foodres.2011.04.039.
- KHACHIK, F. et al. Effect of food preparation on qualitative and quantitative distribution of major carotenoid constituents of tomatoes and several green vegetables. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.40, p.390-398, 1992.
- LEUNG, I.; PHIL, M. Macular pigment: new clinical methods of detection and the role of carotenoids in age-related macular degeneration. **Optometry**, v.79, p.266-272, 2008.
- MARTIN, P.C. Abóboras. **Nutrição em Pauta**. n.56, 2002. Disponível em: <http://www.nutricaoempauta.com.br/lista_artigo.php?cod=195>. Acesso em: 13 maio, 2008.
- MELO, E.A. et al. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.9, p.89-94, 2006.
- MERCADANTE, A.Z. et al. HPLC and mass spectrometric analysis of carotenoids from mango. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.45, p.120-123, 1997.
- MOURA, M.C.C.L. **Identificação de fontes de resistência ao potyvirus ZYMV e diversidade genética e ecogeográfica em acessos de abóbora**. 2003. 86f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, MG.
- PROVESI, J.G. et al. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree. **Food Chemistry**, v.128, p.195-202, 2011.
- RIOS, A.O. et al. Proteção de carotenoides contra radicais livres gerados no tratamento de câncer com cisplatina. **Revista Alimento e Nutrição**, v.20, p.342-350, 2009.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. et al. Carotenoid pigment changes in ripening *Momordica charantia* fruits. **Annals of Botany**, v.40, p.615-24, 1976.

SUZAKI, F.F. **Processamento mínimo de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.)**: Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas. 2006. 161f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, SP.

TAMER, C.E. et al. Evaluation of several quality criteria of low calorie pumpkin dessert. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici**, v.38, p.76-80, 2010.

UENOJO, M. et al. Carotenoides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de Compostos de aroma. **Química Nova**, v.30, p.616-622, 2007.

VASQUEZ-CAICEDO, A.L. et al. Impact of packaging and storage conditions on colour and β -carotene retention of pasteurised mango puree. **European Food Research and Technology**, v.224, p.581-590, 2007.

ZERAIK, L.M.; YARIWAKE, J.H. Extração de β -caroteno de cenouras: uma proposta para disciplinas experimentais de química. **Química Nova**, v.31, p.1259-1262, 2008.