

EFEITO DO AQUECIMENTO NA BIODISPONIBILIDADE DOS CAROTENÓIDES DO AZEITE DE DENDÊ ADICIONADO AO ÓLEO DE SOJA, EM RATOS

Márcia Varella MORANDI
Rosa Maria Duarte FÁVARO*
Alceu Afonso JORDÃO JR
Helio VANNUCCHI
José Eduardo DUTRA DE OLIVEIRA

RIALA 07/831

MORANDI, M. V.; FÁVARO, R. M. D.; JORDÃO JR., A. A., VANNUCCHI, H. E DUTRA DE OLIVEIRA, J. E. — Efeito do Aquecimento na Biodisponibilidade dos Carotenóides do Azeite de Dendê Adicionado ao Óleo de Soja, em Ratos. Rev. Inst. Adolfo Lutz, 57 (2): 7-11, 1998.

RESUMO: O óleo de palma, conhecido no Brasil como azeite de “dendê” é o óleo extraído da polpa do fruto da palmeira *Elaeis guineensis* Jacq, sendo uma fonte muito rica de pró-vitamina A, especialmente β -caroteno. Nesse estudo comparou-se a biopotência do azeite de dendê como fonte de pró-vitamina A em relação ao β -caroteno sintético, avaliando-se também o efeito do processamento térmico sobre a biodisponibilidade da vitamina A em ratos. Foram utilizados três grupos de seis animais, previamente deficientes em vitamina A. Os animais receberam, por 20 dias, dietas contendo óleo de soja enriquecido com β -caroteno sintético, azeite de dendê sem aquecimento ou então azeite de dendê submetido ao aquecimento de 100°C por 20 minutos. Todas as dietas continham teoricamente 4 ER/grama de dieta. A concentração hepática de vitamina A foi semelhante nos grupos controle e naquele que recebeu azeite de dendê sem aquecimento prévio ($185,72 \pm 25,40$ e $150,17 \pm 33,08$ $\mu\text{g/g}$ de tecido, respectivamente). O grupo no qual o azeite de dendê sofreu processamento térmico mostrou um valor menor de vitamina A hepática em relação ao controle ($144,80 \pm 16,84$ e $185,72 \pm 25,40$ $\mu\text{g/g}$ de tecido, respectivamente). Os resultados demonstram a viabilidade do azeite de dendê como fonte pró-vitamina A mesmo sob processamento térmico, visto que os animais do grupo que receberam azeite de dendê previamente aquecido armazenaram quantidades significativas de vitamina A hepática.

PALAVRAS-CHAVE: β -caroteno, fortificação, azeite de dendê, óleo vegetal, biodisponibilidade, ratos.

INTRODUÇÃO

Os carotenóides estão presentes em inúmeros óleos vegetais tais como óleo de milho, de soja, azeite de oliva entre outros, servindo como fonte natural de pro-vitamina A. O azeite de dendê é uma fonte vegetal rica em pro-vitamina A. Azeite de dendê é o nome utilizado no Brasil, do óleo da palmeira *Elaeis guineensis* Jacq é extraído do mesocarpo do fruto do dendezeiro^{14,15}. Originário da África, tem como característica a cor laranja-avermelhada por possuir quantidades significativas de carotenóides, constituindo-se em fonte energética devido ao alto teor lipídico¹⁴. O azeite de dendê possui

altas concentrações de carotenos em termos de provitamina A, contendo mais equivalentes de retinol do que vegetais de folhas verdes escuras, cenoura e tomate, que são considerados fontes significativas de provitamina A¹⁰. O azeite de dendê é consumido em alguns países da África e na Índia¹⁴. No Brasil este óleo é comercializado, industrializado e empregado geralmente em pratos típicos, no estado da Bahia.

A deficiência de vitamina A é um problema de saúde pública atingindo cerca de 230 milhões de crianças em países em desenvolvimento¹⁶. A fortificação de alimentos com a vitamina A e o β -caroteno, tem sido estudada com intuito de minimizar estes problemas.

* Instituto Adolfo Lutz — Ribeirão Preto- S.P.

** Divisão de Nutrição Clínica do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto — Universidade de São Paulo-SP.

O consumo de óleos vegetais no Brasil, como por exemplo o óleo de soja, é muito grande, atingindo as diversas classes sociais inclusive a de baixa renda. O óleo de soja é produzido por diversos países onde o custo é baixo. É comumente utilizado no preparo de alimentos, sendo uma fonte energética e fonte natural de vitamina E^{2,3}. Estudos recentes em nosso laboratório tem mostrado que a vitamina A quando utilizada na forma de palmítato de retinila na fortificação do óleo de soja permanece estável durante o processo de cozimento e condições de armazenamento, e a sua biodisponibilidade testada em ratos e no homem, não é alterada^{4,5,6}. O objetivo deste trabalho foi estudar o enriquecimento do óleo de soja com azeite de dendê como fonte natural de β -caroteno, avaliando-se também o efeito do processamento térmico sobre a biodisponibilidade da vitamina A em ratos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 18 ratos machos da linhagem Wistar, recém nascidos e amamentados por ratas recebendo dieta isenta de vitamina A e carotenóides durante 21 dias. Após este período de amamentação estes ratos permaneceram recebendo dieta isenta de vitamina A e carotenóides por mais 15 dias. Os animais foram então separados aleatoriamente em três grupos experimentais com seis animais em cada grupo. Os animais permaneceram em gaiolas individuais, tendo livre acesso a dieta e água. Durante o experimento foram mantidas condições de temperatura, umidade e o ciclo claro-escuro. Todos os animais receberam a mesma quantidade de pró-vitamina A na dieta, tanto na forma de β -caroteno sintético como na quantidade de azeite de dendê, adicionado ao óleo de soja. Os animais receberam suas respectivas dietas durante 20 dias, sendo estas preparadas de acordo com a A.O.A.C.1. Após o 20º dia todos os animais foram sacrificados e retirou-se o plasma e o fígado para dosagem de vitamina A pelo método espectrofotométrico¹².

Grupo Controle:

G1-Os animais receberam dieta preparada com óleo de soja enriquecido com β -caroteno sintético, obtendo-se uma concentração final de vitamina A de 4 Equivalentes de retinol (ER)/g de dieta. O óleo de soja enriquecido permaneceu na temperatura ambiente

Grupos Experimentais:

G2- Os animais receberam dieta preparada com óleo de soja enriquecido com azeite de dendê para se obter uma concentração final de vitamina A de 4ER/g de dieta, sendo que o óleo enriquecido não sofreu nenhum tipo de aquecimento.

G3-Os animais receberam dieta com óleo de soja enriquecido com azeite de dendê submetido ao aquecimento de 100°C por 20 minutos.

Fortificação do óleo de soja com β -caroteno sintético: Foi utilizado β -caroteno sintético, 30% em suspensão, fornecido pela F. Hoffmann-La Roche Ltda., Basileia-Suíça. O β -caroteno foi adicionado ao óleo de soja na concentração de 5000 ER/100 g de óleo, para obter-se uma dieta com 4 ER/g de dieta.

Fortificação do óleo de soja com azeite de dendê: O azeite de dendê foi fornecido pela unidade da EMBRAPA localizada em Jaguariúna-SP. O azeite de dendê foi adicionado ao óleo de soja para se obter uma concentração final de 5000 ER/100 g de óleo.

Análise Estatística: Os dados foram expressos na forma de média \pm desvio padrão, sendo a comparação entre os grupos feita através da análise de variância one-way e do teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Na tabela 1 estão apresentados os pesos corporais iniciais e finais dos animais, não havendo diferença significativa entre eles. Os níveis hepáticos e plasmáticos da vitamina A encontrados nos diferentes grupos estão apresentados na tabela 2. Após vinte dias de ingestão das respectivas dietas observou-se diferença significativa entre os valores de vitamina A hepática dos grupos G1 e G3,

TABELA 1
Peso corporal inicial e final dos animais dos grupos estudados.

Grupos	G1	G2	G3
Final (g)	255,83 \pm 27,55	253,66 \pm 30,24	245,83 \pm 23,21
Inicial (g)	145,18 \pm 18,85	140,18 \pm 11,83	140,16 \pm 14,66

Valores como média \pm desvio padrão. Não existe diferença estatística entre os grupos.

TABELA 2

Concentração hepática e plasmática de vitamina A

Grupos	G1 4ER	G2 Dendê 4ER	G3 Dendê 4ER/100°C
Fígado(ug/g)	185,72 ± 25,40 b	150,17 ± 33,08 ab	144,80 ± 16,84 a
Plasma(ug%)	34,32 ± 11,22 b	27,54 ± 3,95 a	40,45 ± 9,71 b

Valores como média ± desvio padrão. Letras diferentes representam valores estatisticamente significativos para $p < 0,05$.

existindo uma menor concentração de vitamina A no fígado dos animais que receberam dieta preparada com óleo de soja enriquecido com azeite de dendê e aquecido em relação ao grupo onde o óleo de soja foi fortificado com β -caroteno sintético. Contudo o teor de vitamina A total no fígado de animais dos grupos G2 e G3, que receberam caroteno proveniente do dendê não foram diferentes entre si. Quanto à concentração plasmática observou-se diferença significativa entre o Grupo G2 que recebeu dieta enriquecida com azeite de dendê não aquecido e Grupo G3 cujos animais receberam dieta enriquecida com azeite de dendê e foi submetido ao aquecimento à 100° C.

DISCUSSÃO

O alto teor de β -caroteno no azeite de dendê, faz com que ele seja excelente fonte de pró-vitamina A. O uso deste óleo, no entanto, é limitado a certas regiões sendo utilizado em alguns pratos típicos¹³.

A fortificação de alimentos com β -caroteno mostra-se como uma alternativa segura quando se refere à toxicidade⁸. Num estudo realizado em animais administrando-se 1mg de β -caroteno por grama de dieta a quatro gerações sucessivas de ratos, nenhum efeito danoso foi observado. Este mesmo trabalho relata que em humanos onde se utilizou diariamente uma suplementação na quantidade 120 vezes maior do que a recomendação, não foram observados efeitos adversos. O único efeito colateral foi a hiperqueratose que foi reversível quando se interrompeu ou diminuiu a utilização do suplemento⁷. Não foi observado nenhuma anormalidade significativa frente a concentrações plasmáticas elevadas de vitamina A, quanto a toxicidade, nem quando se utilizou altas doses de β -caroteno em humanos⁹.

O aumento da ingestão de alimentos ricos em β -caroteno na dieta habitual é preferível do que se sujeitar a altas doses de vitamina A sintética, podendo ser utiliza-

do como uma das estratégias para minimizar os danos causados pela carência desta vitamina além de ser uma alternativa de baixo custo^{11,18}.

O presente trabalho estudou a possibilidade de se fortificar o óleo de soja com azeite de dendê como fonte natural de carotenóides, principalmente β -caroteno, podendo eventualmente ser utilizado no combate a hipovitaminose A existente em várias regiões do Brasil^{4,5,6}.

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que a biodisponibilidade da vitamina A proveniente dos carotenóides do azeite de dendê adicionados ao óleo de soja, não foi afetada pelo processo térmico quando se compara os Grupos G2 (sem aquecimento) e G3 (com aquecimento à 100 °C), visto que os níveis de vitamina A total no fígado foram respectivamente 150,0 ug/g e 144,8 ug/g. Quando se comparam os Grupos G1(óleo de soja fortificado com β -caroteno sintético) e G3 (com aquecimento do óleo de soja fortificado com azeite de dendê) observa-se diferença significativa, onde os níveis hepáticos de vitamina A foram menores para o Grupo G3. No plasma foi observado diferença significativa entre os Grupos G2 (azeite de dendê sem aquecimento) e G3 (azeite de dendê com aquecimento), onde foram maiores os valores encontrados no Grupo 3. Esta diferença pode ter ocorrido devido a variação dos valores encontrados neste Grupo 3.

O azeite de dendê utilizado neste estudo estava na sua forma natural não sofrendo processo de refinamento, sendo que durante o refino pode ocorrer perda de atividade dos carotenóides¹³. Em outro estudo onde foi avaliado as mudanças ocorridas nos teores de α e β -caroteno, após armazenamento à temperatura ambiente (26°C) do azeite de dendê por 90 dias, houve perdas pequenas destes carotenóides no óleo bruto e refinado, sendo que o óleo refinado sofreu perdas consideravelmente maiores do que o bruto¹⁵.

Num estudo avaliando-se a perda de ácido ascórbico e β -caroteno no espinafre e amaranto após alguns pro-

cedimentos caseiros, foi observado perda desses nutrientes durante o cozimento tradicional por trinta minutos (56 a 72% e 16 a 20% respectivamente)¹⁷. Porém, as perdas foram menores quando o cozimento foi feito em panela de pressão durante dez minutos (42 a 68% e 11 a 16% respectivamente). Em outro estudo, o processo de cozimento tradicional (durante 8 a 10 minutos) utilizado com alguns vegetais, mostrou que a perda de β -caroteno ficou em torno de 12%. Conclui-se que existe a necessidade de esclarecimento às populações mais carentes da importância da utilização de maiores quantidades de alimentos ricos em β -caroteno.

CONCLUSÃO

O azeite de dendê utilizado em nosso estudo mostrou-se eficaz como fonte natural de β -caroteno mesmo após o aquecimento, quando avaliou-se a quantidade de vitamina A hepática e plasmática dos animais estudados.

Com os resultados deste trabalho podemos concluir que o azeite de dendê pode ser utilizado como fonte natural de β -caroteno, mostrando-se viável para a fortificação do óleo de soja, mesmo quando submetido ao aquecimento, visto que o processamento térmico não alterou significativamente a biodisponibilidade da vitamina A nos grupos experimentais.

RIALA 07/831

MORANDI, M. V.; FÁVARO, R. M. D.; JORDÃO JR., A. A.; VANNUCCHI, H. E DUTRA DE OLIVEIRA, J. E. — Effect of heating in biodisponibility of "dende oil" carotenoids added in soy oil on rats. Rev. Inst. Adolfo Lutz, 57 (2): 7-11, 1998.

Palm oil known in Brazil as "dende oil" oil extracted from the fruit of the palm *Elaeis guineensis* Jacq that is a rich source of provitamin A, especially β -carotene. In the present study we compared the biopotency of this palm oil as a source of provitamin A in relation to synthetic β -carotene and evaluated the effect of thermal processing on the bioavailability of vitamin A in rats. Three groups of 6 animals each, previously deficient in vitamin A, were used. The animals received for 20 days diets with soybean oil enriched with synthetic β -carotene, palm oil not submitted to heating or palm oil submitted to heating at 100°C for 20 min. Theoretically, all diets contained 4 ER/g diet. Hepatic vitamin A concentration was similar in the control group and in the group receiving dende oil without previous heating (185.72 ± 25.40 and 150.17 ± 33.08 $\mu\text{g/g}$ tissue, respectively). The group which received heat-processed dende oil showed a lower hepatic vitamin A value than the control group (144.80 ± 16.84 and 185.72 ± 25.40 $\mu\text{g/g}$ tissue, respectively). The results demonstrate the feasibility of palm oil as a provitamin A source even after thermal processing since the animals in the group receiving previously heated dende oil stored significant amounts of hepatic vitamin A.

Key words: β -carotene, fortification, palm oil, vegetable oil, "dende oil" oil bioavailability, rats.

Endereço para correspondência: Divisão de Nutrição Clínica do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto — USP. Av. dos Bandeirantes 3900. CEP. 14049.900. Ribeirão Preto — SP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A.O.A.C. *Official Methods of Analysis*. 12th ed. Association of Official Analytical Chemists, WASHINGTON, DC, 1975.
2. DESAI, I.D.; TAVARES, M.L.G.; DUTRA DE OLIVEIRA, B.S.; DUARTE, R.M.; DUTRA DE OLIVEIRA J.E.. Food habits and nutritional status of agricultural migrant workers of Southern Brazil. *Am. J. Clin. Nutr.*, 33: 702-714, 1980.
3. DESAI, I.D.; BHAGAVAN, H.; SALKEDLD, R.; DUTRA DE OLIVEIRA J.E.. Vitamin E content of crude and refined vegetable oils in Southern Brazil. *J Food Comp. Anal.*, 1: 231-238, 1988.
4. DUTRA DE OLIVEIRA, J.E.; DESAI, I.D., FÁVARO, R.M.D.; FERREIRA, J.F Effect of Heat treatment during cooking on the biological value of vitamin A fortified sybean oil in human. *Internat. J. Food Sci Nutr.*, 45:203-207,1994.
5. FÁVARO, R.M.D.; FERREIRA, J.F.; DESAI, I.D.; DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. Studies on fortification of refined soybean oil with all-trans retynil palmitate in Brazil: stability during cooking and storage. *J Food Comp Anal.*, 4: 237-244, 1991.
6. FÁVARO, R.M.D.; MIYASAKA, C.R.; DESAI, I.D.; DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. Evaluation of the effect of heat treatment on the biological value of

- vitamin A fortified soybean oil. *Nutr. Res.*,12: 1357-1363, 1992.
7. HATHCOCK, J.N. ET AL. Evaluation of vitamin A toxicity. *Am. J. Clin. Nutr.* 52: 183-202, 1990.
 8. HEYWOOD, R. PALMER A.K.; GREGSON R.L.; HUMMLER H. The toxicity of beta-carotene. *Toxicology*, 36: 91-100, 1985.
 9. MATHEWS-ROTH, M.M. Plasma Concentrations of carotenoids after large doses of β -carotene. *Am. J Clin. Nutr.*, 52: 500-501, 1990.
 10. MAY, C.Y. Palm oil carotenoids. *Food Nutr. Bull.*, 15(2): 130-137, 1994.
 11. MUJIBUR RAHMAN, M.; WAHED, M.A.; AKBAR ALI, M. β -carotene losses during different methods of cooking green leafy vegetables in Bangladesh. *J. Food Comp Anal.*, 3: 47-53, 1990.
 12. OLSON, J.A. A simple dual assay for vitamin A and carotenoids in human liver, *Nutr. Rep. Intern.*, 19: 807-811, 1979.
 13. RODRIGUEZ-AMAYA, D. Assessment of provitamin A content of foods — The Brazilian experience. In: Two decades of progress: Linking knowledge to action. Report of the XVI International Vitamin A Consultative Group Meeting, Thailand. 1994.
 14. RUKIMINI, C. Red Palm oil to combat vitamin A deficiency in developing countries. *Food Nutr. Bull.*,15 (2): 126-129,1994.
 15. TRIGUEIRO, I.N.S. & PENTEADO, M.V.C. Mudanças nos teores de alfa e beta caroteno em óleo de dendê durante o armazenamento a temperatura ambiente (26°C). *B. CEPPA*, ,11 (1): 1-10, 1993.
 16. UNDERWOOD, B.; MCCLATCHEY, S. Global prevalence of vitamin A deficiency and its control. In: Abstracts of the XVI International Vitamin A Consultative Group Meeting, Chiang Rai, Thailand. IVACG Secretariat, Washington, DC, 1994.
 17. YADAV, S.K. & SEHGAL, S. Effect of home processing on ascorbic acid and β -carotene content of spinach (*Spinacia oleracia*) and amaranth (*Amaranthus tricolor*) leaves. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 47: 125-131, 1995.

Recebido para publicação em 23/05/97

