

Carotenoides del aceite de palma*

Carotenoids from palm oil

YUEN MAY CHOO

RESUMEN

Se presenta un análisis sobre los carotenoides, en especial los que se encuentran en el aceite de palma, tales como el α -caroteno y el β -caroteno y se discute brevemente como se determinan. También se discuten otras fuentes de carotenoides en la palma de aceite, como son las hojas y la fibra prensada. Se presenta información sobre el contenido de carotenoides en palmas Dura, Pisífera, Melanococca y en los híbridos. Se discuten los métodos de extracción de los carotenoides, así como el uso del aceite rojo de palma. Finalmente se presentan resultados de estudios nutricionales con el concentrado de carotenoides de palma, el uso de carotenos como pro-vitamina A, el del β -caroteno y las enfermedades degenerativas.

SUMMARY

An analysis on carotenoids is presented, specially those that are found in palm oil, such as A-carotene and B-carotene and there is a brief discussion on how they are determined. Other sources of carotenoids in oil palm are also discussed, such as those found in the leaves and in pressed fiber. Some information on the carotenoid content in *Dura*, *Pisífera*, *Melanococca* and hybrids palms is presented. The methods of extraction of the carotenoids are also presented and the use of red palm oil. Finally the results of the nutritional studies with the carotenoids concentrate of oil palm, the use of carotenes such as pro-vitamin A, β -carotene and degenerative diseases are presented.

Palabras claves: Aceite de palma; Carotenoides; Aceite rojo de palma; Pro-vitamina A.

* Tonudo de: Palm Oil Development (Malasia) no.22, p. 1-6. Traducido por FEDEPALMA.

INTRODUCCION

Los carotenoides, cuyo nombre se deriva del hecho que ellos constituyen el pigmento principal en la raíz de la zanahoria (*Daucus carota*), se encuentran, sin lugar a dudas, entre los pigmentos más extendidos e importantes en los organismos vivos. Ellos se encuentran en numerosos aceites vegetales, incluyendo: aceite de maíz, aceite de maní, aceite de soya, aceite de colza, aceite de girasol, aceite de linaza, aceite de oliva, aceite de cebada y aceite de algodón (Ong y Tee 1992; Choo 1994). La concentración de carotenoides en estos aceites vegetales es generalmente baja, menos de 100 ppm.

De los aceites vegetales ampliamente consumidos, el aceite de palma contiene las más altas concentraciones conocidas de carotenoides derivados agrónomicamente. En realidad, el aceite crudo de palma es la fuente vegetal natural más rica en carotenoides en términos del equivalente de retinol (provitamina A). El contiene aproximadamente de 15 a 300 veces más retinol que las zanahorias, las hortalizas de hoja verde y los tomates, los cuales se consideran que tienen cantidades significativas de actividades de provitamina A (Tan 1987). En la actualidad, la palma de aceite sembrada comercialmente en Malasia es la Tenera (T) (Fig. 1), un cruce entre Dura (D) y Pisifera (P), todas pertenecen a la familia de *Elaeis guineensis*, la cual se originó en África Occidental. La concentración de los carotenoides del aceite de palma Tenera ha sido analizada y es de 500-700 ppm (Goh et al. 1985).

COMPOSICION DE LOS CAROTENOIDES

Los principales carotenos presentes en el aceite de palma son los α y β , los cuales constituyen casi el 90% del total de carotenos presentes. Otros carotenos presentes son: licopeno, α -zeacaroteno, β -zeacaroteno, neurosporeno, δ -caroteno, γ -caroteno, ζ -caroteno, fitoflueno y fitoeno. Todos los carotenoides en el aceite de palma son, por lo general, determinados por un espectrofotómetro visible-UV a 446 nm como ppm de β -caroteno, mientras que la compleja composición de los carotenoides del aceite de palma se determina mediante una cromatografía líquida de alto desempeño (HPLC). Esto se hace empleando un sistema de solvente binario que consiste de acetonitrilo y cloruro de metileno en una columna de fase invertida C18 con un detector de longitud de onda variable (Yap et al. 1991).

OTRAS FUENTES DE CAROTENOIDES DE PALMA

Carotenoides también se encuentran en las hojas de la palma de aceite. Se ha determinado que la cantidad presente es de 1.900 ppm (Ab Gapor et al. 1987). Los carotenoides pueden también extraerse de las fibras prensadas de la palma, un producto de las plantas extractoras, el cual por lo general sirve como combustible en las plantas extractoras de aceite de palma. El aceite residual (5% - 6%) extraído de las fibras prensadas de la palma (Fig. 2) se ha encontrado que contiene de 4.000-6.000 ppm de carotenoides (Choo et al. 1989).

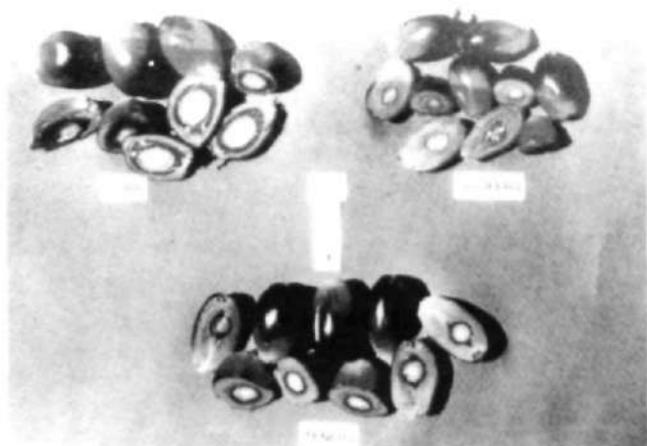


Figura 1. Frutos de la Palma de Aceite Tenera (Dura x Pisifera = Tenera).

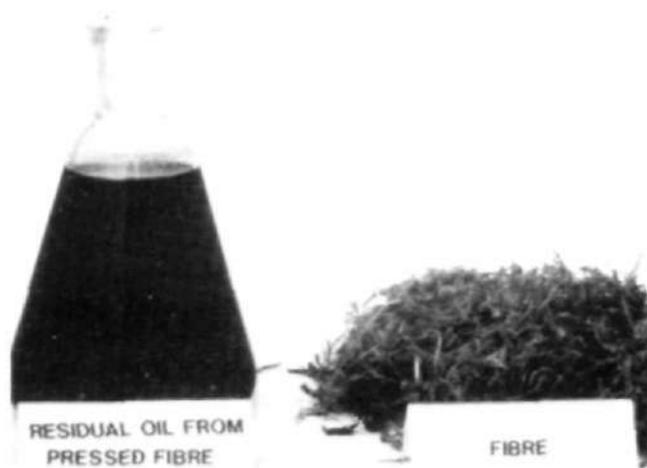


Figura 2. Fibras prensadas de palma y fibras prensadas de aceite de palma.

Varias plantas extractoras de aceite de palma, en Malasia, están actualmente utilizando la tecnología de doble prensado. El primer prensado se realiza a una presión relativamente baja para evitar la rotura de las nueces. Después de remover las nueces, la fibra se somete a un segundo prensado a una presión mayor para producir el segundo aceite prensado.

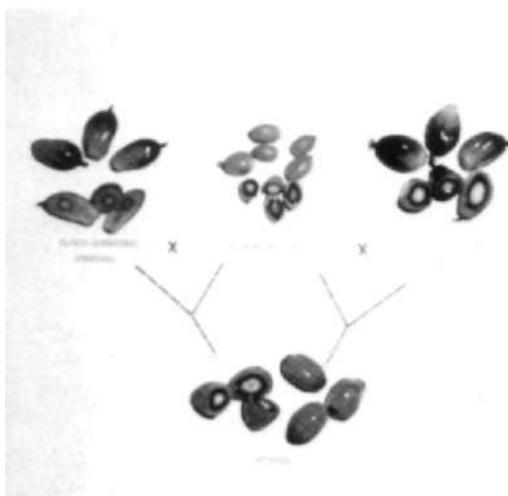


Figura 3. Diferentes Híbridos [Frutas de Palma de Aceite].



Figura 4. Carotenoide concentrado de palma de aceite.

Se ha encontrado que este aceite contiene aproximadamente 2.500 ppm de carotenoides, que es otra fuente de carotenoides (Choo et al. 1989). Recientemente también se ha encontrado que la preparación de ésteres alkylo del aceite de palma para las aplicaciones oleoquímicas presenta otra oportunidad única para la recuperación de los carotenoides (Choo et al. 1991; Choo et al. 1992; Ooi et al. 1991).

CAROTENOIDES DE OTRAS ESPECIES DE PALMA DE ACEITE

Se ha encontrado que el aceite de palma extraído de *Elaeis oleífera* o *melanococca* (M), una palma de Suramérica, contiene una mayor concentración de carotenoides. El híbrido de *E. oleífera* X *E. guineensis* (Fig. 3) produce aceites con una alta insaturación. La palma también tiene otras ventajas, tales como producciones más altas, árboles más pequeños, mayores propiedades de resistencia a las enfermedades y, ciertamente, mayor concentración de carotenoides. Se ha encontrado que el aceite extraído de Dura (D), Pisífera (P), *Melanococca*, y de los híbridos M x D y M x P, al igual que las retrocurzas MD X P contiene 997,428, 4.592, 2.324, 1.430 y 896 ppm de carotenoides, respectivamente (Yap et al. 1991). El aceite de *Melanococca* tiene el más alto contenido de carotenoide, mientras que el aceite de *E. guineensis* tiene el más bajo junto con los híbridos. La retrocurza tiene un contenido de carotenoides de concentraciones intermedias. El perfil detallado de caroteno de los aceites

del Tenera, Pisífera, Dura, *Melanococca*, sus híbridos y la retrocurza, la fibra prensada de palma, al igual que los aceites de fibra de un segundo prensado se han analizado mediante el HPLC y los resultados se presentan en la Tabla 1.

MÉTODOS DE EXTRACCION

Recientemente se han desarrollado diferentes métodos para recuperar los carotenoides del aceite de palma, fibras prensadas de palma y aceite de palma esterificado. Estos incluyen adsorción, extracción supercrítica de CO₂ y destilación molecular. Dentro de este contexto se han desarrollado dos métodos sencillos y prácticos para la concentración y recuperación de los carotenoides via ésteres de alkylo de la ruta del aceite de palma. El primer método incluye la adsorción selectiva del carotenoide de los ésteres de alkylo en una columna abierta (Choo et al. 1991). Se puede lograr una alta recuperación de carotenoides (> del 90%), y la columna se puede utilizar más de 50 veces sin pérdida de actividad. El segundo método que usa la destilación, ha sido exitoso en la producción de una concentración de carotenoides > de 80000 ppm (Fig. 4) en el estudio de una planta piloto (Choo et al. 1992; Ooi et al. 1991). El concentrado de carotenoides puede presentarse en tres formas diferentes, a saber; cápsula, polvo y emulsión (Fig. 5) para las aplicaciones farmacéuticas (Choo et al. 1989). Una fracción enriquecida más alta de carotenos (una concentración > del 90%) se puede obtener al someter aún más el concentrado de carotenoides a través de la cromatografía de columna (Ooi et al. 1994).

Tabla 1. Composición (%) de carotenos en el aceite de palma.

	Elaeis guineensis (E.g)		Elaeis oleifera o		[E.g x E.o]			Aceite de Fibra Prensada	Aceite de la Segunda Prensada
	Tenera	Pisifera (P)	Dura (D)	Melanococca (E.o)	MxP	MxP	MDxP		
Fitoeno	1,27	1,68	2,49	1,12	1,83	2,45	1,30	11,87	6,50
Cis- β -Caroteno	0,68	0,10	0,15	0,48	0,38	0,55	tr	0,40	0,28
Fitoflueno	0,06	0,90	1,24	tr	tr	0,15	0,42	0,40	1,63
β -caroteno	56,02	54,39	56,02	54,08	60,53	56,40	251,64	30,95	31,10
α -caroteno	35,06	33,11	24,35	40,38	32,78	36,40	36,40	19,45	20,68
Cis- α -caroteno	2,49	1,64	0,86	2,30	1,37	1,38	2,29	1,77	1,70
ζ -caroteno	0,69	1,12	2,31	0,36	1,13	0,70	0,36	7,56	4,62
γ -caroteno	0,33	0,48	1,16	0,08	0,23	0,26	0,14	2,70	2,48
δ -caroteno	0,83	0,27	2,00	0,09	0,24	0,22	0,19	6,94	2,13
Neurosporeno	0,29	0,63	0,77	0,04	0,23	0,08	0,08	3,38	1,88
β -Zeaxaroteno	0,74	0,97	0,56	0,57	1,03	0,96	1,53	0,37	0,58
α -Zeaxaroteno	0,23	0,21	0,30	0,43	0,35	0,40	0,52	tr	0,15
Licopeno	1,30	4,50	7,81	0,07	0,05	0,04	0,02	14,13	26,45
Total [ppm]	673	428	997	4592	1430	2324	896	5162	2510

ACEITE ROJO DE PALMA DESACIDIFICADO Y DESODORIZADO

Durante muchos años, los africanos han utilizado el aceite crudo de palma como una fuente de vitamina A. Sin embargo, es difícil para el resto del mundo aceptar el aceite crudo de palma, ya que contiene cierta cantidad de ácidos grasos libres. Por otro lado, el aceite de palma refinado, blanqueado y desodorizado (RBD) que se comercializa, prácticamente no contiene carotenos, ya que ellos se han destruido durante el proceso de refinación. En vista de esto, recientemente se ha desarrollado un proceso en el PORIM para producir lo que se conoce como aceite rojo de palma desodorizado y desacidificado (Fig. 6) con la mayoría de los carotenoides endógenos y la vitamina E todavía intactos (Choo et al. 1993; Ooi et al. 1988). El pre-tratamiento (desengomado y blanqueado) puede realizarse en una refinería convencional seguido de la desacidificación y desodorización utilizando destilación molecular. También se ha ensayado la preparación a escala piloto del aceite rojo de palma, y los resultados de la evaluación sensitiva muestran que es muy aconsejable para las aplicaciones en las comidas, especialmente para el curry de cocina. El proceso ya se ha comercializado. Además del PORIM, UNITATA también ha producido comercialmente aceite rojo de palma enriquecido en

caroteno, utilizando un proceso químico que incluye una neutralización química de los ácidos grasos libres, seguido de un pre-tratamiento y desodorización, utilizando un método convencional para remover el olor. El aceite producido se ha comercializado con el nombre NEUTROLEIN (Nair, Comunicación personal). El aceite rojo de palma es un producto nuevo, el único aceite comercial que contiene alto valor en carotenos y vitamina E, a diferencia del aceite de palma normal RBD, el cual está desprovisto de carotenos.



Figura 5. Capsula, polvo y emulsion.

ESTUDIOS NUTRICIONALES SOBRE EL CONCENTRADO DE CAROTENOIDE DE PALMA

El reciente estudio toxicológico en animales experimentales revela que el concentrado de carotenoide preparado utilizando el proceso de destilación molecular no es tóxico (Khor et al. 1994). Además, se realizó un estudio que utiliza este concentrado de carotenoide del aceite de palma para determinar la acumulación de los carotenoides en tejidos y membranas, así como la correlación de estos carotenoides para la protección contra el estrés de oxidación en ratas. Los resultados mostraron que existe una correlación inversa entre el nivel de carotenoides en los tejidos y la acumulación de los productos de peroxidación de lípidos: α -caroteno > licopeno > 3-caroteno después de una inducción in vitro de peroxidación de los lípidos en homogenados de hígado mediante un azo-iniciador de radicales de peroxil (Serbinova et al. 1992).

En otro estudio reciente (Yap et al. 1994) se demostró que conejos alimentados con dietas enriquecidas con carotenoides de palma pudieron almacenar cantidades variables de diferentes carotenos en el plasma y en los tejidos de los órganos, especialmente en el hígado, bazo y la glándula suprarrenal. Los carotenos principales son fitoeno, fitoflueno y caroteno. Los carotenos se encontraron en la sangre y en los tejidos de los órganos de los conejos, pero en el hígado se encontraron grandes cantidades de retinol y ésteres de retinil, y en menor grado en el páncreas. Los principales ésteres de retinil presentes en los tejidos de los órganos de los conejos fueron oleato de retinil, palmitato y linoleato, mientras que sólo el palmitato de retinil y estereato se encontraron presentes, en cantidades predominantes, en el plasma.

La FAO ha aceptado el caroteno de palma como un colorante permisible en las comidas.

CAROTENOS COMO PRO-VITAMINA A

Los carotenos, principalmente 3-caroteno, desde hace tiempo se conocen por sus actividades de pro-vitamina A, ya que ellos pueden ser transformados en vitamina A in vivo. Además, el 3-caroteno, α -caroteno, γ -caroteno, al igual que B-zeacaroteno, los cuales se encuentran en el aceite crudo de palma, también poseen actividades de pro-vitamina A. El equivalente en vitamina A de α -, 3- y γ -carotenos y 3-zeacaroteno es de 0,9, 1,67, 0,75 y 0,42, respectivamente.



Figura 6. Aceite rojo de palma.

EL B-CAROTENO Y LAS ENFERMEDADES DEGENERATIVAS

Durante mucho tiempo se ha demostrado que el 3-caroteno es un sosegador de oxígeno "singlet" y como tal es un antioxidante efectivo. El α -caroteno y el licopeno también han sido registrados como eficientes sosegadores de oxígeno "singlet" (Mascio et al. 1989). En estudios recientes sobre la oxidación "singlet" de los lípidos, el colesterol y la lipoproteína de baja densidad (LDL), han demostrado las propiedades sosegadoras de oxígeno "singlet" de estos carotenos (Choo et al. 1994). Se ha encontrado que en presencia de los carotenos de aceite de palma no se detectaron productos de no oxidación. Sin embargo, a medida que los carotenos del aceite de palma disminuyen con el tiempo en presencia de la radiación de luz UV, aumentan los productos de oxidación. Además, estudios epidemiológicos, en la década del ochenta, también han relacionado fuertemente al 3-caroteno con la prevención de ciertos tipos de cáncer, tal como el oral, faríngeo, pulmonar y estomacal (Choo et al. 1987). Siguiendo esta línea, el Instituto Nacional de Salud ha identificado el 3-caroteno como uno de los primeros diez agentes que previenen el cáncer. Lo que es más interesante aún es que recientemente se ha reportado que el α -caroteno es diez veces más poderoso como agente para combatir el cáncer que el 3-caroteno

(Murakoshi et al. 1989). De poco tiempo para acá, la investigación también ha indicado que el R-caroteno tiene un efecto positivo en la reducción de las placas arterioscleróticas en las arterias, por lo tanto tiene propiedades anti-arteroescleróticas (Gaziano et al. 1990). En realidad, hallazgos recientes de las investigaciones han demostrado que tres micronutrientes, principalmente: (3-caroteno, vitamina E (ambos presentes en el aceite de palma) y la vitamina C tienen propiedades protectoras contra el daño radical libre que se cree ser responsable de numerosas enfermedades degenerativas, tales como la arteriosclerosis, artritis, carcinogénesis, etc. Si este es el caso, entonces no se puede enfatizar exageradamente la importancia de los carotenoides del aceite de palma.

AGRADECIMIENTOS

El autor desearía agradecer al Director General del PORIM el haberle permitido la publicación de este documento.

BIBLIOGRAFIA

- AB GAPOR, M.T.; KATO, A.; ONG, A.S.H. 1987. Studies on vitamin E and other useful compounds in PFAD and oil palm leaflets. *In: 1987 International Oil Palm/Palm Oil Conferences - Progress and Prospects, Conference II: Technology, Kuala Lumpur, 29 June-1 July 1987, Proceedings.* p. 124-128.
- CHOO, Y.M.; ONG, A.S.H.; OOI, C.K. 1987. Recovery of carotenes. British Patent No. 8727860.
- _____; GOH, S.H.; ONG, A.S.H.; KAM, T.S.; YAP, S.C. 1987. Recent investigation into the carotenoids in palm oils/Ist chemistry and physiological properties. *In: Malaysia Chemical Congress, Kuala Lumpur, Malaysia. 14-17 October. 1987, Proceedings.* p.217-218.
- _____; YAP, S.C.; ONG, S.A.H.; GOH, S.H.; OOI, C.K. 1989a. Extraction of carotenoids from palm oil. *In: AOCS World Conference of Edible Fats and Oil. Basic Principle and Modern Practices. Maastrich, October 1-6, 1989. Proceedings.* p.436-440.
- _____; OOI, C.K.; GOH, S.H. 1989. 1989b. Palm oil carotenoids: chemistry and technology. *In: 1989 PORIM International Palm Oil Development Conference, Kuala Lumpur, 5-9 September 1989. Proceedings.* p.42-47.
- _____; GOH, S.H.; ONG, A.S.H.; KAM, T.S. 1991. Recovery of carotenoids, tocopherols, tocotrienols and sterols from esterified palm oil. U.K. patent No. GB 2218989 B.
- CHOO, Y.M.; YAP, S.C.; OOI, C.K.; ONG, A.S.H.; GOH, S.H. 1992. Production of palm oil carotenoid concentrate and its potential application nutrition. *In: Ong, A.S.H.; Packer, L (Eds.), Lipid-soluble antioxidants: Biochemistry and clinical application.* Base: Birkhauser Verlag, p.243-253.
- _____; MA, A.N.; YAP, S.C.; OOI, C.K.; YUSOF, B. 1993. Production and application of deacidified and deodorised red palm oil. *Palm Oil Developments (Malasia) v.19,* p.30-34.
- _____, 1994. Palm oil carotenoids. *Food and Nutrition Bulletin (Naciones Unidas) v.15 no.2,* p.130-137.
- _____; YAP, S.C. et al. 1994. (Unpublished data).
- GAZIANO, J.M.; MANSON, J.E.; RIDKER, P.M.; BURING, J.E. HENNEKENS, C.H. 1990. Beacrotene therapy for chronic stable angina. *In: American Heart Association Conference. Dallas, novembre 1990.*
- GOH, S.H.; CHOO, Y.M.; ONG, A.S.H. 1985. Minor constituents of palm oil. *Journal American Oil Chemist's Society. Journal. (Estados Unidos) v.62,* p.237-240.
- KHOR, H.T.; TAN, D.; CHOO, Y.M.; YAP, S.C. 1994. (Unpublished data).
- MASCIO, P.D.; KAISER, S.; SÍES, H. 1989. Lycopene as the most efficient biological carotenoids as singlet oxygen quencher. *Archives of Biochemistry and Biophysics (Estados Unidos) v.274 no.2,* p.532-538.
- MURAKOSHI, M.; TAKAYASU, J.; KIMURA, O.; KOHMURA, E.; NISHINO, H.; IWASHIMA, A.; OKUZUMI, J.; SAKAI, T.; SUGIMOTO, T.; IMANISHI, J.; IWASAKI, R. 1989. Inhibitory effect of a-carotene on proliferation of the human neuroblastoma cell line GOTO. *J. of the National Cancer Institute v.81 no.21, Reports.*
- ONG, A.S.H.; TEE, E.S. 1992. Natural sources of carotenoids from plants and oils. *In: Packer led. Methods in enzymology: vol. 213. Carotenoid. Academic Press, San Diego California, p. 142-167.*
- OOI, C.K.; CHOO, Y.M.; ONG, A.S.H. 1988. Refining of edible oil. *Australian Patent No. PI 7267/88.*
- _____; _____. 1991. Recovery of carotenoids. *U.S. Patent No. 5109668.*
- _____; MA, A.N.; YAP, S.C. 1994. Recovery of carotenes. *Malaysian Patent, USA Patent, Japan Patent (patent pending).*
- SERBINOVA, E.; CHOO, Y.M.; PACKER, et al. 1992. Distribution and antioxidant activity of a palm oil carotene fraction in rats. *Biochemical International v.28 no.5,* p.881-886.
- TAN, B. 1987. Novel aspects of palm oil carotenoid analytical biochemistry. *In: 1987 International Oil Palm/Palm Oil Conferences - Progress and Prospects, Conference II: Technology, Kuala Lumpur, 29 June-1 July 1987. Proceedings.* p. 370-376.
- YAP, S.C.; CHOO, Y.M.; OOI, C.K.; ONG, A.S.H.; GOH, S.H. 1991. Quantitative analysis of carotenoids from different oil palm sources. *Elaeis (Malasia) v.3,* p.309-378.
- _____; HEW, N.F.; ONG, S.H.; GOH, S.H. 1994. Palm based carotenoids: distribution of vitamin A compounds in rabbit organs. *Oils and Fats International Congress. Kuala Lumpur, 5-9 September 1994.*