

Carotenos, vitamina E y esteroides en aceites de *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleífera* y sus híbridos*

Carotenes, vitamin E and sterols in oils from Elaeis guineensis, Elaeis oleifera and their hybrids

Y.M. CHOO, A.N. MA; S.C. YAP¹

RESUMEN

La principal progenie comercial de palma de aceite en Malasia es la Tenera (T) que corresponde a un cruce entre las variedades Dura (D) y Pisífera (P) de la especie *Elaeis guineensis* de África Occidental. El aceite crudo de esta especie tiene proporciones iguales de ácidos grasos saturado e insaturados, y es alto en carotenoides, vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles) y esteroides. Este artículo informa sobre los análisis detallados de la composición de ácidos grasos, carotenos, vitamina E y esteroides de los aceites provenientes de *E. oleífera* (M), *E. guineensis* (D, P y T) y el retrocruzamiento con uno de los padres (MD x P). También incluye un estudio sobre los componentes menores de la variedad *albescens*.

SUMMARY

The oil palm's main commercial offspring in Malaysia is the Tenera (T) which corresponds to a cross between the Dura (D) and the Pisífera (P) varieties of the *Elaeis guineensis* species from Western Africa. The crude oil from this species has equal proportions of saturated and unsaturated fatty acids and is high in monounsaturates. Furthermore it possesses 1% of minor components such as carotenoides, vitamin E (tocopherols and tocotrienols) and sterols. This article informs on the detailed analysis of the composition of fatty acids, carotenes, vitamin E and sterols of the oils coming from *E. oleifera* (M), *E. guineensis* (D, P and T), their hybrids (MxD and MxT) and the back crossing with one of the parents (MDxP). It also includes an study on the minor components of the *albescens* variety.

Palabras claves: Palma de aceite, Aceite de palma, *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleífera*, Híbridos, Composición química, Vitamina E, Ácidos grasos, Esteroides, Nutrición humana, Salud.

* Tomado de: Palm Oil Developments (Malasia) No.27, p 1-9.. Traducido por: Fedepalma.
1 PORIM, P.O. Box 10620, 50720 Kuala Lumpur, Malaysia.

INTRODUCCIÓN

La principal progenie comercial de palma de aceite que se siembra en Malasia es la *Tenera* (T), la cual es un cruce entre las variedades *Dura* (D) y *Pisifera* (P), que pertenecen a la familia de las *Elaeis guineensis* (Jacq.), originaria de África Occidental. El aceite de palma crudo extraído de esta variedad *Tenera* está compuesto de proporciones iguales de ácidos grasos saturados (50%) y no saturados (50%) y es alto en mono-insaturados (~39%). El aceite de palma crudo también posee un 1% de componentes menores. Entre ellos se encuentran los carotenoides, la vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles) y los esteroides, y se ha descubierto que sus concentraciones son de 500-700 ppm, 600-1.000 y 250-620 ppm, respectivamente (Goh et al. 1985). Los principales carotenos presentes son α - y β -carotenos que constituyen alrededor del 90% del total de las carotenoides (Choo 1994). El aceite de palma es singular, ya que la mayor parte de la vitamina E presente se encuentra en formas de tocotrienol (70-80%), el cual recientemente se ha informado que posee características fisiológicas interesantes. Entre los esteroides, el β -sitosterol es el principal.

En años recientes, los fitomejoradores han realizado varios estudios con el fin de producir palmas con diferentes características, por ejemplo, palmas con aceite más altamente insaturado, palmas de alta productividad, palmas más bajas y palmas resistentes a las enfermedades. En el curso de tales pruebas de mejoramiento se encontró que el contenido de caroteno del aceite de palma varía en las distintas palmas híbridas (Hartley 1977).

Los carotenoides, la vitamina E y los esteroides presentes en el aceite de palma de *E. guineensis* han sido ampliamente estudiados y reportados (Jacobsberg 1974; Ng y Tan 1988). Sin embargo, no se sabe mucho sobre los perfiles detallados de los carotenos, la vitamina E ni los esteroides de los aceites de *E. oleifera* (H.B.K.) Cortez y las diferentes palmas híbridas.

Este artículo informa sobre los análisis detallados de la composición de ácidos grasos, carotenos, vitamina E y esteroides de aceites de palma derivados de *E. oleifera* (M), *E. guineensis* [*Dura* (D), *Pisifera* (P) y *Tenera* (T)] y sus híbridos (M x D, M x P) y el cruce con uno de sus padres

(MD x P). También se incluye un estudio sobre los componentes menores de un tipo muy singular de palma, *albescens*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo de los años, el mejoramiento de la palma de aceite se ha realizado activamente en Malasia y en otros lugares, primeramente para mejorar el rendimiento de aceite mediante el inter cruzamiento dentro de la especie *E. guineensis*. El objetivo principal fue aumentar el rendimiento de aceite en los racimos de fruta fresca. Más recientemente se ha buscado vigorosamente la posibilidad de alterar la composición de ácidos grasos con el fin de aumentar el valor del yodo (IV) (Tan et al. 1995) en el aceite de palma, para cumplir con los requisitos actuales y futuros del mercado. El objetivo en las investigaciones sobre mejoramiento para aumentar el nivel de ácidos grasos no saturados en el aceite de palma se ha hecho posible debido a la disponibilidad de otra especie de palma de aceite, *E. oleifera* (*omelanococca*). Sin embargo, esta especie en particular no ha sido explotada comercialmente debido a sus extremadamente bajos rendimientos de aceite. Se ha encontrado que el aceite de *E. oleifera* contiene altos niveles de ácidos grasos no saturados y la palma tiene lentos aumentos anuales en su altura y también muestra gran resistencia a ciertas enfermedades de la palma de aceite. También se ha encontrado que el aceite de palma de *E. oleifera* contiene altas concentraciones de carotenos, vitamina E y esteroides.

se ha
encontrado
que el aceite
de palma de
E. oleifera
contiene altas
concentraciones
de carotenos,
vitamina E y
esteroides.

COMPOSICIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS DE VARIAS ESPECIES DE PALMA DE ACEITE

La hibridación de *E. oleifera* y *E. guineensis* han producido palmas híbridas que retienen las características de la palma *E. oleifera* en términos de altura, forma del fruto y color del fruto. La composición de ácidos grasos del aceite del híbrido se reporta como intermedia entre las dos especies padres (Tabla 1). El aceite de *E. oleifera* es alto en monoinsaturados (>50%) y diinsaturados (>20%), mientras que el aceite de *E. guineensis* contiene alrededor del 50% de no saturados (40% mono-insaturados y 10% de diinsaturados). La

Tabla 1. Composición de ácidos grasos de aceites de varias especies de palma de aceite.

Especie de Palma de Aceite	<i>E. guineensis</i> (E.G.)			<i>E. oleifera</i> o <i>melanococca</i> (E.O.)	E.G. x E.O.			albescens
	Tenera (T)	Pisifera (P)	Dura (D)		M x P	M x D	MD x P	
Número de Carbono								
C12:0	0,3	-	-	-	-	-	-	<0,1
C14:0	1,2	1	1,8	0,2	0,5	0,5	1,6	0,6
C16:0	44,3	42,3	54,6	18,7	32,2	35,4	43,1	42,3
C16:1	-	-	-	1,6	0,3	0,1	0,2	0,2
C18:0	4,3	4,8	2,5	0,9	3,2	4,1	3,6	4,8
C18:1	39,3	40,2	30,1	56,1	51,8	45,1	34,4	40,3
C18:2	10	11,5	10,5	21,1	10,8	13,7	16,5	9,6
C18:3	0,4	0,4	0,4	1	0,5	0,5	0,5	1,2
C20:0	0,3	tr	0,1	tr	0,4	0,4	0,1	0,4

composición de ácidos grasos del aceite del retrocruzamiento con uno de los padres también se ha encontrado como intermedia entre aquellos presentes en las dos especies padres.

CAROTENOS EN VARIAS ESPECIES DE PALMA DE ACEITE

La Tabla 2 muestra el contenido total de caroteno, así como el perfil detallado de caroteno en aceites de las diferentes especies de palmas. En estos aceites se han encontrado presentes once tipos de carotenos. Estos son caroteno, β-caroteno, fitoeno, fitoflueno, p-caroteno, γ-caroteno, δ-caroteno, neurosporeno, α-

zeacaroteno, β-zeacaroteno y licopeno. También se han identificado dos isómeros cis, cis-a y cis-β-carotenos que representan el 24-42% y el 50-60%, respectivamente, del total de los carotenos presentes. No se encontró variación significativa en la naturaleza y cantidad (excepto licopeno) de los carotenos entre los *E. oleifera*, *E. guineensis*, sus híbridos, el retrocruzamiento y la especie *albescens*. La *albescens* es una especie de palma de aceite extraña que produce aceite con un bajo contenido de caroteno (alrededor de 100 ppm). El aceite de *E. oleifera* tiene el más alto contenido de caroteno (4300-4600 ppm), mientras que el aceite de *Pisifera*, de la familia *E. guineensis*, contiene la más baja cantidad de caroteno (300-500 ppm). Todos los híbridos y

Tabla 2. Composición [%] de carotenos de aceites de palma derivados de *E. Guineensis*, *E. Oleifera* y sus híbridos.

Especie de Palma de Aceite	<i>E. guineensis</i> (E.G.)			<i>E. oleifera</i> o <i>melanococca</i> (E.O.)	E.G. x E.O.			albescens
	Tenera (T)	Pisifera (P)	Dura (D)		M x P	M x D	MD x P	
Caroteno								
Fitoeno	1,27	1,68	2,49	1,12	1,83	2,45	1,30	1,1
Cis-β-Caroteno	0,68	0,10	0,15	0,48	0,38	0,55	trazas	0,9
Fitoflueno	0,06	0,9	1,24	trazas	trazas	0,15	0,42	0,3
β-Caroteno	56,02	54,39	56,02	54,08	60,53	56,42	51,64	61,1
α-Caroteno	35,06	33,11	24,35	40,38	32,78	36,4	36,40	29,8
Cis-α-Caroteno	2,49	1,64	0,86	2,3	1,37	1,38	2,29	3,1
γ-Caroteno	0,69	1,12	2,31	0,36	1,13	0,7	0,36	0,7
γ-Caroteno	0,33	0,48	1,16	0,08	0,23	0,26	0,14	0,3
δ-Caroteno	0,83	0,27	2,00	0,09	0,24	0,22	0,19	0,2
Neurosporeno	0,29	0,63	0,77	0,04	0,23	0,08	0,08	0,3
β-Zeacaroteno	0,74	0,97	0,56	0,57	1,03	0,96	1,53	1,0
α-Zeacaroteno	0,23	0,21	0,30	0,43	0,35	0,40	0,52	0,2
Licopeno	1,30	4,50	7,81	0,07	0,05	0,04	0,02	1,0
Total (ppm)	500-700	300-500	900-1.000	4.300-4.600	1.250-1.450	1.200-2.400	800-900	90-110

retrocruzamientos estudiados, produjeron aceites que contenían niveles intermedios de carotenos con respecto a los encontrados en las especies padres. Se debe mencionar que los carotenos, especialmente el licopeno, son responsables de la presencia de color en los frutos de la palma de aceite. El licopeno da un color rojo

oscuro al aceite de palma. Los frutos de la palma de aceite *E. guineensis* son rojos oscuros cuando están maduros (Fig. 1), ya que el contenido de licopeno es relativamente alto. Los frutos de la palma de aceite *E. oleifera* (Fig. 2), los híbridos (Fig. 3) y de los retrocruzamientos permanecen de color naranja cuando

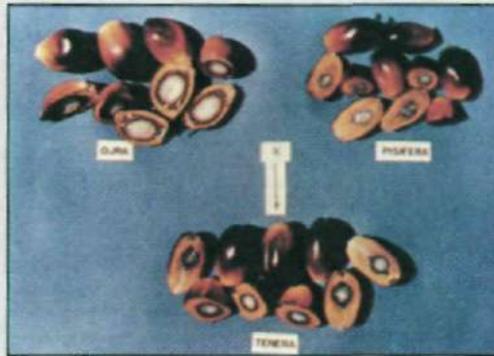


Figura 1 (a) y (b).

Frutos de Palma de Aceite *E. guineensis* (Dura, Pisifera y Tenera).

Figura 2 (a) y (b).

Frutos de Palma de Aceite *E. oleifera*.

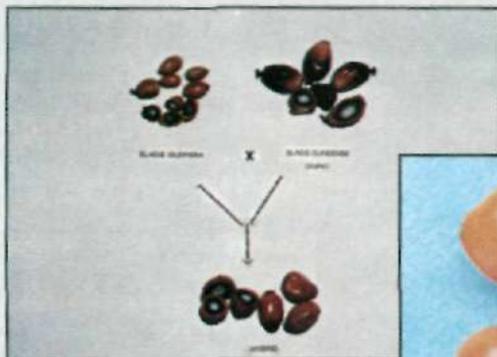
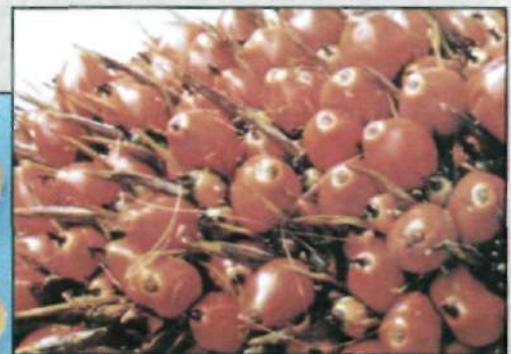


Figura 3 (a), (b) y (c).

Frutos Híbridos de la Palma de Aceite (E.G. x E.O.)



están maduros, ya que contienen menos licopeno, a pesar de que tienen un contenido total de caroteno mucho más alto.

El alto contenido de caroteno presente en *E. oleifera* y sus híbridos (particularmente las especies MD) pueden proporcionar una buena fuente natural de carotenoides. Sin embargo, debido a la baja producción de aceite en *E. oleifera*, es difícil extraer el aceite utilizando el proceso normal de extracción y la palma todavía no ha sido explotada comercialmente. La extracción con solventes normalmente no se fomenta, ya que el manejo de grandes cantidades de un solvente potencialmente peligroso siempre ha sido un problema. Al respecto, el PORIM (Choo et al. 1996) ha desarrollado un proceso utilizando Tecnología de Fluidos supercríticos (CO₂ Supercrítico) para extraer los aceites de *E. oleifera* y de los híbridos. Los componentes olorosos y los ácidos grasos libres se pueden remover selectivamente, dejando el aceite libre de solvente residual, pero enriquecido con carotenos y vitamina E, los cuales pueden ser encapsulados directamente para aplicaciones farmacéuticas y el cuidado de la salud. Por lo tanto, esta nueva propuesta de cultivar *E. oleifera* (o bien los híbridos con alto caroteno) puede abrir una dimensión nueva y provechosa para la industria del aceite de palma.

Los carotenos son importantes porque existe una creciente evidencia de que ellos, y particularmente el *i*-caroteno, además de proporcionar la actividad de la vitamina A, también poseen características anticáncer para ciertos tipos de cáncer, tales como oral, de la garganta, de los pulmones, del estómago y cáncer del colon (Metlin 1984; Suda et al. 1986; Mathews-Roth y Krinsky 1987; Norman y Tapan 1988; Peto et al. 1989; 1989). Lo que es más interesante es que los últimos hallazgos demuestran que el *a*-caroteno es diez veces más potente como agente anticáncer que el *β*-caroteno

(Murakoshi et al. 1992; Murakoshi et al. 1989). Estos dos carotenos están presentes en el aceite de palma. El *β*-caroteno también está asociado con la prevención del proceso de envejecimiento y la formación de cataratas (Culter 1989; Jacques 1989) y también posee efecto antiaterosclerótico (Gaziano et al. 1990). Vale la pena anotar que entre los otros carotenos presentes en el aceite de palma también se ha reportado que el fitoeno y el licopeno poseen características anticáncer, y recientemente también se ha reportado que el licopeno es un sosegador de oxígeno más eficaz que el *β*-caroteno. Por lo tanto, el aceite de palma presenta una fuente potencial muy importante de *a*-caroteno y *i*-caroteno, licopeno y otros carotenoides que son importantes para la salud humana.

VITAMINA E EN VARIAS ESPECIES DE PALMA DE ACEITE

El aceite de palma es único, ya que contiene tanto tocotrienoles como tocoferoles. A diferencia de la mayoría de los aceites vegetales que contienen tocoferoles (principalmente *a*-tocoferol) como sus principales componentes de vitamina E, el aceite de palma sólo contiene aproximadamente del 20 al 30% de *γ*-tocoferol, pero tiene una concentración relativamente más alta de tocotrienoles. o sea, *a*-tocotrienol (22%), *γ*-tocotrienol (46%) y *δ*-tocotrienol (12%), representando alrededor del 80% del total de la vitamina E presente (Gapor et al. 1981). Los tocoferoles y tocotrienoles se han mostrado como excelentes antioxidantes al romper las cadenas (Serbínova et al. 1993). Ellos también han mostrado ser importantes para proteger los lípidos no saturados como resultado de peroxidación, especialmente en biomembranas (Scott 1976). Numerosos estudios también han demostrado que los tocoferoles y tocotrienoles tienen efectos protectores contra algunas enfermedades (Kato et al. 1985; Qureshi et al. 1986;

Tabla 3. Composición (%) de tocoferoles y tocotrienoles de aceites de palma derivados de *E. Guineensis*, *E. Oleifera* y sus híbridos.

Especie de Palma de Aceite	<i>E. guineensis</i> (E.G.)			<i>E. oleifera</i> o melanococca (E.O.)	E.G. x E.O.			<i>albenscens</i>
	Tenera (T)	Pisifera (P)	Dura (D)		M x P	M x D	MD x P	
<i>α</i> -Tocoferol	21	24	31	15	19	24	11	25
<i>α</i> -Tocotrienol	23	38	21	27	28	22	31	20
<i>γ</i> -Tocotrienol	45	32	40	54	42	49	51	40
<i>δ</i> -Tocotrienol	11	6	8	4	9	5	7	15
Total (ppm)	600-1.000	600-800	800-1.000	700-1.000	600-800	800-1.000	700-900	700-750

Tabla 4. Composición (%) de esteroides de aceites de palma derivados de *E. Guineensis*, *E. Oleifera* y sus híbridos.

Esteroides	<i>E. guineensis</i> (E.G.)			<i>E. oleifera</i> o <i>melanococca</i> (E.O.)	E.G. x E.O.			<i>albescens</i>
	Tenera (T)	Pisifera (P)	Dura (D)		M x P	M x D	MD x P	
β -Sitoesterol	60	54	55	64	59	61	58	70
Campesterol	13	17	25	19	20	22	20	20
Stigmaesterol	24	22	14	15	16	13	19	8
Colesterol	3	7	6	2	5	4	3	2
Total (ppm)	250-620	1.500-2.000	2.000-2.500	3.500-4.000	1.100-1.250	1.200-1.400	700-800	500-600

1991; Rimm et al. 1993). Por ejemplo, γ -tocoferol y γ -tocotrienol han sido reportados por tener características anticáncer en animales experimentales (Kato et al. 1985; Qureshi et al. 1991). También se ha mostrado que γ -tocotrienol es capaz de suprimir la elevación del nivel de colesterol en la sangre (en algunos pacientes hipercolesterolémicos) y se ha reportado que el δ -tocotrienol es capaz de prevenir la agregación de plaquetas de sanguíneas (Holub et al. 1989). La Tabla 3 muestra el total de vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles) y el perfil de isómeros de la vitamina E de aceites de varias especies de palmas. Sin embargo, no se observó diferencia significativa en términos del total de contenido de vitamina E, fuera del contenido de caroteno de la especie *E. oleifera* y sus híbridos. La variación en el contenido total de vitamina E (600-1.000 ppm) se debe principalmente a la variación individual de la planta. El perfil de isómeros de la vitamina E de varios aceites también es muy similar al del aceite de palma *Tenera*. El principal isómero de la vitamina E sigue siendo el γ -tocotrienol, con los otros tocotrienoles componiendo hasta un 70 a 80% del total.

ESTEROLES EN VARIAS ESPECIES DE PALMA DE ACEITE

El aceite de palma crudo contiene alrededor de 250-620 ppm de esteroides totales, con β -sitoesterol (61%), estigmaesterol (23%) y campesterol (12%) como principales componentes. El colesterol (4%) está presente en cantidades trazas. Parece ser que los esteroides no sirven para ninguna función útil en el aceite de palma, pero tampoco tienen ningún efecto perjudicial sobre el aceite. Los esteroides se utilizan en la industria farmacéutica para ser convertidos en derivados de esteroides y se ha informado que el β -sitoesterol tiene el efecto beneficioso

de ser hipocolesterolémico. Sin embargo, la mayoría de los esteroides en el aceite de palma son removidos durante el proceso comercial de refinación.

La Tabla 4 muestra la composición de esteroides de los aceites de las diferentes especies de palma de aceite. El perfil de los esteroides de los aceites de estas especies de palmas son bastante parecidos los unos con los otros. El β -sitoesterol (50-65%) sigue siendo el principal esteroide presente, mientras que el colesterol está presente en cantidades trazas.

CONCLUSIÓN

Se ha descubierto que *E. oleifera* y sus híbridos (especialmente la especie MD) contienen una concentración relativamente alta de carotenoides, cuando se comparan con las palmas *E. guineensis* y es una rica fuente de carotenos naturales y contiene, principalmente, β -carotenos. Por lo tanto, existe un gran potencial comercial al utilizar carotenoides de estas palmas para el cuidado de la salud y para aplicaciones farmacéuticas en vista del hecho de que actualmente se ha desarrollado una tecnología de extracción limpia utilizando fluido CO₂ supercrítico.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Director General de PORIM por dar su permiso para publicar este artículo. Se reconoce con agradecimiento el apoyo técnico de Yahaya Hawari, Nadzah Zulfakar, Jaapar Ismail y Mazlan Abdul Halim. Gracias también se extienden a Socfin (M) Sdn. Bhd., United Plantation Bhd., Guthrie Bhd. y a la Estación Kluang del PORIM por la provisión de frutos y aceites de palma.

BIBLIOGRAFÍA

- CHOO, Y.M. 1994. Food and Nutrition Bulletin (Naciones Unidas) v.15, p.130.
- _____; et al. 1996. Extraction of Carotenes, Vitamin E and Sterols from *E. oleifera*, and the Hybrids. Application for Patent.
- CULTER, R.G. 1989. *In*: Conference on antioxidant, vitamins and β -Carotene in disease prevention. London, 2-4 Oct., 1989.
- GAZIANO, J.M.; MANSOR, J.E.; RIDKER, R.M.; BURING, J.E.; HENNEKENS, H. 1990. *In*: Annual Meeting of the American Heart Association, Dallas.
- GAPOR, A.; BERGER, K.G.; HASHIMOTO, T.; KATO, A.; TANABE, K.; MANURO, H.; YAMAOKA, M. 1981. *In*: The International Conference on Palm Oil Product Technology in The Eighties. Proceedings. PORIM Press, Kuala Lumpur, p.145.
- GOH, S.H.; CHOO, Y.M.; A.S.H. ONG. 1985. Journal American Oil Chemists' Society (Estados Unidos) v.62, p.237.
- HARTLEY, C.W.S. 1977. The Oil Palm Chapter 2. 2nd Ed. Longman, London and New York, p.37-76.
- HOLUB, B.J.; SICILIA, F.; MAHADEVAPPA, V.G. 1989. *In*: 1989 PORIM International Palm Oil Development Conference. PORIM, Kuala Lumpur, 5-9 sept.
- JACOBSBERG, B. 1974. *In*: 1st MARDI Workshop on Oil Palm Technology. Proceedings. Kuala Lumpur. MARDI, Malaysia, p.84.
- JACQUES, P.F. 1989. *In*: Conference on antioxidant, vitamins and β -Carotene in disease prevention. London, 2-4 Oct., 1989.
- KATO, A.; YAMAOKA, M.; TANAKA, A.; KOMOYAMA, K.; UMEZAWA, I. 1985. Journal of Japanese Oil Chemists' Society (Japón) v.34, p.375.
- MATHEWS-ROTH, M.M.; KRINSKY, N.I. 1987. Photochemistry and Photobiology (Estados Unidos) v.46, p.507.
- METLIN, C. 1984. Advanced Nutrition Research, v.6, p.47.
- MURAKOSHI, M.; NISHINO, H.; SATOMI, Y.; TAKAYASU, J.; HASEGAWA, T.; TOKUDA, H.; IWASHIMA, A.; OKUZUMI, J.; OKABE, H.; KITANO, H.; IWASAKI, R. 1992. Cancer Research (Estados Unidos) v.52, p.6583.
- _____; TAKAYASU, J.; KIMURA, O.; KOHMURA, E.; NISHINO, H.; IWASHIMA, A.; OKUZUMI, J.; SAKAI, T.; SUGIMOTO, T.; IMANISHI, J.; IWASAKI, R. 1989. Journal of the National Cancer Institute (Estados Unidos) v.81, p.1649.
- NG, J.H.; B. TAN. 1988. Journal of Chromatography (Holanda) v.26, p.463-469.
- NORMAN, J.T.; TAPAN, K.B. 1986. Nutrition Research (Estados Unidos) v.8, p.685.
- PETO, R.; DOLL, R.; BUCKLEY, J.D.; SPORN, M.B. 1989. Nature (Reino Unido) v.290, p.201.
- QURESHI, A.A.; BERGER, W.C.; PETERSON, D.M.; ELSON, C.E. 1986. Journal of Biological Chemistry (Estados Unidos) v.261, p.10544.
- _____; QURESHI, N.; et al. 1991. American Journal of Clinical Nutrition. Supplement (Estados Unidos) v.53, p.10215.
- RIMM, E.B. et al. 1993. New England Journal of Medicine (Estados Unidos) v.328, p.1450.
- SERBINOVA, E.A.; TSUCHIYA, M.; GOTH, S.; KAGEN, V.E.; PACKER, L. 1993. *In*: L. Packer; J. Fluchs (Eds.). Vitamin E in Health and Disease. Marcel Dekker Inc., New York, p.235.
- SCOTT, M.L. 1976. *In*: H.F. DeLuca (Ed.). The Fat-soluble Vitamins, Plenum Press, New York, pp.133-210.
- SUDA, D.; SCHWARTZ, J.; SHKLAR, G. 1986. Carcinogenesis (Reino Unido) v.7, p.71.
- SUNDRAM, K.; KHOR, H.T.; ONG, A.S.H.; PATHMANATHAN, R. 1989. Cancer Research (Estados Unidos) v.49, p.1447.
- TAN, Y.P.; MUKESH SHARMA; WAH H. Y. 1995. 1995 PORIM National Oil Palm Conference - Technologies in Plantation. "The way forward". Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur.