

## Aceite de palma alto oleico: propiedades fisicoquímicas y beneficios para la salud humana\*

### High Oleic Palm Oil: Physicochemical Properties and Benefits for Human Health

**CITACIÓN:** Mondragón, A. y Pinilla, C. (2015). Aceite de palma alto oleico: propiedades fisicoquímicas y beneficios para la salud humana. *Palmas*, 36(4), 57-66.

**PALABRAS CLAVE:** aceite de palma alto oleico, híbrido OxG, salud humana, propiedades fisicoquímicas.

**KEY WORDS:** High oleic palm oil, hybrid OxG, human health, physicochemical properties.

**RECIBIDO:** agosto de 2015.

**APROBADO:** septiembre de 2015.

\* Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

**ALEXANDRA MONDRAGÓN SERNA**

Líder del Proyecto de Salud y  
Nutrición, Cenipalma  
amondragon@cenipalma.org

**CATALINA PINILLA BETANCOURT**

Analista del Proyecto de Salud y  
Nutrición, Cenipalma

## Resumen

El aceite de palma alto oleico, obtenido del híbrido interespecífico OxG, producto del cruce de las especies *Elaeis guineensis* y *Elaeis oleifera*, se ha convertido en los últimos años en una alternativa para una alimentación saludable, gracias a sus efectos positivos sobre la salud humana.

Caracterizado por su alto contenido de ácido oleico, tocotrienoles y fitonutrientes, el aceite de híbrido de palma se ha postulado como cardioprotector, debido a sus efectos sobre el perfil lipídico, antioxidante y antiinflamatorio; asimismo, se caracteriza por una alta resistencia a los procesos oxidativos, por lo que se ha convertido en una opción ideal para el uso diario en la alimentación humana. En el presente estudio se realiza una revisión de artículos científicos incluidos en revistas indexadas, los cuales sustentan los diferentes beneficios para la salud atribuidos a este aceite.

## Abstract

The high-oleic palm oil obtained from interspecific hybrid OxG, is the result of a genetic cross between *Elaeis Guineensis* x *Elaeis oleifera* oil palm species. During the last years it has become an alternative to be included in a healthy diet due to its positive effects on human health.

Characterized by a high content of oleic acid, tocotrienols and phytonutrients, hybrid palm oil has been proposed as cardioprotective agent due to its effects on the lipid profile, as well as an antioxidant and anti-inflammatory; in the same way it is characterized by its high resistance to oxidative processes, hence it has become an ideal choice for everyday use. The present study carries out a literature review of scientific papers published in indexed journals, supporting the data about the different benefits for human health provided by hybrid palm oil consumption.



## Introducción

Desde hace más de 40 años se han desarrollado híbridos interespecíficos de palma de aceite en países como Malasia y Colombia, con el fin de promover los cultivos de palma y dar respuesta a diferentes problemáticas fitosanitarias (Genty & Ujueta, 2013).

En Colombia, actualmente se cultiva el material híbrido interespecífico denominado OxG, producto del cruce de las especies *Elaeis guineensis*, originaria del centro y occidente del continente africano, y *Elaeis oleifera*, proveniente del continente americano. Este material híbrido se caracteriza por una mayor resistencia a enfermedades como la Pudrición del cogollo (PC) (Bastidas, 2013), la cual representa uno de los principales problemas fitosanitarios que afecta a su congénere *E. guineensis*, y ha sido usado para renovar plantaciones que han sido afectadas por la enfermedad. Adicionalmente, la adaptación natural de la especie *Elaeis oleifera* a condiciones de pantano, le confiere al material OxG mayor resistencia y adaptación a zonas de producción comercial con períodos de inundaciones relativamente largos (Rey *et al.*, 2004).

El híbrido OxG no solo presenta mayor resistencia a enfermedades y plagas, sino también importantes diferencias en la composición nutricional del aceite obtenido a partir de su fruto en comparación con la especie africana (Zapata, 2010). Este aceite conoci-

do como *aceite de palma alto oleico*, aporta 33 % de ácidos grasos (AG) saturados (cerca del 28 % como ácido palmítico) y 66 % de AG insaturados (cerca del 54 % como ácido oleico) (Icontec, 2009) (Mozzon *et al.*, 2013). Su alto contenido de ácido oleico, un AG monoinsaturado, le confiere propiedades cardioprotectoras debido a su capacidad para reducir el colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad) conocido comúnmente como colesterol malo y por aumentar el colesterol HDL (lipoproteínas de alta densidad) conocido como bueno (Khosla, 2014). Adicionalmente, el aceite obtenido del híbrido de palma OxG puede ser sometido a procesos de pretratamiento y refinación, utilizando temperaturas menores en comparación con las usadas en la refinación habitual, para conservar así su color rojo y la mayoría de sus nutrientes característicos (Ooi *et al.*, 1998). Además, este aceite contiene vitamina E, principalmente tocotrienoles caracterizados por su alto poder antioxidante; esteroides, reconocidos por sus efectos hipocolesterolémicos; y betacarotenos, que actúan como provitamina A, importante para la visión y el sistema inmunológico.

Colombia es el cuarto productor de aceite de palma a nivel mundial y el primero en Latinoamérica (Fedepalma, 2015), produce semillas de material híbrido y cuenta con lotes comerciales de palma de aceite OxG.

## Aceites y salud

Los aceites comestibles constituyen la principal fuente de lípidos en la dieta, conformados en su mayoría por ácidos grasos, y en pequeñas cantidades por vitaminas liposolubles y esteroides, provienen de materias primas de origen animal o vegetal; además, representan la fuente energética más importante en la alimentación del ser humano.

Durante muchos años, un elevado consumo de estos aceites fue asociado con un aumento en el riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares (ECV) (Willett, 2008), sin embargo, actualmente, diferentes estudios han determinado que la cantidad y tipo de ácidos grasos, así como los micronutrientes presentes en los diferentes aceites, por el contrario, son esenciales para el hombre y le confieren beneficios relacionados con la salud cardiovascular (Bester *et al.*, 2010).

Dichos efectos positivos sobre la salud dependen de las características de los aceites, cuya composición está determinada por la fuente de la que provienen. Aceites con un alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados, como el de palma y oliva, disminuyen los niveles séricos de triglicéridos y se encuentran asociados con un aumento leve en las concentraciones plasmáticas de lipoproteínas de alta densidad (HDL), según estudios realizados en pacientes con diabetes tipo 2 (Garg, 1998). Así mismo, los ácidos grasos poliinsaturados de la serie n-3, presentes en aceites de pescado, son esenciales para un adecuado desarrollo del cerebro y la retina en el feto durante el embarazo y después del nacimiento del neonato según otros estudios. Adicionalmente, su consumo se ha asociado inversamente con la incidencia de enfermedad coronaria, atribuyéndosele propiedades antiinflamatorias y antitrombóticas (Connor, 2000).

### Aceite de palma

Constituye en la actualidad uno de los principales aceites comestibles utilizados a nivel mundial, que por su composición, presenta una relación 1:1 entre ácidos grasos saturados, principalmente ácido palmítico y ácidos grasos insaturados, entre los que predomina el ácido oleico (Icontec, 2011), representa además la fuente natural más rica de carotenos, así como

mayores cantidades de vitamina E, principalmente tocotrienoles (Sundram *et al.*, 2003).

Debido a su alto contenido de ácidos grasos saturados (AGS), por mucho tiempo su consumo se asoció con un aumento en el riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares (ECV); sin embargo, diferentes estudios han determinado que no existe suficiente evidencia para asociar el consumo a un aumento en el riesgo de ECV (Chowdhury *et al.*, 2014). Además, evidencia científica actual ha determinado que no todos los ácidos grasos saturados ejercen el mismo efecto en el organismo, se han observado menores niveles de colesterol con ácido palmítico, principal AGS del aceite de palma, cuando se compara con ácido mirístico o láurico (Fattore & Fanelli, 2013).

Por otra parte, estudios llevados a cabo con ratas han demostrado que el consumo de aceite de palma reduce significativamente las concentraciones de triglicéridos, colesterol total y colesterol LDL. Así mismo, algunos realizados en humanos normocolesterolémicos (con niveles normales de colesterol presentes en la sangre), han concluido que al sustituir el aceite de oliva, conocido como cardioprotector, por aceite de palma, no se observan cambios significativos en el perfil lipídico (Odia *et al.*, 2015). Por lo anterior, se han atribuido al aceite de palma beneficios sobre la salud cardiovascular, basándose en sus efectos sobre el perfil lipídico, además de efectos antioxidantes como resultado de su contenido de vitaminas y fitonutrientes.

## Aceite de palma alto oleico

### Caracterización

#### Perfil de ácidos grasos

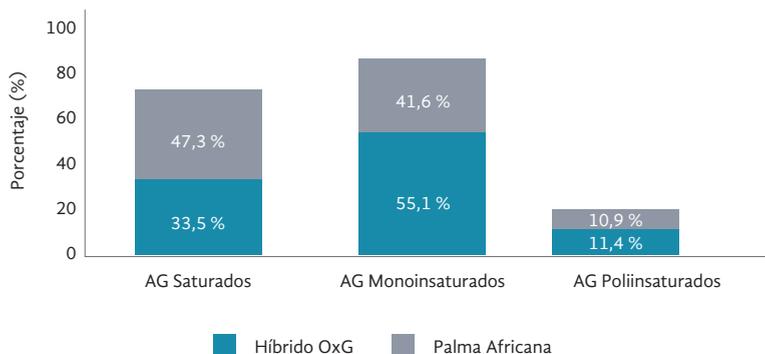
Un reciente estudio realizado por Mozzon *et al.*, (2013) caracterizó detalladamente la composición y estructura de los ácidos grasos presentes en el aceite crudo de palma, obtenido del material híbrido inter-específico cultivado en Colombia. Dichos resultados y su comparación con los valores obtenidos a partir del aceite proveniente de la palma de aceite se presentan en la Tabla 1.

Como se observa en la Figura 1, el aceite proveniente del híbrido OxG posee mayor cantidad de áci-

**Tabla 1.** Perfil de ácidos grasos híbrido *E. guineensis* x *E. oleifera* vs *E. guineensis* (Mozzon et al., 2013).

Ácido Graso	Palma africana <i>E. guineensis</i>	Híbrido Interespecífico OxG
Láurico C12:0	0.7 ± 0.1	1.3 ± 0.7
Mirístico C14:0	1.0 ± 0.1	0.8 ± 0.2
Palmítico C16:0	40.1 ± 0.1	28.3 ± 0.1
Estéárico C18:0	5.0 ± 0.1	2.8 ± 0.3
Oleico C18:1	41.1 ± 0.3	54.6 ± 1.0
Linoléico C18:2	10.6 ± 0.1	11.0 ± 0.5
Saturados	47.3 ± 0.1	33.5 ± 0.5
Monoinsaturados	41.6 ± 0.2	55.1 ± 1.1
Poliinsaturados	10.9 ± 0.1	11.4 ± 0.5

**Figura 1.** Porcentaje de ácidos grasos saturados e insaturados del aceite de híbrido de palma vs aceite de palma africana. (Mozzon et al., 2013).



dos grasos insaturados, principalmente ácido oleico, y menor cantidad de AG saturados, en especial ácido palmítico, en comparación con el producto obtenido de la palma africana.

Nutricionalmente, la importancia del perfil de ácidos grasos del aceite de híbrido de palma radica en su alto contenido de ácido oleico, un ácido graso monoinsaturado reconocido como cardiosaludable por su efecto reductor del colesterol plasmático, por aumentar las concentraciones de HDL y por su estabilidad oxidativa. Adicional a la cantidad y tipo de ácidos grasos presentes en los diferentes aceites, estudios recientes han demostrado que la estructura de los triglicéridos y la posición de sus diferentes ácidos grasos, juegan un papel importante en el comportamiento de los aceites y en sus efectos sobre la salud cardiovascular (Kubow, 1996).

Los triglicéridos, principal componente de los aceites, están conformados químicamente por una molécula de glicerol y tres ácidos grasos esterificados en la posición Sn-1, 2 y 3. Se conoce que los ácidos grasos en la posición Sn-2 son absorbidos de manera preferente, en comparación con los AG en posiciones Sn 1 y 3 (Bracco, 1994).

Estudios realizados con aceite de palma han demostrado que se comporta como un AG monoinsaturado debido a la posición del ácido oleico dentro de la estructura del triglicérido, el cual se encuentra en posición Sn-2 de manera predominante (Yuen May & Nesaretnam, 2014), razón por la que se le atribuyen efectos positivos sobre el perfil lipídico asociados a su consumo.

El aceite de híbrido de palma al igual que el aceite de palma, presenta mayor predominio de AG de ca-

dena media en la posición Sn-2; del total del contenido de ácido palmítico, solo del 10 al 15 % de este se encontró en la posición Sn-2 (Mozzon *et al.*, 2013), lo que le confiere al aceite de palma alto oleico (Figura 2) propiedades sobre el perfil lipídico similares a las presentadas con el consumo de los denominados aceites saludables como el aceite de oliva.

### Fitoesteroles y fitoestanoles

Los fitoestanoles y fitoesteroles son esteroides de origen vegetal que se diferencian entre sí por la presencia o no de dobles enlaces dentro de su estructura, siendo los fitoestanoles saturados y los fitoesteroles insaturados. Están presentes naturalmente en vegetales y aceites provenientes de plantas oleaginosas como la

palma o el maíz, se asemejan al colesterol en función y difieren de este en estructura; los más abundantes en la naturaleza son los fitoesteroides siendo los principales el sitosterol, el campesterol y el stigmasterol (Valenzuela & Ronco, 2004).

El aceite de palma alto oleico se caracteriza por presentar fitoesteroides y fitoestanoles dentro de su composición (Rincón, 2013), los cuales proporcionan un valor agregado aumentando sus beneficios para la salud. En la Tabla 2 se presentan el perfil de esteroides del aceite de híbrido de palma variedad *Manaos x Compact* y del aceite de palma variedad *Elaeis guineensis*; para la obtención de los datos correspondientes al aceite de híbrido de palma se analizaron 20 muestras de aceite alto oleico según el protocolo establecido en la ISO 12228, 1999 o AOCs Ch6-91(97), y



**Figura 2.** Aceite de palma alto oleico.

Fotografía: Fernando Valderrama Sánchez. Archivo Fedepalma.

**Tabla 2.** Contenido total de esteroides presentes en el aceite del híbrido *Manaos x Compact*. (Stan 210, 1999) (Información Propia)

Esteroides	Aceite de palma <i>Elaeis guineensis</i>	Aceite de palma OxG <i>Manaos x Compact</i>
Colesterol	2.6 - 7.0	2.5 - 3.6
Brasicasterol	ND	ND- 0.2
Campesterol	12.5 - 39.0	16.6 - 18.6
Estigmasterol	7.0 - 18.9	13.4 - 15.5
$\beta$ -sitosterol	45.0 - 71.0	57.2 - 60.9
$\delta$ -5-avenasterol	ND - 3.0	1.4 - 1.9
$\delta$ -7-Estigmasterol	ND - 3.0	0.1 - 0.2
$\delta$ -7-Avenasterol	ND - 6.0	ND - 0.1
Otros esteroides	ND - 10.4	1.8 - 6.0
Contenido Total (mg/Kg)	270 - 800	740 - 1723

se utilizó el método validado por el laboratorio Aquimisa de Portugal, que permite obtener el contenido de cada uno de los esteroides presentes en una materia grasa, además del contenido total de estos; los datos correspondientes al aceite de palma variedad *Elaeis guineensis* fueron obtenidos de la información presentada en el Codex Stan 210, 1999.

En la Figura 3 se observa que el contenido total de esteroides presente en el aceite de híbrido de palma es mayor en comparación con el aceite de palma africana; esto le brinda un mayor valor nutricional y aporta beneficios adicionales asociados al consumo de aceite OxG.

Los fitoesteroides presentes en el aceite de híbrido de palma se caracterizan por presentar efectos hipocolesterolémicos, asociados a su capacidad de reducir la absorción intestinal de colesterol, lo que resulta en la disminución de las concentraciones de lipoproteínas de baja densidad (c-LDL) y colesterol total, sin afectar los niveles plasmáticos de lipoproteínas de alta densidad (c-HDL); por lo que se consideran efectivos en la prevención secundaria de enfermedades cardíacas (Brufau *et al.*, 2008), principal causa de muerte en Colombia entre los años 2005 y 2012 (Análisis situación de salud, 2014).

Adicional a sus propiedades hipocolesterolémicas, se ha atribuido a dichos fitoquímicos efectos antiinflamatorios, antipiréticos y se investiga sobre su relación con la reducción del riesgo de presentar diferentes tipos de cáncer. Algunos estudios en animales han concluido que los fitoesteroides pueden retardar el crecimiento y propagación de células cancerígenas

en el seno. Por su parte, los estudios en humanos han demostrado que suplementación por seis meses con esteroides de origen vegetal mejora significativamente los síntomas clínicos asociados a hiperplasias prostáticas, un trastorno benigno presentado en hombres (Jones & AbuMweis, 2009).

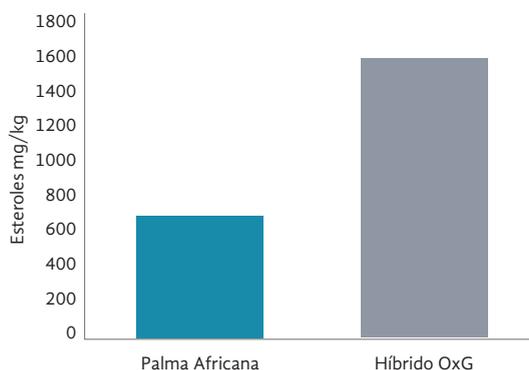
### Tocoferoles y tocotrienoles

Entre las principales características del aceite de híbrido de palma se encuentra su alto contenido de vitamina E, término utilizado para describir un grupo de ocho isoformas conformado por cuatro tocotrienoles y cuatro tocoferoles (Figura 4), los cuales se diferencian entre sí tanto por el número y posición de los grupos metilo presentes en su estructura, como por la presencia o no de insaturaciones dentro de esta, de modo que los tocoferoles presentan una cadena saturada mientras que los tocotrienoles tienen tres dobles enlaces en su cadena lateral (Etsuo, 2014).

La vitamina E es el mayor antioxidante liposoluble en la célula, debido a su capacidad para transferir átomos de hidrógeno a radicales libres para inactivarlos. Tras la donación del átomo de hidrógeno se da lugar a la aparición de radicales tocoferilo, caracterizados por ser relativamente estables y por su capacidad de interactuar con otras moléculas, tales como el ácido ascórbico, para regenerar vitamina E y recuperar sus efectos antioxidantes (FAO & WHO, 2001).

Entre sus principales aportes, la vitamina E protege ácidos grasos poliinsaturados y otros compuestos lipídicos presentes en la membrana celular de posibles da-

**Figura 3.** Contenido total de esteroides (mg/kg) aceite de híbrido de palma vs aceite de palma africana. (Stan 210, 1999).



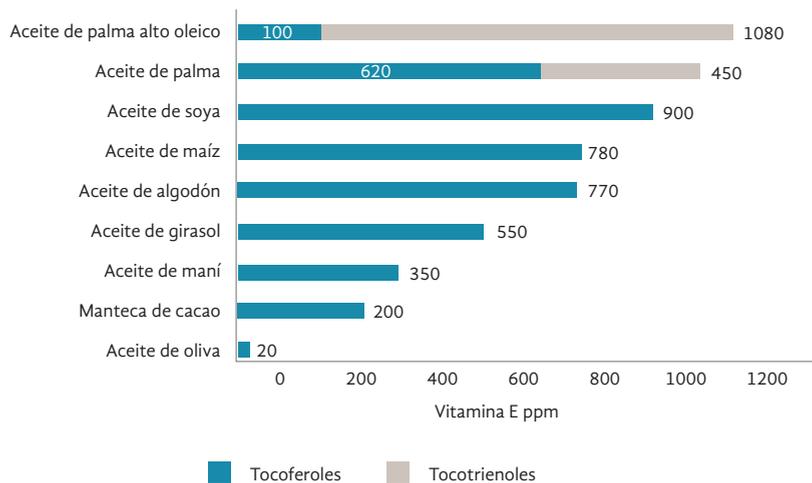


**Figura 4.** El aceite de palma alto oleico se caracteriza por su alto contenido de tocotrienoles.

Fotografía: Fernando Valderrama Sánchez. Archivo Fedepalma.

ños oxidativos causados por radicales libres, al inhibir reacciones que dan lugar a procesos de peroxidación lipídica (Febles *et al.*, 2002); además, brinda protección a lipoproteínas de baja densidad contra procesos de oxidación (FAO & WHO, 2001). Dichas moléculas oxidadas se encuentran ampliamente relacionadas con el desarrollo de aterosclerosis (Luc, 1991).

En la Figura 5 se muestra el contenido de vitamina E del aceite de híbrido de palma comparado con el de diferentes aceites y grasas vegetales (Firestone, 2006), evidenciando que el aceite de palma alto oleico es la mayor fuente de vitamina E entre las diferentes materias grasas de origen vegetal destinadas al consumo humano.



**Figura 5.** Contenido total de vitamina E (ppm) en diferentes aceites vegetales (Firestone, 2006).

El aceite de palma alto oleico se caracteriza por su alto contenido de tocotrienoles, una fracción insaturada de la vitamina E reconocida por sus efectos antioxidantes, antiinflamatorios y cardioprotectores. Los beneficios para la salud cardiovascular asociados a la ingesta de tocotrienoles se traducen en su capacidad de mejorar el perfil lipídico de quien los consume (Qureshi *et al.*, 1991; Chin *et al.*, 2011; Cortes, 2012).

Estudios recientes en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis han demostrado que tras recibir suplementación con cápsulas de vitamina E ricas en tocotrienoles, durante 16 semanas, se observa una reducción significativa de los niveles plasmáticos de triglicéridos y un leve aumento en las concentraciones de ApoA1, principal componente proteico de las lipoproteínas de alta densidad, lo que es consistente con el aumento en las concentraciones plasmáticas de HDL (A Mat Daud *et al.*, 2013). Igualmente, una mejora en el perfil lipídico disminuye el riesgo de presentar enfermedad cardiovascular, reconociendo que la dislipidemia se encuentra implicada directamente en la patogénesis de esta.

Más allá de sus efectos sobre el perfil lipídico, los tocotrienoles son reconocidos por ser potentes antioxidantes exógenos. Un estudio realizado por Magosso *et al.*, (2013), demostró que los tocotrienoles provenientes de la palma presentan efectos hepatoprotectores en adultos hipercolesterolémicos (con niveles de colesterol superiores a rangos normales) con hígado graso no alcohólico; uno de los principales trastornos del hígado para el cual se ha identificado que los procesos de peroxidación lipídica y estrés oxidativo se encuentran altamente involucrados en su inicio y progresión.

Asimismo, se han investigado los efectos de la suplementación en pacientes con lesiones de

sustancia blanca (WMLs por sus siglas en inglés), como manifestación de la enfermedad cerebral de pequeños vasos. Las investigaciones sobre el asunto han comprobado que tras suplementar con 200 mg de tocotrienoles de palma dos veces al día por dos años a voluntarios que presentaban factores de riesgo cardiovascular y WMLs comprobada, la progresión de esta última se atenuó (Gopalan *et al.*, 2014).

## Conclusiones

El aceite de palma alto oleico proveniente del híbrido OxG se ha consolidado a través de los últimos años como una alternativa saludable gracias a sus efectos positivos sobre la salud humana.

Se han atribuido a su consumo efectos cardioprotectores debido a su capacidad de mejorar el perfil lipídico, aumentando las concentraciones plasmáticas de HDL y disminuyendo las concentraciones de LDL. Igualmente, su contenido de fitoesteroles brinda efectos hipocolesterolémicos, contribuyendo a disminuir el riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares.

Su alto contenido de vitaminas y fitonutrientes lo convierten en un potente antioxidante exógeno, capaz de contrarrestar efectos negativos dados por procesos de peroxidación lipídica y estrés oxidativo, mecanismos involucrados en la patogénesis de diferentes enfermedades tales como la aterosclerosis.

Como resultado de sus múltiples beneficios sobre la salud y al ser altamente resistente a procesos de oxidación, el aceite de palma alto oleico se convierte en una importante alternativa para su uso tanto en la industria alimentaria como en el hogar.

---

## Referencias

- Mat-Daud, Z., Tubie, B., Sheyman, M., Osia, R., Adams, J., Tubie, S., & Khosla, P. (2013). Vitamin e tocotrienol supplementation improves lipid profiles in chronic hemodialysis patients. *Vascular Health and Risk Management*, 9, 747-761.
- AOCS (1997). *Official Methods and Recommended Practices of the AOCS*. 6th Edition. Urbana, IL: AOCS.

- Bastidas, S. (2013). Híbrido OxG Corpoica El Mira de palma de aceite. Avances en el desarrollo de materiales genéticos resistentes a la PC. *Palmas*, 34(2), 135-141.
- Bester, D., Esterhuysen, A. J., Truter, E. J., & van Rooyen, J. (2010). Cardiovascular effects of edible oils: A comparison between four popular edible oils. *Nutrition Research Reviews*, 23, 334-348.
- Bracco, U. (1994). Effect of triglyceride structure on fat absorption. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 60, 1002-1009.
- Brufau, G., Canela, M., & Rafecas, M. (2008). Phytosterols: Physiologic and metabolic aspects related to cholesterol-lowering properties. *Nutrition Research Reviews*, 28, 217-225.
- Chin, S., Ibahim, J., Makpol, S., Abdul Hamid, N., Abdul Latiff, A., Zakaria, Z., ... Wan Ngah, W. (2011). Tocotrienol rich fraction supplementation improved lipid profile and oxidative status in healthy older adults: A randomized controlled study. *Nutrition & Metabolism*, 8, 1-14.
- Choo, Y., & Nesaretnam, K. (2014). Research advancements in palm oil nutrition. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116, 1301-1315.
- Chowdhury, R., Warnakula, S., Kunutsor, S., Crowe, F., Ward, H., Johnson, L., ... Di Angelantonio, E. (2014). Association of Dietary, Circulating, and Supplement Fatty Acids with Coronary Risk. *Annals of Internal Medicine*, 160, 398-406.
- Codex Stan 210. (1999). *Norma del codex para aceites vegetales especificados, 1999*. Codex Stan.
- Connor, W. (2000). Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 171-175.
- Cortés Sanabria, L. (2012). *Efecto de los tocotrienoles naturales de la dieta sobre el perfil lipídico y la capacidad oxidativa de las LDL en conejos Nueva Zelanda y en adultos humanos*. (Tesis de doctorado inédita). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Etsuo, N. (2014). Role of vitamin E as a lipid-soluble peroxy radical scavenger: In vitro and in vivo evidence. *Free Radical Biology and Medicine*, 66, 3-12.
- FAO, & WHO. (2001). *Human vitamin and mineral requirements*. Bangkok: FAO.
- Fattore, E., & Fanelli, R. (2013). Palm oil and palmitic acid: A review on cardiovascular effects and carcinogenicity. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(5), 648-659.
- Febles, C., Soto, C., Saldaña, A., & García, B. (2002). Funciones de la vitamina E. Actualización. *Revista Cubana Estomatol*, 40(1), 28-32.
- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite - Fedepalma. (2015). *Anuario estadístico 2015: La agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en el mundo 2010 - 2014*. Fedepalma, Bogotá.
- Firestone, D. (2006). *Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats, and Waxes*. 2nd ed. Urbana, IL: AOCS.
- Garg, A. (1998). High-monounsaturated-fat diets for patients with diabetes mellitus: A meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 67, 577-582.
- Genty, P., & Ujueta, M. (2013). Período: 1973 - 1975. In: *Relatos sobre el híbrido interespecífico de palma de aceite OxG-Coari x La Mé: Esperanza para el trópico* (1st ed., pp. 105-152). Bogotá: Fedepalma.
- Gopalan, Y., Lutfi-Shuaib, I., Magosso, E., Alam-Ansari, M., Abu-Bakar, M., Woei-Wong, J., ... Yuen, K. (2014). Clinical Investigation of the Protective Effects of Palm Vitamin E Tocotrienols on Brain White Matter. *Stroke*, 45(5), 1422-1428.

- Icontec (2011). *Norma técnica colombiana 262: Grasas y aceites comestibles vegetales y animales. Aceite de palma*. Bogotá: Icontec.
- Icontec (2009). *Norma técnica colombiana 5713: Aceite de palma alto oleico OxG (Elaeis oleifera x Elaeis guineensis)*. Bogotá: Icontec.
- ISO 12228 (1999). *Animal and vegetable fats and oils Determination of individual and total sterols contents - Gas chromatographic method*. Geneva: ISO.
- Jones, P., & AbuMweis, S. (2009). Phytosterols as functional food ingredients: Linkages to cardiovascular disease and cancer. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 12(1), 147-151.
- Khosla, P. (2014). Efectos del aceite de palma en la salud humana. Más allá del perfil de ácidos grasos. *Palmas*, 35(2), 59-72.
- Kubow, S. (1996). The influence of positional distribution of fatty acids in native, interesterified and structure-specific lipids on lipoprotein metabolism and atherogenesis. *Nutritional Biochemistry*, 7, 530-541.
- Luc, G., & Fruchart, J. (1991). Oxidation of lipoproteins and atherosclerosis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 53, 206-209.
- Magosso, E., Alam-Ansari, M., Gopalan, Y., Lutfi-Shuaib, I., Wong, J., Karim-Khan, N., ... Yuen, K. (2013). Tocotrienols for normalisation of hepatic echogenic response in nonalcoholic fatty liver: A randomised placebo-controlled clinical trial. *Nutrition Journal*, 12(1), 166.
- Mozzon, M., Pacetti, D., Lucci, P., Balzano, M., & Giuseppe, N. (2013). Crude palm oil from interspecific hybrid *Elaeis oleifera*. *Food Chemistry*, 141(1) 245-252.
- Ministerio de Salud y Protección Social, (2014). *Análisis de situación de salud*. Bogotá.
- Odia, O., Ofori, S., & Maduka, O. (2015). Palm oil and the heart: A review. *World Journal of Cardiology*, 7(3), 141, 144-149.
- Ooi, C.K., Choo, Y.M., Yap, S.C., & Ma, A.N. (1998). Refinación del aceite rojo de palma. *Palmas*, 19(1), 61-67.
- Qureshi, A., Qureshi, N., Wright, J., Shen, Z., Kramer, G., Gapor, A., . . . Bradlow, B. (1991). Lowering of serum cholesterol in hypercholesterolemic humans by tocotrienols (palmvitae). *The American Journal of Clinical Nutrition*, 53, 1021-1026.
- Rincón, S., Hormaza, P., Moreno, L., Prada, F., Portillo, D., García-Nunez, J. A., & Romero, H. (2013). Use of phenological stages of the fruits and physicochemical characteristics of the oil to determine the optimal harvest time of oil palm interspecific OxG hybrid fruits. *Industrial Crops and Products*, 29, 2014-210.
- Rey, L., Gómez, P., Ayala, I., Delgado, W., & Rocha, P. (2004). Colecciones genéticas de palma de aceite *Elaeis guineensis* (Jacq.) y *Elaeis oleifera* (H.B.K.) de Cenipalma: Características de importancia para el sector palmicultor. *Palmas*, 25(Especial, Tomo II), 39-48.
- Sundram, K., Sambanthamurthi, R., & Tan, Y. (2003). Palm fruit chemistry and nutrition. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 12, 355-362.
- Valenzuela, A., & Ronco, A. (2004). Fitoesteroles y fitoesteranos: aliados naturales para la protección de la salud cardiovascular. *Revista Chilena de Nutrición*, 31, 161-169.
- Willett, W. (2008). Overview and perspective in human nutrition. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 17, 1-4.
- Zapata, L. (2010). Situación y perspectivas del aceite de palma alto oleico OxG en Colombia. *Palmas*, 31(Especial, Tomo II), 349-353.