

Aceite de palma, una opción versátil para alimentos funcionales*

Palm Oil, a Versatile Option for Functional Foods

CITACIÓN: Mondragón, A., & Baena, M. A. (2018). Aceite de palma, una opción versátil para alimentos funcionales. *Palmas*, 39(2), 78-87.

PALABRAS CLAVE: alimentos funcionales, aceite de palma, tocotrienoles, carotenos, antioxidantes.

KEYWORDS: Functional foods, palm oil, tocotrienols, carotenes, antioxidants.

RECIBIDO: febrero de 2018.

APROBADO: marzo de 2018.

* Artículo de revisión de literatura.

ALEXANDRA MONDRAGÓN SERNA
Responsable Proyecto de Salud y
Nutrición, Cenipalma
amondragon@cenipalma.org

MARIA ANDREA BAENA SANTA
Analista Proyecto de Salud y Nutrición,
Cenipalma

Resumen

El aceite de palma es el aceite vegetal más consumido a nivel mundial y una de las fuentes naturales más ricas de micronutrientes como los carotenos, que actúan como provitamina A en el organismo, los tocotrienoles, caracterizados por su alto poder antioxidante, y otros fitonutrientes que contribuyen a prevenir el desarrollo de enfermedades. Debido a su versatilidad, el aceite de palma cuenta con un enorme potencial dentro de la industria de alimentos y la industria farmacéutica, las cuales incorporan aceite de palma a sus productos gracias a sus múltiples características fisicoquímicas y nutricionales. Por lo anterior, este artículo presenta una revisión de literatura sobre las principales propiedades nutricionales de este aceite y sus aplicaciones en la elaboración de alimentos funcionales.

Abstract

Palm oil is the most widely consumed vegetable oil in the world and one of the richest natural sources of micronutrients such as carotenes, which act as vitamin A, tocotrienols, characterized by their high antioxidant power, and other phytonutrients that prevent the development of certain diseases. Due to its versatility, palm oil has enormous potential within food and pharmaceutical industries, which incorporate palm oil in its products thanks to its multiple physicochemical and nutritional characteristics. Therefore, this article presents a literature review on the main nutritional benefits of palm oil and its application in various functional foods.

Introducción

Cada vez más personas son conscientes de la importancia de una alimentación adecuada para la prevención de enfermedades y el goce de una mejor calidad de vida, para lo cual, los expertos pueden desarrollar planes alimentarios de acuerdo con las necesidades y los requerimientos de cada individuo. De esta manera, en la búsqueda de innovación y desarrollo, la ciencia y la tecnología han ido avanzando con el fin de brindar opciones saludables al consumidor y posibilitar que la industria de alimentos pueda desarrollar productos con mayor valor agregado y mejores propiedades nutricionales para los consumidores, permitiendo al mismo tiempo prevenir el desarrollo de distintas patologías. Es así como surge el concepto de “alimentos funcionales”, propuesto por primera vez en Japón en la década de los 80 con la publicación de la reglamentación para los “Alimentos de uso específico de la salud” (*Food for Specified Health Uses - FOSHU*), el cual se refiere a aquellos alimentos procesados que contienen ingredientes que desempeñan un papel específico –más allá de su contenido nutricional– en las funciones fisiológicas del organismo humano (Fuentes-Berrio, Acevedo-Correa & Gelvez-Ordoñez, 2015).

La concientización sobre la importancia de una alimentación sana, así como los avances en la ciencia de la nutrición, han despertado el interés de mercados potenciales por la creación de más alimentos funcionales. Con ello, se busca hacer de este tipo de alimentos una opción eficiente dentro de los hábitos alimenticios propios del estilo de vida del mundo actual, en donde el sedentarismo y una dieta inadecuada se han convertido en factores relevantes para el desarrollo

de enfermedades crónicas, las cuales actualmente representan cerca de 70 % del número total de muertes anuales en Colombia (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018). Los alimentos funcionales son productos fortificados con vitaminas y minerales destinados a todos los segmentos de la población o a grupos determinados de personas con requerimientos nutricionales especiales (Ding, Veeman & Adamowics, 2015), que contribuyen a mejorar la salud humana y promover una educación nutricional adecuada.

Al respecto, la evidencia científica señala que, gracias a sus propiedades nutricionales y excepcionales características fisicoquímicas, el aceite de palma es un ingrediente adecuado para la elaboración de alimentos funcionales que se adapten a las necesidades de los consumidores actuales y además contribuyan a mejorar alguna condición clínica o evitar el desarrollo de enfermedades.

Con el objetivo de demostrar la versatilidad del aceite de palma, este artículo presenta algunas propiedades nutricionales de este compuesto y sus beneficios para la salud. Así mismo, da a conocer algunas de las aplicaciones del aceite de palma para la elaboración de diversos productos en la industria de alimentos y la industria farmacéutica, corroborando las ventajas de la utilización de este aceite a escala industrial y su importancia para la salud humana.

Aceite de palma

El aceite de palma se obtiene del fruto de la palma de aceite *Elaeis guineensis* originaria de África, la cual es la especie oleaginosa más productiva del planeta. En su estado natural, este aceite se caracteriza por tener un color rojo otorgado por su alto contenido de

carotenos (que actúan como provitamina A en el organismo). De igual forma, este aceite contiene niveles importantes de tocotrienoles, una forma de vitamina E que contribuye a disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, y de fitoesteroles y fitoestanoles, compuestos que permiten mejorar el perfil lipídico de los consumidores (Mondragón & Pinilla, 2017).

Este aceite es una de las fuentes naturales más ricas en micronutrientes como los carotenos (500-700 ppm) y la vitamina E (600-1.000 ppm). Así mismo, el aceite de palma rojo contiene otros valiosos componentes menores como el escualeno y la co-enzima Q10, los cuales generan grandes beneficios para la salud humana. Además, se considera que este aceite posee un gran potencial para la industria de alimentos y la industria farmacéutica, reportando excelentes aplicaciones como sustrato para nutracéuticos, colorante natural y como sustituto de la grasa animal (Unnithan, 2010).

Vitamina E y aceite de palma

La vitamina E es el nombre genérico de un grupo de 8 sustancias solubles en lípidos que incluye la presencia de tocoferoles y tocotrienoles. Los diferentes complejos de vitamina E son transportados en el plasma por las lipoproteínas HDL y LDL, formando estructuras que las protegen de la peroxidación por parte de los radicales libres (Berg, 2010).

Los tocotrienoles están presentes en nuestra alimentación, aunque en niveles bajos. Entre las fuentes naturales de tocotrienol se encuentran el aceite de palma rojo, el aceite de salvado de arroz, la cebada y el centeno. De estos, el aceite de palma rojo es el que contiene la concentración más alta de las cuatro isoformas de tocotrienol (alfa, beta, gamma y delta) (Leong, 2016), lo que le otorga a este aceite las mayores propiedades nutricionales en cuanto al contenido de vitamina E.

Tocotrienoles y beneficios en la salud humana

Gran poder antioxidante

Debido a diferentes funciones fisiológicas, en todos los organismos vivos se presentan una serie de

reacciones de oxidación y reducción. Durante tales reacciones pueden generarse radicales libres (RL) o especies activas de oxígeno, que se definen como átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado. El término “radical libre” enfatiza una reactividad más alta comparada con moléculas cuyos átomos están ligados a otros por covalencia (enlace por compartición de electrones). Una vez que el radical libre ha conseguido sustraer el electrón que necesita (reducción), la molécula estable que lo pierde (oxidación) se convierte a su vez en un radical libre por quedar con un electrón desapareado, iniciando así una reacción en cadena (Maldonado-Saavedra *et al.*, 2010). De esta forma, los aminoácidos, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos que conforman las macromoléculas de la célula pueden ser “atacados”, viendo afectada su función o su estructura celular (Guerra-López, 2009), con lo cual se puede dar paso al desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas. Dentro de los compuestos conocidos como antioxidantes se encuentran la vitamina C, la vitamina E (tocotrienoles) y los β -carotenos del aceite de palma, los cuales pueden mantener un adecuado balance de las funciones y la estructura de las células y, por ende, contribuir a evitar el desarrollo de enfermedades crónicas (Coronado *et al.*, 2015).

Neuroprotector: salud cerebral

El efecto de los tocotrienoles y los tocoferoles en el tratamiento de la enfermedad de Alzheimer se ha convertido progresivamente en un tema de interés para expertos e investigadores, quienes han demostrado que el tratamiento con vitamina E permite desacelerar el desarrollo de esta enfermedad neurodegenerativa (Selvaraju *et al.*, 2014). De igual forma, los tocotrienoles cruzan la barrera hemato-encefálica para llegar al cerebro y ejercer efectos neuroprotectores contra lesiones inducidas por accidentes cerebrovasculares (Leong, 2016).

Salud cardiovascular

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a las enfermedades cardiovasculares como un conjunto de trastornos del corazón y de los vasos sanguíneos. Esta patología multifactorial es actualmente la principal causa de muerte en todo el mundo e involucra

factores de riesgo de tipo genético y ambiental (OMS, 2018). En Colombia, las enfermedades cardiovasculares se encuentran dentro de las diez principales causas de mortalidad (DANE, 2018). Por lo anterior, científicos alrededor del mundo buscan nuevas alternativas y métodos de prevención que permitan reducir el riesgo de presentar este tipo de patologías, llegando además a disminuir la tasa de mortalidad.

La asociación de reducción del riesgo de enfermedad cardiovascular con la suplementación de tocotrienoles ha sido evidenciada a lo largo del tiempo. Al respecto, se ha observado que los ácidos grasos presentes en la posición S-2 del triglicérido son absorbidos por los ácidos grasos presentes en la posición S-1 y S-3, lo cual corresponde a la posición de estos ácidos en la estructura molecular del aceite de palma. Por esta razón, el aceite de palma se comporta como un aceite monoin-saturado, cuyo consumo contribuye a incrementar la lipoproteína de alta densidad HDL y a disminuir la lipoproteína de baja densidad LDL (Mondragón & Pinilla, 2017), generando un efecto cardioprotector.

La literatura ha reportado que en ensayos clínicos con sujetos hipercolesterolémicos, la administración de suplementos ricos en tocotrienoles a razón de 200-300 mg/día produjo una disminución significativa del colesterol total y el colesterol LDL, disminuyendo el riesgo de desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Meganathan & Fu, 2016). De igual forma, estudios en humanos han encontrado que los tocotrienoles y los tocoferoles, especialmente los primeros, reducen el taponamiento de las arterias (placa aterosclerótica) y los niveles sanguíneos de peróxidos (Canate-Herrera, 2012). Además de esto, los tocotrienoles han mostrado una actividad hipocolesterolémica tanto *in vivo* como *in vitro*, mediante supresión de la HMG Co-A reductasa, una enzima necesaria para la síntesis de colesterol (Schauss, 2009).

Cáncer y tocotrienoles

De acuerdo con evidencia científica, los tocotrienoles poseen un potente efecto contra el cáncer, puesto que facilitan la inhibición de las transiciones epitelial-mesenquimales, la supresión de la vía antigénica en el crecimiento tumoral y la inducción de la inmunidad tumoral (Ling, Luk, Al-Ejeh & Khanna, 2012). Lo anterior resulta importante, considerando que diariamente

se generan en el organismo células con transformaciones potencialmente malignas que gracias a un proceso denominado inmunovigilancia son eliminadas sin llegar a evolucionar a la forma de tumores (Batista, 2003).

Estudios recientes han demostrado que cualquier tipo de cáncer viene precedido por inflamación de tejidos. Al respecto, entre los componentes del aceite de palma se han identificado moduladores de la inflamación, especialmente el tocotrienol gamma (γ). Estos componentes operan como bloqueadores del NF-KB, un mediador importante de la inflamación en un área afectada por cáncer, cuya inhibición puede prevenir o retrasar el inicio de la enfermedad (Aggarwal, 2010). A partir de esto se podría afirmar que al inhibir la inflamación en una estructura del cuerpo humano es posible disminuir la probabilidad de desarrollar cáncer.

Vitamina E y estado inmunológico

Las bajas concentraciones de vitamina E son asociadas comúnmente con la desestabilización de las membranas de las células del sistema inmune, una disminución de la hipersensibilidad retardada y la disminución de la producción de la inmunoglobulina. Estos efectos adquieren relevancia durante la etapa de envejecimiento, ya que se conoce que en mamíferos tiene lugar una disminución progresiva de la actividad del sistema inmune a medida que incrementa la edad, resultando en alteraciones en los niveles de las citoquinas IL-2 e IL-6. La IL-2 (Febles, Soto, Saldaña & García, 2002). Dicha situación conduce a afectaciones importantes en el sistema de defensas del organismo y, por ende, al padecimiento de distintas patologías.

Aceite de palma y su versatilidad

A nivel global, aproximadamente 80 % del aceite de palma y sus fracciones son empleados con fines comestibles gracias a su excelente estabilidad oxidativa, alto contenido nutricional (libre de grasas *trans* y colesterol, y rico en micronutrientes) y precios competitivos. Por esta razón, el aceite palma es considerado uno de los más utilizados por los fabricantes de alimentos (Nor-Aini, Razali, Osmail & Wan-Rosnai, 2002) y un ingrediente indispensable para la elaboración de un sinnúmero de productos, tal como se verá en los siguientes apartados.

Aceite para frituras

Actualmente, el aceite de palma (principalmente la oleína de palma), hace parte de los aceites más utilizados para la preparación de alimentos fritos. Entre los principales motivos para su utilización en este segmento se encuentra su alta estabilidad oxidativa, la cual da como resultado alimentos de alta calidad y de buen sabor (Matthäus, 2007). Por décadas, los consumidores han preferido los productos sometidos a un proceso de fritura a profundidad debido a la combinación entre sabor y textura característica de estos alimentos, razón por la cual las industrias procesadoras de frituras son las principales usuarias de los productos y subproductos de la agroindustria palmera (Marcano, La-Rosa, Salinas, 2010).

El aceite y la oleína de palma incursionaron en el mercado mundial de frituras a finales del siglo xx, manteniéndose como líderes en este mercado debido a sus ventajas técnicas y económicas, en comparación con otros aceites y grasas. Varios trabajos señalan las ventajas del aceite de palma para la elaboración de frituras (Zapata, Vanegas & Rojano, 2014) y se estima que millones de toneladas de oleína y de aceite de palma (en sus formas naturales o mezclas con otros aceites) son utilizados anualmente para frituras domésticas e industriales.

Margarinas

Las margarinas son un producto de consumo masivo empleadas como sustituto de la mantequilla. Este producto es básicamente una emulsión con una relación aproximada de 20:80 de agua en aceite (Usuriaga, Figueroa, Solarte & Rada-Mendoza, 2016), desarrollada en 1869 por H. Mège Mouriés, quien patentó un procedimiento para obtener una grasa para untar (plástica) a partir del sebo de ganado vacuno como sustituto de la mantequilla, la cual era por aquella época un producto caro y escaso. El nombre de “margarina” se propuso a causa de la creencia de que en el sebo predominaba el ácido margárico. En la actualidad, el aceite de palma y sus fracciones líquida (oleína) y sólida (estearina) son ampliamente utilizados como insumo en la industria de grasas y aceites para la preparación de margarinas para mesa y cocina, obteniendo margarinas de excelente calidad y totalmente libre de grasas trans.

Shortenings

Los *shortening* hacen referencia a un producto alimenticio semisólido visco-elástico que contiene grasas tanto líquidas como sólidas y que es ampliamente utilizado en la elaboración de alimentos. El aceite de palma es un ingrediente útil y conveniente para este tipo de formulaciones, ya que es naturalmente semisólido a temperatura ambiente. Un importante papel de las fracciones del aceite de palma es proporcionar consistencia, textura y estructura a los productos sin necesidad de hidrogenación (Noor-Lida *et al.*, 2018). Los *shortenings* libres de trans (tipos especiales de grasa que mezclan otras grasas) son de gran utilidad en panificación industrial, puesto que permiten garantizar las propiedades sensoriales deseadas en los productos que los contienen (Medina, 2013).

Chocolate

El chocolate como alimento es un producto nutricionalmente completo debido a que contiene cerca de 30 % de materia grasa, 6 % de proteínas, 61 % de carbohidratos y 3 % de humedad y minerales (fósforo, calcio, hierro), además de aportar cantidades importantes de vitamina A y complejo B (Valenzuela, 2007). Algunos estudios han demostrado la gran utilidad del aceite de palma en la producción de chocolates, destacando la diversidad de productos de chocolatería que pueden ser producidos a base de las grasas del aceite de palma, las cuales, vale la pena mencionar, no afectan las características del producto terminado, ni sus propiedades organolépticas. Adicionalmente, este aceite demuestra ser más estable a temperatura ambiente (30 °C) en comparación con otros productos comerciales, y proporciona la enorme ventaja de ser libre de grasas trans (Salmi, 2006).

Helados

Los helados son alimentos producidos mediante la congelación (con o sin agitación) de una mezcla pasteurizada compuesta por ingredientes lácteos. Este producto puede contener grasas vegetales, frutas, huevo y sus derivados, saborizantes, edulcorantes y otros aditivos alimentarios (Cabrera *et al.*, 2011). El aceite de palma y el de palmiste son utilizados como sustitutos

de la grasa láctea en la producción de helado. El aceite de palma es un ingrediente adecuado para la elaboración de helados duros debido a su mayor viscosidad y dureza, mientras que el aceite de palmiste es favorable para la preparación de helados de cremas suaves debido a su menor viscosidad y propiedades de fusión rápida (Wan-Rosnani & Nor-Aini, 2000).

Yogur

El yogur es un derivado lácteo obtenido por fermentación de bacterias ácido-lácticas presentes en la leche. Desde la antigüedad, este alimento es ampliamente conocido por sus efectos en la salud humana, comportándose como un alimento funcional. Entre los principales beneficios del yogur para la salud humana vale la pena mencionar su aporte a la prevención de cáncer de colon, la disminución del colesterol, el mejoramiento de la flora intestinal, y otros efectos sobre el sistema inmunológico. Las bacterias responsables de tales efectos son bacterias ácido-lácticas-probióticas del género *Bifidobacterium*, *Streptococcus* y principalmente *Lactobacillus* (Parra-Huertas, 2012).

En la formulación del yogur la grasa de la leche podría ser reemplazada por aceite de palma. Como ejemplo, un estudio realizado con yogur a base de aceite de palma con 5 % de grasa, formulada con una mezcla de aceite de palma y aceite de palmiste, recibió una puntuación sensorial alta en términos de textura, color, aroma, sabor y aceptabilidad general. Además, el yogur a base de aceite de palma presenta un mayor contenido de ácidos grasos esenciales y micronutrientes como la vitamina E, además de ser un producto libre de colesterol y más económico (Nor-Aini *et al.*, 2012). Así mismo, otra investigación concluyó que la suplementación de aceite de palma ejerce efectos positivos sobre el yogur, puesto que conduce a un incremento de los ácidos grasos beneficiosos para la salud humana (Bianchi *et al.*, 2017).

Microencapsulación

La microencapsulación es una tecnología de empaquetamiento de materiales sólidos, líquidos o gaseosos que consiste de micropartículas conformadas por una membrana polimérica porosa contenedora de una

sustancia activa. Las aplicaciones de la microencapsulación tienen como principal mercado el sector industrial, con diversos usos en la industria textil, metalúrgica, química, alimenticia, cosmética, farmacéutica y médica (Parra-Huertas, 2010). Esta técnica se ha llevado a cabo empleando diferentes métodos que incluyen el secado por aspersión, el sistema de electro spray coaxial, la liofilización, la coacervación y la extrusión por fusión, siendo esta última una de las técnicas comúnmente empleadas para la microencapsulación de aceites (Bakry *et al.*, 2015).

Algunos estudios han utilizado aceite de palma alto oleico en la industria alimenticia, dando como resultado un proceso de encapsulado eficiente y productos de alta estabilidad gracias a las buenas propiedades físicas de este tipo de aceite. Además, la utilización de esta técnica ha permitido generar productos a base de aceite de palma como polvos para el enriquecimiento de leches en polvo, liposomas para la liberación de compuestos en la industria nutracéutica, y nanofibras para la elaboración de empaques comestibles y biodegradables (Ricaurte *et al.*, 2017), los cuales son productos altamente funcionales y con enormes oportunidades de comercialización.

Suplemento dietario

El aceite de palma es un excelente suplemento dietario, cuyo propósito es adicionar nutrientes y otras sustancias con efecto fisiológico a la dieta diaria, tales como vitaminas, minerales, proteínas y aminoácidos, entre otros. Actualmente, en el mercado existen dos productos a base de aceite de palma rojo: el aceite de palma rojo regular y el aceite de palma concentrado. El primero de estos se usa principalmente para la producción de alimentos y en aplicaciones culinarias, mientras que el aceite concentrado es ampliamente utilizado en la fabricación de suplementos dietarios como cápsulas de gelatina (Figura 1) con una concentración de nutrientes 100 veces superior a la del aceite regular. Una de estas pequeñas cápsulas (250 mg) contiene niveles similares de tocotrienoles y carotenos que 28.000 mg de aceite de palma rojo, constituyendo así un producto rico en provitamina A que contribuye al buen desarrollo visual y al aporte de vitamina E y antioxidantes (Leong, 2016).

Conclusiones

El aceite de palma es una fuente rica de tocotrienoles, una forma de vitamina E con gran poder antioxidante que contribuye a la prevención de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer y el cáncer, y al fortalecimiento del sistema inmune. Adicionalmente, el aceite de palma rojo es una gran fuente de carotenos, los cuales son un compuesto precursor de vitamina A que permite un adecuado desarrollo visual.

El aceite de palma se comporta como un aceite monoinsaturado reconocido por sus efectos positivos en la salud humana. Este aceite contribuye a incre-

mentar los niveles de la lipoproteína de alta densidad (HDL) y a disminuir la lipoproteína de baja densidad (LDL), potenciando la salud cardiovascular.

Este aceite y sus fracciones son utilizados a nivel global con fines alimenticios gracias a su excelente estabilidad oxidativa y alto contenido nutricional (libre de grasas trans y colesterol y rico en micronutrientes). Además, los precios de este aceite vegetal son altamente competitivos, por lo que este producto es considerado uno de los aceites más utilizados por los fabricantes de alimentos y uno de los insumos más importantes para el sector industrial.

Figura 1. Cápsulas de aceite de palma concentrado.



Referencias bibliográficas

- Aggarwal, B. B. (2010). Las relaciones entre cáncer, tocotrienoles y aceite de palma. *Palmas*, 31(Especial, Tomo I), 94-102.
- Bakry, A. M., Abbas, S., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M. Y., Mousa, A., & Liang, L. (2015). Microencapsulation of Oils: A Comprehensive Review of Benefits, Techniques, and Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15, 143-182. doi: 10.1111/1541-4337.12179.
- Batista, A. (2003). Función del sistema inmune en la defensa contra tumores malignos. *MEDISAN*, 7(2), 75-88.
- Berg, G. A. (2010). Vitamina E: un tema siempre presente, nunca concluido. *Revista Argentina de Cardiología*, 78(5), 391-392.
- Bianchi, A. E., Da-Silva, A. S., Biazuz, A. H., Richards, N. S., Pellegrini, L. G., Baldissera, M. D., Macedo, V. P., & Silveira, A. L. (2017). Adding palm oil to the diet of sheep alters fatty acids profile on yogurt: Benefits to consumers. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89(3Suppl.), 2471-2478.
- Cabrera, Z., Contreras, E., Añorve, J., Castañeda, A., Ramírez, J., & Jaimez, J. (2011). *Calidad microbiológica de paletas base agua y base láctea elaboradas en el estado de Hidalgo, México*. XIII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Guanajuato, Zacatecas, México.
- Canate-Herrera, J. (2012). *Efecto del polimorfismo genético de la Apolipoproteína E y del consumo de una muestra alimenticia de galletas preparadas con aceite de palma con concentraciones diferenciales en contenidos de tocotrienoles, sobre las variaciones del perfil lipídico en preescolares de la ciudad de Bogotá D.C.* (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Coronado, M., Vega-León, S., Gutiérrez, R., Vásquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Rev. Chil. Nutr.*, 42(2), 206-212.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE] (2018). *Estadísticas Vitales (EEVV). Primer trimestre 2018*. Boletín Técnico. Bogotá: DANE.
- Ding, Y., Veeman, M. M., & Adamowics, W. L. (2015). Functional food choices: Impacts of trust and health control beliefs on Canadian consumers' choices of canola oil. *Food Policy*, 52, 92-98.
- Febles, C., Soto, C., Saldaña, A., & García, B. E. (2002). Funciones de la vitamina E. Actualización. *Revista Cubana de Estomatología*, 40(1), 28-32.

- Fuentes-Berrio, L., Acevedo-Correa, D., & Gelvez-Ordoñez, V. M. (2015). Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo de bienestar de la sociedad colombiana. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 140-149. doi: 10.18684/BSAA(13)140-149.
- Guerra-López, M. (2009). Radicales libres y estrés oxidativo. *Laboratorio Actual*, 25(41), 41-48.
- Leong, W. H. (2016). Aceite de palma rojo, el aceite más nutritivo. *Palmas*, 37(Especial Tomo II), 339-347.
- Ling, M. T., Luk, S. U., Al-Ejeh, F., & Khanna, K. K. (2012). Tocotrienol as a potential anticancer agent. *Carcinogenesis*, 33(2), 233-239.
- Maldonado-Saavedra, O., Jiménez-Vásquez, E., Guapillo-Vargas, M., Ceballos-Reyes, G., & Méndez-Bolaina, E. (2010). Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas. *Rev. Med. UV., julio-diciembre*, 32-39.
- Marcano, J., La-Rosa, Y., & Salinas, N. (2010). Influencia del proceso de fritura en profundidad sobre el perfil lipídico de la grasa contenida en patatas tipo "french", empleando oleína de palma. *Grasas y Aceites*, 61(1), 24-29.
- Medina, C. A. (2013). *Modelo para el diseño de grasas shortening, a partir de una mezcla ternaria de aceite de palma, y dos grasas modificadas químicamente (hidrogenación e interesterificación), libres de trans* (Tesis de Pregrado). Universidad de los Andes, Bogotá.
- Matthäus, B. (2007). Use of palm oil for frying in comparison with other high-stability oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(4), 400-409.
- Meganathan, P., & Fu, J. Y. (2016). Biological Properties of Tocotrienols: Evidence in Human Studies. *Int. J. Mol. Sci.*, 17(11), 1682. doi: 10.3390/ijms17111682.
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2018). *Prevención de enfermedades no transmisibles*. Minsalud. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PENT/Paginas/Enfermedades-no-transmisibles.aspx>.
- Mondragón, A., & Pinilla, C. (2017). Aceite de palma, una opción versátil. *Palmas*, 38(1), 74-77.
- Nor-Aini, I., Razali, I., Osmail, A., & Wan-Rosnai, A. I. (2002). Palm oil: traditional, recent and potential applications in foods. *Sains Malaysiana*, 31, 241-259.
- Noor-Lida, H. M. D., Rafidah, A. H., Sivabury, K., Wan-Rosnani, A. I., Norazura, A. M. H., Nur, H. I., Zaliha, O., & Miskandar, M. S. (2018). Palm oil and palm kernel oil: versatile ingredients for food applications. *Journal of Oil Palm Research*, 29(4), 487-511.
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2018). *Enfermedades cardiovasculares*. OMS. Recuperado de: http://www.who.int/cardiovascular_diseases/about_cvd/es/.
- Parra-Huertas, R. A. (2010). Revisión: Microencapsulación de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(2), 5669-2684.

- Parra-Huertas, R. A. (2012). Yogur en la salud humana. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 162-177.
- Ricaurte, L., Beltrán, J., Mondragón, A., & Quintanilla-Carvajal, M. X. (2017). Conferencia Magistral: Nanoencapsulación y microencapsulación de aceite de palma alto oleico como nuevas tecnologías para el desarrollo del agro. *Palmas*, 38(4), 44-50.
- Salmi, Y. S. (2006). Low-Fat Chocolate Spread Based on Palm Oil. *Palm Oil Developments*, 45, 27-30.
- Schauss, A. G. (2009). Tocotrienols: A review. In: Watson, R. R., & Preedy, V. R. (Eds.). *Tocotrienols: Vitamin E Beyond Tocopherols* (pp. 3-12). Urbana, IL, USA: AOCS Press/ Taylor & Francis.
- Selvaraju, T. R., Khaza'ai, H., Vidyadaran, S., Abd-Mutalib, M. S., & Vasidevan, R. (2014). The neuroprotective effects of tocotrienol rich fraction and alpha tocopherol against glutamate injury in astrocytes. *Bosn. J. Basic. Med. Sci.*, 14(4), 195-204.
- Unnithan, U. R. (2010). Experiencia en el desarrollo del mercado de aceite rojo de palma. *Palmas*, 31(Especial, Tomo II), 305-310.
- Usuriaga, Y., Figueroa, J. D., Solarte, A. D., & Rada-Mendoza, M. (2016). Análisis físico-químico de margarinas, comercializadas en Colombia. *Agronomía Colombiana*, 34(1Supl.), S825-S827.
- Valenzuela, A. (2007). El chocolate, un placer saludable. *Revista Chilena de Nutrición*, 34(3), 1-20.
- Wan-Rosnani, A. I., & Nor-Aini, I. (2000). Application of palm products in ice cream. *Palm Oil Developments*, 33, 8-12.
- Zapata, A., Vanegas, L. S., & Rojano, B. A. (2014). Oleína de palma estabilizada con antioxidante natural de romero en un proceso discontinuo de fritura. *Información Tecnológica*, 25(2), 131-140.