



Artículo Especial

Aceite de palma y salud cardiovascular: consideraciones para valorar la literatura *Palm oil and cardiovascular health: considerations to evaluate the literature critically*

Eva Gesteiro¹, Jesús Galera-Gordo¹ y Marcela González-Gross^{1,2}

¹Grupo de investigación ImFINE. Departamento de Salud y Rendimiento Humano. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. ²CIBER de Fisiopatología de la Nutrición y la Obesidad (CIBEROBN)

Resumen

El aceite de palma se obtiene de los frutos de *Elaeis guineensis*, *E. oleifera* y el cruce de ambas, OXG (híbrida). En crudo contiene gran proporción de carotenoides (responsables del color rojo), tocoferoles y tocotrienoles, pero se pierden durante su refinado. En su composición destacan los ácidos grasos palmítico y oleico, casi al 50%, aunque su proporción varía según la fracción en la que se utilizan. La absorción de los ácidos grasos y, por tanto, su efecto sobre el perfil lipídico plasmático dependen de su posición en el triglicérido, especialmente en *sn-2*. Según el aceite de palma o la fracción, variará dicha posición de los ácidos grasos monoinsaturados o saturados. Se revisan críticamente las dos principales revisiones publicadas en relación al aceite de palma, que incluyen un total de 67 artículos, además de otros estudios más recientes. La mayoría se realizan en países no europeos donde el aceite de palma es el principal aceite culinario. Su efecto sobre el perfil cardiovascular varía según con qué se compare, mejorándolo frente a las grasas *trans* y saturadas y empeorándolo frente a las grasas mono y poliinsaturadas. Hemos detectado errores metodológicos importantes, como no diferenciar entre palma, palmiste o fracciones, comparar ácidos grasos con aceites o no considerar la actividad física y otros factores que influyen sobre el perfil lipídico. No hemos encontrado estudios realizados con aceite de palma como ingrediente de alimentos en un contexto de dieta mediterránea, donde el principal aceite culinario es el de oliva, que serían los extrapolables a nuestro entorno.

Palabras clave:

Aceite de palma.
Salud cardiovascular.
Ácido palmítico. Ácido oleico.

Abstract

Palm oil is obtained from *Elaeis guineensis*, *E. oleifera* or the hybrid OXG palm fruits. When crude, it contains high carotenoid concentrations (responsible for the red color), tocopherols and tocotrienols, but most of them are eliminated during its refining. Palm oil main components are palmitic and oleic acids, both near 50%, but their proportion changes depending on the fraction used. Fatty acids absorption and the effect on blood lipid profile depend on the position in the triacylglycerol, especially in the *sn-2* position. The location of the monounsaturated or saturated fatty acids varies depending on the type of palm oil or fraction used. We critically review the two main reviews published about palm oil, which analyze 67 publications, and several studies that are more recent. Most of the studies were performed in non-European countries where palm oil is the main culinary oil. The effect on cardiovascular risk factors depends on the fat used as counterpart. Palm oil improves lipid profile after a diet rich in *trans* and saturated fats, while it impairs lipid profile after a diet rich in monounsaturated and polyunsaturated fats. Relevant methodological errors have been identified, such as not differentiating between palm oil, palm kernel oil and their fractions, comparing single fatty acids with whole oils or fats, or not considering physical activity or other factors that can affect blood lipids. No studies considering palm oil as an ingredient in a Mediterranean diet context, where olive oil is the main culinary oil, were found, so extrapolation of data is currently very difficult.

Key words:

Palm oil.
Cardiovascular health.
Palmitic acid.
Oleic acid.

Recibido: 06/04/2018 • Aceptado: 04/06/2018

Gesteiro E, Galera-Gordo J, González-Gross M. Aceite de palma y salud cardiovascular: consideraciones para valorar la literatura. Nutr Hosp 2018;35(5):1229-1242

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1970>

Correspondencia:

Marcela González-Gross. Departamento de Salud y Rendimiento Humano. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte-INEF. C/ Martín Fierro, 7. 28040 Madrid
e-mail: marcela.gonzalez.gross@upm.es

INTRODUCCIÓN

El aceite de palma es apto para el consumo humano y es a nivel mundial el que mayor producción, importación, exportación y consumo doméstico presenta (1). Características como la resistencia a la oxidación, su elevado punto de fusión y su bajo coste han contribuido a la expansión de su uso en la industria alimentaria. En países de Asia, África y Sudamérica es aceite de consumo (crudo o para cocinar); en cambio, en la cultura occidental lo utilizamos principalmente como ingrediente en alimentos procesados, señalados por las sociedades científicas como de consumo ocasional. Comparado con otros aceites vegetales, el aceite de palma contiene mayor proporción de ácidos grasos saturados (AGS) de cadena larga (12-18 carbonos) (2), por lo que se le han atribuido efectos negativos para la salud. Desde hace años, los organismos internacionales recomiendan un aporte energético procedente de ácidos grasos saturados (AGS) inferior al 10% en el marco de una dieta equilibrada (3,4), aunque, como muestra la tabla I, no hay consenso entre ellos. En la misma línea, la Fundación Italiana de la Nutrición se ha posicionado incluyendo las grasas saturadas del aceite de palma en el cómputo de la ingesta de AGS, que en total no debe exceder el 10% de las kcal de la dieta (4). La composición del aceite de palma dependerá de la especie de palma de la que se obtiene (5,6), del grado de maduración del fruto (7) y de la parte del fruto de la que se extrae (8), sin olvidar que el procesado del aceite determinará su composición final. En este sentido, el aceite crudo es rojo por su elevado contenido en carotenoides, además de tocoferoles y tocotrienoles, que se pierden en gran parte durante el proceso de refinado, blanqueamiento y desodorización (9).

Dada la controversia existente, nuestro objetivo es profundizar en el conocimiento sobre la composición del aceite de palma y sus efectos sobre la salud cardiovascular. Para ello, hemos vuelto a revisar los 67 artículos incluidos en las dos principales revisiones sobre el aceite de palma, y alguno más reciente, evaluando su calidad metodológica en base a los criterios que se recogen en la tabla II y cuya evaluación se puede consultar con más detalle en la tabla del Anexo 1.

COMPOSICIÓN DEL ACEITE DE PALMA

El aceite de palma está compuesto por AGS y AG insaturados (AGI) casi en la misma proporción. Sin embargo, algunos factores pueden favorecer un perfil menos saturado. Las diferentes especies de planta (*Elaeis guineensis*, *E. oleifera* y el cruce de ambas, OxG [híbrida]), los tipos de fruto (dura, tenera y pisifera), la parte del fruto que se use en la obtención del aceite (mesocarpio o almendra), así como el procesado al que se someta el aceite, determinarán su composición en AG y su acción fisiológica. La tabla III resume el contenido en diferentes AG del aceite de palma y palmiste, así como sus fracciones.

PALMISTE

El aceite de palmiste se obtiene de la almendra del fruto de la palma. Su contenido de AGS es muy superior al de AGI (82/18%) (15). Asimismo, se ha encontrado una proporción de 85/15%

Tabla I. Recomendaciones de ingesta de grasas en adultos sanos según diferentes criterios

	FAO/OMS (2010) (10)	FESNAD (2015) (11)	Carbajal (2013) (12)	AHA (2000) (13)
Grasa total	20-35%	20-40%	< 30% o < 35% si se consumen AGM en alta proporción	30%
AGS	< 10%	- No se establece un umbral preciso de ingesta recomendada - Se recomienda reducir el consumo de alimentos ricos en AGS	< 7-8%	< 10%
AGM	Por diferencia	20-25% (45-55 g/día)	20% (por diferencia)	Por diferencia
AGP	6-11%	—	5%	< 10%
AGP ω3 Alfa linolénico DHA + EPA	—	0,1-1% (0,25-2,25 g/día) 0,5-1%	0,5-1% (2 g/día) 0,5-1% (2 g/día)	—
AGP ω6	0,5-2%	5-10% (10-20 g/día)	2,5-9% (10 g/día)	—
AG trans	< 1%	—	< 1% (< 3 g/día)	2-3% Reducirlos lo máximo posible
Colesterol	—	—	—	< 300 mg/día

Elaboración propia a partir de diversas fuentes. AGS: ácidos grasos saturados; AGM: ácidos grasos monoinsaturados; AGP: ácidos grasos poliinsaturados; EPA: ácido eicosapentaenoico; DHA: ácido docosahexaenoico; AHA: American Heart Association; FESNAD: Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética; FAO: Food and Agriculture Organization; OMS: Organización Mundial de la Salud.

Tabla II. Criterios adoptados para realizar la revisión de los artículos

A. Tipo de aceite usado:
– Diferencia entre palma, palmiste y fracciones (sí/no)
– Especifica perfil de ácidos grasos de cada aceite usado (sí/no)
B. Diferencia entre aceites y ácidos grasos aislados (sí/no)
C. Indica energía de la dieta procedente de las grasas (sí/no)
– Expresa dato en % (+) - Expresa en g/día (-)
D. Indica energía procedente del aceite de palma (sí/no)
– Expresa dato en % (+) - Expresa en g/día (-)
E. Emplea aceite de palma como ingrediente o de forma aislada
Aceite líquido (aderezo)/aceite de fritura/ingrediente en producto procesado
F. Indica perfil lipídico de los participantes (sí/no)
G. Considera factores de confusión de los participantes:
– Actividad física (sí/no)
– Contexto de dieta habitual (sí/no)
H. Macronutrientes de la dieta ajustados a las recomendaciones (sí/no)

(AGS/AGI) en el aceite obtenido de *E. guineensis*, con mayor presencia de AGS que en el de la variedad híbrida OxG (77/23%) y en el de *E. oleifera* (76/24%) (8). Esto se debe principalmente al elevado contenido en ácidos láurico y mirístico del aceite de palmiste (8,15).

Las necesidades de la industria requieren la utilización de diferentes fracciones del aceite de palmiste, entre ellas la estearina, que por su característica solidez y su bajo coste es empleada a menudo en repostería en sustitución de la manteca de cacao.

PALMA

El aceite de palma se obtiene del mesocarpio del fruto de la palma. Es el más estudiado, principalmente por su composición de AG. A diferencia del aceite de palmiste, presenta una proporción AGS/AGI más equilibrada, con rangos de 49,4/50,5% (15,16) o 46/56% (5).

Tabla III. Composición de los ácidos grasos del aceite de palmiste y palma y sus fracciones

Ácidos grasos	Aceite de palma	Aceite de palmiste	Oleína de palma	Oleína de palmiste	Estearina de palmiste	Estearina de palma	Superoleína de palma
Caproico C6:0	0,00	0,76	0,00	0,68	0,19	0,00	0,00
Caprílico C8:0	0,00	4,09	0,00	4,50	2,08	0,00	0,00
Cáprico C10:0	0,00	3,61	0,00	3,52	2,76	0,00	0,00
Láurico C12:0	0,45	47,53	0,28	42,42	54,07	0,30	0,30
Mirístico C14:0	1,12	15,21	0,94	13,21	21,78	1,49	1,00
Palmitico C16:0	38,84	7,84	38,41	8,22	8,08	60,46	34,62
Estearico C18:0	4,25	1,90	4,01	2,30	1,94	4,91	3,66
Araquídico C20:0	0,04	0,10	0,28	0,24	0,24	0,25	0,20
Total AGS %	44,70	81,04	43,92	75,10	91,14	67,39	39,79
Palmitoleico C16:1	4,25	1,90	4,01	2,30	1,94	0,10	0,25
Oleico C18:1	35,79	14,73	40,43	19,08	5,86	25,52	46,41
Eicosanoico C20:1	0,18	0,10	0,19	0,10	0,05	0,20	0,10
Erúxico C22:1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total AGM %	40,22	16,73	44,63	21,48	7,84	25,82	46,76
Linoleico C18:2	14,77	2,14	11,07	3,28	0,97	6,44	12,79
α-linolénico C18:3	0,22	0,10	0,28	0,15	0,05	0,25	0,60
Estearidónico C18:4	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Araquidónico C20:4	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eicosapentaenoico C20:5 ω-3 (EPA)	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Docosapentaenoico C22:5 ω-3 (DPA)	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Docosahexaenoico C22:6 ω-3 (DHA)	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total AGP %	14,99	2,23	11,36	3,42	1,02	6,69	13,40
Total AGI %	55,21	18,96	55,98	24,90	8,86	32,51	60,16

AGS: ácidos grasos saturados; AGM: ácidos grasos monoinsaturados; AGP: ácidos grasos poliinsaturados, AGI: ácidos grasos insaturados. Elaboración propia a partir de los datos de Codex Alimentarius (14).

Podría considerarse que el aceite de palma presenta un perfil de AG más saludable que el de palmiste por su mayor concentración de ácidos oleico y linoleico (8), pero la elevada concentración de ácido palmítico, que representa casi la totalidad de AGS, se ha sugerido como un aspecto negativo, que justificaría la asociación del aceite de palma con enfermedad cardiovascular (ECV) (17, 18). Sin embargo, la concentración de ácido palmítico se reduce en las fracciones de oleína y superoleína de palma (14). Además, como se explicará más adelante, la posición que ocupan los AG en los triglicéridos (TG) del aceite de palma tiene un papel fundamental en su absorción y biodisponibilidad.

El aceite de palma crudo, o aceite de palma rojo (RPO), debe su característico color a la elevada concentración de pigmentos naturales como los carotenoides y, en menor medida, a otros compuestos antioxidantes como licopeno y xantofilas. El alto contenido en β -carotenos y tocoferoles ha contribuido a que se considere una alternativa plausible para mitigar la deficiencia de vitamina A y E en poblaciones de Asia y África (19,20). La concentración de carotenos ronda los 500-700 mg/kg. El β -caroteno es el mayor precursor de origen vegetal de la síntesis de vitamina A en el organismo humano, con una concentración de 375 mg/kg (15). La alta concentración de tocoferoles y tocotrienoles en el aceite de palma ha recibido especial atención por ser precursores de vitamina E. Su concentración en el RPO se ha situado entre 600 y 1.000 mg/kg dependiendo de los autores (15,21). Tanto los tocoferoles como los tocotrienoles están compuestos por cuatro isoformas análogas (α , β , γ , δ), saturadas en los primeros e insaturadas en los segundos. De la vitamina E total del aceite de palma, los tocotrienoles representan el 70-80% y los tocoferoles, el resto (15,22). La elevada concentración de tocotrienoles ha llevado a sugerir una potencial actividad antioxidante, antiinflamatoria, antitrombótica e incluso anticancerígena (23-26). Investigaciones recientes con suplementos de tocotrienoles y carotenos procedentes de la palma en función vascular y enfermedad cardiovascular en personas de riesgo no mostraron efectos positivos ni negativos sobre esta patología (27).

La industria alimentaria usa aceite de palma previamente sometido a procesos de refinado, blanqueamiento y desodorización (RBD), durante los que se destruyen la gran mayoría de carotenoides, licopeno, xantofilas, tocoferoles y tocotrienoles, disminuyendo drásticamente los potenciales beneficios del RPO (9,14).

METABOLISMO DE LOS TRIGLICÉRIDOS (LA HIPÓTESIS *sn-2*)

Como es bien sabido, un TG consta de una molécula de glicerol y tres AG, no necesariamente iguales entre sí. En función de los AG que se unan al glicerol y la posición que ocupen en el TG, así serán las propiedades de la grasa, su metabolismo y los efectos que esta tendrá sobre el organismo (9,28,29). En las grasas de origen vegetal, el ácido palmítico representa casi la totalidad de AGS, ocupando mayoritariamente las posiciones *sn-1* y *sn-3*, y se considera neutro en cuanto a sus efectos sobre el colesterol plasmático. En cambio, en las grasas de origen animal ocupa frecuentemente la posición *sn-2* (28). Está bastante extendida la teoría de que durante el metabolismo, dos lipasas liberan los AG

situados en *sn-1* y *sn-3*, de modo que los AG absorbidos en los monoglicéridos ocupan la posición *sn-2* y los AG libres se emplean en la síntesis de nuevos TG o se eliminan saponificados (29) (Fig. 1). En el caso del aceite de palma, se ha enfatizado en la posición de los AG monoinsaturados (AGM), sobre todo el ácido oleico en *sn-2*, y la mayor concentración de AGS (ácido palmítico) en las posiciones *sn-1* y *sn-3*, ya que la singularidad de la localización de los AGM en *sn-2* puede favorecer una mayor absorción de estas grasas (4,30).

En productos como margarinas, confitería, bollería, etc., la industria alimentaria requiere aceites con mayor temperatura de fusión, recurriendo al uso de aceite de palma interesterificado (API). Este aceite es sólido a temperatura ambiente y tiene una mayor proporción de ácido palmítico en posición *sn-2* (hasta un 40%) que la oleína de palma (10%) (31). El API origina una lipemia posprandial menor que el aceite de palma *per se* en las tres primeras horas, aunque esta se mantiene elevada durante más tiempo (6-8 h) (31). Esta variación de la lipemia posprandial en el tiempo puede deberse a la diferente tasa de absorción según la posición del ácido palmítico en el TG. A pesar de que la lipemia posprandial con el API es menor que con la oleína de palma en las primeras ocho horas, para obtener conclusiones sobre su impacto en el metabolismo lipoproteico debe considerarse el desconocimiento existente en periodos más largos. Para determinar un posible efecto negativo del API sobre el metabolismo lipoproteico a medio-largo plazo, aumentando el colesterol transportado por lipoproteínas de baja densidad (LDLc) y los TG circulantes, habría que estudiar la absorción del ácido palmítico situado en *sn-2* en periodos de tiempo superiores a ocho horas. Algunos autores argumentan que la lipemia posprandial a corto plazo puede no ser representativa del metabolismo lipoproteico (32), lo que cuestiona la transferibilidad de los datos de Sanders y cols. (2011) (31).

La asociación entre la sustitución del ácido palmítico de la dieta y un menor riesgo cardiovascular (RCV) ha sido establecida en varios estudios (33-35). Sin embargo, estos investigadores no han determinado las diferentes posiciones del ácido palmítico

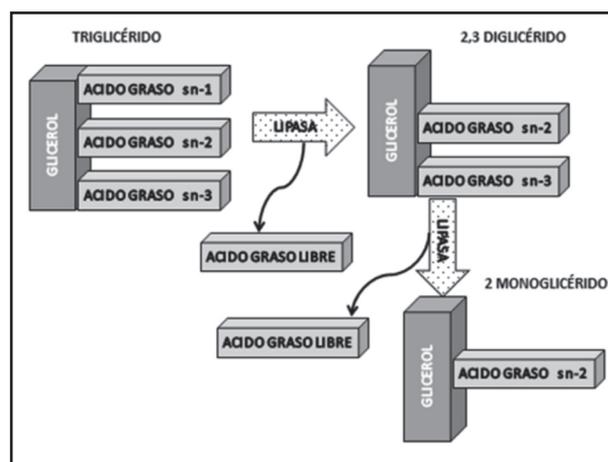


Figura 1.

Esquema del metabolismo de los TG de la grasa. Modificada de Mancini y cols. (29).

en los TG del aceite de palma o en la grasa animal, añadiendo mayor complejidad la modificación de la estructura de los TG en el API. Los estudios futuros deberían determinar la posición del ácido palmítico en el TG y usar modelos con una duración superior a ocho horas para determinar su acción sobre el perfil lipídico.

ACEITE DE PALMA Y SALUD CARDIOVASCULAR

Las ECV suponen la mayoría de las muertes prematuras en el mundo, estimadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 17,7 millones/año (36). La dieta y en concreto las grasas ricas en AGS han recibido especial atención por su relación con las ECV (37,38). Además, los AGS se han asociado con alteraciones en biomarcadores del metabolismo lipoproteico. El aceite de palma, y especialmente el de palmiste por su elevado contenido en AGS, es el aceite vegetal más cuestionado a la hora de inducir alteraciones en el metabolismo lipoproteico. Las revisiones realizadas por Sun y cols. (2015) (39) y Fattore y cols. (2014) (40) recogen los estudios más relevantes realizados hasta 2012 en este campo.

Sun y cols. (2015) analizan el efecto del aceite de palma sobre el LDLc comparado con otros aceites vegetales bajos en AGS. Se revisan 38 artículos (siete europeos), con una población total de 764 sujetos. En 27 estudios se compara el aceite de palma con aceites bajos en AGS; en nueve, con aceites parcialmente hidrogenados (*trans*); y en dos, con grasa animal. Muy pocos de estos artículos hacen referencia al estilo de vida de los participantes en las investigaciones (39). Los hallazgos de Sun y cols. (2015) se resumen en la tabla IV.

Al comparar el aceite de palma con grasas vegetales con poco contenido en AGS, los estudios de mayor calidad metodológica (aleatorizados y doble ciego) muestran un mayor incremento en los niveles de LDLc. Sun y cols. (2015) sugieren que este efecto supondría un aumento del 6% en mortalidad y eventos coronarios totales (39). Los autores realizan un metaanálisis de los valores esperados menos los observados y, según la fórmula de Katan (41), el efecto del aceite de palma es 0,25 mmol/l menor de lo esperado y se concluye que es mayor en las mujeres.

Fattore y cols. (2014) realizaron una revisión sistemática analizando 53 estudios (40), de los cuales 24 también fueron analizados por Sun y cols. (2015) (39). La muestra total incluye 1.526 sujetos de entre 16 y 70 años en su mayoría normocolesterolémicos. La grasa de las dietas aportaba entre el 28 y el 53% del total de calorías. Se analiza el efecto de sustituir dietas ricas en determinadas

grasas por dietas ricas en aceite de palma (RPO, oleína de palma o ácido palmítico no *sn-2*). Se evaluaron marcadores de ECV y enfermedad coronaria: lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), apolipoproteína (Apo) A-1, ApoB, CT, LDLc, colesterol transportado por lipoproteínas de alta densidad (HDLc) y los cocientes CT/HDLc y LDLc/HDLc (40). Los cambios significativos se resumen en la tabla V. Se encontró un mayor efecto sobre las concentraciones de colesterol total (CT) y LDLc al aumentar la edad y la cantidad de energía procedente de la grasa (> 30%) en las intervenciones.

Una revisión posterior a las de Fattore (40) y Sun (39) concluye que hasta ahora no hay asociación del consumo de aceite de palma con ECV y que serán necesarias nuevas investigaciones a largo plazo para establecer el impacto del consumo de aceite de palma sobre “un corazón saludable”, como los que ya se han realizado con otros aceites como el de oliva (42).

Recientemente, Ismail y cols. (2018) han publicado una revisión sistemática centrada en el consumo de aceite de palma y el RCV. Se analizan cuatro estudios para la revisión final de enfermedad coronaria y aceite de palma, y uno para analizar la asociación de accidente cerebrovascular y aceite de palma. Se excluyeron los trabajos que empleaban aceites vegetales distintos al de palma y las intervenciones no relacionadas con el objetivo de estudio (ECV y mortalidad asociada) y se incluyeron los que diferenciaban la composición de los ácidos grasos. Todos los estudios utilizados para determinar la asociación de RCV y aceite de palma se han realizado en Costa Rica y pertenecen a la misma investigación a lo largo del tiempo. Por lo que, tal como indican los autores, las conclusiones tienen que ser consideradas con cautela. Se concluye que no existe evidencia de asociación entre el consumo de aceite de palma y el riesgo de muerte por ECV. Los autores indican las necesidades detectadas en relación a la investigación futura en aceite de palma, como evaluar el consumo de aceite de palma cuantitativamente, analizar el consumo de aceite de palma independientemente de otros alimentos, ajustar por los factores de RCV conocidos cuando se realiza el análisis estadístico o incluir en los estudios los países con alto consumo de aceite de palma, entre otros (43).

Desde 2012 se ha seguido investigando sobre el aceite de palma. Un estudio reciente realizado en Tanzania asocia el uso culinario del aceite de palma con un incremento del CT de 15 mg/dl y de LDLc de 17 mg/dl en sujetos normocolesterolémicos (44). Está muy limitado por la escasez de marcadores lipídicos analizados, el pequeño tamaño de la muestra y el perfil lipídico de los participantes y no es extrapolable a España.

Tabla IV. Resumen de los hallazgos de Sun y cols. (2015) al revisar estudios que comparan el aceite de palma con otras grasas

Aceite de palma vs.	n artículos	Colesterol total	LDLc	HDLc	TG
Aceite vegetal bajo en AGS	27	+ 0,25 mmol/l	+ 0,24 mmol/l	+ 0,02 mmol/l	=
Grasas <i>trans</i>	9	=	=	+ 0,09 mmol/l	=
Grasa animal	2	=	=	=	=

LDLc: colesterol transportado por lipoproteínas de baja densidad; HDLc: colesterol transportado por partículas de alta densidad; TG: triglicéridos. Elaboración propia a partir de Sun y cols. (2015) (37).

Tabla V. Resumen de los hallazgos de la revisión de Fattore y cols. (2014) analizando el efecto que tiene sobre el perfil lipídico en sangre la sustitución de diferentes grasas por aceite de palma

Cuando el aceite de palma sustituye a	Perfil lipídico							
	CT	LDLc	HDLc	TG	Apo A1	Apo B	CT/HDLc	LDLc/HDLc
Ácidos mirístico + láurico	↓		↓		↓			
Ácido esteárico	↑	↑	↑		↑	↑		↑
AGM	↑	↑	↑			↑		
AGP	↑		↑		↑	↑		
Grasas <i>trans</i>			↑	↓	↑	↓	↓	

AGM: ácidos grasos monoinsaturados; AGP: ácidos grasos poliinsaturados; LDLc: colesterol transportado por lipoproteínas de baja densidad; HDLc: colesterol transportado por partículas de alta densidad; TG: triglicéridos; Apo: apolipoproteína; CT: colesterol total. ↓ disminuye la concentración o ratio; ↑ aumenta la concentración o ratio. Elaboración propia a partir de Fattore y cols. (2014) (40).

La mayoría de las publicaciones científicas se centran en el efecto del aceite de palma o del ácido palmítico de forma aislada sobre el perfil cardiovascular. Entre los pocos que contemplan el aceite de palma como ingrediente en el contexto de una dieta, se pueden mencionar dos estudios de intervención en humanos. En el primero de ellos se incluyen en la dieta habitual de los participantes magdalenas (*muffins*) elaboradas con aceite de girasol o con aceite de palma, ambos refinados, durante siete semanas, ajustando la cantidad para una ganancia ponderal del 3% (45). Los autores observaron que, ganando el mismo peso (1,6 kg), el grupo que consumía más AGS acumuló más grasa hepática, visceral y total y tenía menos masa magra que el grupo que consumía más ácidos grasos poliinsaturados (AGP). Concluyen que el tipo de grasa consumida en la dieta determina la distribución de la grasa corporal, el acúmulo de grasa hepática y la composición corporal en las ganancias moderadas de peso. Mencionan también que esto no se debe al aceite de palma *per se*, sino a los AGS en general (45). El segundo estudio es una intervención consistente en ingerir una mayonesa con base aceite de soja o con base oleína de palma dentro de un sándwich (46). Eran dietas muy controladas, elaboradas y servidas en un comedor colectivo. El objeto del estudio era el aceite de soja y el de palma se empleaba como control, ya que en Malasia es la principal grasa culinaria. Las cantidades consumidas eran suficientes para variar la composición lipídica de la dieta entre ambos grupos. La dieta con aceite de soja disminuyó más los valores de CT, HDLc (ambos $p < 0,001$) y LDLc ($p = 0,016$), atribuyéndose parte de estos resultados al alto contenido en ácido linoleico del aceite de soja. Tras el periodo de aceite de palma, también se observó un ligero descenso de los niveles de CT y LDLc, atribuible al alto contenido en ácido oleico de la oleína de palma empleada en la mayonesa (45%). Con el aceite de soja disminuyó el número total de partículas LDL, así como de las grandes e intermedias, sin variación en las LDL pequeñas (las más aterogénicas) (46).

Algunas fracciones del aceite de palma (oleína, superoleína), permiten obtener perfiles más insaturados. Aunque aún no se han publicado estudios en humanos con estas fracciones, los realizados en animales presentan el aceite de palma como una buena alter-

nativa. Hay un estudio de intervención con diferentes suplementos de aceite de palma (superoleína, oleína y RPO) en ratas viejas e hipertensas y en un grupo control durante 15 semanas (47). El 15% del aporte calórico procedía de las grasas y se evaluaron presión arterial sistólica, frecuencia cardíaca y biomarcadores (TG, CT, HDLc, LDLc y CT/HDLc). Solo LDLc y CT/HDLc descendieron significativamente en los grupos de superoleína y RPO, mientras que con oleína no hubo cambios significativos. La reducción de la presión arterial sistólica fue significativamente mayor con superoleína y oleína de palma que con RPO. La frecuencia cardíaca disminuyó significativamente solo en los grupos de superoleína y oleína.

Generalmente, los antioxidantes son muy sensibles al calor. El calentamiento repetido reduce las propiedades antioxidantes del aceite y aumenta la peroxidación lipídica, lo que incrementa la formación de radicales libres, que tienden a unirse a lípidos, proteínas, carbohidratos y ADN en el organismo, aumentando el estrés oxidativo. Este se asocia con el desarrollo de aterosclerosis por daños en la pared arterial y aumento de la captación de lípidos, y con hipertensión por una menor biodisponibilidad de óxido nítrico (48,49).

En general, recalentar los aceites, además, favorece la formación de compuestos nocivos y tóxicos, como grasas *trans* (50), acrilamida (51) o compuestos polares (52), entre otros.

DISCUSIÓN

La ingesta de AGS centra el foco de las recomendaciones nutricionales en la prevención de ECV y enfermedades metabólicas. Tradicionalmente se ha asociado el aceite de palma con un elevado contenido en AGS. Sin embargo, su perfil lipídico pone de manifiesto una gran variabilidad en su composición según sus diferentes fracciones (14). Esta revisión presenta las diferencias en la composición de AG en el aceite de palma, palmiste y sus fracciones (14). La proporción AGS/AGI presenta un perfil más favorable de AGI en el aceite, oleína y superoleína de palma, mientras que las concentraciones más elevadas de AGS se encontraron en el aceite

de palmiste y sus fracciones (14). En la misma línea, otros estudios indican el elevado perfil de AGS en el aceite de palmiste, solamente superado por el aceite de coco (9,15). En el caso del aceite de palma y sus fracciones, la concentración de AGS es menor y aumenta la de AGI (8,14). Por tanto, en las investigaciones, es necesario distinguir los diferentes efectos sobre los biomarcadores lipídicos según el tipo de aceite consumido. Mientras el aceite de palmiste, rico en ácido láurico, ha demostrado incrementar LDLc y CT séricos (2,35,53), es menos conocido el efecto de fracciones del aceite de palma como oleína y superoleína sobre el perfil lipídico en humanos. La alta concentración de ácido oleico en esta última sugiere una respuesta fisiológica similar al aceite de oliva respecto a la lipemia posprandial (54). Sun y cols. (2015), por su parte, concluyen que el aceite de palma incrementa la concentración de LDLc comparado con aceites vegetales bajos en AGS (39). Hay que puntualizar que en esta revisión no se diferencia entre aceite y oleína, a pesar de ser contemplados ambos en los criterios de búsqueda, e incluso en algunos artículos se usan como sinónimos. La principal diferencia entre ambas recae en el mayor porcentaje de ácido oleico en detrimento del ácido linoleico. Además, se excluyen los estudios con RPO, aceite de palmiste y estearina de palma. Se ha demostrado que, a diferencia del aceite de oliva, la oleína de palma no disminuye significativamente los niveles de LDLc (55). En cambio, el aceite de palma *OxG* comparado con grasa *trans* vegetal y estearina de palma no incrementó LDLc, TG, CT, ApoB o CT/HDLc (56).

En el modelo animal, el consumo de superoleína y oleína de palma redujo significativamente LDLc y CT/HDLc (47).

Tanto en la revisión de Fattore y cols. (2014) (40) como en la de Sun y cols. (2015) (39) deben realizarse algunas puntualizaciones. Gran parte de los estudios analizados utilizan el aceite para fritura o en consumo líquido, incluyéndolo dentro del menú. Dos de ellos emplearon únicamente fórmulas líquidas como dietas y suplementos vitamínicos (53,57). Los estudios en que el aceite o la oleína de palma se usan como ingrediente incluyen solamente los realizados con patatas fritas, galletas, magdalenas y margarinas. En estos casos se plantean dificultades metodológicas añadidas debido a la composición de los productos. Sun y cols. (2015) (39) analizan un estudio que emplea margarinas en la dieta clasificadas como "*palm margarine*", cuya composición era 80% aceite de palma, 11% aceite de soja y 9% aceite de colza (58). Otro estudio, que incide en las características funcionales de los AG en los alimentos, consiste en una intervención con grasa rica en ácido palmítico libre de *trans* vs. grasa rica en ácido oleico con una pequeña cantidad de *trans*. Ambas grasas fueron integradas en productos en diferente proporción (80% en margarinas, 17% en galletas, 24% en magdalenas, 35% en pasta de chocolate y 23% en patatas fritas) (59).

Fattore y cols. (2014) incluyen estudios de intervención que utilizan aceites mezclados, basándose exclusivamente en la concentración de ácido palmítico (40). En estas publicaciones se clasifican las intervenciones según el contenido de ácido palmítico, lo que no es equiparable al aceite de palma, ya que las concentraciones de ácido palmítico varían incluso entre las diferentes fracciones del aceite de palma (14). Analizando la composición de los AG del aceite de palma en los estudios de esta

revisión encontramos inexactitudes, como considerar la oleína como aceite de palma. Esto puede deberse a que en el momento de la publicación no se conocieran bien las fracciones, pero es necesario realizar esta distinción para poder hacer comparaciones con otros tipos de aceites, ya que, por ejemplo, presentando la oleína de palma una concentración de ácido palmítico muy similar al aceite de palma *per se*, la concentración de ácido oleico es considerablemente mayor (14).

El objetivo de la revisión de Sun y cols. (2015) es comparar el aceite de palma con aceites bajos en AGS, por lo que el aceite de coco, con un perfil más saturado, queda excluido. La diferencia de edad en la población de estudio muestra mayor efecto de aceites bajos en AGS sobre el perfil lipídico. Además, la mayoría de la población de estudio mayor de 50 años presenta una moderada hipercolesterolemia, mostrando un efecto positivo en los niveles de CT y LDLc con el aceite vegetal bajo en AGS, y negativo con aceite de palma (39). Este metaanálisis concluye que el aceite de palma produce efectos diferentes según con qué grasa se compare. Se sugiere que los ácidos láurico y mirístico afectan a todas las fracciones del colesterol más que el palmítico, y este las aumenta más que el esteárico. Los autores comparan el efecto del aceite de palma con el de AG específicos, metodología que puede ser cuestionada, ya que lo correcto sería comparar AG entre sí o aceites entre sí (39).

Según lo revisado, las investigaciones deberían considerar intervenciones en humanos con dietas elaboradas con fracciones de aceite de palma diferenciadas, como las comentadas del modelo animal. Algunas fracciones del aceite de palma presentan perfiles lipídicos con diferente proporción de AG y con tendencia a una composición más "favorable" para la salud cardiovascular por su mayor contenido en ácido oleico.

Al no haber encontrado estudios realizados con aceite de palma como ingrediente de alimentos en un contexto de dieta mediterránea, donde el principal aceite culinario es el de oliva, consideramos necesario realizar estas investigaciones que serían las extrapolables a nuestro entorno.

FINANCIACIÓN

Este trabajo ha sido financiado parcialmente con fondos de la Fundación Española del Aceite de Palma Sostenible mediante acuerdo con la Universidad Politécnica de Madrid. Ningún miembro de la Fundación ha tomado parte en el diseño, la búsqueda de datos, su interpretación, la redacción del manuscrito o la publicación del mismo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

MGG es la autora para la correspondencia y garante del manuscrito, se ha encargado del diseño y ha contribuido a la discusión y redacción del mismo. JGG ha contribuido a la obtención de los datos, discusión y redacción. EG ha participado en el diseño del estudio y ha contribuido a la obtención de los datos, su discusión y la redacción del manuscrito.

Anexo I.

Estudios	Tipo de aceite usado		Diferencia entre aceites y AG aislados	Indica % E de la dieta procedente de grasas		Indica % E procedente del aceite estudiado	Aceite de palma como ingrediente o de forma aislada	Indica perfil lipídico de los participantes	Factores de confusión		Macronutrientes de la dieta se ajustan a las recomendaciones		
	Diferencia entre palma, palmiste y fracciones	Especifica perfil de AG de cada aceite usado		En %	En g/día				En %	En g/día		Actividad física	Contexto de la dieta habitual
Cater y cols. (2001)	Sí	Sí	Sí	-	Sí	43%	-	Sí	Hiper	No	Sí	No	35% CHO 12% Proteína 53% Grasa
Cater y cols. (1997)	Sí	Sí	Sí	-	Sí	43%	-	Sí	Hiper	No	Sí	No	35% CHO 12% Proteína 53% Grasa
Choudhury y cols. (1995)	Sí	Sí	Sí	-	Sí	50%	-	Sí	Hiper (leve)	Mantienen patrones de ejercicio habituales	Sí	Sí	51% CHO 17% Proteína 31% Grasa
Choudhury y cols. (1997)	Sí	Sí	Sí	-	Sí	50%	-	Sí	Hiper (leve)	No	No	No	No especifica 30% Grasa
Denke y cols. (1992)	Sí	Sí	Sí	-	Sí	40%	-	Sí	Hiper	Sí durante el estudio	No	No	Sí 40% CHO 20% Proteína 40% Grasa
Ghafoorunnissa y cols. (1995)	Sí	No	Sí	-	Sí	17,5% Estudio 2 20%	-	Sí	No muestran valores basales del colesterol	No	Sí	Sí	Estudio 1 61% CHO 12% Proteína 27% Grasa Estudio 2 56% CHO 12% Proteína 32% Grasa

(Continúa en la página siguiente)

Anexo I (Cont.).

Estudios	Tipo de aceite usado		Diferencia entre aceites y AG aislados	Indica % E de la dieta procedente de grasas		Indica % E procedente del aceite estudiado	Aceite de palma como ingrediente o de forma aislada	Indica perfil lipídico de los participantes	Factores de confusión		Macronutrientes de la dieta se ajustan a las recomendaciones
	Sí	No		Sí	No				Sí	No	
Ng y cols. (1992)	Sí	No	Sí	Sí	-	Sí 23%	Aceite de cocinado	Normo	No	No	Sí 50% CHO 16% Proteína 34% Grasa
Sánchez-Muniz y cols. (2002)	Sí	Sí	Sí	-	-	Sí 62%	Aceite de cocinado y aderezo	Sí Normo	No	No	Sí 42% CHO 12% Proteína 46% Grasa
Sundram y cols. (1997)	Sí	Sí	Sí	-	-	Sí 67%	Aceite de cocinado (salteado)	Sí Normo	No	Sí	Sí 53% CHO 15% Proteína 32% Grasa
Tholstrup y cols. (2011)	Sí	Sí	Sí	-	-	Sí 17%	Ingrediente: bollos, pasteles	Sí Normo	Sí	Mismo nivel de actividad física	Sí 51% CHO 13% Proteína 36% Grasa
Truswell y cols. (1992)	Sí	No	Sí	No	-	Sí 35%	Patatas fritas	Sí Normo	No	No	No
Utarwuthi-pong y cols. (2009)	Sí	Sí	Sí	-	-	Sí 20%	Aceite líquido pero no específica dieta	Sí Hiper	No	Sí	Sí 53% CHO 17% Proteína 30% Grasa

(Continúa en la página siguiente)

Anexo I (Cont.).

Estudios	Tipo de aceite usado		Diferencia entre aceites y AG aislados	Indica % E de la dieta procedente de grasas		Indica % E procedente del aceite estudiado	Aceite de palma como ingrediente o de forma aislada	Indica perfil lipídico de los participantes	Factores de confusión		Macronutrientes de la dieta se ajustan a las recomendaciones
	Sí	No		Sí	No				No	Sí	
Vega-López y cols. (2006)	Sí	No	Sí	-	-	Sí 20%	Aceite líquido pero no específica dieta	Sí Hiper (leve)	No	Sí	Sí 53% CHO 17% Proteína 30% Grasa
Voon y cols. (2011)	Sí	No	Sí	-	-	Sí	Aceite líquido pero no específica dieta	Sí Normo	No	Sí	Sí 55% CHO 15% Proteína 30% Grasa
Zhang y cols. (1997)	Sí	No	No	Sí	-	Sí 60-65%	Aceite líquido pero no específica su uso	Sí Normo	No	No	Sí 57% CHO 13% Proteína 30% Grasa
Marzuki y cols. (1991)	Sí	Sí	Sí	-	-	No	Aceite de cocinado	Sí Normo	No	Sí	Sí 52% CHO 12% Proteína 36% Grasa
Mattson y cols. (1985)	Sí	Sí	Sí	-	-	No	Fórmula líquida	Sí Hiper	No	No	Sí 40% CHO 20% Proteína 40% Grasa
Wood y cols. (1993)	Sí	Sí	Sí	-	-	Sí 60%	Untables, galletas, helado	Sí Normo	No se limitó ejercicio y actividad física	Sí	Sí 48% CHO 15% Proteína 37% Grasa

(Continúa en la página siguiente)

Anexo I (Cont.).

Estudios	Tipo de aceite usado	Diferencia entre aceites y AG aislados	Indica % E de la dieta procedente de grasas	Indica % E procedente del aceite estudiado	Aceite de palma como ingrediente o de forma aislada	Indica perfil lipídico de los participantes	Factores de confusión	Macronutrientes de la dieta se ajustan a las recomendaciones
Ng y cols. (1991)	Sí No Se especifica el perfil de AG de dietas homogeneizadas	Sí	No Sí	Sí 50% de la oleína de palma (habitual en la cocina Malasia)	Aceite de cocinado	Sí Normo	No No	Sí Periodo 1: 56% CHO 15% Proteína 29% Grasa Periodo 2: 55% CHO 15% Proteína 30% Grasa Periodo 3: 54% CHO 15% Proteína 31% Grasa
Scholtz y cols. (2004)	Sí	Sí	Sí	Sí 12%	Aceite como ingrediente: magdalenas y bizcocho	Sí Hiper	Mantiene la actividad física sin cambios	No Faltan datos de CHO y proteínas 33-37% Grasa
Bonanome & Grundy, 1988	Sí	Sí	Sí	Sí 40%	Fórmula líquida	Sí Hiper	Se limita el ejercicio extenuante (se permite caminar en el hospital)	Sí 40% CHO 20% Proteína 40% Grasa
Sundram y cols. (1994)	Sí	Sí	Sí	Sí 20%	Aceite de cocinado (salteado)	Sí Normo	Entrenamiento en academia militar	Sí 53% CHO 16% Proteína 31% Grasa
Cuesta y cols. (1998)	Sí	Sí	Sí	Sí 62%	Aceite de cocinado y aderezo	Sí Hiper	No	No 42% CHO 12% Proteína 46% Grasa

(Continúa en la página siguiente)

Anexo I (Cont.).

Estudios	Tipo de aceite usado		Diferencia entre aceites y AG aislados	Indica % E de la dieta procedente de grasas	Indica % E procedente del aceite estudiado	Aceite de palma como ingrediente o de forma aislada	Indica perfil lipídico de los participantes	Factores de confusión		Macronutrientes de la dieta se ajustan a las recomendaciones
	Sí	No						Sí	No	
Sundram y cols. (2003)	No	No	Sí	-	Sí 10,6%	Aceite de cocinado	Sí Normo	No	Sí	Sí 56% CHO 14% Proteína 30% Grasa
	Sí	No	Sí	-	No	Ingrediente: - Margarinas (80%) - Galletas (17%) - Magdalenas (24%) - Pasta de chocolate (35%) - Patatas fritas (23%)	Sí Normo	No	Sí	Sí 45% CHO 15% Proteína 40% Grasa
Mensik (2008)	Sí	Sí	Sí	-	No	Margarinas usadas para untar, homear y cocinar	Sí Normo	Mantiene el mismo nivel de actividad física durante la intervención	Sí	Sí 52% CHO 17% Proteína 40% Grasa
Müller y cols. (1998)	Sí	Sí	Sí	-	Sí 28%	Aceite de cocinado	Sí Hiper (leve)	No	Sí	Sí 54% CHO 15% Proteína 31% Grasa
Sundram y cols. (2007)	Sí	Sí	Sí	-	Sí 65%	Aceite integrado en la dieta durante el proceso de cocinado No se define	Sí Normo	Actividad física registrada en un diario semanal	Sí	Sí 45% CHO 15% Proteína 40% Grasa

AG: ácidos grasos; Hiper: hipercolesterolemicos; Normo: normocolesterolemicos; CHO: hidratos de carbono.

BIBLIOGRAFÍA

1. USDA. Oilseeds: World Markets and Trade 2017 World Production, Markets, and Trade Reports. 2017.
2. Zock P, De Vries JHM, Katan MB. Impact of myristic acid versus palmitic acid on serum lipid and lipoprotein levels y healthy women and men. *Arterioscler Thromb* 1994;14:567-75.
3. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal* 2010;8:1461. DOI: 10.2903/j.efa.2010.1461
4. Marangoni F, Galli C, Ghiselli A, Lercker G, La Vecchia C, Maffei C, et al. Palm oil and human health. Meeting report of NFI: Nutrition Foundation of Italy symposium. *Int J Food Sci Nutr* 2017;68(6):643-55. DOI: 10.1080/09637486.2016.1278431
5. Montoya C, Cochard B, Flori A, Cros D, Lopes R, Cuellar T, et al. Genetic architecture of palm oil fatty acid composition in cultivated oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) compared to its wild relative *E. oleifera* (H.B.K) Cortés. *PLoS One* 2014;9:e95412. DOI: 10.1371/journal.pone.0095412
6. Ting NC, Yaakub Z, Kamaruddin K, Mayes S, Massawe F, Sambanthamurthi R, et al. Fine-mapping and cross-validation of QTLs linked to fatty acid composition in multiple independent interspecific crosses of oil palm. *BMC Genomics* 2016;17:289. DOI: 10.1186/s12864-016-2607-4
7. Sambanthamurthi R, Sundram K, Tan Y. Chemistry and biochemistry of palm oil. *Prog Lipid Res* 2000;39:507-58.
8. Lieb VM, Kerfers MR, Kronmüller A, Esquivel P, Alvarado A, Jiménez VM, et al. Characterization of mesocarp and kernel lipids from *Elaeis guineensis* Jacq., *Elaeis oleifera* [Kunth] Cortés, and their interspecific hybrids. *J Agric Food Chem* 2017;65:3617-26. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b00604
9. Sundram K, Sambanthamurthi R, Tan YA. Palm fruit chemistry and nutrition. *Asia Pac J Clin Nutr* 2003;12:355-62.
10. FAO/OMS. Estudio FAO alimentación y nutrición nº 91. Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos. 2010. FAO y FINUT, 2012 (edición española). FAO ISBN: 978-92-5-306733-6
11. FESNAD. Consenso sobre las grasas y aceites en la alimentación de la población española adulta. 2015. Disponible en: http://www.fesnad.org/resources/files/Publicaciones/Consenso_sobre_las_grasas_y_aceites_2015.pdf
12. Carbajal A. Ingestas recomendadas de energía y nutrientes. En: *Nutrición y dietética*. Tema 2. pp: 27-44. MT García-Arias, MC García-Fernández (eds.). Secretariado de Publicaciones y Medios Audiovisuales. Universidad de León; 2003 (ISBN: 84-9773-023-2). Actualizado 2013.
13. Krauss RM, Eckel RH, Howard B, Appel LJ, Daniels SR, Deckelbaum RJ, et al. AHA Dietary Guidelines Revision 2000: a statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association. *Stroke* 2000;31:2751-66.
14. Codex Alimentarius CODEX STAN 210-1999. Codex standard for named vegetable oils. Adopted 1999. Revisions 2001, 2003, 2009. Amendment 2005, 2011 and 2015.
15. Edem DO. Palm oil: biochemical, physiological, nutritional, hematological, and toxicologic aspects - A review. *Plant Foods Hum Nutr* 2002;57:319-41.
16. Siew WL. Analysis of palm and palm kernel oils. En: Basiron Y, Jalani BS, Chan KW, eds. *Advances in oil palm research*. Kuala Lumpur: Malaysian Palm Oil Board; 2000. pp 968-1035.
17. Fattore E, Fanelli R. Palm oil and palmitic acid: a review on cardiovascular effects and carcinogenicity. *Int J Food Sci Nutr* 2013;64:648-59.
18. Clifton PM. Palm oil and LDL cholesterol. *Am J Clin Nutr* 2011;94:1392-3.
19. Oguntibeju OO, Esterhuysen AJ, Truter EJ. Red palm oil: nutritional, physiological and therapeutic roles in improving human wellbeing and quality of life. *Br J Biomed Sci* 2009;66(4):216-22.
20. Souganidis E, Lailou A, Leyvraz M, Moench-Pfanner R. A comparison of retinyl palmitate and red palm oil β -carotene as strategies to address vitamin A deficiency. *Nutrients* 2013;5:3257-71.
21. Han NM, May CY. Chromatographic analyses of tocopherols and tocotrienols in palm oil. *J Chromatogr Sci* 2012;50(3):283-6.
22. Schroeder MT, Becker EM, Skibsted LH. Molecular mechanism of antioxidant synergism of tocotrienols and carotenoids in palm oil. *J Agric Food Chem* 2006;54(9):3445-53.
23. Kulkarni S, Ghosh SP, Satyamitra M, Mog S, Hieber K, Romanyukha L, et al. Gamma-tocotrienol protects hematopoietic stem and progenitor cells in mice after total-body irradiation. *Radiat Res* 2010;173(6):738-47. DOI: 10.1667/RR1824.1
24. Li XH, Fu D, Latif NH, Mullaney CP, Ney PH, Mog SR, et al. Delta-tocotrienol protects mouse and human hematopoietic progenitors from gamma-irradiation through extracellular signal-regulated kinase/mammalian target of rapamycin signaling. *Haematologica* 2010;95(12):1996-2004. DOI: 10.3324/haematol.2010.026492. E-pub 7 sept 2010.
25. Ling MT, Luk SU, Al-Ejeh F, Khanna KK. Tocotrienol as a potential anticancer agent. *Carcinogenesis* 2012;33:233-9.
26. Luk SU, Yap WN, Chiu YT, Lee DT, Ma S, Lee TK, et al. Gamma-tocotrienol as an effective agent in targeting prostate cancer stem cell-like population. *Int J Cancer* 2011;128(9):2182-91. DOI: 10.1002/ijc.25546
27. Stonehouse W, Brinkworth GD, Thompson CH, Abeywardena MY. Short term effects of palm-tocotrienol and palm-carotenes on vascular function and cardiovascular disease risk: a randomised controlled trial. *Atherosclerosis* 2016;254:205e214.
28. May CY, Nesaretnam K. Research advancements in palm oil nutrition. *Eur J Lipid Sci Technol* 2014;116:1301-15.
29. Mancini A, Imperlini E, Nigro E, Montagnese C, Daniele A, Orrù S, et al. Biological and nutritional properties of palm oil and palmitic acid: effects on health. *Molecules* 2015;20:17339-61.
30. Hayes KC. Synthetic and modified glycerides: effects on plasma lipids. *Curr Opin Lipidol* 2001;12:55-60.
31. Sanders TA, Filippou A, Berry SE, Baumgartner S, Mensink RP. Palmitic acid in the sn-2 position of triacylglycerols acutely influences postprandial lipid metabolism. *Am J Clin Nutr* 2011;94:1433-41.
32. Khosla P, Hayes KC. Saturated fat and lipemia: importance of study design and triglyceride structure. *Am J Clin Nutr* 2012;96:216-8; author reply 218-9. DOI: 10.3945/ajcn.112.037234
33. Zong G, Li Y, Wanders AJ, Alissema M, Zock PL, Willett WC, et al. Intake of individual saturated fatty acids and risk of coronary heart disease in US men and women: two prospective longitudinal cohort studies. *BMJ* 2016;355:i5796. DOI: 10.1136/bmj.i5796
34. Praagman J, De Jonge EA, Kieffe-de Jong JC, Beulens JW, Sluijjs I, Schoufour JD, et al. Dietary saturated fatty acids and coronary heart disease risk in a Dutch middle-aged and elderly population. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2016;36:2011-8. DOI: 10.1161/ATVBAHA.116.307578
35. Mensink RP, Sanders TA, Baer DJ, Hayes KC, Howles PN, Marangoni A. The increasing use of interesterified lipids in the food supply and their effects on health parameters. *Adv Nutr* 2016;7:719-29. DOI: 10.3945/an.115.009662
36. World Health Organization (WHO). *Cardiovascular diseases (CVDs)*. 2017. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/>
37. Dalen JE, Devries S. Diets to prevent coronary heart disease 1957-2013: what have we learned? *Am J Med* 2014;127:364-9.
38. Li Y, Hruby A, Bernstein AM, Ley SH, Wang DD, Chiuve SE, et al. Saturated fats compared with unsaturated fats and sources of carbohydrates in relation to risk of coronary heart disease: a prospective cohort study. *J Am Coll Cardiol* 2015;66:1538-48. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.07.055
39. Sun Y, Neelakantan N, Wu Y, Lote-Oke R, Pan A, Van Dam RM. Palm oil consumption increases LDL cholesterol compared with vegetable oils low in saturated fat in a meta-analysis of clinical trials. *J Nutr* 2015;145:1549-58.
40. Fattore E, Bosetti B, Brighenti F, Agostoni C, Fattore G. Palm oil and blood lipid-related markers of cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis of dietary intervention trials. *Am J Clin Nutr* 2014;99:1331-50.
41. Mensink RP, Katan MB. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins. A meta-analysis of 27 trials. *Arterioscler Thromb* 1992;12:911-9.
42. Odiá OJ, Ofori S, Maduka O. Palm oil and the heart: a review. *World J Cardiol* 2015;7(3):144-9. DOI: 10.4330/wjcv.v7.i3.144. PubMed PMID: 25810814; PubMed Central PMCID: PMC4365303.
43. Ismail SR, Maarof SK, Siedar Ali S, Ali A. Systematic review of palm oil consumption and the risk of cardiovascular disease. *PLoS ONE* 2018;13(2):e0193533.
44. Kakarmath SS, Zack RM, Leyna GH, Fahimi S, Liu E, Fawzi WW, et al. Dietary determinants of serum total cholesterol among middle-aged and older adults: a population-based cross-sectional study in Dar es Salaam, Tanzania. *BMJ Open* 2017;7:e015028. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-015028
45. Rosqvist F, Iggman D, Kullberg J, Cedernaes J, Johansson HE, Larsson A, et al. Overfeeding polyunsaturates and saturated fat causes distinct effects on liver and visceral fat accumulation in humans. *Diabetes* 2014;63:2356-68.
46. Karupaiah T, Chuah KA, Chinna K, Matsuoka R, Masuda Y, Sundram K, et al. Comparing effects of soybean oil- and palm olein-based mayonnaise consumption on the plasma lipid and lipoprotein profiles in human subjects: a double-blind randomized controlled trial with cross-over design. *Lipids Health Dis* 2016;15:131-42.

47. Boon CM, Ng MH, Choo YM, Mok SL. Super, red palm and palm oleins improve the blood pressure, heart size, aortic media thickness and lipid profile in spontaneously hypertensive rats. *PLoS One* 2013;8:e55908. DOI: 10.1371/journal.pone.0055908
48. Xian TK, Omar NA, Ying LW, Hamzah A, Raj S, Jaarin K, et al. Reheated palm oil consumption and risk of atherosclerosis: evidence at ultrastructural level. *Evid Based Complement Alternat Med* 2012;828170. DOI: 10.1155/2012/828170. E-pub 2012.
49. Perumalla Venkata R, Subramanyam R. Evaluation of the deleterious health effects of consumption of repeatedly heated vegetable oil. *Toxicol Rep* 2016;3:636-43.
50. Gotoh N, Kagiono S, Yoshinaga K, Mizobe H, Nagai T, Yoshida A, et al. Study of trans fatty acid formation in oil by heating using model compounds. *J Oleo Sci* 2018;67(3):273-81.
51. Daniali G, Jinap S, Sanny M, Tan CP. Effect of amino acids and frequency of reuse frying oils at different temperature on acrylamide formation in palm olein and soybean oils via modeling system. *Food Chem* 2018;245:1-6.
52. Endo Y. Analytical methods to evaluate the quality of edible fats and oils: the JOCS standard methods for analysis of fats, oils and related materials (2013) and advanced methods. *J Oleo Sci* 2018;67(1):1-10. DOI: 10.5650/jos.ess17130
53. Denke MA, Grundy SM. Comparison of effects of lauric acid and palmitic acid on plasma lipids and lipoproteins. *Am J Clin Nutr* 1992;56:895-8.
54. Teng KT, Nagapan G, Cheng HM, Nesaretnam K. Palm olein and olive oil cause a higher increase in postprandial lipemia compared with lard but had no effect on plasma glucose, insulin and adipocytokines. *Lipids* 2011;46:381-8. DOI: 10.1007/s11745-010-3516-y
55. Tholstrup T, Hjerpsted J, Raff M. Palm olein increases plasma cholesterol moderately compared with olive oil in healthy individuals. *Am J Clin Nutr* 2011;94:1426-32. DOI: 10.3945/ajcn.111.018846
56. Teng KT, Voon PT, Cheng HM, Nesaretnam K. Effects of partially hydrogenated, semi-saturated, and high oleate vegetable oils on inflammatory markers and lipids. *Lipids* 2010;45:385-92. DOI: 10.1007/s11745-010-3416-1
57. Bonanome A, Grundy SM. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. *N Engl J Med* 1988;318:1244-8.
58. Müller H, Jordal O, Kierulf P, Kirkhus B, Pedersen JI. Replacement of partially hydrogenated soybean oil by palm oil in margarine without unfavorable effects on serum lipoproteins. *Lipids* 1998;33:879-87.
59. Mensink RP. Effects of products made from a high palmitic acid, trans-free semiliquid fat or a high oleic acid, low-trans semiliquid fat on the serum lipoprotein profile and on C-reactive protein concentration in humans. *Eur J Clin Nutr* 2008;62:617-24.