



Revisión

Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades

Samuel Durán Agüero¹, Jairo Torres García² y Julio Sanhueza Catalán³

¹Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad San Sebastián. ²Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma de Chile, Chile. ³Instituto de Nutrición y Tecnología de alimentos (INTA), Universidad de Chile, Chile.

Resumen

El consumo de aceites vegetales se ha incrementado en las últimas décadas en nuestra sociedad y son parte importante de la dieta en todo el mundo. Sudamérica es un gran productor de diferentes aceites vegetales. La composición de los aceites vegetales no es estándar, ya que varía considerablemente en el aporte de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, y particularmente en el aporte de ácidos grasos omega-6 y omega-3, asociado a la fuente de origen, ya sea especie vegetal, semilla, planta o fruto, aportando cada uno diferentes beneficios nutricionales.

El propósito de este artículo es revisar y actualizar la evidencia sobre el consumo de aceites producidos y comercializados en Sudamérica, como el aceite de soja, maíz, palma, girasol, canola y oliva, así como los efectos en la salud, a partir de estudios relacionados con el tema.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:11-19)

DOI:10.3305/nh.2015.32.1.8874

Palabras clave: Ácidos grasos. Aceites vegetales. Salud. Enfermedad cardiovascular.

FREQUENTLY USED VEGETABLE OILS IN SOUTH AMERICA: FEATURES AND PROPERTIES

Abstract

In recent decades, the consumption of vegetable oils has increased in our society, being an important part of the diet worldwide. South America is a major producer of an important variety of vegetable oils. The composition of vegetable oils is not standard as it varies greatly in the amount of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, and particularly in the amounts of omega-6 and omega-3, which are associated with the source either plant species, seed, plant or fruit, providing different nutritional benefits.

The purpose of this article is to review and update the data and evidence about the consumption of oils produced and commercialized in South America, such as soybean oil, corn, palm, sunflower, canola and olive oils, and also to determine health effects from studies related with the topic.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:11-19)

DOI:10.3305/nh.2015.32.1.8874

Key words: Fatty acids. Vegetable oils. Health. Cardiovascular disease.

Abreviaturas

- AA: ácido araquidónico.
- AL: ácido linoleico.
- ALA: ácido alfa linolénico.
- EPA: ácido eicosapentaenoico.
- DHA: ácido docosahexaenoico.
- AGM: ácidos grasos monoinsaturados.
- AGPI: ácidos grasos poliinsaturados.
- CT: Colesterol Total.

Correspondencia: Samuel Durán Agüero.
Universidad San Sebastián sede Santiago.
Lota 2465, Providencia, Chile.
E-mail: samuel.duran@uss.cl

Recibido: 19-II-2015.
1.ª Revisión: 6-IV-2015.
Aceptado: 14-IV-2015.

Introducción

Los aceites han sido utilizados por los humanos desde épocas ancestrales como parte de su alimentación y como combustibles, los aceites son productos de origen vegetal o animal, cuyos componentes principales son triésteres de ácidos grasos y el glicerol y se les denomina como “triglicéridos”, un aceite puede estar formado por un solo tipo de triglicérido, o por una mezcla de triglicéridos. Si esta mezcla es sólida, o de consistencia pastosa, a temperatura ambiente (20°C), se trata de una “grasa”. Por el contrario, si es líquida a temperatura ambiente, es un “aceite”. De esta forma, grasas y aceites son químicamente lo mismo, pero con apariencia física diferente¹.

De acuerdo a su composición también será la recomendación de uso de los mismos². Es el caso de los

aceites ricos en ácidos grasos mono y poliinsaturados son más sensibles a la oxidación por la presencia de oxígeno y a altas temperaturas produciendo fácilmente rancidez hidrolítica u oxidativa³.

La oxidación de los lípidos poliinsaturados de alimentos, suelen generar sabores y olores desagradables, característico de rancio. Los factores ambientales, tales como el aire, la luz y la temperatura, aceleran las reacciones oxidativas transcurriendo generando distintos componentes en el tiempo, así por ejemplo la oxidación inicial genera Peróxidos y Malonaldehído (MDA) y más tarde produce compuestos volátiles de bajo peso molecular y decoloración, finalizando con formación de polímeros⁴⁻⁸. Además, la oxidación induce cambios químicos importantes de los aceites que pueden afectar directamente en la calidad del aceite comestible, especies radicalarias de oxígeno pueden causar daños irreversibles al reaccionar con moléculas biológicas, tales como ADN, proteínas o lípidos^{9,10}. La oxidación de lípidos tiene efectos nocivos tanto sobre la calidad de los alimentos como en la salud humana.

Los aceites vegetales que se consumen en estado oxidado debido a la exposición por calor se asocian de forma positiva con el riesgo de hipertensión⁵. Al mismo tiempo, los aceites vegetales también están expuestos al aire y la humedad, en el que se someten a una serie compleja de deterioro físico y químico conocido como 'la oxidación de lípidos'⁷, la generación de compuestos polares y productos poliméricos^{9,11} y también disminuye el contenido de vitamina E⁸. Estos productos de oxidación son perjudiciales para el endotelio vascular. Por otra parte, es común en la fritura reutilizar los aceites vegetales para reducir los costos.

Dependiendo del tipo de aceite puede o no haber presencia importante de ácidos grasos esenciales (carecemos de las enzimas para biosintetizarlos) como por ejemplo el ácido linoleico (C18:2 ω -6, AL), el cual es el precursor del ácido araquidónico (C20:4 ω -6, AA) y ácido alfa-linolénico (C18:3 ω -3, ALA) y este es precursor del ácido graso eicosapentaenoico (C20:5 ω -3, EPA) y docosahexaenoico (C22:6 ω -3, DHA) que cumplen importantes funciones en la salud cardiovascular y desarrollo cerebral^{12,13}.

El aporte de ácidos grasos EPA y DHA se obtiene principalmente de aceites marinos, los aceites vegetales aportan mayoritariamente ácidos grasos ω -6 aunque algunos, aportan ácidos grasos ω -3 como el ALA. Cabe destacar que en la actualidad una relación de consumo de ácidos grasos ω -6 y ω -3 cercana a 5:1 se considera óptima¹⁴.

Los aceites de uso doméstico además de ácidos grasos, son una fuente importante de fitoquímicos, conocidos como compuestos bioactivos, por ejemplo fitoesteroles, fitoestrógenos, flavonoles, caroteno, tocoferoles, que en general son promotores de la salud por sus propiedades preventivas de enfermedades, más allá de sus aportes básicos nutricionales¹⁵. Adicionalmente, se ha encontrado evidencias de que el consumo de fitoquímicos presentes en el aceite de oliva, favore-

ce la prevención de enfermedades crónicas incluyendo a las cardiovasculares¹⁶.

El objetivo de la presente revisión es identificar las características nutricionales y efectos en la salud de los aceites de mayor producción y consumo en Sudamérica.

Aceite de soja

El aceite de soja es el producto a partir del prensado del frijol de soja (*Glycine max*). Industrialmente, forma parte de alimentos para humanos y animales¹⁷. El aceite de soja presenta altos niveles de AGPI, siendo el AL el principal (53%), ácido oleico 22% y ALA (0,05%) y ácido palmítico (16,6%)¹⁸ y se utiliza principalmente para freír y cocinar, aunque presenta una estabilidad térmica inferior a otros aceites¹⁹.

Efectos sobre la salud

Un estudio en hombres mayores de 50 años mostró que el aceite de soja parcialmente hidrogenado alteraba negativamente el perfil lipídico en comparación con el aceite de soja normal y el de canola²⁰. En otro estudio con adultos mayores que recibieron aceite de soja durante 6 meses se observó que presentaron menor incremento de la variabilidad de la frecuencia cardiaca con respecto a los que recibieron aceite de pescado²¹. Además, el aceite de soja contiene isoflavonas que se ha asociado con la disminución de la resistencia a la insulina y el daño oxidativo²².

Estudio en ratones C57BL/6 J alimentados con aceite de soja calentado, mostró que aumentaba la masa grasa a pesar de presentar una disminución del peso²³. En un estudio realizado por Ribeiro Junior y cols, en ratas Wistar, que fueron alimentadas durante 2 semanas con aceite de soja, se observó que estas ratas, disminuyeron la frecuencia cardiaca incrementando el rendimiento ventricular izquierdo²⁴. Finalmente un estudio con 6 grupos de ratas hipertensas, a las que se les suministró varios tipos de aceite para determinar el efecto sobre la presión arterial, permitió verificar que el de soja no es el más favorable, comparado con el aceite de pescado, canola, palma, oliva²⁵. En otro estudio realizado en ratas macho de la cepa SHRSP, alimentados con aceite de soja no aumenta el promedio de vida de las ratas, mientras que las alimentadas con el aceite de canola se observó un efecto positivo²⁶.

Aceite de girasol (Maravilla)

El aceite de girasol o maravilla, se obtiene mediante el prensado de las semillas de girasol (*Helianthus Annuus*). Contiene un 63-78% de AL y bajo contenido de ALA (0,06%), el aceite de girasol se caracteriza por una alta relación AL/ALA (1.052/1). El ácido oleico y

ácido esteárico son los principales AGM y AGS, respectivamente. El aceite de girasol contiene una buena cantidad de C 18:2, trans-9, cis-12, equivalente al 0,3% de los ácidos grasos totales, así también presenta una no despreciable cantidad de Ácido Linoleico Conjugado (ALC) (C18:2, 9c-11t)^{27,28}.

Comercialmente hay 3 formas principales de aceite de girasol disponibles en el mercado, el primero es aceite de girasol alto en AGPI (75%). La segunda forma es un aceite de girasol alto oleico con un 45% de AGM y el tercero es aceite girasol alto en ácido esteárico (14%).

Efectos sobre la salud

Una dieta enriquecida con aceite de girasol disminuye triglicéridos (TGs) plasmáticos²⁹. Un reciente estudio realizado por Bjermo y cols³⁰, muestra que una dieta normocalórica con aporte de AGPI omega-6 durante 10 semanas reduce la grasa hepática, sin afectar el peso corporal en humanos. Un estudio de casos y controles realizado por Rastogi y cols³¹ en sujetos indios que habían sufrido un infarto de miocardio mostró que el consumo de aceite de girasol era un factor protector RR: 0.33 (IC 95%: 0.17, 0.64; p=0.0001). En otro estudio aleatorizado y cruzado de 4 semanas de duración, con pacientes diabéticos que consumían 30 ml/día de aceite de girasol o aceite de oliva durante 2 semanas, los resultados sugieren que el aceite de girasol no es la mejor opción para personas diabéticas, ya que se asoció con un incremento de insulina y niveles de glucosa en ayunas, además de un aumento de lipoproteínas postprandiales y mayores niveles de colesterol LDL, los cuales están asociados a aterosclerosis³².

Estudios en ratones muestran que cuando son alimentados con una dieta enriquecida con aceite de girasol se incrementa IL-6 (una citoquina proinflamatoria)³³. Adicionalmente, cuando son alimentados con una dieta alta en grasa (59%) en base a aceite de girasol, mostró una disminución de la tolerancia a la glucosa y sensibilidad a la insulina³⁴. El aceite de girasol es rico en AL, este ácido graso conduce a la respuesta inflamatoria mediante el aumento de la producción de AA, un ácido graso relacionado con la formación de mediadores proinflamatorios³⁵.

Un bajo consumo el aceite de girasol puede ayudar a una disminución de la aterosclerosis³⁶. Además, si su consumo es elevado puede conducir a efectos pro-oxidantes y por lo tanto aumentar la susceptibilidad a los problemas cardiovasculares.

Aceite de palma

Se obtiene mediante prensado del mesocarpio de la fruta de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*), este aceite presenta una alta concentración de ácidos palmítico y oleico. Se utiliza en una amplia variedad de

productos para la industria de alimentos, entre los cuales se encuentran los aceites de cocina, mantecas, bases para margarinas, y para la industria oleoquímica, materias primas para la fabricación de jabón, velas, y grasas lubricantes³⁷.

Efectos sobre la salud

El aceite de palma está constituido por un 50% de AGS y el resto de AGPI. Se han realizado una serie de experimentos en humanos donde se muestra que la oleína de palma (fracción del aceite de palma rica en ácido oleico), a pesar de su contenido en ácidos grasos saturados (ácido palmítico) puede reducir el colesterol, comparados con dietas ricas en otros ácidos grasos saturados como son el láurico y mirístico^{38,39}. Sin embargo, estudios epidemiológicos muestran que el consumo habitual de aceite de palma no altera significativamente el perfil lipídico, según los autores, esto se atribuye a que la composición del aceite de palma es similar a la grasa del tejido adiposo de los humanos³⁹.

Algunos autores sostienen que la relación AGM/AGS del aceite de palma, no causa depósito de grasas en la aorta y produce una disminución de los triglicéridos⁴⁰. La sustitución dietética de AGS por AGM ha sido considerada como una estrategia para la reducción de daños cardiovasculares, cabe destacar que el aceite de palma, a pesar de presentar concentraciones altas de ácido palmítico, también contiene una alta concentración de oleico^{41,42}. Investigadores han reportado que el contenido de tocoferoles y carotenos en el aceite palma, disminuye los TGs⁴³. Un reciente estudio en ratas utilizando aceite de palma parcialmente refinado (fuente de vitamina E y carotenos) incidieron favorablemente sobre el perfil lipídico de las ratas con hiperlipidemia inducida⁴⁴. En otro estudio en ratas machos Sprague Dawley, se evaluó el efecto del consumo por 60 días de una dieta purificada al 10% (p/p) en los aceites de palma, girasol o pescado sobre la susceptibilidad de oxidación in vitro de las fracciones conjuntas de las lipoproteínas LDL y HDL, los autores concluyeron que el mayor grado de oxidación se observó para el grupo suplementado con aceite de pescado seguido de los grupos de girasol y palma. Esto sugiere que la incorporación de AGM (oleico) en la dieta en lugar de poliinsaturados, protege las LDL+HDL de las modificaciones oxidativas, al reducirse la concentración de AGPI disponibles para la peroxidación⁴⁵.

Estudios han confirmado que el alto contenido de AGM en la posición 2 de sus TGs, lo hacen saludable⁴⁶, reconociendo que la digestión, absorción y metabolismo de la grasa ingerida ejerce un efecto modulador sobre los lípidos. En la hidrólisis lipolítica del aceite de palma los glicéridos contienen predominantemente ácido oleico ubicados en la posición n-2 para facilitar la rápida absorción de los 2-monoacilglicéridos, lo que diferencia al aceite de palma de otros aceites ricos en ácidos grasos saturados, que son pobremente absorbi-

dos⁴³. El aceite de palma también aporta β -carotenos, retinol, tocotrienoles y tocoferoles^{38,47}, los cuales han mostrado ser potentes antioxidantes y mediadores potenciales de la función celular; y además, pueden ser antitrombóticos, inducir un incremento de la relación prostaciclina/tromboxano, retardar la formación de la placa aterosclerótica, mejorar la tolerancia a la isquemia cardíaca e inhibir la HMG-CoA reductasa disminuyendo así la biosíntesis de colesterol^{47,48}.

Aceite de maíz

El aceite de maíz es un subproducto de la molienda húmeda del maíz. El maíz, *Zea mays* L., es una planta de la familia de las gramíneas. El aceite de maíz se utiliza puro o en mezclas de aceites, además se utiliza para la elaboración de mayonesa, salsas y en frituras.

El grano de maíz tiene 3 a 5 % de aceite, del cual 25–30 % está en el germen, conteniendo un 24% de ácido oleico y un 62 % de AL⁴⁹.

Efectos sobre la salud

Recientemente el consumo de aceite de maíz se ha incrementado, aunque este aceite junto al de girasol pueden reducir la síntesis de colesterol, se consideran muy sensibles a la oxidación frente a la formación de radicales libres debido a su alto contenido de AGPI⁵⁰, resultando en la disminución de la fluidez de membrana, lesiones de las células y puede causar la formación de placas ateroscleróticas⁵¹.

Un estudio doble ciego, con una duración de 1,5 años, realizado en 300 pacientes que habían presentado infarto agudo al miocardio se les suministró al azar 4 gr de ácidos grasos omega 3 de origen marino (EPA/DHA) o aceite de maíz, no encontrando diferencias en los beneficios sobre los lípidos séricos de las personas alimentadas con estos aceites⁵². Se sabe que el aceite de maíz es más bien neutral en las concentraciones de lípidos plasmáticos⁵³.

Estudios en modelos animales muestran que dietas elevadas en aceite de maíz ejercen un claro efecto carcinogénico mamario⁵⁴⁻⁵⁷. Esta influencia se ha observado en la etapa de promoción de la carcinogénesis, situación diametralmente opuesta a lo observado con el consumo de aceite de oliva extra virgen, retardando la latencia tumoral, disminuyendo la incidencia de tumores y el volumen de ellos^{54,58}.

Un estudio realizado en ratas hembras Sprague-Dawley que fueron alimentadas con una dieta baja en grasa con aceite de maíz u oliva⁵⁶ mostró que la ingesta de aceite de maíz incrementaba el IMC de las ratas, en contraste, este fenómeno no ocurría con una dieta alta en aceite de oliva.

Como el aceite de maíz es rico en AL, se utiliza frecuentemente en estudios como dieta control, por contraparte, la mayoría de los estudios utilizan otros

aceites vegetales o marinos como la dieta experimental⁵⁹⁻⁶¹.

Aceite de oliva

El aceite de oliva se extrae del prensado del fruto del olivo (*Olea europea*). El aceite de oliva contiene entre un 72-79% de ácido oleico (C18:1, ω -9)⁶², y un 8% AL, además contiene antioxidantes como la vitamina E, carotenos y compuestos fenólicos como el hidroxitirosol y oleuropeína⁶³, estos últimos antioxidantes son los más eficaces en el aceite de oliva y puede ejercer una mejor actividad antioxidante que la vitamina E⁶³. Además contiene escualeno, que es capaz de eliminar los radicales libres del oxígeno singlete, e inhibe la síntesis de colesterol a través de la inhibición del 3-hidroxi-metilglutaril-coenzima A reductasa (HMG-CoA)⁶⁴. En comparación con los AGPI, AGM son menos susceptibles a la oxidación. Esto a su vez conduce a una mayor disponibilidad de antioxidantes en la forma activa y una mejor estabilidad de aceite de oliva^{65,66}.

Efectos sobre la salud

Es la principal fuente de AGM de la dieta mediterránea. Esta dieta es conocida por mejorar los factores de riesgo cardiovascular, presión arterial, perfil lipídico, disfunción endotelial, estrés oxidativo y estado trombogénico⁶⁷, además de disminuir la mortalidad general⁶⁸. En un estudio de Cohorte prospectiva en población mediterránea se observa que el consumo de aceite de oliva se asocia con un menor riesgo de mortalidad general (-26%) y de mortalidad por ECV (-44%), asociado al cuartil de mayor consumo⁶⁸. Además, observaron que el consumo de ácido oleico, disminuyó el colesterol plasmático de forma similar al AL. Sin embargo, se acepta que los AGPI ω -6 produce un efecto hipocolesterolémico más prominente que los AGM⁶⁹. Un reciente estudio con 191 participantes, dividido en 3 grupos, se les suministró (dieta con un mix de nueces/ dieta baja en grasas y dieta suplementada con aceite de oliva extra virgen) por un periodo de un año, dando como resultado un incremento en la razón adiponectina/leptina y disminución de la circunferencia de cintura en hombres⁷⁰. En un estudio realizado en individuos con hipercolesterolemia severa y alto riesgo cardiovascular (20% según el Panel III para tratamiento de adultos de los Institutos de Salud USA, ATP-III), participaron en un estudio para evaluar los cambios en el perfil lipoproteico después de seis meses de tratamiento con 20 mg/día de Simvastatina, además, 13 voluntarios consumieron habitualmente aceite de girasol como principal grasa culinaria y 12 aceite de oliva. Los resultados permiten concluir a los investigadores que aunque Simvastatina es un fármaco hipolipemiente efectivo, incluir aceite de oliva, frente a aceite de

girasol, mejora el mencionado efecto de simvastatina en pacientes con alto riesgo cardiovascular⁷¹.

Así mismo, un estudio de seguimiento durante 6 meses con 25 hombres que padecen hipercolesterolemia severa y alto riesgo cardiovascular en tratamiento con Simvastatina, cuya dieta estaba suplementada con aceite de girasol o con aceite de oliva, los resultados mostraron que los voluntarios que consumían aceite de oliva disminuyeron de forma significativa la razón colesterol total/colesterol HDL, colesterol LDL/colesterol HDL y el riesgo cardiovascular⁷².

Con respecto al efecto del aceite de oliva sobre la presión arterial Ferrara y cols⁷³, mostraron que pacientes con una dieta suplementada con aceite de oliva, pudieron reducir su medicación antihipertensiva en contraste con quienes consumieron aceite de girasol. Se ha sugerido que el aceite de oliva es agonista del canal de Calcio a nivel cardíaco⁷⁴ y por este mecanismo reduce la presión sistólica y diastólica, en cambio otros autores indican que el aceite de oliva mejora la función endotelial mediante la inhibición de especies de oxígeno reactivo (ROS)⁷⁵. Por otra parte, la ingesta elevada de AGM puede modificar los fosfolípidos de membrana⁷⁶, lo que a su vez conduce a una menor presión arterial⁷⁷.

Adicionalmente, en individuos con artritis reumatoide (AR) se han realizado intervención nutricional con el objeto de disminuir los procesos inflamatorios mediante el aporte de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. Para ello estudiaron los efectos de la dieta mediterránea y del aceite de oliva en estos individuos, en ellos, el aceite de oliva, aunque no hay estudios suficientes, se observó una reducción de marcadores inflamatorios y la inhibición del estrés oxidativo. Sobre la eficacia de los antioxidantes, lo que constituye una mejoría clínica respecto a AR⁷⁸.

Aunque las vías metabólicas por el cual el aceite de oliva reduce la mortalidad no están del todo dilucidadas, es probable que participen diferentes mecanismos sobre el riesgo de enfermedades crónicas como ECV, algunos tipos de cáncer, diabetes y síndrome metabólico⁶⁷. En un estudio reciente, realizado en adolescentes con un promedio de 14,8 años que presentan insulinoemia en ayunas y obesidad abdominal observaron que el consumo habitual de aceite de oliva mostró una relación inversa con la insulinoemia, los investigadores consideran que el aceite de oliva es un factor protector *per se*⁷⁹. En otro trabajo realizado para evaluar el efecto específico del consumo de aceite de oliva sobre el riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2 en la cohorte española Seguimiento Universidad de Navarra, en 10.491 participantes con una edad promedio de de 38,9 + 11,4 años, con un índice de masa corporal de 23,8 + 3,4 kg/m² fueron sujetos a un seguimiento durante una media de 5,7. Los resultados mostraron que no hubo relación estadísticamente significativa entre el consumo de aceite de oliva y el riesgo de diabetes y por lo tanto la conclusión de los investigadores fue que la ausencia de asociación encontrada se podría atribuir

a los pocos casos incidentes en una población sana y con pocos factores de riesgo⁸⁰.

Teniendo en cuenta que enfermedades como la diabetes, la obesidad, enfermedad de Alzheimer, por citar algunas, tienen como factor predisponente una dieta proinflamatoria, es razonable considerar que una dieta antiinflamatoria sería un medio para inhibir o reducir estas enfermedades, aunque la inhibición de algunas funciones inmunes por acción de ácidos grasos poliinsaturados podría conducir a una reducción significativa de la protección del individuo frente a microorganismos de naturaleza infecciosa como virus, bacterias, hongos y parásitos. Sin embargo una dieta que contenga aceite de oliva (aceite con ácidos grasos monoinsaturados) es capaz de modular la acción antiinflamatoria y además no reduce en forma tan severa la resistencia inmune del individuo frente a agentes de naturaleza infecciosa⁸¹.

Aceite de canola

Es un aceite extraído de la semilla de una planta perteneciente a la familia de las Brassicaceae y que incluye diferentes especies (*Brassica napus*, *Brassica rapa*, *Brassica juncea*)⁸². Originaria de la zona del Mediterráneo y norte de Europa, la *Brassica rapa* se conoce comúnmente como Raps, esta última contiene un elevado contenido de ácido erúico (>40% en el aceite) que se ha considerado como cardiotoxico⁸³. En 1976 científicos canadienses fueron capaces de mejorar la calidad de los cultivos mediante el fitomejoramiento tradicional, lo que llevó a la producción de aceite comestible, los cuales son bajos en ácido erúico y glucosinolatos⁷⁹. Para ser denominado aceite de canola, este debe tener niveles específicos de ácido erúico (<2%) y glucosinolatos (<30 umol/g) para consumo humano como animal⁸⁴. En 1985 la FDA de Estados Unidos clasificó al aceite de canola como GRAS (generalmente reconocido como seguro)⁸⁵.

El aceite de canola se ha recomendado para lograr el aporte de ácidos grasos omega 3 en especial ALA⁸⁶. El aceite de canola contiene 7% de AGS, cantidades importantes de AGM y AGPI, incluyendo al ácido oleico 61%, AL 21% y ALA 11%⁸⁷, además contiene esteroides vegetales (0,53-0,97%), y tocoferoles (700-1.200 ppm)⁸⁸.

Efectos sobre la salud

El aceite de canola ha mostrado un efecto cardioprotector importante debido al elevado contenido de AGM, a través de la regulación de los lípidos plasmáticos, de lipoproteínas y aumento de la sensibilidad a la insulina^{89,90}. Recientes estudios indican que el consumo de canola puede tener efectos beneficiosos sobre biomarcadores, como lo observado en el estudio cruzado realizado en 36 voluntarios, que reciben

aceite de canola (24,5 Energía %) por un periodo de 4 semanas, mostrando una reducción significativa del colesterol total (CT) y colesterol LDL,^{91,92}. En otro estudio cruzado se les suministró a 42 voluntarios 29 g/día de aceite de canola o margarina con canola (28% energía) por 9 semanas, mostrando una disminución en CT, LDL, HDL y TGs.⁹³, finalmente un estudio realizado por Gulesserian y cols⁹⁴, a 17 voluntarios se les suministro 15 g/día de aceite de canola durante 2 meses y posteriormente 22 g/día durante 3 meses, mostró una significativa reducción del CT y LDL.

En relación a la susceptibilidad de la oxidación del colesterol LDL, el aceite de canola posee altos niveles de ácido oleico cuyo efecto es reducir la oxidación del colesterol LDL, en pacientes hipercolesterolemicos de ambos sexos y con edades entre los 44- 70 años⁹⁵.

En otros estudios^{96,97} reportaron niveles más bajos de glucosa y una mayor tasa de desaparición de la glucosa en los participantes que consumen una dieta en base a aceite de canola, comparado con una dieta alta en grasa saturada. Los AGS están asociados con la resistencia a la insulina, obesidad y síndrome metabólico⁹⁶, en cambio los AGM actúan favorablemente en la modulación de la sensibilidad a la insulina y la glicemia cuando sustituyen a los AGS⁹⁷.

Conclusiones

Diversos aceites son producidos y utilizados en Sudamérica, aunque todos ellos presentan propiedades saludables, en algunos parámetros fisiológicos mientras otros casos, el mismo aceite, puede ser perjudicial como se muestra en la tabla I y II. Los beneficios pueden ser diferentes principalmente por el contenido de ácidos grasos, por esta razón se elaboró dos tablas resumen donde se pueden observar los efectos beneficiosos observados en animales de experimentación y en humanos. Dentro de los cuales se destaca el aceite de oliva como uno de los más saludables debido a sus múltiples propiedades. Algunos aceites como el de girasol debido a su elevado consumo incrementa la susceptibilidad de a eventos proinflamatorios⁹⁸⁻¹⁰¹.

El efecto saludable de los aceites comestibles puede ser susceptible a la alteración según el procesamiento culinario. Este puede implicar someter al aceite a altas temperaturas (frituras en profundidad o superficial), en cocción de largo tiempo lo que genera cambios físico químicos que repercuten en la salud.

Ningunos de los aceites estudiados mostró la capacidad de influir positivamente sobre todos parámetros señalados en esta revisión. Por otra parte, el aceite de

Tabla I

Efectos fisiológicos en el consumo de aceite para la salud en humanos

Aceite	Lípidos plasmáticos	Disminución frecuencia cardiaca	Disminución triglicéridos plasmáticos	Disminución grasa hepática	Disminución de peso	Mejora condición de diabetes	Disminución de colesterol	Anticancerígeno
Soja	-	+	No	No	No	No	No	No
Girasol	No	No	+	+	-	-	-	No
Palma	+	No	+	No	No	No	+	No
Maíz	No	No	No	No	No	No	+	-
Oliva	+	+	+	No	+	No	+	+
Canola	+	No	+	No	No	+	+	No

(-)=perjudicial; (+)=efectos adecuado; (NO)=No observado

Tabla II

Efectos fisiológicos en el consumo de aceite para la salud en animales

Aceite	Lípidos plasmáticos	Disminución de peso	Disminución de masa grasa	Disminución de frecuencia cardiaca	Disminución Presión arterial	Efecto antiinflamatorio	Mejora condición de diabetes
Soja	No	+	-	+	-	No	No
Girasol	No	No	No	No	No	-	-
Palma	+	No	No	No	No	No	No
Maíz	-	-	No	No	No	No	No
Oliva	No	+	No	No	No	No	No
Canola	No	No	No	No	+	No	No

(-)=Perjudicial; (+)=Efectos adecuado; (No)=No observado

oliva y de canola son los que presentan mayores efectos positivos en los parámetros estudiados en humanos. Los alimentos con estos aceites puede marcar la diferencias en sus efectos (el aceite de canola no es recomendado utilizarlo en fritura, ya que cambia su perfil lipídico disminuyendo su efectos benéfico)

Sin embargo, es importante considerar la realización de más estudios con cada uno de los aceites, de manera de conocer cambios que experimentan los aceites procesados y con ello conocer los efectos sobre la salud.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Referencias

- Melo Ruiz V. Bioquímica de los Procesos Metabólicos. Editorial Reverté S.A.; 2006.
- Michas G, Michas R, Zampelas A. Dietary fats and cardiovascular disease: Putting together the pieces of a complicated puzzle. *Atherosclerosis* 2014;234(2):320-8.
- Suaterna Hurtado A. La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. *Perspect Nutr Humana* 2009;11:39-53.
- Navarro M, Castro W, Biot C. Bioorganometallic Compounds with Antimalarial Targets: Inhibiting Hemozoin Formation. *Organometallics* 2012;31:5715-27.
- Soriguer F, Rojo-Martinez G, Dobarganes MC, Garcia Almeida JM, Esteve I, Beltran M, et al. Hypertension is related to the degradation of dietary frying oils. *Am J Clin Nutr* 2003;78(6):1092-7.
- Yamsaengsung R, Moreira R. Modeling the transport phenomena and structural changes during deep fat frying Part I: model development. *Journal of Food Engineering* 2002;53 1-10.
- Marmesat S, Velasco J, Dobarganes MC. Quantitative determination of epoxy acids, keto acids and hydroxy acids formed in fats and oils at frying temperatures. *J Chromatogr A* 2008;1211(1-2):129-34.
- Rossi M, Alamprese C, Ratti S. Tocopherols and tocotrienols as free radical-scavengers in refined vegetable oils and their stability during deep-fat frying. *Food Chemistry* 2007;102:812-7.
- Bansal G, Zhou W, Barlow PJ, Joshi PS, Lo HL, Chung YK. Review of rapid tests available for measuring the quality changes in frying oils and comparison with standard methods. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2010;50(6):503-14.
- Cabiscol E, Tamarit J, Ros J. Oxidative stress in bacteria and protein damage by reactive oxygen species. *Int Microbiol* 2000;3(1):3-8.
- Romero A, Bastida S, Sanchez-Muniz FJ. Cyclic fatty acid monomer formation in domestic frying of frozen foods in sunflower oil and high oleic acid sunflower oil without oil replenishment. *Food Chem Toxicol* 2006;44(10):1674-81.
- Marai I, Massalha S. Effect of omega-3 polyunsaturated fatty acids and vitamin D on cardiovascular diseases. *Isr Med Assoc J* 2014;16(2):117-21.
- Valenzuela R, Tapia G, González M, Valenzuela A. Omega-3 fatty acids (EPA and DHA) and its application in diverse clinical situations. *Rev Chil Nutr* 2011;38:356-367.
- Di Costanzo J. Paleolithic nutrition: a model for the future?. *Curr Op Clin Nutr Metab* 2000;3:87-92.
- Sarolic M, Gugic M, Tuberoso CI, Jerkovic I, Suste M, Marjanovic Z, et al. Volatile profile, phytochemicals and antioxidant activity of virgin olive oils from Croatian autochthonous varieties Masnjaca and Krvavica in comparison with Italian variety Leccino. *Molecules* 2014;19(1):881-95.
- Massaro M, Scoditti E, Carluccio MA, De Caterina R. Nutra-ceuticals and prevention of atherosclerosis: focus on omega-3 polyunsaturated fatty acids and Mediterranean diet polyphenols. *Cardiovasc Ther* 28(4):e13-9.
- Henkel J. Soy. Health claims for soy protein, questions about other components. *FDA consumer* 2000;34(3):13-5.
- Li Y, Ma WJ, Qi BK, Rokayya S, Li D, Wang J, et al. Blending of soybean oil with selected vegetable oils: impact on oxidative stability and radical scavenging activity. *Asian Pac J Cancer Prev* 2014;15(6):2583-9.
- Rauen-Miguel, Esteves W, Barrera-Arellano D. Determinación del período de inducción de aceite de soja - Correlación entre el Rancimat y otros índices. *Grasas y Aceites* 1992;43:119-22.
- Vega-Lopez S, Ausman LM, Jalbert SM, Erkkila AT, Lichtenstein AH. Palm and partially hydrogenated soybean oils adversely alter lipoprotein profiles compared with soybean and canola oils in moderately hyperlipidemic subjects. *Am J Clin Nutr* 2006;84(1):54-62.
- Holguin F, Tellez-Rojo MM, Lazo M, Mannino D, Schwartz J, Hernandez M, et al. Cardiac autonomic changes associated with fish oil vs soy oil supplementation in the elderly. *Chest* 2005;127(4):1102-7.
- Vinayagamoorthi R, Bobby Z, Sridhar MG. Antioxidants preserve redox balance and inhibit c-Jun-N-terminal kinase pathway while improving insulin signaling in fat-fed rats: evidence for the role of oxidative stress on IRS-1 serine phosphorylation and insulin resistance. *J Endocrinol* 2008;197(2):287-96.
- Penumetcha M, Schneider MK, Cheek HA, Karabina S. A diet containing soybean oil heated for three hours increases adipose tissue weight but decreases body weight in C57BL/6 J mice. *Lipids Health Dis* 2013;12:26.
- Ribeiro Junior RF, Fernandes AA, Meira EF, Batista PR, Siman FD, Vassallo DV, et al. Soybean oil increases SERCA2a expression and left ventricular contractility in rats without change in arterial blood pressure. *Lipids Health Dis* 2010;9:53.
- Aguila MB, Pinheiro AR, Aquino JC, Gomes AP, Mandarim-de-Lacerda CA. Different edible oil beneficial effects (canola oil, fish oil, palm oil, olive oil, and soybean oil) on spontaneously hypertensive rat glomerular enlargement and glomeruli number. *Prostaglandins Other Lipid Mediat* 2005;76(1-4):74-85.
- Papazzo A, Conlan XA, Lexis L, Lewandowski PA. Differential effects of dietary canola and soybean oil intake on oxidative stress in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *Lipids Health Dis* 2011;10:98.
- Druart C, Dewulf EM, Cani PD, Neyrinck AM, Thissen JP, Delzenne NM. Gut microbial metabolites of polyunsaturated fatty acids correlate with specific fecal bacteria and serum markers of metabolic syndrome in obese women. *Lipids* 2014;49(4):397-402.
- AbuGhazaleh AA, Holmes LD. Diet supplementation with fish oil and sunflower oil to increase conjugated linoleic levels in milk fat of partially grazing dairy cows. *J Dairy Sci* 2007;90(6):2897-904.
- Laugerette F, Vors C, Geloan A, Chauvin MA, Soulage C, Lambert-Porcheron S, et al. Emulsified lipids increase endotoxemia: possible role in early postprandial low-grade inflammation. *J Nutr Biochem* 2011;22(1):53-9.
- Bjermo H, Iggman D, Kullberg J, Dahlman I, Johansson L, Persson L, et al. Effects of n-6 PUFAs compared with SFAs on liver fat, lipoproteins, and inflammation in abdominal obesity: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2012;95(5):1003-12.
- Rastogi T, Reddy KS, Vaz M, Spiegelman D, Prabhakaran D, Willett WC, et al. Diet and risk of ischemic heart disease in India. *Am J Clin Nutr* 2004;79(4):582-92.
- Madigan C, Ryan M, Owens D, Collins P, Tomkin GH. Dietary unsaturated fatty acids in type 2 diabetes: higher levels of postprandial lipoprotein on a linoleic acid-rich sunflower oil diet compared with an oleic acid-rich olive oil diet. *Diabetes Care* 2000;23(10):1472-7.

33. Laugerette F, Furet JP, Debard C, Daira P, Loizon E, Geloën A, et al. Oil composition of high-fat diet affects metabolic inflammation differently in connection with endotoxin receptors in mice. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2012;302(3):E374-86.
34. Masi LN, Martins AR, Rosa Neto JC, do Amaral CL, Crisma AR, Vinolo MA, et al. Sunflower oil supplementation has pro-inflammatory effects and does not reverse insulin resistance in obesity induced by high-fat diet in C57BL/6 mice. *J Biomed Biotechnol* 2012;2012:945131.
35. Zaman MM, Martin CR, Andersson C, Bhutta AQ, Cluette-Brown JE, Laposata M, et al. Linoleic acid supplementation results in increased arachidonic acid and eicosanoid production in CF airway cells and in cfr-/- transgenic mice. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 299(5):L599-606.
36. Lambert EV, Goedecke JH, Bluett K, Heggie K, Claassen A, Rae DE, et al. Conjugated linoleic acid versus high-oleic acid sunflower oil: effects on energy metabolism, glucose tolerance, blood lipids, appetite and body composition in regularly exercising individuals. *Br J Nutr* 2007;97(5):1001-11.
37. Fattore E, Bosetti C, 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(6):1331-50.
38. Sundram K, Sambanthamurthi R, Tan YA. Palm fruit chemistry and nutrition. *Asia Pac J Clin Nutr* 2003;12(3):355-62.
39. Bosch V, Aular A, Medina J, Ortiz N, Apitz R. Changes in of plasma lipoproteins after the use of palm oil in the diet of a group healthy adults. *Arch Latinoam Nutr* 2002;52(2):145-50.
40. Salinas N, Márquez M, Sutil R, Pacheco E, Muñoz M, Gómez M. Evaluación del efecto de un aceite de palma parcialmente refinado con un alto contenido en micronutrientes sobre el perfil lipídico de ratas. *Invest Clín V* 2008;49:5-16.
41. Edem DO. Palm oil: biochemical, physiological, nutritional, hematological, and toxicological aspects: a review. *Plant Foods Hum Nutr* 2002;57(3-4):319-41.
42. Muller H, Seljeflot I, Solvoll K, Pedersen JI. Partially hydrogenated soybean oil reduces postprandial t-PA activity compared with palm oil. *Atherosclerosis* 2001;155(2):467-76.
43. Ong AS, Goh SH. Palm oil: a healthful and cost-effective dietary component. *Food Nutr Bull* 2002;23(1):11-22.
44. Salinas N, Marquez M, Sutil R, Pacheco E, Munoz M, Gomez ME. Effect of partially refined palm oil in lipid profile in rats. *Invest Clin* 2008;49(1):5-16.
45. Giacomini M, Bosch, V. Efecto de dietas con aceites de palma, girasol o pescado sobre la susceptibilidad a la oxidación de las lipoproteínas LDL - HDL del plasma de la rata. *An Venez Nutr* 2008;21:20-4.
46. Wilson TA, Nicolosi RJ, Kotyla T, Sundram K, Kritchevsky D. Different palm oil preparations reduce plasma cholesterol concentrations and aortic cholesterol accumulation compared to coconut oil in hypercholesterolemic hamsters. *J Nutr Biochem* 2005;16(10):633-40.
47. Kaul N, Devaraj S, Jialal I. Alpha-tocopherol and atherosclerosis. *Exp Biol Med (Maywood)* 2001;226(1):5-12.
48. Esterhuysen JS, van Rooyen J, Strijdom H, Bester D, du Toit EF. Proposed mechanisms for red palm oil induced cardioprotection in a model of hyperlipidaemia in the rat. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2006;75(6):375-84.
49. Torres B, Coutiño B, Estrada A, Orozco A, Varela A, Contreras S, et al. Selection for oil content in kernels of maize varieties of the comiteco race from Chiapas, Mexico. *Agrociencia* 2010;44(6):679-89.
50. Haggag Mel S, Elsanhoty RM, Ramadan MF. Impact of dietary oils and fats on lipid peroxidation in liver and blood of albino rats. *Asian Pac J Trop Biomed* 2014;4(1):52-8.
51. Oluba O, Adeyemi O, Ojeh G, Isisio I. Fatty acid composition of Citrullus lanatus (egusi melon) and its effect on serum lipids and some serum enzymes. *Inter J Cardio Res* 2008;5(2-10).
52. Nilsen DW, Albrektsen G, Landmark K, Moen S, Aarsland T, Woie L. Effects of a high-dose concentrate of n-3 fatty acids or corn oil introduced early after an acute myocardial infarction on serum triacylglycerol and HDL cholesterol. *Am J Clin Nutr* 2001;74(1):50-6.
53. Connor SL, Connor WE. Are fish oils beneficial in the prevention and treatment of coronary artery disease?. *Am J Clin Nutr* 1997;66(4 Suppl):1020S-31S.
54. Escrich E, Solanas M, Soler M, Ruiz de Villa MC, Sanchez JA, Segura R. Dietary polyunsaturated n-6 lipids effects on the growth and fatty acid composition of rat mammary tumors. *J Nutr Biochem* 2001;12(9):536-49.
55. Solanas M, Hurtado A, Costa I, Moral R, Menendez JA, Colomer R, et al. Effects of a high olive oil diet on the clinical behavior and histopathological features of rat DMBA-induced mammary tumors compared with a high corn oil diet. *Int J Oncol* 2002;21(4):745-53.
56. Moral R, Escrich R, Solanas M, Vela E, Costa I, de Villa MC, et al. Diets high in corn oil or extra-virgin olive oil provided from weaning advance sexual maturation and differentially modify susceptibility to mammary carcinogenesis in female rats. *Nutr Cancer* 2011;63(3):410-20.
57. Escrich E, Solanas M, Moral R, Costa I, Grau L. Are the olive oil and other dietary lipids related to cancer? Experimental evidence. *Clin Transl Oncol* 2006;8(12):868-83.
58. Moral R, Solanas M, Garcia G, Colomer R, Escrich E. Modulation of EGFR and neu expression by n-6 and n-9 high-fat diets in experimental mammary adenocarcinomas. *Oncol Rep* 2003;10(5):1417-24.
59. Turgeon J, Dussault S, Maingrette F, Groleau J, Haddad P, Perez G, et al. Fish oil-enriched diet protects against ischemia by improving angiogenesis, endothelial progenitor cell function and postnatal neovascularization. *Atherosclerosis* 2013;229(2):295-303.
60. Carnevale R, Pignatelli P, Nocella C, Loffredo L, Pastori D, Vicario T, et al. Extra virgin olive oil blunt post-prandial oxidative stress via NOX2 down-regulation. *Atherosclerosis* 2014;235(2):649-58.
61. Jones PJ, Senanayake VK, Pu S, Jenkins DJ, Connelly PW, Lamarche B, et al. DHA-enriched high-oleic acid canola oil improves lipid profile and lowers predicted cardiovascular disease risk in the canola oil multicenter randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2014;100(1):88-97.
62. Mataix J, Ochoa JJ, Quiles JL. Olive oil and mitochondrial oxidative stress. *Int J Vitam Nutr Res* 2006;76(4):178-83.
63. Perona JS, Cabello-Moruno R, Ruiz-Gutierrez V. The role of virgin olive oil components in the modulation of endothelial function. *J Nutr Biochem* 2006;17(7):429-45.
64. Relas H, Gylling H, Miettinen TA. Dietary squalene increases cholesterol synthesis measured with serum non-cholesterol sterols after a single oral dose in humans. *Atherosclerosis* 2000;152(2):377-83.
65. Eder E, Wacker M, Lutz U, Nair J, Fang X, Bartsch H, et al. Oxidative stress related DNA adducts in the liver of female rats fed with sunflower-, rapeseed-, olive- or coconut oil supplemented diets. Oxidative stress related DNA adducts in the liver of female rats fed with sunflower-, rapeseed-, olive- or coconut oil supplemented diets. 2006;159(2):81-9.
66. Faine LA, Diniz YS, Galhardi CM, Rodrigues HG, Borneiko RC, Santana LS, et al. Synergistic action of olive oil supplementation and dietary restriction on serum lipids and cardiac antioxidant defences. *Can J Physiol Pharmacol* 2004;82(11):969-75.
67. Lopez-Miranda J, Perez-Jimenez F, Ros E, De Caterina R, Badimon L, Covas MI, et al. Olive oil and health: summary of the II international conference on olive oil and health consensus report, Jaen and Cordoba (Spain) 2008 *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2010;20(4):284-94.
68. Buckland G, Mayen AL, Agudo A, Travier N, Navarro C, Huerta JM, et al. Olive oil intake and mortality within the Spanish population (EPIC-Spain). *Am J Clin Nutr* 2012;96(1):142-9.
69. Kris-Etherton PM, Yu S. Individual fatty acid effects on plasma lipids and lipoproteins: human studies. *Am J Clin Nutr* 1997;65(5 Suppl):1628S-44S.
70. Lasa A, Miranda J, Bullo M, Casas R, Salas-Salvado J, Larretxi I, et al. Comparative effect of two Mediterranean diets versus a low-fat diet on glycaemic control in individuals with type 2 diabetes. *Eur J Clin Nutr* 2014;68(7):767-72.

71. Sánchez-Muniz F. J., Bastida S., Gutiérrez-García O., Carbajal A. Olive oil-diet improves the simvastatin effects with respect to sunflower oil-diet in men with increased cardiovascular risk: A preliminary study. *Nutr Hosp* 2009; 24: 333-339.
72. Sanchez-Muniz FJ, Bastida S, Gutierrez-Garcia O, Carbajal A. Olive oil-diet improves the simvastatin effects with respect to sunflower oil-diet in men with increased cardiovascular risk: a preliminary study. *Nutr Hosp* 2009;24(3):333-9.
73. Ferrara LA, Raimondi AS, d'Episcopo L, Guida L, Dello Russo A, Marotta T. Olive oil and reduced need for antihypertensive medications. *Arch Intern Med* 2000;160(6):837-42.
74. Demeure F, Hanin FX, Bol A, Vincent MF, Pouleur AC, Gerber B, et al. A Randomized Trial on the Optimization of 18F-FDG Myocardial Uptake Suppression: Implications for Vulnerable Coronary Plaque Imaging. *J Nucl Med* 2014;55(10):1629-35.
75. Alonso A, Ruiz-Gutierrez V, Martinez-Gonzalez MA. Monounsaturated fatty acids, olive oil and blood pressure: epidemiological, clinical and experimental evidence. *Public Health Nutr* 2006;9(2):251-7.
76. Corrocher R, Pagnan A, Ambrosio GB, Ferrari S, Olivieri O, Guarini P, et al. Effects induced by olive oil-rich diet on erythrocytes membrane lipids and sodium-potassium transports in postmenopausal hypertensive women. *J Endocrinol Invest* 1992;15(5):369-76.
77. Ruiz-Gutierrez V, Muriana FJ, Guerrero A, Cert AM, Villar J. Plasma lipids, erythrocyte membrane lipids and blood pressure of hypertensive women after ingestion of dietary oleic acid from two different sources. *J Hypertens* 1996;14(12):1483-90.
78. Gonzalez L., Rodriguez B. y Carballo L. Importancia de los aspectos nutricionales en el proceso inflamatorio de pacientes con artritis reumatoide: una revisión. *Nutr Hosp* 2014; (29): 237-245.
79. Galera R, García E, M. Vázquez A, Ortiz M, López E, González M, Garrido P y Bonillo A. Factores asociados a insulinoemia en población general adolescente. *Nutr Hosp* 2013; (28): 1610-1614.
80. Marí-Sanchis A., Beunza J. J., Bes-Rastrollo M., Toledo E., Basterra Gortariz F. J., Serrano-Martínez M. Martínez-González M. A. Consumo de aceite de oliva e incidencia de diabetes mellitus en la cohorte española seguimiento Universidad de Navarra (SUN). *Nutr Hosp* 2011; 26: 137-143.
81. Puertollano MA., Puertollano E., Álvarez de Cienfuegos G y de Pablo MA. Aceite de oliva, sistema inmune e infección. *Nutr Hosp* 2010; (25): 1-8.
82. The Biology of Brassica napus L. (Canola). Version 2: 2008. 2015 [cited 16 enero 2015]; Available from: at:[http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/canola-3/\\$FILE/biologycanola08_2.pdf](http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/canola-3/$FILE/biologycanola08_2.pdf).
83. Bozcali E, Suzer O, GURSOY HN, Atukeren P, Gumustas KM. Effects of erucic acid supplemented feeding on chronic doxorubicin toxicity in rats. *Int J Clin Exp Med* 2009;2(4):337-47.
84. Lin L, Allemekinders H, Dansby A, Campbell L, Durance-Tod S, Berger A, et al. Evidence of health benefits of canola oil. *Nutr Rev* 2013;71(6):370-85.
85. Johnson G. Petition for the Authorization of a Qualified Health Claim for Unsaturated Fatty Acids from Canola Oil and Reduced Risk of Coronary Heart EE.UU.: <http://www.fda.gov/food/ingredientspackaginglabeling/labelingnutrition/ucm072958.htm>; 2006 [cited 2014 31 Julio].
86. Gebauer SK, Psota TL, Harris WS, Kris-Etherton PM. n-3 fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. *Am J Clin Nutr* 2006;83(6 Suppl):1526S-35S.
87. Johnson GH, Keast DR, Kris-Etherton PM. Dietary modeling shows that the substitution of canola oil for fats commonly used in the United States would increase compliance with dietary recommendations for fatty acids. *J Am Diet Assoc* 2007;107(10):1726-34.
88. Gunstone F. Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses. . Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.: http://health120years.com/cn/pdf/hd_Vegetable.Oils.pdf; 2011 [cited 2014 31 Julio].
89. Senanayake VK, Pu S, Jenkins DA, Lamarche B, Kris-Etherton PM, West SG, et al. Plasma fatty acid changes following consumption of dietary oils containing n-3, n-6, and n-9 fatty acids at different proportions: preliminary findings of the Canola Oil Multicenter Intervention Trial (COMIT). *Trials* 2014;15(1):136.
90. Giacopini de Zambrano MI. El aceite canola y sus efectos en la salud. *An Venez Nutr* 2012;25:94-9.
91. Gillingham LG, Gustafson JA, Han SY, Jassal DS, Jones PJ. High-oleic rapeseed (canola) and flaxseed oils modulate serum lipids and inflammatory biomarkers in hypercholesterolaemic subjects. *Br J Nutr* 2011;105(3):417-27.
92. Hodson L, Skeaff CM, Chisholm WA. The effect of replacing dietary saturated fat with polyunsaturated or monounsaturated fat on plasma lipids in free-living young adults. *Eur J Clin Nutr* 2001;55(10):908-15.
93. Iggman D, Gustafsson IB, Berglund L, Vessby B, Marckmann P, Riserus U. Replacing dairy fat with rapeseed oil causes rapid improvement of hyperlipidaemia: a randomized controlled study. *J Intern Med* 2011;270(4):356-64.
94. Gulesserian T, Widhalm K. Effect of a rapeseed oil substituting diet on serum lipids and lipoproteins in children and adolescents with familial hypercholesterolemia. *J Am Coll Nutr* 2002;21(2):103-8.
95. Schwab US, Vogel S, Lammi-Keefe CJ, Ordovas JM, Schaefer EJ, Li Z, et al. Varying dietary fat type of reduced-fat diets has little effect on the susceptibility of LDL to oxidative modification in moderately hypercholesterolemic subjects. *J Nutr* 1998;128(10):1703-9.
96. Gillingham LG, Harris-Jan S, Jones PJ. Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors. *Lipids* 2011;46(3):209-28.
97. Uusitupa M, Schwab U, Makimattila S, Karhapaa P, Sarkkinen E, Maliranta H, et al. Effects of two high-fat diets with different fatty acid compositions on glucose and lipid metabolism in healthy young women. *Am J Clin Nutr* 1994;59(6):1310-6.
98. Titov VN, Rozhkova TA, Ameliushkina VA. The clinical biochemistry of hyperlipemia and hyperglycemia. Insulin and metabolism of fatty acids. Hypoglycemic effect of hyperlipemicpharmaceuticals. *Klin Lab Diagn* 2014(3):4-13.
99. Simopoulos AP. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomed Pharmacother* 2006;60(9):502-7.
100. Lands WE. Dietary fat and health: the evidence and the politics of prevention: careful use of dietary fats can improve life and prevent disease. *Ann N Y Acad Sci* 2005;1055:179-92.
101. Fritsche KL. Too much linoleic acid promotes inflammation-doesn't it?. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2008;79(3-5):173-5.