

## **Ingredientes de productos animales y vegetales. Ácido oléico, ácidos poliinsaturados y otros lípidos**

Manuela Juárez

Instituto del Frío (CSIC)

Los lípidos figuran entre los constituyentes más importantes de los alimentos, en razón de aspectos nutritivos y por las características físicas y organolépticas que imparten a los mismos. Están constituidos fundamentalmente por triglicéridos, con pequeñas cantidades de fosfolípidos, esteroides y otros compuestos minoritarios tales como vitaminas liposolubles, alcoholes, hidrocarburos, etc. Además de representar la mayor fuente de energía para el organismo, son nutrientes esenciales e imprescindible para la vida como componentes de las membranas celulares y hay evidencias científicas que demuestran que además tienen componentes con propiedades saludables. Los ácidos grasos, constituyentes de los triglicéridos, pueden ser precursores de moléculas fundamentales cuya actividad puede ser más o menos intensa en el organismo, aunque se han atribuido aspectos negativos para la salud en algunos de ellos.

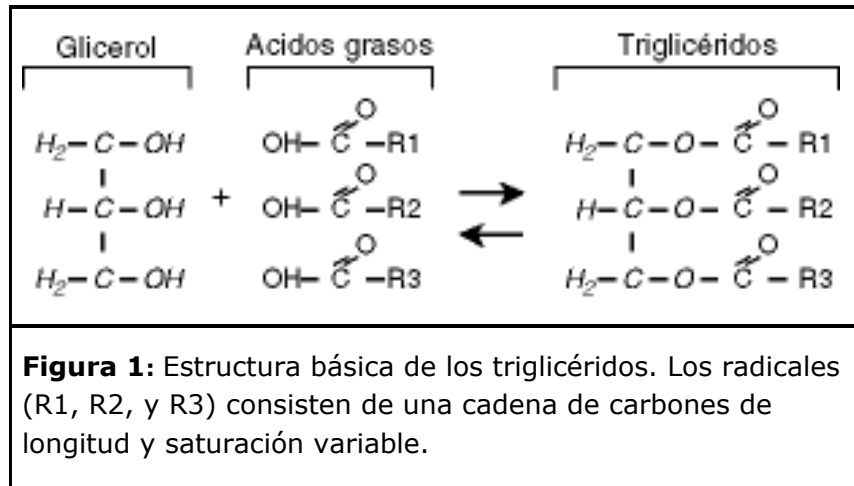
**Estructura y función de los lípidos.-** Los lípidos son moléculas orgánicas formadas básicamente por carbono e hidrógeno y oxígeno en porcentajes mucho más bajos. Son insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos.

Los lípidos de la dieta, como se ha indicado, además de suministrar energía pueden incidir en distintas acciones fisiológicas. Son imprescindibles para el transporte y absorción de las vitaminas liposolubles (vitaminas A, D, E y K) y la síntesis de eicosanoides y hormonas.

Los **triglicéridos** actúan como reserva energética del organismo y son fuente de ácidos grasos esenciales. Son ésteres del glicerol con ácidos grasos de diferente longitud de cadena y grado de insaturación (Figura 1).

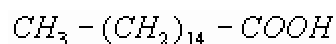
Los **ácidos grasos** están constituidos por cadenas alifáticas de carbono e hidrógeno unidas a un resto carbonilo. Los ácidos grasos pueden ser almacenados en el organismo

como triglicéridos, o en las membranas como fosfolípidos u otros lípidos complejos. Son componentes esenciales y con gran interés desde el punto de vista nutricional, ya que el tipo de ácido graso y su posición en la molécula de los triglicéridos determina las características de las membranas, tales como la fluidez, flexibilidad y otras propiedades.

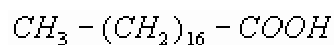


Los ácidos grasos saturados (AGS) como el palmítico (C16:0) y el esteárico (C18:0) tienen en su mayoría estructuras lineales, con un número par de átomos de carbono unidos por enlaces simples (Figura 2). Los alimentos de origen animal, tienen un contenido en ácidos saturados más alto que los de origen vegetal.

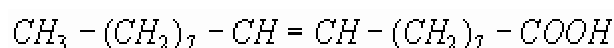
**Ácido palmítico:**



**Ácido estearico:**

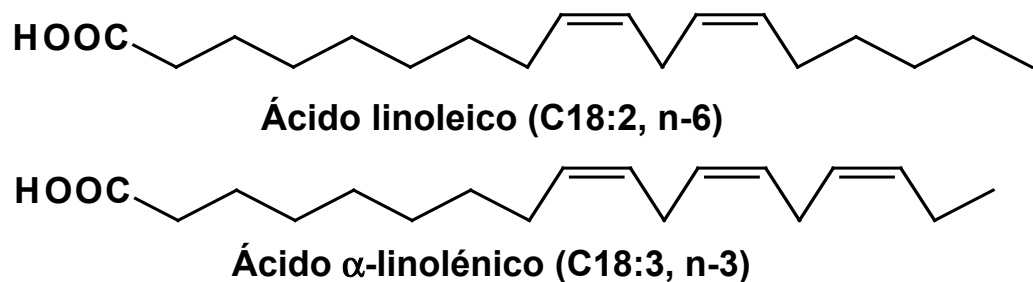


**Ácido oleico:**



**Figura 2.** Estructura de los ácidos palmítico, esteárico y oleico

Los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) contienen un doble enlace, como el ácido oleico (*cis* 18:1 n-9) que está presente en casi todas las grasas animales y en aceites vegetales, especialmente en el aceite de oliva, donde puede alcanzar hasta un 80%, (Figura 2). Finalmente, los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) con más de un doble enlace, se denominan en base a la posición del último doble enlace respecto al metilo terminal de la molécula. Así, hay dos familias, los AGPI de la serie n-6 y los n-3. El principal ácido graso de la serie n-6 es el linoleico (LA, 18:2 n-6) (Figura 3), ampliamente distribuido en las plantas, principalmente en los aceites de semillas vegetales como el maíz, girasol y soja, precursor del ácido araquidónico (AA, 20:4 n-6) en los mamíferos, y por lo tanto presente en los alimentos de origen animal. Por otra parte, el ácido  $\alpha$ -linolénico (LNA, 18:3 n-3) predomina en plantas de hoja verde oscuro y en los aceites de semillas de soja, lino, colza, nueces, grosella y otras frutas rojas, mientras que, los animales marinos son ricos en eicosapentaenoico (EPA, 20:5 n-3) y docosahexaenoico (DHA, 22:6 n-3) (Figura 4), al igual que las algas y el plancton marino de los cuales se alimentan y que constituyen las fuentes primarias de AGPI n-3.



**Figura 3. Estructura de los ácidos linoleico y linolénico**

La mayoría de los ácidos grasos pueden ser sintetizados por los mamíferos a partir de los hidratos de carbono de la dieta, pero el LA y el LNA no pueden ser sintetizados de forma endógena y se denominan “ácidos grasos esenciales”.

**EPA:**

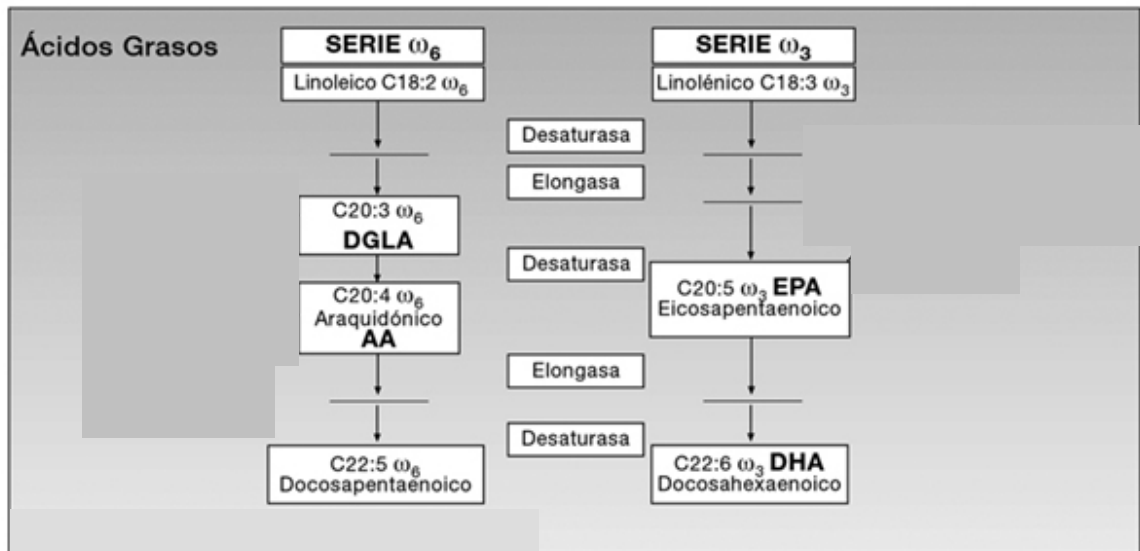


**DHA:**



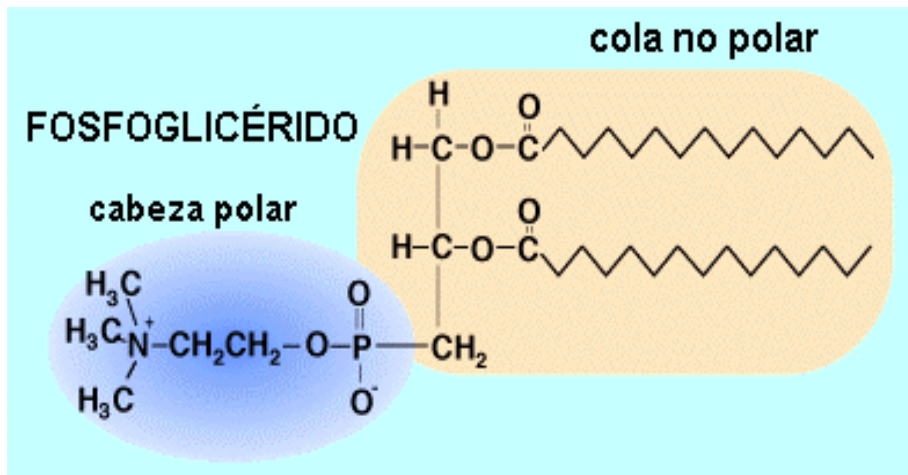
**Figura 4.-Estructura de ácidos  $\omega$ -3 eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA)**

Los ácidos grasos de las series n-6 y n-3 son precursores de eicosanoides y otros compuestos biológicamente activos. El LNA se convierte en EPA y en DHA, pero la capacidad de tal conversión es limitada, viéndose afectada por diversos factores, incluida la propia acción limitante de la presencia de ácidos grasos n-6 (ácidos linoleico y araquidónico) en la dieta, ya que compite con las mismas enzimas, desaturasas y elongasas (Figura 5).



**Figura 5.- METABOLISMO DE LOS ÁCIDOS POLIINSATURADOS n-6 y n-3**

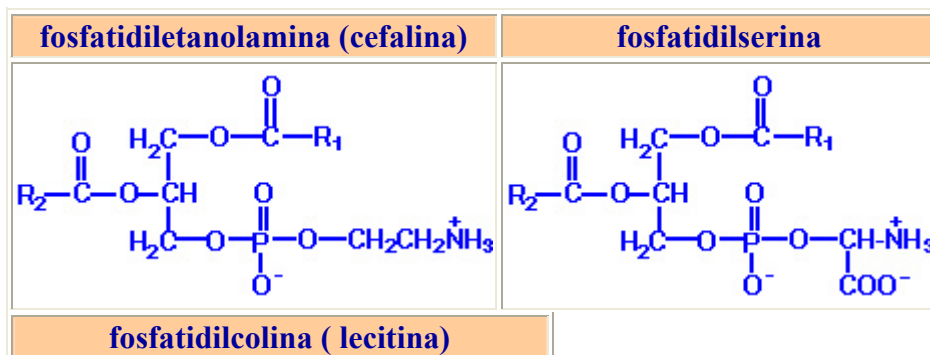
**Lípidos complejos.**- Los *lípidos complejos*, entre los que predominan los fosfolípidos, son ésteres fosfóricos de glicerol y de ácidos grasos con una base nitrogenada, un amino-alcohol (Figuras 6 y 7).

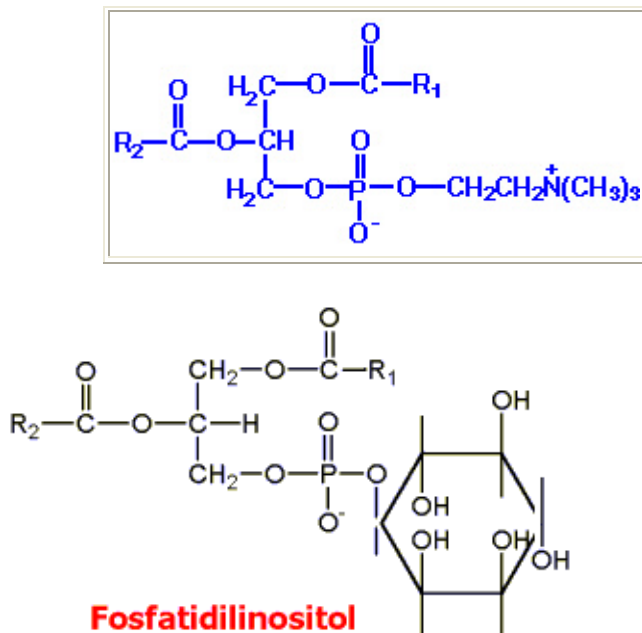


**Figura 6. Molécula de fosfolípido**

Son componentes de la bicapa lipídica de las membranas celulares y a algunos de los cuales se le atribuyen propiedades de interés para la salud. Los más abundantes son:

- fosfatidil-colina (lecitina)
- fosfatidil-etanolamina (cefalina)
- fosfatidil-serina
- fosfatidil-inositol

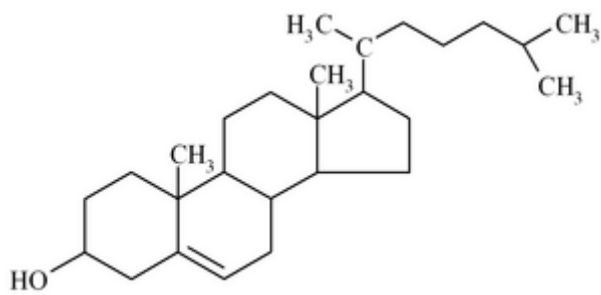




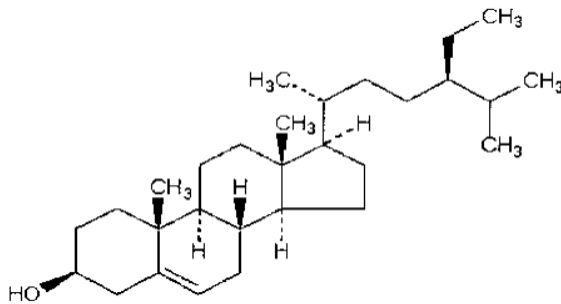
**Figura 7. Estructura de distintos fosfolípidos**

**Otros componentes no glicéridos de las grasas.**-Las grasas de los alimentos contienen una gran variedad de componentes en pequeñas concentraciones, de interés por sus implicaciones en la salud, principalmente por sus actividades como antioxidantes. Entre ellos se puede encontrar vitaminas liposolubles, como las vitaminas A, D y E, esteroides, carotenoides (los más frecuentes son los  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ -carotenos precursores de la vitamina A), y escualeno. A este último compuesto se le atribuyen propiedades anticancerígenas. Por otra parte, algunos aceites, como el de oliva virgen, son vehículo de compuestos fenólicos con elevado poder antioxidante.

El **colesterol** es el principal esteroide de los productos animales. Resulta esencial para la vida ya que forma parte de membranas celulares y es precursor de componentes de interés, tales como hormonas, ácidos biliares y vitamina D. Sin embargo, su acumulación en el plasma sanguíneo y en los tejidos por encima de los niveles normales resulta perjudicial para la salud. En las grasas y aceites de origen vegetal los esteroides mayoritarios son fitosteroides, el mayoritario es el  **$\beta$ -sitosterol**, que es el 24-metileno-colesterol (Figura 8).



**Colesterol**



**β-sitosterol**

**Figura 8. Estructura química del colesterol y β-sitosterol**

### **Aceites y grasas de los alimentos**

Los aceites y grasas comestibles provienen de las fracciones lipídicas de plantas y animales extraídas o separadas por diversos medios y algunas de sus características dependen de los procesos de obtención.

### **Aceites vegetales**

En el caso de los aceites la separación se puede hacer por prensado en frío o en caliente, o por medio de disolventes para su posterior refinación/desodorización. La tabla 1 muestra la composición en ácidos grasos de los principales aceites vegetales comestibles. Como se ha indicado el aceite de oliva es la más rica en ácidos monoinsaturados, como el ácido oleico, mientras que las de girasol y soja son ricas en ácidos poliinsaturados sobre todo linoleico (n-6). El tipo y la proporción de ácidos grasos que forman parte de los triglicéridos determinan las propiedades físicas, químicas y nutricionales del aceite.

Los principales aceites vegetales producidos en nuestro país, oliva y girasol, se consumen como aceite virgen y refinado, respectivamente. Las altas temperaturas del proceso de refinación pueden destruir parcialmente pigmentos, vitamina E y reducir la cantidad de carotenos. Como se ha indicado el aceite de oliva tiene compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes; hidroxitirosol y tirosol son los dos principales compuestos fenólicos del aceite de oliva, cuyo contenido también disminuye en el proceso de refinado.

Los aceites son relativamente estables frente a los tratamientos térmicos, aunque condiciones de elevada temperatura y concentración de oxígeno, así como la presencia de metales, pueden condicionar la oxidación que se desarrolla a través de un mecanismo

<b>TABLA 1. COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DE ACEITES DE ORIGEN VEGETAL</b>							
Ácido graso		<b>ALGODON</b>	<b>SOJA</b>	<b>GIRASOL</b>	<b>COLZA</b>	<b>MAIZ</b>	<b>OLIVA</b>
	C<14	-	-	-	-	-	-
Mirístico	C14:0	1,0	tr.	-	tr.	tr.	tr.
Palmitico	C16:0	23,8	10,1	6,1	5,0	10,7	10,0
Palmitoleico	C16:1	1,0	tr.	tr.	tr.	<1,0	tr.
Estearico	C18:0	2,5	4,5	4,0	2,0	2,4	3,5
Oleico	C18:1	18,8	22,4	22,5	57,5	27,1	79,0
Linoleico	C18:2	50,2	53,0	62,2	20,5	55,8	6,3
Linolénico	C18:3	tr.	7,8	<1,0	8,5	1,0	tr.
	C <sub>&gt;=20</sub>	tr.	1,1	1,1	4,6	<1,0	tr.

de reacción en cadena de radicales libres y cuya consecuencia sensorial, más representativa, es la aparición de la rancidez. Los ácidos grasos insaturados, especialmente aquellos con dos o más dobles enlaces son sensibles a la luz, la temperatura y el oxígeno.

La degradación térmica de los ácidos grasos conduce inevitablemente a la formación de numerosos compuestos polares acíclicos y cíclicos y de polímeros, muchos de ellos de



carácter tóxico. En términos prácticos, la degradación sólo ocurre en procesos de fritura o asado y es directamente proporcional al grado de insaturación de los aceites o grasas empleados e inversamente proporcional a su contenido en antioxidantes. Los aceites con elevado contenido en ácidos grasos monoinsaturados son muy estables, especialmente si su contenido en antioxidantes naturales o añadidos tras el proceso de refinación es elevado. El aceite de oliva virgen, debido a su elevado contenido en tocoferoles y carotenos con actividad antioxidante es el producto, dentro de los aceites con alta concentración de ácidos grasos monoinsaturados, de mayor estabilidad frente a la oxidación. Por el contrario, los aceites con elevado contenido en ácidos grasos poliinsaturados, como el aceite de soja sufren grandes transformaciones durante los procesos de fritura con formación rápida de compuestos polares y polímeros tóxicos. En cualquier caso, para minimizar el potencial de oxidación de un alimento, es necesario el manejo adecuado de las materias primas desde su recolección y promover una serie de requisitos de protección frente al oxígeno, calor y la presencia de iones metálicos.

Recientemente se comercializan aceites de semillas modificadas genéticamente, que tienen composiciones en ácidos grasos muy diferentes de los aceites convencionales y pueden ser utilizados en aplicaciones variadas dependiendo de su composición, tal como el girasol alto oleico, con una composición en ácidos grasos comparable al de oliva.

Otro tema de interés es el desarrollo de aceites y grasas de baja digestibilidad, (particularmente de aquellos susceptibles de ser utilizados en aplicaciones a elevada temperatura), proporcionan a los alimentos las mismas características organolépticas que los aceites pero se caracterizan por no ser hidrolizados por la lipasa pancreática y, por tanto, no son absorbidos, por lo que se pueden utilizar como sustitutos no calóricos de las grasas comestibles. Tal es el caso de los poliésteres de sacarosa con ácidos grasos, actualmente utilizados para la preparación de productos fritos de gran consumo y baja participación en la dieta.

### **Grasas de origen animal**

En este grupo se incluyen la mantequilla, sebo, grasa de cerdo y aceites de animales marinos. La manteca de cerdo es la grasa de depósito del animal, se obtiene por fusión de los tejidos adiposos a temperatura moderada, separando la grasa de otras partes de

tejidos. Los sebos se obtienen por fusión del tejido adiposo sobre todo de animales bovinos. La grasa de leche se tratará más tarde.

Tienen una composición en ácidos grasos más rica en ácidos saturados que los aceites vegetales, aunque los aceites de pescado son ricos en ácidos poliinsaturados n-3 de cadena larga. La Tabla 2 muestra la composición en ácidos grasos de grasa animales, sebo y grasa de cerdo, y de grasas vegetales con altos contenidos en ácidos saturados.

<b>TABLA 2.- COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DE GRASAS VEGETALES Y ANIMALES</b>						
<b>Ácido graso</b>		<b>Coco</b>	<b>Palma</b>	<b>M. Cacao</b>	<b>M. Cerdo</b>	<b>Sebo</b>
<b>Caproico</b>	C6	0-0,8				
<b>Caprílico</b>	C8	5,5-9,9			*	**
<b>Cáprico</b>	C10	4,5-9,5			*	**
<b>Láurico</b>	C12	44-52			*	**
<b>Mirístico</b>	C14	13-19	1,1-2,5		*	**
<b>Palmítico</b>	C16	7,5-10,5	40-46	26,2	26-32	24-33
<b>Palmitoleico</b>	C16:1	0-1,3	0-1,2		2-5	1,9-2,7
<b>Estearico</b>	C18	1-3,0	3,6-4,7	34,4	12-16,0	14-29
<b>Oleico</b>	C18:1	5-8,0	39-45	37,3	41-51	39-50
<b>Linoleico</b>	C18:2	1,5-2,5	7-11,0	2,1	3-14,0	1-4,0
<b>Linolénico</b>	C18:3	0,1		0,2	0,2-1,4	0,2-0,6

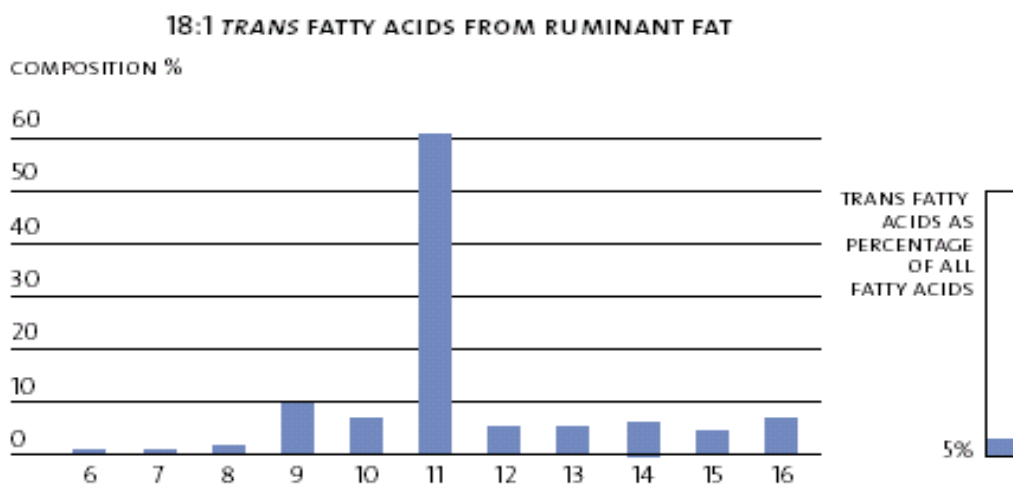
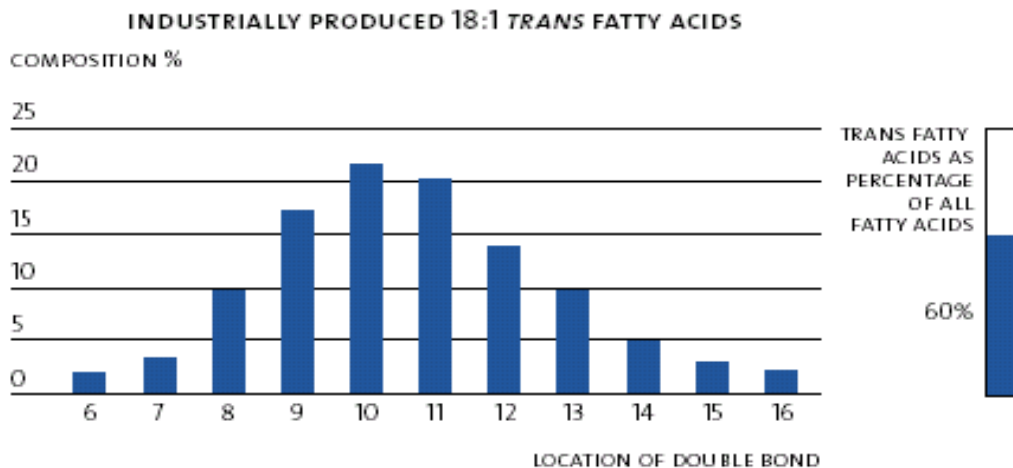
\* C8-C14= Tr-1,1

\*\* C8-C14= 2-8,2

**Ácidos grasos trans.**- Tanto las grasas animales como los aceites tropicales (coco y palma) son ricos en ácidos grasos saturados que han sido relacionados con numerosos riesgos para la salud. Por parte de las autoridades sanitarias y en interés de los consumidores se ha recomendado reducir la cantidad de grasas animales (sebo y grasa de leche) y aceites tropicales (manteca de cacao, aceite de coco y de palma) en los productos alimenticios. Una alternativa era reformular los productos sustituyendo estas grasas saturadas por aceites vegetales. Sin embargo, los aceites vegetales son líquidos a temperatura ambiente por lo que deben ser procesados por hidrogenación, fraccionamiento o interesterificación. El fraccionamiento, tiene como objetivo obtener dos fracciones de distinto punto de fusión: fracción líquida o aceite de menor punto de fusión y fracción sólida o grasa. La interesterificación, está dirigida a obtener grasas y aceites con similares composiciones en ácidos grasos y diferente composición triglicéridica.

La hidrogenación es el proceso industrial más ampliamente utilizado ya que está dirigido a obtener grasas estables a partir de aceites para limitar su reactividad y facilitar su utilización en la preparación de alimentos, que tienen que tratarse a elevada temperatura y en la fabricación de margarinas. Consiste en la adición de hidrógeno a los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados de los triglicéridos, catalizada por un metal, originando su saturación. En este proceso la composición y características físicas del aceite se modifican aumentando su punto de fusión y su estabilidad oxidativa. Los aceites líquidos se transforman en productos semisólidos o plásticos más útiles para aplicaciones específicas tales como “shortenings” y margarinas y, como se ha citado, más estables a la oxidación. En el proceso no solo se saturan algunos dobles enlaces sino que uno o más dobles enlaces de los ácidos grasos pueden cambiar de configuración *cis* a *trans* o cambiar de posición o formación de dobles enlaces conjugados. Actualmente se tiende a controlar los procesos de hidrogenación para dar lugar a niveles bajos de ácidos grasos *trans*, los cuales pueden tener efectos nocivos sobre la salud.

Las fuentes más frecuentes de ácidos grasos *trans* de la dieta son las margarinas y grasas utilizadas en pastelería, que contienen vegetales o aceites de pescado parcialmente hidrogenados. En los productos de origen animal, la carne de los rumiantes y la leche y productos lácteos pueden estar presentes ácidos grasos *trans* de origen natural. No obstante, el perfil de ácidos grasos *trans* es muy diferente de los obtenidos en los procesos de hidrogenación (Figura 9). Las grasas vegetales hidrogenadas tienen los isómeros 9 *trans* y 10 *trans* C18:1 en cantidad importante, mientras que en grasa de leche el isómero mayoritario es el 11 *trans* C18:1, y la posición del doble enlace es importante en cuanto a los efectos biológicos.



Tomado de Stender y Dyerberg, 2003

**Figura 9. Ácidos grasos *trans* en grasa de leche y otras grasas hidrogenadas**

A diferencia de los ácidos insaturados como el oleico, hay contribuciones científicas que indican que los isómeros *trans* tienden a elevar los niveles séricos de LDL-colesterol y a reducir los de HDL-colesterol, por lo que su consumo elevado no es aconsejable aunque se desconoce si son más o menos perjudiciales que los AGS. Sin embargo, no se puede generalizar al hablar de ácidos *trans*, ya que hay evidencias científicas que indican que el isómero mayoritario de los ácidos *trans*, presentes en las grasas de origen animal como la grasa de leche, el citado *trans*11-C18:1, vacénico, no sólo no es negativo para la salud, sino que podría tener efectos beneficiosos. Así se ha demostrado en estudios en animales de experimentación y en humanos su bioconversión a ácido linoleico conjugado (CLA), metabólicamente activo, por lo que la

presencia en la grasa de leche del ácido *trans* C18:1 contribuye a aumentar los niveles de CLA en suero. La tabla 3 muestra los contenidos en ácidos saturados y *trans* de grasa de leche y de una margarina hidrogenada.

**TABLA 3.- COMPARACIÓN DE LOS CONTENIDOS MEDIOS EN ÁCIDOS SATURADOS Y TRANS EN MANTEQUILLA Y MARGARINA**

	Mantequilla	Margarina hidrogenada
Ácidos saturados (%)	62	18-20
Ácidos <i>trans</i> (%)	1-7	0-18

### Aceites de pescado

El aceite de pescado es la principal fuente de ácidos grasos omega-3 de cadena larga, con probados efectos de interés para la salud, sobre todo la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y cáncer.

La tabla 4 recoge el perfil de ácidos omega-3 de distintos aceites de pescado.

**TABLA 4.- PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS N-3 DE ACEITES DE PESCADO**

Aceite	Ácidos saturados	Ácidos mono-insaturados	Total n-3	18:03	20:5 (EPA)	22:05	22:6 (DHA)
Hígado de bacalao	22,6	20,7	19,8	0,9	6,9	0,9	11,0
Arenque	21,3	56,6	11,9	0,76	6,3	0,6	4,2
Lacha	30,4	14,5	28,1	1,5	13,2	4,9	8,6
Salmón	19,9	17	35,3	1,1	13,0	3,0	18,2

Tanto el EPA como el DHA están presentes en todos los pescados, especialmente en el salmón, caballa, atún, sardina, trucha y arenque.

Debido a la competencia ya citada durante el metabolismo de los ácidos grasos de las series n-3 y n-6 por las mismas enzimas, es importante mantener un equilibrio entre los mismos en la dieta, aunque no hay consenso sobre cual es la relación óptima n-6/n-3. La relación más favorable puede estar en torno a 1:1, al menos no superior a 5:1. Un

incremento en el consumo de aceites vegetales ricos en ácidos n-6, puede aumentar la relación citada a 10:1.

Se ha sugerido una ingesta diaria de EPA y DHA entre 200 y 650 mg/día. La OMS ha recomendado una ingesta mínima de AGPI n-3 de cadena larga de 150 mg/día. Estas cifras se pueden alcanzar con el consumo de 30-60 g/día de pescado azul. Una relación óptima entre n-6 y n-3 en la dieta conduciría a una producción adecuada de AGPI n-3 de cadena larga en el organismo, por vía enzimática.

### **Grasa de leche**

Aunque la grasa de leche contiene cerca de 400 ácidos grasos diferentes, sólo un número de 30-40 están presentes en concentraciones superiores al 0.1%; el resto figuran en cantidad de trazas. Los ácidos grasos son saturados e insaturados (con uno a cuatro dobles enlaces). La mayor parte de los ácidos saturados contienen un número par de átomos de carbono, siendo los mayoritarios desde el butírico al aráquico, representando un 2% los ácidos saturados con número impar de átomos de carbono, y una proporción similar los saturados de cadena metil ramificada, de número par e impar de átomos de carbono (Tablas 5 y 6). La grasa de leche de los rumiantes se caracteriza por la presencia de cantidades importantes de ácidos de cadena corta (especialmente butírico y hexanoico), que no están presentes en otras grasas naturales; apreciables cantidades de ácidos de cadena media y relativamente bajas concentraciones de ácidos insaturados, especialmente de los ácidos linoleico y linolénico. Entre las especies más difundidas de leche para consumo humano hay diferencias notables en el contenido de algunos ácidos, que son importantes en relación con el gusto de los productos elaborados (tal como el queso) y también para la detección de mezclas de leche de distintas especies. En esta línea destaca el contenido en los ácidos caprílico y cáprico que puede ser 2-3 veces mayor en la leche de oveja y cabra.

Dado los contenidos altos en ácidos saturados de la grasa de leche y colesterol (0,25-0,30%), en ocasiones se ha desaconsejado su consumo por la potencial incidencia en enfermedades cardiovasculares. Por otra parte, las llamadas a eliminar la grasa de la dieta

con objeto de disminuir la incidencia de la obesidad, también han contribuido a desaconsejar el consumo de la grasa de la leche.

Sin embargo, en contraposición con esta corriente de opinión, distintos estudios científicos no sólo han puesto en duda los efectos perjudiciales de la ingesta de grasa láctea, sino que han presentado evidencias de signo contrario.

La mayor parte de los ensayos clínicos muestran que la absorción del colesterol de la dieta es relativamente ineficiente. Además distintos estudios han observado que el colesterol exógeno no tiene efecto sobre la relación LDL/HDLcolesterol. Por otra parte, hay numerosos factores implicados en la regulación de los niveles de colesterol en suero sanguíneo, entre los que la tensión nerviosa y el estado emocional juegan un papel relevante.

**TABLA 5.-COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DE LA GRASA DE LECHE**

Número Átomos Carbono	Saturados	Ramificados		Mono Insaturados		Poli Insaturados		
		Iso	Anteiso	Cis	Trans	Di	Tri	Tetra
4	3.25							
6	2.32							
8	1.85							
10	4.02			0.20				
11	0.16							
12	4.14			0.03				
13	0.03	0.01	tr	0.47				
14	11.05							
15	0.95	0.23	0.42	0.08				
16	26.15	0.032		1.25	0.03			
17	0.70	0.033	0.40	0.32	0.01			
18	9.60	0.15		20.40	5.34	3.19	0.65	
19	0.11	0.06	0.09	0.10	0.01			

20	0.19	0.04		0.15	0.01	0.03	0.16	0.12
21	0.06	tr	0.01	0.03	tr			
22	0.10	tr		0.02	tr			
23	0.07			0.01	0.01			
24	0.06			0.02	0.01		0.16	
26	0.04							

**TABLA 6.- COMPOSICIÓN MEDIA DE LOS ÁCIDOS GRASOS MAYORITARIOS DE LA GRASA DE LECHE**

<b>Acido graso</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Valor medio (%peso)</b>
<b>4:0</b>	<b>Butirico</b>	<b>2-5</b>
<b>6:0</b>	<b>Caproico</b>	<b>1-5</b>
<b>8:0</b>	<b>Caprilico</b>	<b>1-3</b>
<b>10:0</b>	<b>Caprico</b>	<b>2-4</b>
<b>12:0</b>	<b>Laurico</b>	<b>2-5</b>
<b>14:0</b>	<b>Miristico</b>	<b>8-14</b>
<b>15:0</b>	<b>Pentadecanoico</b>	<b>1-2</b>
<b>16:0</b>	<b>Palmitico</b>	<b>22-35</b>
<b>16:1</b>	<b>Palmitoleico</b>	<b>1-3</b>
<b>17:0</b>	<b>Margarico</b>	<b>0.5-1.5</b>
<b>18:0</b>	<b>Estearico</b>	<b>9-14</b>
<b>18:1</b>	<b>Oleico</b>	<b>20-30</b>
<b>18:2</b>	<b>Linoleico</b>	<b>1-3</b>
<b>18:3</b>	<b>Linoleico</b>	<b>0.5-2</b>

Respecto a los ácidos grasos saturados, actualmente se conoce que no todos ellos poseen el mismo potencial hipercolesterolémico. Los ácidos grasos de cadena corta y media (C4, C6, C8 y C10), el ácido esteárico (C18) y los ácidos monoinsaturados, presentes en la grasa de leche, no parecen tener efecto sobre los niveles de colesterol de la sangre. Por



tanto, aproximadamente el 60% de los ácidos grasos presentes en la leche no tendrían incidencia en los niveles de colesterol en suero. Además el papel negativo de la grasa de la leche está sujeto a controversia ya que cuando se reemplaza parte del aporte energético de la grasa de leche por carbohidratos tiene lugar un descenso en las lipoproteínas de alta densidad, consideradas beneficiosas para la salud.

Por otra parte, los ácidos grasos de la grasa de leche poseen actividades antibacterianas y antivíricas, demostradas en ensayos *in vitro*, después de tratamiento con lipasas frente a distintas bacterias y virus, y con animales de experimentación, en los que se mostró que la colonización intestinal de microorganismos patógenos, tales como *Listeria monocytogenes*, era mucho menor en ratas alimentadas con dietas ricas en grasa láctea. Además se ha documentado que niños (sobre todo de 1-2 años) alimentados con leche entera sufrían 5 veces menos trastornos gastrointestinales que los alimentados con leche con bajos contenidos en grasa.

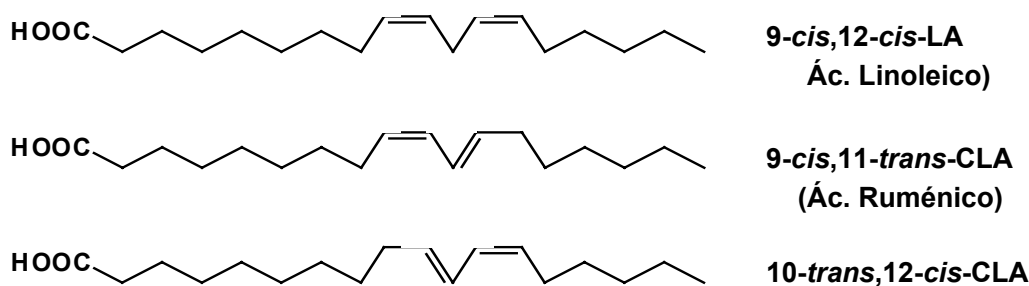
Independientemente de lo indicado de forma general sobre los ácidos grasos de la grasa láctea, se ha documentado que algunos componentes presentes en la misma -tales como el ácido butírico, el ácido linoleico conjugado y los fosfolípidos- podrían ejercer efectos beneficiosos en relación con ciertas enfermedades.

**Ácido butírico (C4).**-Es un componente de la grasa de leche, cuyo contenido es ~4% sobre el total de ácidos grasos, para el que se ha demostrado un efecto beneficioso sobre las células de la mucosa intestinal.

Por otra parte, al ácido butírico se le atribuye actividad anticancerígena, demostrada en cultivos celulares (células prostáticas, mamarias, colónicas) y en animales de experimentación. La ventaja es que puede actuar de forma sinérgica con otros componentes de los alimentos, por lo que no serían necesarias cantidades elevadas.

**Ácido linoleico conjugado (CLA).**- El CLA es uno de los componentes más estudiados de la grasa láctea durante la última década. Es un ácido graso que se encuentra de forma natural en la grasa de la leche de vaca, oveja y cabra, donde presenta un contenido del 0,3-2% sobre el total de ácidos grasos. En menor cuantía se presenta en la carne de esos rumiantes. El término CLA incluye una mezcla compleja de isómeros posicionales y

geométricos del ácido linoleico, C18:2 conjugado, pero en la grasa de leche es el ácido ruménico (isómero *9-cis 11-trans*), el mayoritario, más del 70% del total y al que se atribuyen la mayoría de sus propiedades biológicas. También hay que destacar el isómero *10-trans 12-cis* por la importancia que numerosos estudios le conceden en la disminución de la síntesis de triglicéridos y del peso corporal. Además existen otros isómeros que han sido detectados en cantidades minoritarias en diferentes alimentos y cuya función fisiológica se desconoce casi completamente (Figura 10).



**Figura 10. Estructura del ácido linoleico y dos isómeros del ácido linoleico conjugado**

El interés general que ha suscitado el CLA durante esta última década proviene de los potenciales beneficios para la salud derivados de su papel como agente anticarcinogénico, ya que se estima que es el más potente anticarcinógeno natural. Por otra parte, se ha atribuido a este componente un efecto antiarteriosclerótico, además de modulador del sistema inmune y para alguno de sus isómeros el de inhibir la síntesis de triglicéridos y por tanto promover la pérdida de peso corporal. Estos estudios se han realizado sobre todo con cultivos celulares y animales de experimentación.

Los procesos tecnológicos de elaboración y maduración de productos lácteos no han demostrado modificaciones significativas en los niveles de CLA presentes en la grasa de leche. Sin embargo, la suplementación de la dieta del ganado con aceites vegetales ricos en ácidos grasos poliinsaturados ha dado lugar a incrementos en esos niveles, por lo que podría ser una alternativa para incrementar la funcionalidad de la grasa de la leche.

**Fosfolípidos: Esfingomielinas.-** La grasa de la leche se presenta en forma de glóbulos de un tamaño medio de 4 $\mu$ , rodeados de una membrana de naturaleza lipoproteica, procedente de las células de la glándula mamaria. En la membrana hay componentes como los fosfolípidos (1% sobre el total de lípidos) en los que se han demostrado efectos beneficiosos para la salud, hasta el punto que se ha propuesto la utilización de la membrana del glóbulo de grasa como nutraceutico. Estos componentes tienen actividad emulsionante, por lo que pueden favorecer la absorción de los lípidos a nivel intestinal y mejorar la biodisponibilidad de compuestos bioactivos liposolubles. Además, tienen un efecto protector sobre la mucosa gástrica: por su capacidad de formar una capa hidrofóbica sobre el epitelio gástrico. Las esfingomielinas son aproximadamente un tercio de los fosfolípidos de la leche. En estos componentes de la grasa de leche se han documentado las siguientes propiedades:

\*anticancerígenas (inhibición de crecimiento celular), basadas en estudios en cultivos celulares y animales de experimentación, sobre todo cáncer de colon y prevención de otro tipo de tumores, a través de sus metabolitos biológicamente activos, esfingosina y ceramida, que intervienen en las transmisión de señales que controlan el crecimiento, la diferenciación y la muerte celular.

\*anticolesterolémicas (inhibición de la absorción intestinal de colesterol).

### **Referencias de interés**

- Cerretani, L.; Bendini, A.; Del Caro, A.; Piga, A.; Vacca, V.; Caboni, M. F.; Toschi, T.G. (2006) Preliminary characterisation of virgin olive oils obtained from different cultivars in Sardinia. *Eur. Food Res. Technol.* 222, 354-361
- Fox, P.F. (1995). Advanced dairy chemistry. Vol. 2 .Lipids. Chapman & Hall. London.
- Gil, A. (2005). Lípidos como alimentos funcionales. En “Alimentos Funcionales”. FECyT, Madrid.
- Gurr, M.I. (1992). Role of fats in food and nutrition. Elsevier Applied Science. London
- Gurr, M.I. (1992). Milk products: contribution to nutrition and health. *J. Soc. Dairy Technol.* 45, 61-67.
- Gurr, M.I. (1994). Positive health benefits of consuming dairy products. En: M. Serrano, A. Sastre, MA PérezJuez, A. Estrala, C De Sebastian, Ed. “Dairy products in human nutrition”. Balkema, Rotterdam, pp 113-121.

-Juárez, M. (1999). Leche y derivados lácteos, in Hernández, M y Sastre, A., Ed. “Tratado de Nutrición”. Diaz de Santos, Madrid, pp. 377-387.

-Mataix, J. & Gil, A. (2005). Libro blanco de los omega-3. Puleva Food. Granada.