



Figura 44. Los lípidos son compuestos insolubles en agua. Este hecho confiere algunas propiedades a los compuestos lipídicos que explican sus funciones en los seres vivos. Por ejemplo, muchas hojas de plantas están recubiertas por una capa de cera impermeable. La formación de gotas de agua sobre la superficie de las hojas se produce como resultado de la repulsión entre la superficie cerosa de estas y las moléculas de agua.

Los lípidos, a diferencia de los glúcidos y las proteínas, conforman un grupo de compuestos orgánicos con estructuras químicas diversas, pero que tienen en común un solo rasgo: son insolubles en agua y muy solubles en compuestos no polares. Sus funciones en los seres vivos son muy variadas.

3.1 Estructura y clasificación

Dentro de los lípidos se pueden encontrar diversas funciones orgánicas, como ésteres, amidas, alcoholes y acetales, entre otros. Igualmente, muestran una gran variedad estructural, desde cadenas hidrocarbonadas lineales y no ramificadas hasta diversos complejos cíclicos. Todos estos compuestos se agrupan por una propiedad física: su solubilidad en compuestos orgánicos, apolares, como éter, cloroformo y benceno, así como su insolubilidad en agua (**Fig. 44**). La palabra lípido proviene de *lipos*, que significa "grasa".

Según la estructura de las moléculas, los lípidos se pueden dividir en dos grandes grupos: **lípidos hidrolizables** y **lípidos no hidrolizables**.

3.2 Lípidos hidrolizables

Los lípidos hidrolizables son **ésteres de ácidos grasos** y se caracterizan porque bajo la acción de ácidos o bases fuertes o de enzimas digestivas se descomponen en dos o más compuestos menores. En este grupo se encuentran los lípidos simples (**ceras, grasas y aceites**) y los lípidos compuestos (**fosfolípidos y glicolípidos**).

3.2.1 Ácidos grasos

Los **ácidos grasos** son ácidos orgánicos, es decir, tienen un grupo carboxilo, COOH , y se caracterizan porque poseen una larga cadena hidrocarbonada, no ramificada, al final de la cual se ubica dicho grupo. En las células no suelen encontrarse en estado libre, sino formando parte de otros lípidos.

Los ácidos grasos que se encuentran en los seres vivos poseen cadenas hidrocarbonadas con número par de carbonos (entre 16 y 36), porque se sintetizan a partir de unidades de dos carbonos. Según presenten o no dobles enlaces en las cadenas, los ácidos grasos pueden ser **saturados** (solo enlaces simples) o **insaturados** (con al menos un doble enlace). Cuando hay más de un doble enlace los ácidos se denominan **poliinsaturados**, para diferenciarlos de los **monoinsaturados**, los cuales poseen solo un doble enlace.

La presencia de dobles enlaces da lugar a la existencia de isómeros cis-trans, sin embargo, en la naturaleza, los ácidos grasos insaturados generalmente son cis (**Fig. 46**, página siguiente). Dentro de los ácidos saturados, el ácido **palmitico** y el **esteárico** son los más abundantes, encontrándose en la mayoría de grasas animales y vegetales. El ácido **oleico** es el ácido insaturado más comúnmente encontrado en los seres vivos.

Al igual que sucede con los aminoácidos, existen ácidos grasos esenciales, que no pueden ser sintetizados por los animales, y por lo tanto, han de ser adquiridos en la dieta. Los ácidos **linoleico** y **linolénico** son ejemplos de ácidos grasos poliinsaturados esenciales.

Ácidos grasos	Número de carbonos	Estructura	Punto de fusión (°C)	Fuente natural
Saturados				
Láurico	12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44	Laurel
Mirístico	14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	54	Nuez moscada
Palmítico	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	63	Todas las grasas vegetales y animales
Esteárico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	69	Todas las grasas vegetales y animales
Araquídico	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	77	Maní
Lignocérico	24	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	84	Aceite de cacahuete
Monoinsaturados				
Palmitoleico	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	1	Todas las grasas vegetales y animales
Oleico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	13	Todas las grasas vegetales y animales
Nervónico	24	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{13}\text{COOH}$	42	Cerebrósidos
Poliinsaturados				
Linoleico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	-5	Aceite de maíz
Linolénico	18	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	-11	Aceite de linaza
Araquidónico	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	-49	Aceite de maní

Figura 45. Algunos ácidos grasos presentes en los seres vivos.

Las propiedades físicas de los ácidos grasos están relacionadas por la longitud de la cadena hidrocarbonada y por el grado de insaturación en la misma. En la tabla de la figura 45 se muestran los puntos de fusión de algunos ácidos grasos. Los valores aumentan a medida que las cadenas crecen. Así mismo, se aprecia que los insaturados presentan puntos de fusión mucho menores de los que poseen los saturados. Esto indica que estos últimos son sólidos a temperatura ambiente, mientras que los insaturados son líquidos o gases.

El efecto de la insaturación de las cadenas sobre los puntos de fusión se relaciona con la forma de las moléculas. Como se observa en la figura 46, la presencia de un doble enlace ocasiona una especie de codo en la cadena, que antes era lineal. Esto hace que el empaquetamiento de las moléculas sea más difícil en el momento de agregarse en estado sólido.

Cuanto más insaturaciones posea una molécula, más irregular será su forma, y por lo tanto, solo formará una estructura sólida a baja temperatura.

Los ácidos grasos se denominan principalmente usando sus nombres comunes. Los nombres oficiales se derivan del nombre del hidrocarburo con el mismo número de carbonos, adicionando el sufijo **-oico**, especificando si son saturados (sufijo **-anoico**) o insaturados (**-enoico**). Por ejemplo, el ácido oleico corresponde al ácido octadecenoico, pues la cadena posee 18 carbonos. La numeración de los carbonos se inicia en el carbono carboxilo (1). El carbono adyacente al carbono carboxilo, es decir, el número 2 se conoce también como carbono α . Los carbonos 3 y 4 con frecuencia se denominan β y γ , respectivamente.

Figura 46. Ácidos grasos saturados (A) e insaturados (B). Las insaturaciones ocasionan que la cadena hidrocarbonada no sea lineal, sino que presente ángulos, lo cual afecta las propiedades físicas de los compuestos.

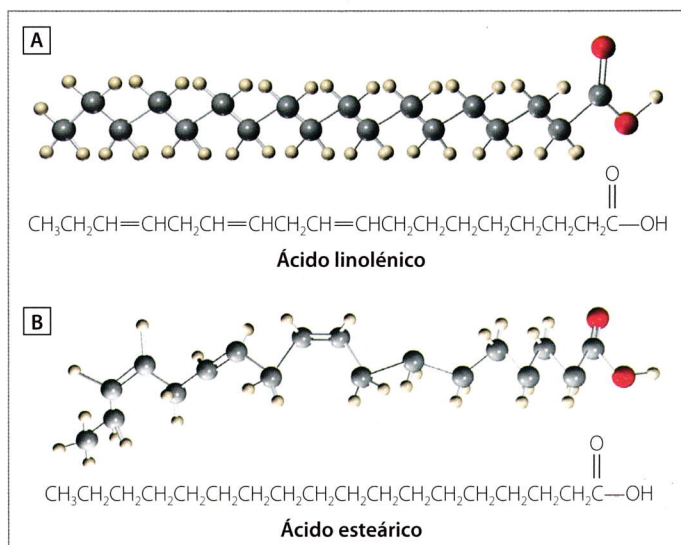




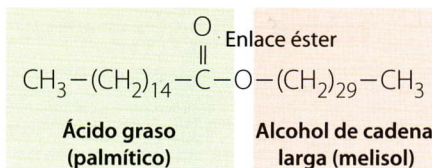
Figura 47. Las celdas que conforman las colmenas de las abejas están hechas con palmitato de melisilo, un éster que deriva de un alcohol de cadena larga (melisol) y un ácido graso (palmitico).

3.2.2 Lípidos simples

Son ésteres de ácidos grasos con diversos alcoholes. Dependiendo del alcohol que forme el éster y del número de ácidos grasos involucrados, los lípidos simples pueden ser:

■ Ceras

Las ceras son ésteres de ácidos grasos con alcoholes de cadena larga, por lo general entre 24 y 36 carbonos. Por ejemplo, la cera de abejas (**Fig. 47**) está compuesta principalmente por palmitato de melisilo:



Nótese que las secciones polares de ambas moléculas se conjugan en el enlace éster, por lo que la cera es apolar. Esto explica la insolubilidad en agua de estos compuestos.

■ Grasas y aceites

• Estructura

Las grasas y los aceites conforman un grupo de compuestos llamado **acilgliceroles**, pues son ésteres del glicerol (o glicerina), un poliol, con tres grupos OH. Dependiendo del número de grupos OH que formen enlaces éster con cadenas de ácidos grasos, podemos tener, **mono**, **di** o **triacilgliceroles**. Estos últimos son los más abundantes en la naturaleza y se denominan también **triglicéridos** (**Fig. 48**).

Los grupos R de los ácidos grasos que conforman los acilgliceroles pueden ser iguales o diferentes, así como saturados o insaturados (**Fig. 49**).

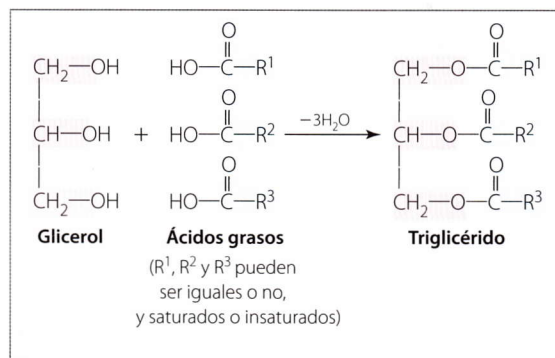


Figura 48. Los acilgliceroles (grasas y aceites) son ésteres de glicerol y diferentes ácidos grasos.

Fuente	Ácidos grasos saturados (%)				Ácidos grasos insaturados (%)		
	Láurico	Mirístico	Palmítico	Esteárico	Oleico	Ricinoleico	Linoleico
Grasas animales							
Manteca	—	1	25	15	50	—	6
Mantequilla	2	10	25	10	25	—	5
Grasa humana	1	3	25	8	46	—	10
Esperma de ballena	—	8	12	3	35	—	10
Aceites vegetales							
Coco	50	18	8	2	6	—	1
Maíz	—	1	10	4	35	—	45
Oliva	—	1	5	5	80	—	7
Cacahuete	—	—	7	5	60	—	20
Linaza	—	—	5	3	20	—	20
Semillas de ricino	—	—	—	1	8	85	4

Figura 49. Composición de algunas grasas y aceites, indicando el porcentaje de ácidos grasos presentes. La mayoría de las fuentes son mezclas de más de tres ácidos grasos.

Las **grasas** derivadas de los ácidos palmítico y esteárico se suelen denominar palmitina y estearina, respectivamente. Los **aceites** son ésteres glicéricos del ácido oleico, no saturado y son llamados también oleínas.

• Propiedades físicas

Las grasas son normalmente de origen animal, como la mantequilla; mientras los aceites provienen de fuentes vegetales, como el aceite de maíz.

En general los lípidos simples son sustancias de color blanco o amarillento, untuosos al tacto e insípidos; menos densos que el agua. Su densidad varía entre 0,88 y 0,96 g/cc. En cuanto al estado de agregación, a temperatura ambiente los aceites son líquidos, mientras que las grasas son sólidos. Algunos presentan olor característico, como el aceite de linaza y de coco o la mantequilla.

• Propiedades químicas

a) **Descomposición térmica:** cuando se realiza un calentamiento excesivo de las grasas, los glicéridos se descomponen y la glicerina separada se transforma en propenal o acroleína, sustancia de olor muy desagradable.

b) **Enranciamiento:** algunas grasas, al estar en contacto durante un cierto tiempo con el aire, a temperatura ambiente, adquieren un olor y sabor desagradables. Este fenómeno es resultado de dos procesos: la **hidrólisis bacteriana de los enlaces éster** y la **oxidación de los dobles enlaces** presentes en las cadenas de ácidos grasos.

La mantequilla, por ejemplo, contiene entre 1-4% de triglicéridos derivados de ácidos grasos de cadenas cortas (entre 4-6 carbonos), los cuales son fácilmente hidrolizados por las bacterias del ambiente y liberados como moléculas volátiles, responsables del mal olor característico de la mantequilla rancia (**Fig. 50**).

En otras grasas, que están compuestas por ácidos grasos de cadenas largas, tiene lugar la oxidación y ruptura de los dobles enlaces, causando la formación de grupos carboxilo, COOH, en dichas insaturaciones. El resultado es, también, la liberación de ácidos grasos volátiles de menor peso.

El enranciamiento oxidativo se acelera por acción de la luz, del aire, de la humedad o del calor. Actualmente, para la prevención del enranciamiento en las grasas animales y vegetales empleadas en la elaboración de productos alimenticios se usan **antioxidantes**, que inhiben la oxidación de los ácidos grasos insaturados.

c) **Reacciones de adición:** son reacciones específicas de grasas que contienen insaturaciones, en las cuales se pueden adicionar diferentes grupos, como halógenos o hidrógeno. Los aceites, que gracias a la presencia de insaturaciones son líquidos, se convierten en grasas sólidas por adición de hidrógeno en los dobles enlaces de los ácidos grasos.

d) **Hidrólisis:** esta es la reacción característica de los lípidos simples. Los productos de la hidrólisis son el alcohol y el o los ácidos grasos involucrados en la formación del enlace éster. Así, los triglicéridos se hidrolizan produciendo glicerol y tres ácidos grasos.

La hidrólisis puede producirse por la acción de ácidos o bases fuertes, vapor sobrecalentado o enzimas especiales, denominadas **lipasas**. Cuando la hidrólisis es producida por una base fuerte, el proceso recibe el nombre específico de **saponificación** (página siguiente).

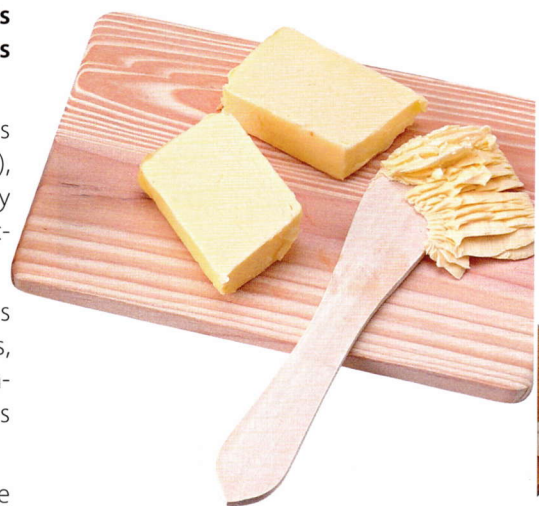
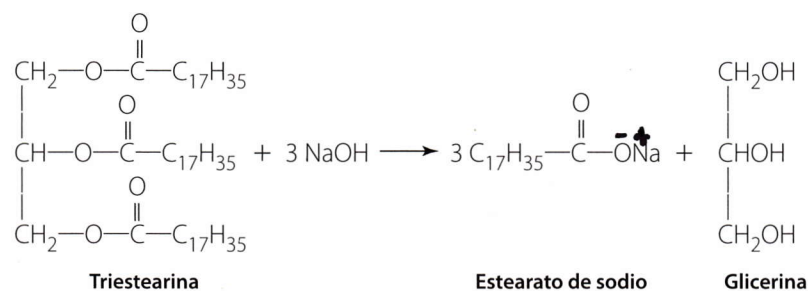


Figura 50. La acción de las bacterias sobre la mantequilla causa su enranciamiento y se debe a la hidrólisis de los triglicéridos. La refrigeración retarda la acción de las bacterias y permite conservar el producto durante más tiempo.

e) **Saponificación:** cuando una grasa es tratada con una solución alcalina fuerte, por ejemplo de KOH o NaOH se produce su hidrólisis, dando como productos glicerol y las sales alcalinas de los ácidos grasos.

Por ejemplo, la hidrólisis de triestearina con NaOH, produce estearato de sodio y glicerina:



Estas sales (como, por ejemplo, el estearato de sodio) constituyen los jabones. Específicamente, las sales sódicas de los ácidos grasos se conocen como **jabones duros**, mientras que las sales potásicas son **jabones blandos**. Las barras de jabón corriente, de uso doméstico, son jabones sódicos.

■ Jabones y detergentes

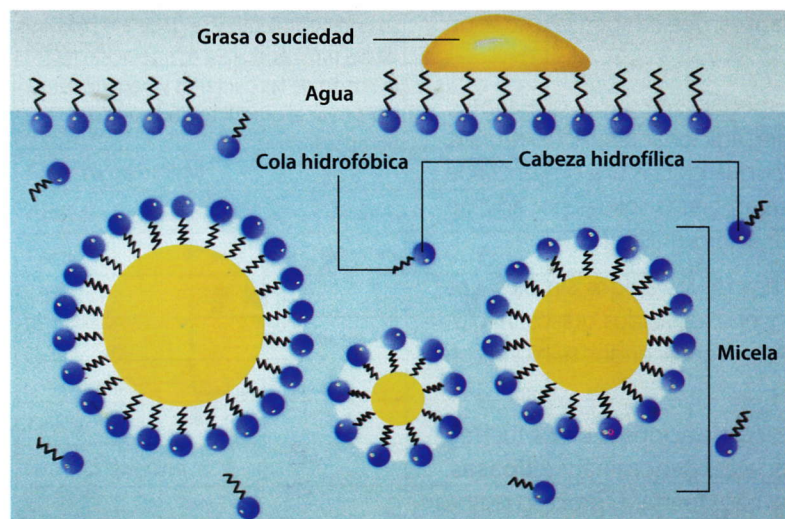
Como materia prima para la fabricación de jabones se pueden emplear sebos, grasas, aceites de oliva, aceites de maní, de sésamo etc. El jabón como tal se aísla de la solución hidrolizada —que es una mezcla de glicerol, iones alcalinos y sales de los ácidos grasos— adicionando NaCl o KCl, lo cual ocasiona la precipitación de las sales de carboxilato puras. El jabón bruto así obtenido es secado en forma de barra. Frecuentemente se adiciona a la sal de carboxilato otras sustancias, con fines específicos, como perfumes, colorantes, antisépticos, etc.

La acción limpiadora de los jabones se basa en que estas moléculas son **anfipáticas**, es decir, poseen un extremo polar e hidrofílico, correspondiente al ion alcalino que forma la sal carboxilato. El extremo opuesto es apolar e hidrofóbico y corresponde a la cadena hidrocarbonada del ácido graso. Esto hace que, cuando las moléculas de jabón se encuentran en solución acuosa, forman agregados semiesféricos en los cuales las colas hidrofóbicas se ubican en el interior, lejos del agua circundante, mientras las cabezas hidrofílicas se

localizan en la superficie de los agregados o **micelas**. Estas micelas pueden envolver gránulos apolares de suciedad (frecuentemente grasa) y permitir así que sean lavados por enjuague (Fig. 51).

Los detergentes son mezclas de las sales sódicas de ésteres derivados de ácido benzosulfónicos y alcoholes laurílico y cetílico. Actúan como agentes **tensioactivos** y tienen ventajas frente a los jabones corrientes. Por ejemplo, los jabones no pueden usarse en medio ácido, ni en aguas demasiado duras (cargadas con sales de calcio y magnesio) porque forman jabones insolubles que no dan espumas hasta que todo el calcio y el magnesio se hayan precipitado.

Figura 51. La acción limpiadora de los jabones se debe a que están compuestos por moléculas anfipáticas, capaces de solubilizar los gránulos de suciedad, al envolver las partículas de grasa en micelas.



Los detergentes se pueden dividir en tres grupos: los aniónicos, los catiónicos y los no iónicos, según la parte de la molécula que posea la parte detergente.

En general hay que tener en cuenta tres características que son determinantes de las aplicaciones de los detergentes: el **poder humectante**, el **poder detergente** y el **poder espumante**. Estas características se miden a partir de la capacidad que tengan para disminuir la tensión superficial del agua en un sistema aire-líquido o la tensión interfacial en un sistema líquido-líquido.

■ Funciones de los lípidos simples en los seres vivos

La principal función de las ceras es servir como capas protectoras e impermeabilizantes. Así, las plumas, la piel, las hojas y muchos frutos poseen cubiertas cerosas que impiden la entrada y salida de agua, y protegen contra parásitos y daños mecánicos (Fig. 52). Los acilgliceroles y específicamente los triglicéridos tienen tres funciones principales en los seres vivos:

- **Almacenamiento de carbono y energía:** en el tejido adiposo de los animales se acumulan grandes cantidades de ácidos grasos para ser usados como fuente de energía en casos de necesidad. El catabolismo de las grasas proporciona mayor cantidad de energía que los azúcares, por lo que aquellas constituyen la principal fuente energética cuando se realiza ejercicio extenuante.
- **Protección contra daños mecánicos y bajas temperaturas:** las capas de tejido adiposo constituyen además una eficaz protección contra golpes o contra las bajas temperaturas (Fig. 53).

3.2.3 Lípidos compuestos

Corresponden a ésteres de ácidos grasos que contienen otros grupos químicos además del alcohol y el ácido. Dependiendo del grupo adicional presente, se dividen en: **fosfolípidos** y **glicolípidos**.

■ Fosfolípidos

Contienen, además de ácidos grasos y un alcohol, un residuo de ácido fosfórico (H_3PO_4) y un aminoalcohol, como **colina** ($OH-CH_2CH_2-N(CH_3)_3$) o **serina** ($OH-CH_2-CH(NH_2)-COOH$). Se conocen dos tipos de fosfolípidos: **fosfoglicéridos** y **esfingolípidos**, los cuales se diferencian por el tipo de alcohol que poseen (Fig. 54). Los glicolípidos son similares a los esfingolípidos, pero en lugar del grupo fosfato poseen un azúcar.

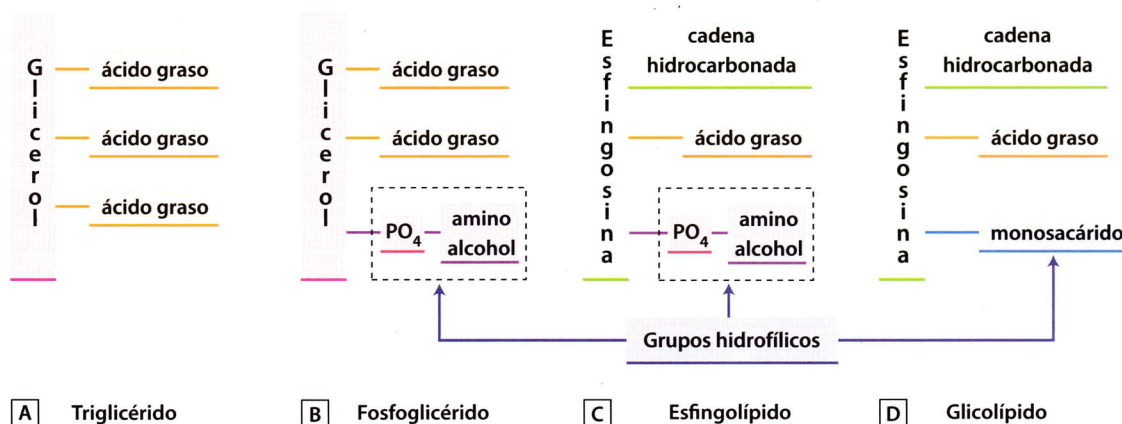


Figura 54. Representación esquemática de la estructura de lípidos compuestos: un triglicérido (A), un fosfolípido (B), un esfingolípido (C) y un glicolípido (D).



Figura 52. Las plumas de las aves poseen un recubrimiento cérico que funciona como impermeabilizante.

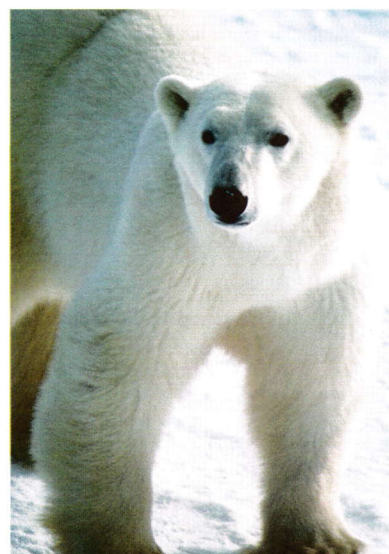


Figura 53. Los animales que viven en climas fríos poseen una gruesa capa de tejido adiposo, que funciona como aislante térmico y en menor medida también como protección mecánica.

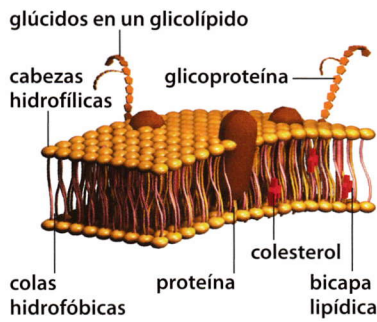


Figura 55. Estructura de una membrana celular. La bicapa lipídica está formada por dos láminas de moléculas de fosfoglicéridos dispuestos de tal manera que las cabezas polares quedan hacia el medio externo y hacia el citoplasma (ambos acuosos), mientras que las colas hidrocbonadas, apolares, quedan en la zona central de la doble capa.

Además de fosfoglicéridos, las membranas contienen: colesterol, glicolípidos, glicoproteínas, glúcidos y proteínas.

• **Fosfoglicéridos**

Son extraordinariamente comunes en los tejidos vegetales y animales, pues son las moléculas base que forman las membranas celulares (**Fig. 55**). Los fosfoglicéridos más importantes son las **lecitinas** y las **cefalinas**. Al igual que los jabones, poseen una larga cola hidrocbonada no polar unida a una cabeza polar iónica (proveniente del grupo fosfato y el aminoalcohol).

Las **lecitinas** existen en la yema de huevo y en los tejidos nervioso y cerebral. Desde el punto de vista fisiológico son importantes para el transporte de las grasas de un tejido a otro y porque son el componente esencial del protoplasma de todas las células del cuerpo.

Las **cefalinas** se encuentran en el tejido cerebral y son esencialmente mezclas de **fosfatidiletanolamina** y **fosfatidilserina**. Estos compuestos están involucrados en los procesos de coagulación de la sangre y son constituyentes esenciales del organismo.

• **Esfingolípidos**

Al igual que los fosfolípidos, los esfingolípidos son moléculas constituyentes importantes de las membranas celulares de plantas y animales. Además, son muy abundantes en los tejidos cerebrales y nerviosos: la **esfingomielina** es uno de los componentes principales del recubrimiento de las fibras nerviosas.

■ **Glicolípidos**

Están distribuidos en todos los tejidos del cuerpo, especialmente en el tejido nervioso (cerebro), de ahí que también se les conozca con el nombre de **cerebrósidos**. Se encuentran en la capa externa de la membrana plasmática, donde forman parte de la capa de glúcidos que recubre la superficie celular.

Los glicolípidos más sencillos son la **galactosilceramida** y **glucosilceramida**. El primero es un glucoesfingolípidos muy importante que se encuentra en el cerebro y otros tejidos nerviosos. La glucosilceramida es el glucoesfingolípidos predominante en los tejidos extraneurales, pero también se encuentra en el cerebro en pequeñas cantidades.

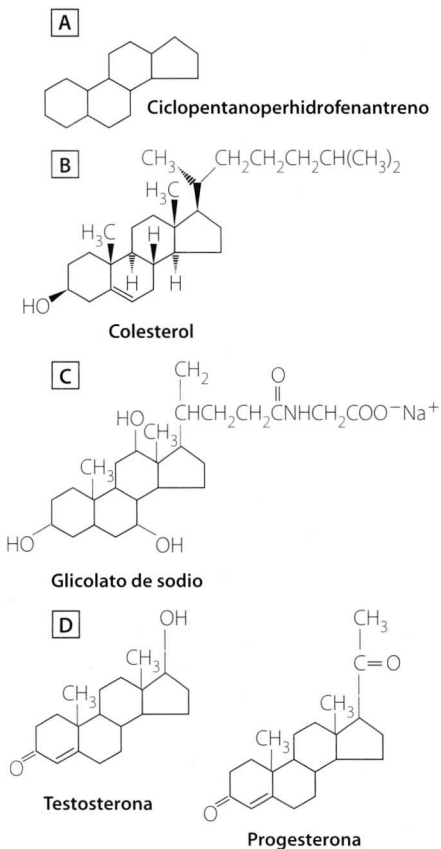


Figura 56. Esteroides. **A.** Ciclopentanoperhidrofenantreno, núcleo de esteroides. **B.** Colesterol. **C.** Un ejemplo de sal biliar (glicolato de sodio). **D.** Dos hormonas sexuales esteroideas (testosterona y progesterona).

3.3 Lípidos no hidrolizables

Los lípidos no hidrolizables se caracterizan porque en su composición no intervienen los ácidos grasos. A diferencia de los lípidos hidrolizables, este tipo de lípidos no experimenta hidrólisis cuando se tratan con ácidos o bases fuertes. Esto se debe a que no contienen grupos éster.

El grupo incluye compuestos con estructuras diversas, en las que intervienen con frecuencia hidrocarburos cíclicos y largas cadenas hidrocbonadas.

3.3.1 Esteroides

Los esteroides son derivados de alcoholes cíclicos de peso molecular elevado. Se encuentran en todas las células vivas y su estructura base es el **ciclopentanoperhidrofenantreno**, llamado también **núcleo de esteroides** (**Fig. 56A**).

Existen numerosos esteroides de gran relevancia en los seres vivos. El colesterol (**Fig. 56B**) es el esteroide más importante en la bioquímica de los animales. A partir de esta molécula se sintetizan otros compuestos, como las **sales biliares** (**Fig. 56C**), las **hormonas esteroideas** (**Fig. 56D**) y algunas **lipoproteínas**.

El colesterol forma parte de las membranas celulares, en las cuales se encuentra inserto entre las colas hidrofóbicas de los fosfolípidos, impidiendo que estos se alineen en agregados sólidos. La solidificación de las membranas acarrea la muerte de las células, por lo que la función del colesterol en este sentido es de gran importancia.

Algunas lipoproteínas se componen de colesterol. La principal función de estas macromoléculas es el transporte de grasas a través del torrente sanguíneo. Las alteraciones en el metabolismo del colesterol y de las lipoproteínas correspondientes están relacionadas con enfermedades cardiovasculares, como la **arterioesclerosis**, que es la obstrucción paulatina de las arterias por agregados de colesterol o **ateromas**.

Las **sales biliares** son agentes emulsificantes naturales, presentes en la bilis. La bilis es un fluido digestivo producido por el hígado y almacenado en la vesícula biliar. Se libera en las vías digestivas con el fin de ayudar en la digestión y absorción de lípidos. Las sales biliares provienen de los ácidos **cólico**, **litocólico** o **desoxicólico**, que se combinan con la **glicina** mediante un enlace amida.

3.3.2 Icosanoides

Son derivados de ácidos grasos poliinsaturados de veinte carbonos, como el ácido araquidónico. Hay tres tipos de icosanoides: **prostaglandinas**, **leucotrienos** y **tromboxanos**, dependiendo de los sustituyentes que presente el esqueleto inicial (Fig. 57).

Los icosanoides son hormonas de acción local, es decir, no son transportadas en el plasma sanguíneo a tejidos alejados de donde son sintetizadas, sino que actúan allí mismo. Participan en respuestas inflamatorias locales, inducción de fiebre cuando hay infecciones, regulación de la presión sanguínea y reacciones alérgicas, entre otros procesos.

3.3.3 Terpenoides

Son polímeros del **isopropeno**, 2-metil-1,3-butadieno (C_5H_8) y sus derivados oxigenados:

Los terpenoides son comunes en muchos tejidos vegetales y componen la mayoría de los aceites esenciales, como el geraniol, el citral, el mentol y el alcanfor (Fig. 58A, B y C). Pueden ser lineales o cíclicos. Algunas vitaminas, como la E y la K son terpenoides.

Por último, los **carotenoides** constituyen un grupo importante de terpenoides de coloración roja, amarilla o naranja, debido a la presencia de múltiples enlaces dobles (Fig. 58D). Por ejemplo, el β -caroteno, presente en gran cantidad en la zanahoria, es un pigmento fotosensible, que actúa como precursor de la vitamina A o retinol, la cual está relacionada con la visión.

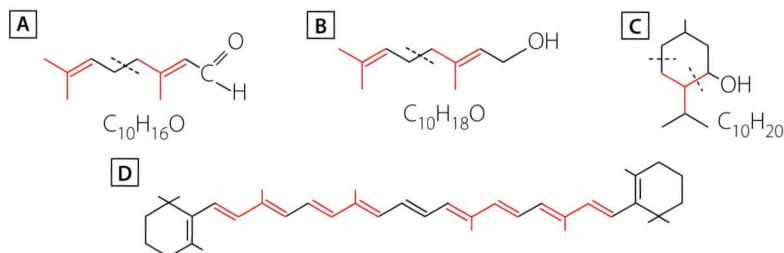


Figura 58. Muchos aceites esenciales y pigmentos son terpenoides. **A.** Citral, en los cítricos. **B.** Geraniol, en los geranios. **C.** Mentol. **D.** β -caroteno, en la zanahoria.

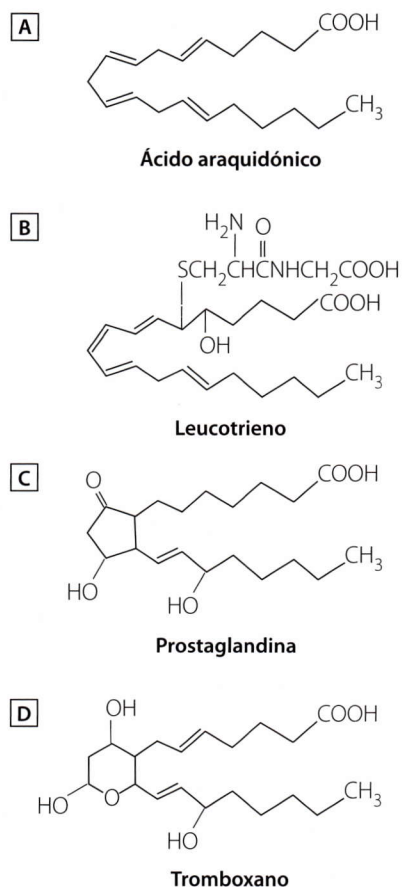


Figura 57. Icosanoides.



Figura 59. La soja, el ajonjolí, el maní y las aceitunas, entre otros frutos y semillas, son fuentes importantes de aceites en la dieta.



Figura 60. Los aceites de hígado de peces como el bacalao son ricos en vitamina A y D.

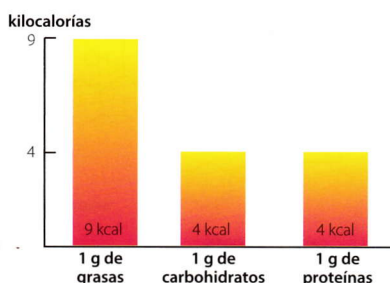


Figura 61. Los lípidos proporcionan más del doble de la energía aportada por la oxidación de glúcidos. Sin embargo, órganos como el cerebro solo pueden utilizar glucosa como fuente de energía.

3.4 Metabolismo de los lípidos

Las grasas que forman parte de los alimentos cumplen dos funciones principales: son una fuente de energía y sirven como sustrato para la formación y mantenimiento de importantes constituyentes de nuestro organismo, como las membranas plasmáticas, los recubrimientos lipídicos de las neuronas o las hormonas sexuales.

Las principales fuentes de grasas (especialmente triglicéridos) en la dieta son la mantequilla y las margarinas, las carnes y los aceites, tanto vegetales como animales (Figs. 59 y 60). El colesterol se encuentra solo en alimentos de origen animal, como la carne roja, la mantequilla, el queso y los huevos.

En un adulto normal, la digestión de las grasas en la boca y en el estómago es muy pequeña o nula. El proceso de digestión de las grasas tiene su parte más importante en el intestino. Cuando las grasas pasan al duodeno, este segrega una hormona, la **colecistoquinina**, que es transportada por la sangre hasta la vesícula biliar, donde estimula a dicho órgano para que segregue su bilis al intestino delgado. Los ácidos y las sales biliares son buenos detergentes y emulsionan las grasas favoreciendo su digestión. Esta sucede especialmente por la acción de la **lipasa pancreática**. La lipasa pancreática es activada por las sales biliares e hidroliza las grasas en ácidos grasos, glicerina, jabones mono y diglicéridos.

Durante el proceso de absorción los productos finales de la digestión de las grasas pasan a través de la mucosa intestinal y entran a la circulación linfática. Las sales biliares son esenciales durante la absorción de los lípidos por su efecto sobre la solubilidad de los ácidos grasos. De hecho, sin su acción, no sería posible la asimilación de las grasas.

Por último, en las células, a través de las reacciones de oxidación, las grasas se convierten en dióxido de carbono y agua, transformando la energía potencial de sus enlaces químicos en energía útil para las células.

Como es conocido, el exceso de grasa ingerida en la dieta se acumula en el tejido adiposo, en el interior de células denominadas adipocitos. En los animales, los lípidos son las biomoléculas de reserva principales, ya que la relación entre su masa y la energía que almacenan es mucho más favorable que en el caso de otras biomoléculas energéticas como los glúcidos.

3.5 Valor energético de los alimentos

Los seres humanos obtenemos energía a través de una combinación de alimentos de origen vegetal y animal. Esta energía es utilizada en múltiples procesos, desde la transmisión de mensajes desde el cerebro a los músculos hasta el mantenimiento de la temperatura basal o la circulación sanguínea.

El valor energético de los alimentos se mide en calorías (o kilocalorías). Una caloría (cal) equivale a 4,180 julios.

Para desarrollar las actividades normales diariamente un hombre joven necesita aproximadamente 2900 kcal/día y una mujer unas 2490 kcal/día. Estos valores están sujetos a modificaciones en función de las actividades particulares que realice la persona.

En general, en los países desarrollados, las grasas satisfacen el 40% de las necesidades energéticas de la población, los glúcidos aportan el 48% y las proteínas el restante 12%; sin embargo, esto también varía y depende mucho del país y de sus fuentes de alimentación (Fig. 61).