

TEMA 1.3: LOS LÍPIDOS

- 1- CARACTERÍSTICAS GENERALES
 - 2- LOS ÁCIDOS GRASOS
 - 3- LOS ACILGLICÉRIDOS O GRASAS
 - 4- CERAS
 - 5- LÍPIDOS DE MEMBRANA
 - 6- LÍPIDOS INSAPONIFICABLES
 - 6.1 TERPENOS
 - 6.2 ESTEROIDES
 - 7- FUNCIONES
-



El aceite de oliva debe su carácter saludable a que posee ácido oleico: un ácido graso monoinsaturado.

1- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los lípidos son biomoléculas constituidas por los bioelementos C, O, H y, en ocasiones, P, N, S. Se trata de un grupo muy heterogéneo de sustancias, con estructuras químicas muy distintas entre sí, pero que comparten propiedades físicas comunes, lo que justifica que se incluyan en un mismo grupo. Estas propiedades son las siguientes:

- Insolubilidad en el agua.
- Solubilidad en disolventes orgánicos apolares, como éter, benceno y acetona.
- Baja densidad.
- Untuosidad al tacto y brillo característico.

Dada la alta diversidad química existente, la clasificación de los lípidos es compleja. De todos modos, se agrupan de la siguiente manera:

- 1- **Lípidos saponificables:** tienen ácidos grasos en su molécula. Entre ellos están lípidos simples como los **acilglicéridos** o grasas y las **ceras**, y lípidos complejos como los **fosfolípidos** y los **glucolípidos**.
- 2- **Lípidos insaponificables:** no contienen ácidos grasos en su estructura molecular. Existen dos grupos: los **esteroides** y los **terpenos**.

2- LOS ÁCIDOS GRASOS

La molécula de los ácidos grasos consiste en largas cadenas hidrocarbonadas alifáticas (es decir, lineales), con un número par de átomos de carbono (generalmente entre 14 y 22) y un grupo carboxilo al final de la cadena. Su representación esquemática sería:



La cadena hidrocarbonada puede presentar insaturaciones (dobles enlaces), por lo que los ácidos grasos pueden ser de dos tipos:

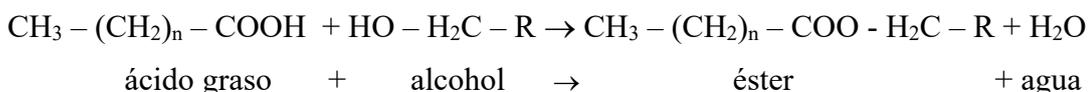
- **Saturados:** sólo presentan enlaces simples entre los átomos de carbono, por lo que son lineales (alifáticos). Ejemplos: ácidos palmítico y esteárico.
- **Insaturados:** presentan algún doble enlace en la cadena, siendo **monoinsaturados** si tienen uno (como el ácido oleico) o **poliinsaturados** si son varios dobles enlaces (como el ácido linoleico). Cada insaturación provoca un cambio de dirección o ángulo en la cadena, por lo que ésta presenta “codos” en cada doble enlace.

Ácido Láurico	12:0	
Ácido Mirístico	14:0	
Ácido Palmítico	16:0	
Ácido Esteárico	18:0	
Ácido Eláidico trans	18:1 / omega-9	
Ácido Oleico cis	18:1 / omega-9	
Ácido Linoleico cis	18:2 / omega-6	
Ácido Alfa-linolénico cis	18:3 / omega-3	
Ácido Araquidónico cis	20:4 / omega-6	
Ácido Eicosapentanoico (EPA) cis	20:5 / omega-3	
Ácido Decosahexanoico (DHA) cis	22:6 / omega-3	

■ AG esencial ■ AG semiesencial

Propiedades de los ácidos grasos:

- 1- **Carácter anfipático:** se refiere a la estructura bipolar de los ácidos grasos, con una cabeza polar (hidrofílica) formada por el grupo carboxilo – COOH y una cola hidrófoba apolar constituida por la cadena hidrocarbonada. Por tanto, cuanto más larga sea la molécula, y consecuentemente su cola hidrófoba, menos soluble será en agua. El gran tamaño de estas colas en los ácidos grasos más importantes hace que sean prácticamente insolubles.
- 2- Los ácidos grasos disponen espacialmente las cadenas alifáticas de sus colas apolares de forma empaquetada. El **punto de fusión** de un ácido graso es directamente proporcional al número de átomos de carbono e inversamente proporcional al número de insaturaciones. Por tanto, el punto de fusión más elevado se dará en aquellos ácidos grasos saturados de cadena más larga. Esto se debe a que las colas hidrófobas establecen entre ellas unos enlaces Van der Waals (los llamados enlaces hidrofóbicos), cuyo número es mayor cuanto más larga sea la cadena, por lo que las moléculas presentarán menor movilidad entre ellas y será necesaria más energía para romper dichos enlaces (esto es, mayor temperatura para separarlos). Las insaturaciones, a consecuencia de aquellos “codos”, debilitan las interacciones hidrofóbicas, algo que permite una mayor movilidad de las moléculas, con lo que el punto de fusión disminuye.
- 3- La mayoría sufren reacciones de **esterificación**, consistente en la reacción de un ácido graso con un alcohol, formándose un enlace covalente entre el carboxilo y un hidroxilo, y liberándose una molécula de agua:

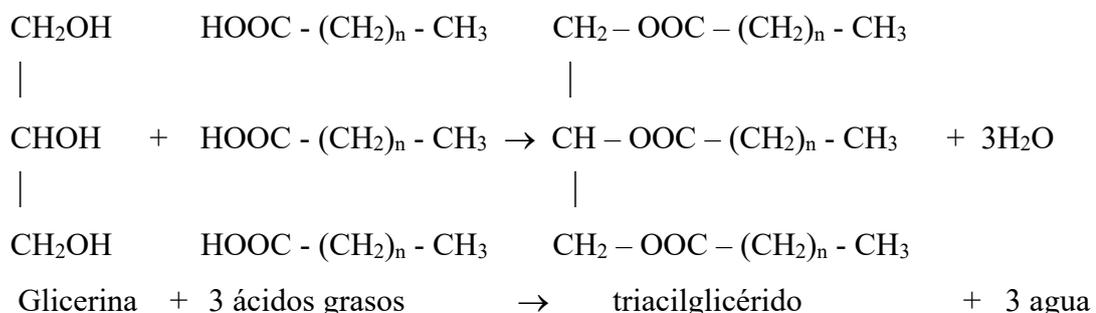


La molécula que se genera se denomina **éster** y la reacción inversa es la hidrólisis. En los seres vivos, la mayoría de los ácidos grasos se encuentran esterificados.

- 4- Algunos ácidos grasos (linoleico, araquidónico) son **esenciales** para el ser humano, es decir, que el organismo humano no los puede sintetizar, por lo que se tienen que incorporar por la dieta.

3- LOS ACILGLICÉRIDOS O GRASAS

Los **acilglícéridos** o **grasas** son ésteres de glicerina (propanotriol) con uno, dos o tres ácidos grasos. Los enlaces de tipo éster se forman por sustitución de los grupos hidroxilo de la glicerina. La reacción de esterificación sería la siguiente:

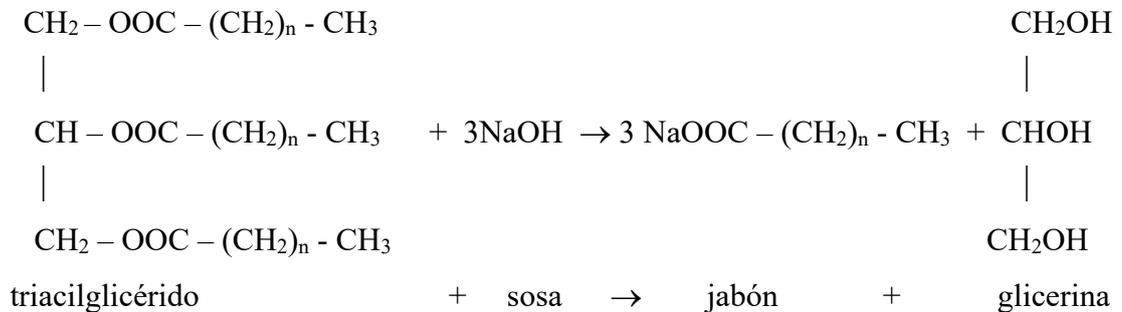


Tipos de acilglícéridos:

- Por el número de ácidos grasos que esterifican a la glicerina, pueden ser **mono**, **di** o **triacilglícéridos**.

- Por los ácidos grasos que contienen, pueden ser **simples** (si todos son iguales) o **mixtos** (si los ácidos grasos son de distinto tipo).

Las grasas son insolubles en agua a causa de su baja polaridad y flotan en él por su baja densidad. Si se hacen reaccionar con una base en caliente (sosa o potasa), se produce glicerina y sales alcalinas de los ácidos grasos, que son los jabones. Esta reacción es la **saponificación**.



El **jabón** es una sustancia que emulsiona las grasas, es decir, los dispersa en pequeñas gotitas en el seno del agua. Esto se debe a que los grupos $-\text{COONa}$ se ionizan con mucha facilidad y recubren superficialmente a las gotitas formadas por los ácidos grasos, impidiendo que se unan y estabilizando así la emulsión.

El estado físico de un acilglicérido dependerá de la longitud y la saturación de los ácidos grasos que contiene. De este modo, se distinguen:

- **Mantecas y sebos:** contienen ácidos grasos saturados, por lo que su punto de fusión es lo suficientemente elevado como para mantenerse en estado sólido a temperatura fisiológica. Están presentes, sobre todo, en animales homeotermos (de sangre caliente). Las mantequillas contienen ácidos grasos saturados de cadena más corta, lo que hace que sea semisólido.
- **Aceites:** tienen ácidos grasos insaturados, por lo que son líquidos a temperatura fisiológica. Se encuentran presentes en vegetales y animales poiquilotermos (de sangre fría).

La principal función de las grasas es la de servir como **reserva energética**, dado su alto poder calorífico (9,1 Kcal/gramo). Se acumula sobre en el tejido adiposo de los animales, pues de este modo pueden acumular mucha energía sin aumentar su peso considerablemente (en los vegetales son los azúcares los que sirven fundamentalmente de reserva energética). Por otra parte, el tejido adiposo puede tener también una función de aislamiento térmico y de protección mecánica de las vísceras.

4- LOS CÉRIDOS O CERAS

Las ceras son biomoléculas originadas por la esterificación de un ácido graso con un monoalcohol primario de cadena larga y número par de átomos de carbono. Su estructura sería:



Son sustancias completamente hidrófobas y por tanto insolubles en agua (debido a las largas cadenas hidrocarbonadas que poseen), por lo que van a tener funciones **impermeabilizantes** de tejidos epidérmicos, tanto vegetales, en las que impide en hojas y frutos una fuerte pérdida de agua por transpiración, como animales en exoesqueletos y formaciones dérmicas como pelos, plumas y uñas. Junto con otros lípidos, forman también los panales de cera de las abejas, la lanolina de la lana, el espermaceti de los cachalotes o el cerumen de los oídos.

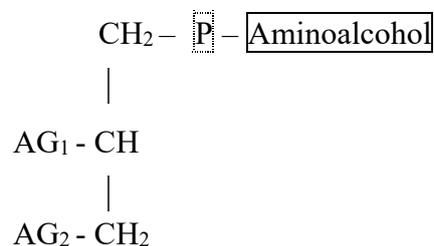
5- LOS LÍPIDOS DE MEMBRANA

Se llama así a los lípidos integrantes de las membranas biológicas, entre los cuales se encuentran lípidos saponificables como los fosfolípidos y los glucolípidos, y lípidos insaponificables como el colesterol (un esteroide del que se hablará en el punto 6.2).

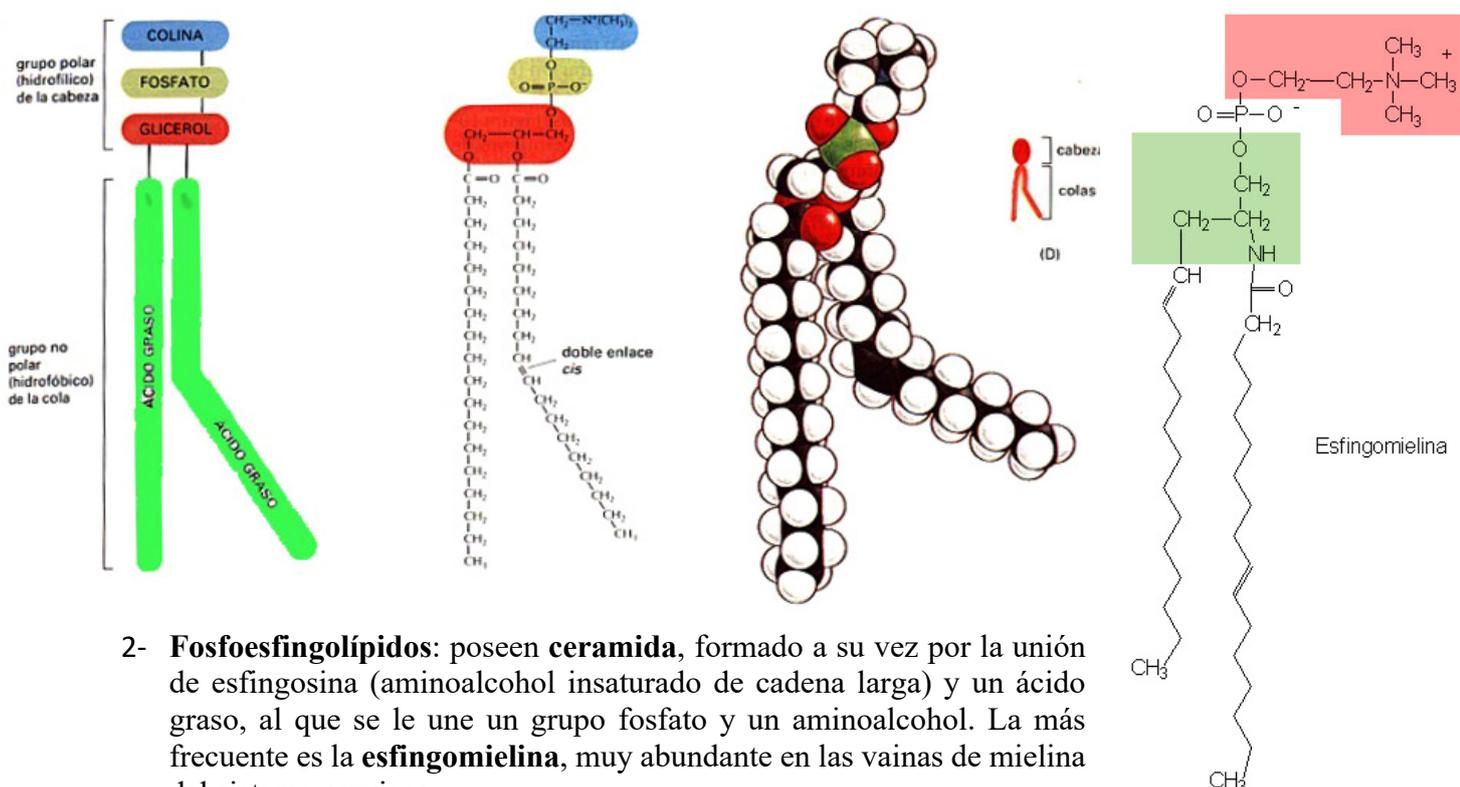
5.1 LOS FOSFOLÍPIDOS

Se denominan así porque presentan un grupo fosfato (ácido ortofosfórico ionizado a pH fisiológico) en su molécula. Existen dos grupos:

- 1- **Fosfoglicéridos:** constan de una molécula de glicerina, cuyos grupos hidroxilo de los carbonos 2 y 3 están esterificados con un ácido graso cada uno, mientras que el grupo hidroxilo del carbono 1 se esterifica con un grupo fosfato, al que se le une un aminoalcohol. Su estructura por tanto sería:



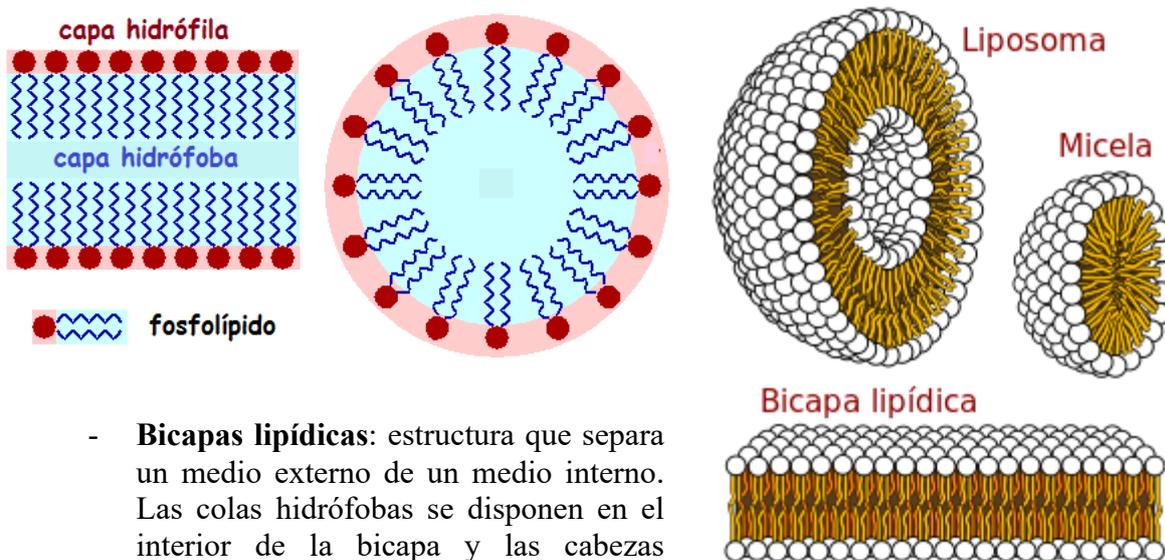
Uno de los dos ácidos grasos suele ser insaturado y presenta su codo característico. Los fosfoglicéridos se distinguen por el aminoalcohol que poseen y se nombran con la raíz fosfatidil- y el nombre del aminoalcohol correspondiente. De este modo, tenemos la **fosfatidilcolina** o lecitina (colina como aminoalcohol), **fosfatidilserina** (tiene serina), **fosfatidietanolamina** o cefalina, etc.



- 2- **Fosfoesfingolípidos:** poseen **ceramida**, formado a su vez por la unión de esfingosina (aminoalcohol insaturado de cadena larga) y un ácido graso, al que se le une un grupo fosfato y un aminoalcohol. La más frecuente es la **esfingomieline**, muy abundante en las vainas de mielina del sistema nervioso.

Los fosfolípidos son anfipáticos, pues poseen una cabeza polar (el grupo fosfato y el aminoalcohol) y dos colas hidrófobas (las cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos). Este carácter hace que en disolución acuosa formen:

- **Micelas:** es una disposición esférica en una capa, en que las cabezas polares se dirigen hacia el medio acuoso circundante y las colas hidrófobas hacia el interior. Los enlaces hidrófobos entre las colas estabilizan el sistema.
- **Vesículas** (o liposomas): tienen una disposición esférica en doble capa que encierra en su interior un medio acuoso. Las cabezas polares se dirigen hacia los medios acuosos externo e interno.



- **Bicapas lipídicas:** estructura que separa un medio externo de un medio interno. Las colas hidrófobas se disponen en el interior de la bicapa y las cabezas hidrófilas hacia los dos medios acuosos.

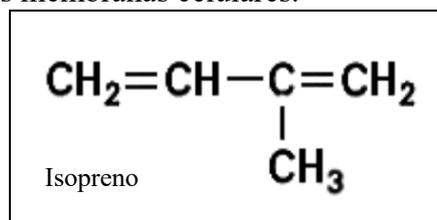
5.2 LOS GLUCOLÍPIDOS

Son lípidos formados por ceramida (unión de esfingosina y un ácido graso) al que se le une un glúcido por un enlace O-glucosídico (entre el -OH del alcohol y un -OH del glúcido). No poseen entonces grupo fosfato. Se suelen disponer en la cara externa de las membranas plasmáticas y se definen dos grupos:

1. **Cerebrósidos:** el glúcido es un monosacárido (glucosa o galactosa). Frecuentes en las vainas de mielina y membranas neuronales del cerebro.
2. **Gangliósidos:** el glúcido es un oligosacárido. Forman parte de receptores de membrana existentes en las partes externas de las membranas celulares.

6- LOS LÍPIDOS INSAPONIFICABLES

Se denominan también **isoprenoides**, puesto que son biomoléculas que derivan del **isopreno** (2- metil 1,3-butadieno), que se une entre sí para dar cadenas lineales o cíclicas.



6.1 – LOS TERPENOS

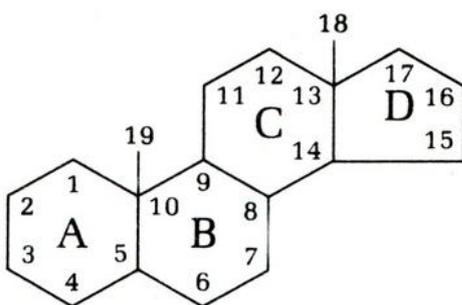
Son lípidos que proceden de la polimerización del isopreno y su clasificación se basa en el número de moléculas de este monómero que contienen. De esta manera, podemos destacar los siguientes grupos:

- **Monoterpenos:** tienen dos isoprenos, como algunos aceites esenciales de plantas (mentol, eucaliptol, timol y limoneno de la menta, el tomillo, el eucalipto y el limón respectivamente).
- **Diterpenos:** proceden de la unión de cuatro isoprenos. Por ejemplo, el fitol (componente de la clorofila) y las vitaminas A (derivado de la escisión del caroteno), E y K.
- **Tetraterpenos:** formados por ocho moléculas de isopreno, entre los que destacan los carotenoides, pigmentos fotosintéticos que absorben determinadas longitudes de onda. Hay dos grupos: los **carotenos**, de color rojo y anaranjado y que no tienen oxígeno en su composición (por ejemplo, licopeno y β caroteno, presentes en el tomate y la zanahoria respectivamente) y las **xantofilas**, de color amarillento y con oxígeno en su composición.
- **Politerpenos:** poseen muchas unidades de isopreno (son polímeros). El más conocido es el caucho.

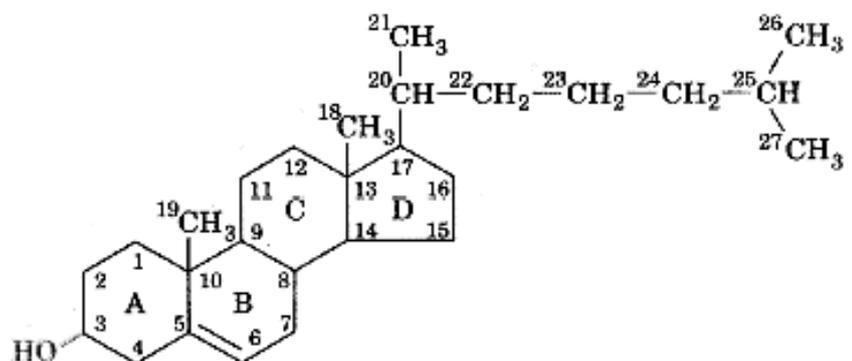
6.2- ESTEROIDES

Son lípidos derivados del **esterano** o ciclopentanoperhidrofenantreno, formado por un ciclopentano unido a un fenantreno (que consta a su vez de tres ciclohexanos). El precursor del esterano es el triterpeno **escualeno**. A estos ciclos, se unen sustituyentes como grupos hidroxilo, metilo o largas cadenas laterales. Hay dos grupos principales:

1. **Esteroles:** son esteroides que tienen un grupo hidroxilo en el carbono 3 y una cadena lineal en el carbono 17. El grupo hidroxilo supone la parte polar de la molécula. Los más destacables son los siguientes:
 - El **colesterol** es el más importante, dado que es componente de las membranas biológicas y precursor de muchos esteroides. Puede ser exógeno (incorporado por la dieta) o endógeno (sintetizado por el organismo) y se transporta en la sangre mediante lipoproteínas LDL (de baja densidad, rico en lípidos) y HDL (de alta densidad y con menor contenido lipídico). Como la eliminación de estas lipoproteínas es muy difícil, las LDL se pueden acumular en las paredes los vasos sanguíneos y producir la arteriosclerosis.
 - Los **ácidos biliares** son componentes de la bilis, encargado de emulsionar las grasas del quimo.
 - La **vitamina D** regula el metabolismo del calcio y su absorción intestinal. Esta vitamina puede ser D₂ o **calciferol** (de origen vegetal e incorporado en la dieta como provitamina) o D₃ o **colecalfiferol** (sintetizado en el organismo a partir del colesterol por mediación de los rayos solares).



Ciclopentanoperhidrofenantreno



Colesterol

2. **Hormonas esteroideas:** derivan del colesterol, aunque tienen un oxígeno unido por un doble enlace al carbono 3. Las hormonas son sustancias segregadas por glándulas endocrinas (de secreción interna, que vierten sus contenidos a la sangre o la savia) que actúan como mensajeros químicos de acción lenta, cuya naturaleza puede ser lipídica o proteica. Actúan sobre un órgano o tejido diana. Las hormonas de naturaleza lipídica son esteroides y se agrupan en:

- **Hormonas sexuales:** que pueden ser masculinas o **andrógenos** (como la testosterona) o femeninas o **estrógenos** (como el estradiol y la progesterona). Son responsables de las funciones sexuales y de los caracteres sexuales secundarios.
- **Hormonas suprarrenales:** son producidas por la corteza de las cápsulas suprarrenales. Son la **aldosterona** y el **cortisol**, responsables del equilibrio iónico y del metabolismo de los glúcidos respectivamente.

7- FUNCIONES

Las funciones de los lípidos se pueden resumir en la siguiente tabla:

FUNCIÓN	EXPLICACIÓN	LÍPIDOS
Reserva energética	El exceso de sustancias energéticas se acumula en forma de grasas en el tejido adiposo o en frutos de semillas o frutos de plantas oleaginosas, metabolizándose en caso de necesidad. El poder calorífico es de 9,1 Kcal/gr.	Acilglicéridos.
Estructural	Dado el carácter anfipático de algunos lípidos, en medios acuosos pueden organizarse en bicapas, parte fundamental de las membranas biológicas.	Fosfolípidos. Glucolípidos. Colesterol.
Protectora	Protección física (amortiguadora), térmica (actúan como aislantes, evitando las pérdidas de calor) e impermeabilizadora.	Acilglicéridos. Ceras.
Reguladora	Algunos lípidos actúan como hormonas (mensajeros químicos) o como vitaminas (facilitando reacciones metabólicas).	Vitaminas liposolubles (terpenos y vitamina D) Hormonas esteroideas.
Pigmentaria	Captan energía luminosa para la fotosíntesis.	Carotenoides (terpenos).