

LÍPIDOS

DEFINICIÓN

Son un grupo de sustancias heterogéneas que prácticamente lo único que tienen en común es que **son insolubles total o parcialmente en agua**, pero sí **son solubles en compuestos orgánicos** no polares como alcohol, éter, cloroformo, benceno...

CLASIFICACIÓN

1. **Saponificables**: estos lípidos por hidrólisis originan ácidos grasos.

Simple: alcohol + un ácido graso: **Grasas o acilglicéridos**
Ceras

Complejos: **Fosfolípidos: fosfoglicéridos y esfingolípidos**
Glucolípidos

2. **Insaponificables**

Esteroides **Esteroles: colesterol y ácidos biliares.**
Hormonas suprarrenales.
Vitamina D

Terpenos o isoprenoides **Carotenos**
Xantófilas
Vitaminas A, K y E.

Icosanoides **Prostaglandinas**
Tromboxanos
Leucotrienos

FUNCIONES

1. Son **componentes estructurales de las membranas plasmáticas celulares**. Las membranas plasmáticas son de naturaleza lipoproteica, están constituidas por una bicapa lipídica, sobre todo de fosfolípidos y colesterol.
2. Son sustancias de **reserva de energía intracelular**. Las grasas producen 9,4 Kcal por gramo de sustancia oxidada (los glúcidos solo 4,1 Kcal/gr).
3. Constituyen **la forma de transporte de esa energía** a través de la sangre, desde el intestino hasta el lugar de utilización o almacenamiento. Las gotas lipídicas de la sangre contienen proteínas, grasas, colesterol, fosfolípidos etc.
4. Son **agentes de protección y aislamiento térmico**, por su característica de ser impermeables, no ser solubles en agua, por lo tanto cumplen esta función en hojas de las plantas, paredes de las bacterias, esqueleto de los insectos, piel de los vertebrados (tejido adiposo), etc...
5. Algunos lípidos son **biocatalizadores** (vitaminas lipídicas) y otros son hormonas (hormonas esteroideas)

ÁCIDOS GRASOS

No se suelen encontrar **libres** en la naturaleza, pero sí son muy importantes porque constituyen la base de muchos lípidos (de los saponificables). Poseen **una cadena hidrocarbonada** larga casi siempre con un **nº par** de átomos de carbono y un **grupo carboxilo** terminal (**COOH**).

Además pueden tener grupos OH y dobles enlaces. Si solo poseen enlaces sencillos son **ác. grasos saturados** (no pueden experimentar reacciones de adición, no pueden incorporar más átomos a su molécula). Si, por el contrario, poseen dobles enlaces son **ác. grasos insaturados** (pueden experimentar reacciones de adición y los dobles enlaces pasar a enlaces sencillos).

Difieren unos de otros por la **longitud de la cadena** y por la **posición y nº de los dobles enlaces**. El nº de átomos de carbonos va de **14 a 22** aunque los más frecuentes tienen 16 o 18 átomos de carbono. Son **más frecuentes** los ácidos grasos **insaturados**, que poseen dobles enlaces, y en este caso los isómeros **cis**. (Repasar isómeros cis y trans).

- Ejemplos de ácidos saturados:

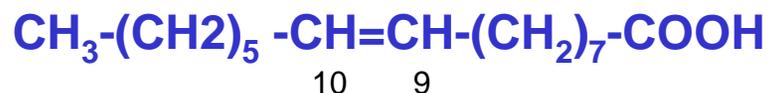
palmítico o hexadecanoico (n=16): $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$ P. fusión: 63,1 ° C

esteárico u octadecanoico (n=18): $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$ P. fusión: 69,6 ° C

- Ejemplos de ácidos insaturados:

palmitoleico: n=16, un enlace doble entre los carbonos 9 y 10.

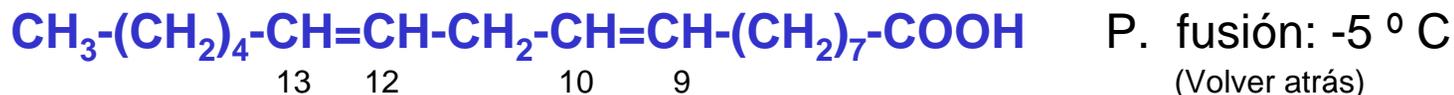
(Los carbonos se numeran empezando por el grupo funcional, en este caso el grupo carboxilo COOH, que es el C 1)



oleico: n=18, un enlace doble entre los carbonos 9 y 10. Es el ácido graso más abundante en el aceite de oliva



linoleico: n=18, un enlace doble entre los carbonos 9 y 10 y otro entre los carbonos 12 y 13.



El punto de fusión de los ácidos grasos aumenta con el nº de átomos de carbono y disminuye con la insaturación, es decir, los ácidos grasos insaturados son líquidos a temperaturas más bajas, incluso menores que 5° C (poseen puntos de fusión más bajos que los saturados).

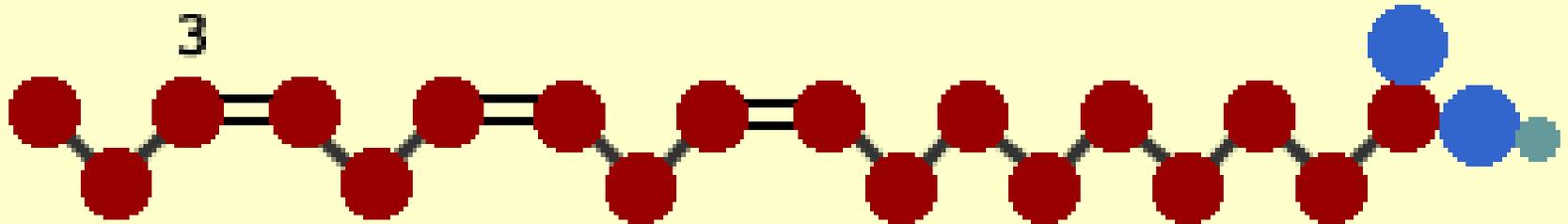
Dos ácidos **saturados** como el **palmítico** y el **esteárico** son a temperatura ambiente sólidos, blancos, de consistencia cerea e insolubles en agua. Otros, **insaturados** como el **oleico**, son líquidos oleosos a temperatura ambiente e insolubles en agua.

Todos los ácidos grasos **son insolubles en agua** por el gran tamaño de la cola hidrocarbonada (aunque el grupo COOH sea soluble en agua).

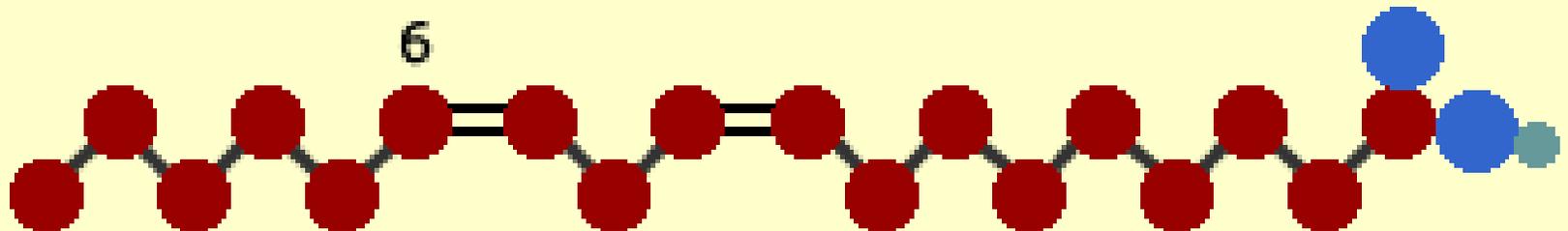
El ácido **oleico** es abundante en el aceite de oliva y en otras semillas. El ácido **linoleico** y el **linolénico** son abundantes en aceites de **semillas: girasol, cardo, soja y maíz**. Otros aceites como el de coco y palma son ricos en ácidos grasos saturados.

El ácido **araquidónico** está sobre todo en las grasas animales. **El ácido araquidónico, el linoleico y el linolénico son ác. grasos esenciales**, es decir, son imprescindibles en la dieta humana, porque el hombre no los puede sintetizar.

Ácidos poliinsaturados: omega 3 y omega 6



Alpha-Linolenic acid (omega 3)



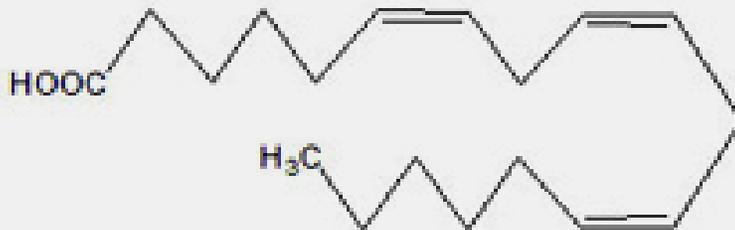
Linoleic acid (omega 6)

Ácidos poliinsaturados: omega 3 y omega 6

Omega-6 Fatty Acids



Linoleic Acid (18:2n-6)



γ -Linolenic Acid (18:3n-6)

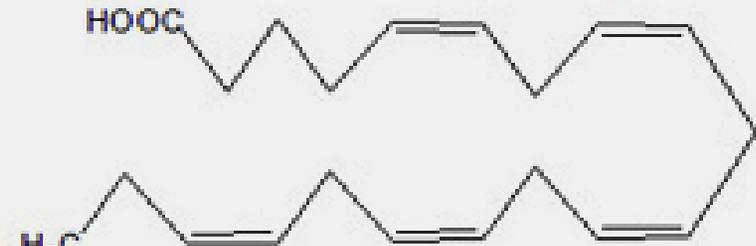


Arachidonic Acid (20:4n-6)

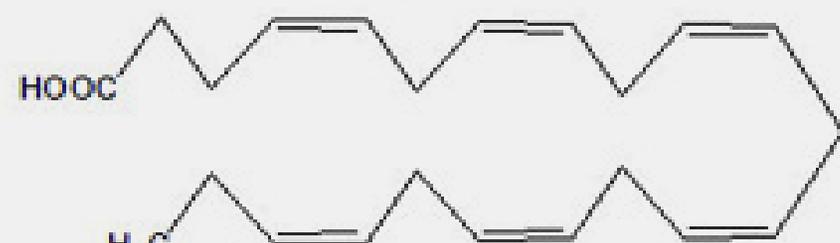
Omega-3 Fatty Acids



α -Linolenic Acid (18:3n-3)



Eicosapentaenoic Acid (20:5n-3)



Docosahexaenoic Acid (22:6n-3)

CLASIFICACIÓN (recuerdo)

1. **Saponificables**: estos lípidos por hidrólisis originan ácidos grasos.

Simple: alcohol + un ácido graso: • **Grasas o acilglicéridos**
• **Ceras**

Complejos: • **Fosfolípidos**: • **fosfoglicéridos** y • **esfingolípidos**
• **Glucolípidos**

2. **Insaponificables**

Esteroides • **Esteroles**: **colesterol** y **ácidos biliares**.
• **Hormonas suprarrenales**.
• **Vitamina D**

Terpenos o • **Carotenos**
isoprenoides • **Xantófilas**
• **Vitaminas A, K y E**.

Icosanoides • **Prostaglandinas**
• **Tromboxanos**
• **Leucotrienos**

LÍPIDOS SAPONIFICABLES

SIMPLES

ACILGLICÉRIDOS (GRASAS)

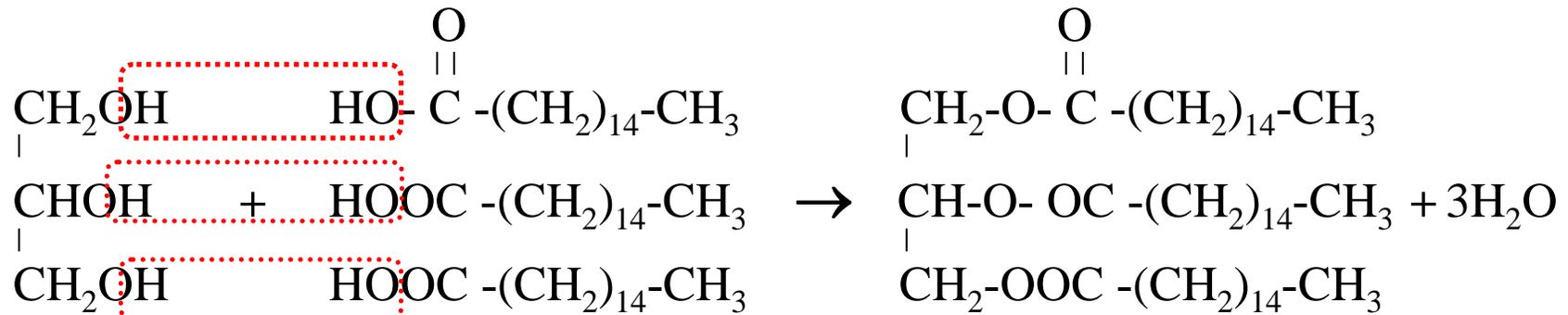
Son los componentes principales de las acumulaciones lipídicas en las células vegetales y animales. Se encuentran sobre todo en el **tejido adiposo** de los vertebrados en el que las células (los **adipocitos**) acumulan grasa en su citoplasma. También son abundantes en muchos **vegetales**, especialmente en el tejido de reserva de las **semillas**.

Su función es la de **reserva de energía** intracelular.

Químicamente, **las grasas son ésteres de un alcohol polivalente (con varios grupos OH), el propanotriol o glicerina con 3 ácidos grasos**. Por esta razón, a las grasas se les llama también **triacilglicéridos** (o acil glicéridos o glicéridos).

ESTERIFICACIÓN

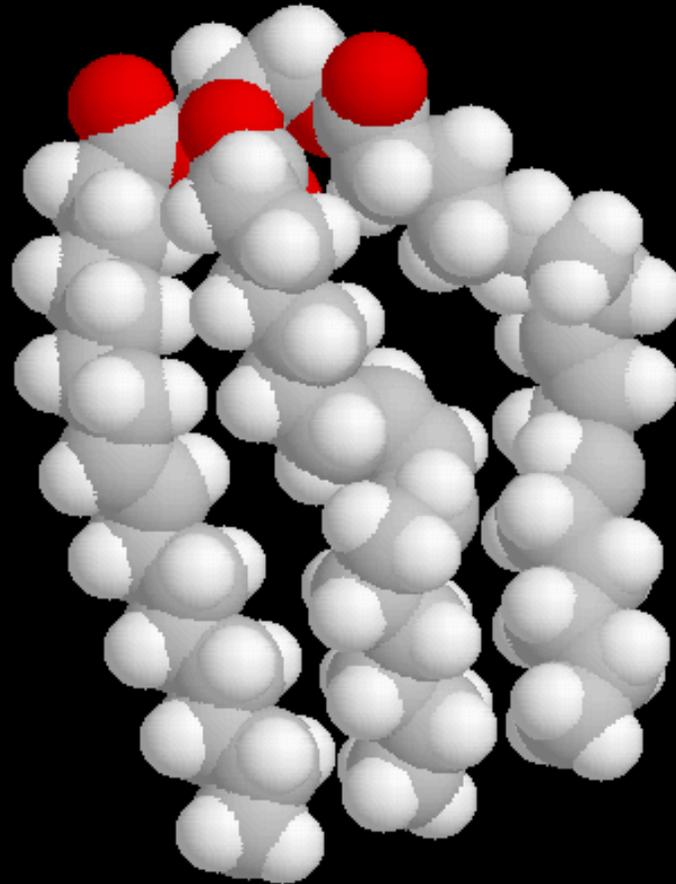
Ácido + alcohol \rightarrow éster + agua



Propanotriol
o **glicerina**

3 ácidos grasos
(en este caso 3 moléculas
de ácido palmítico)

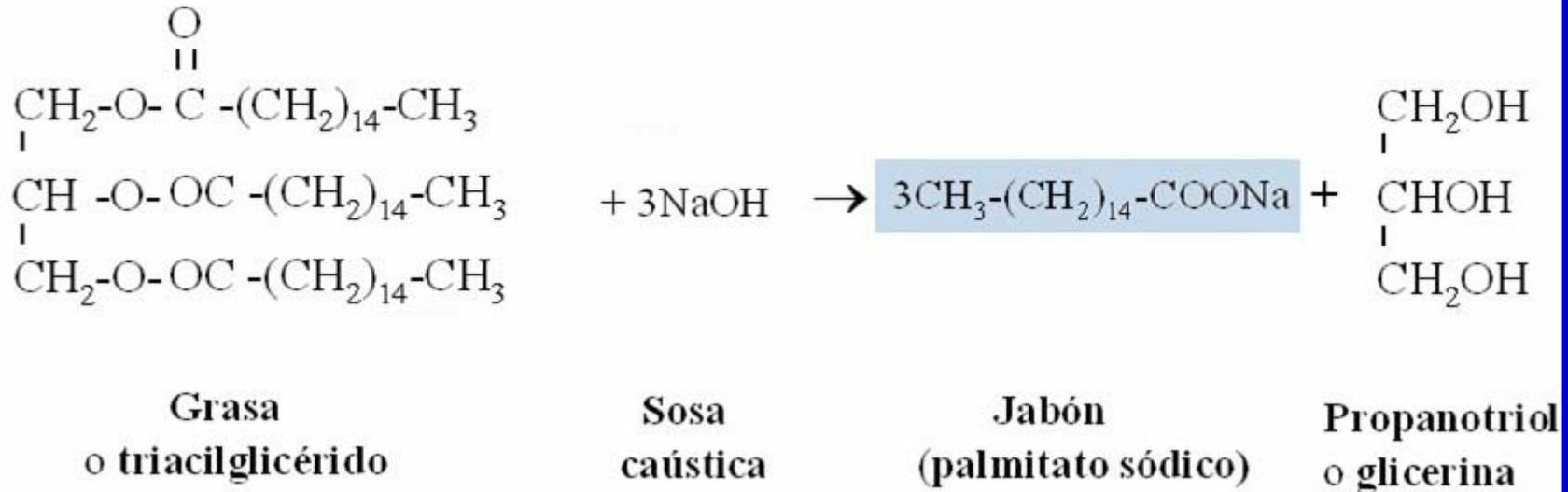
Grasa
o **triacilglicérido**



Triacilglicérido (grasa neutra)

SAPONIFICACIÓN

(Hidrólisis alcalina de las grasas)



Los **jabones** son sustancias con poder **emulsionante** o **detergente**, son capaces de dispersar las moléculas lipídicas (no solubles en agua) en una disolución acuosa. Es decir, forman emulsiones formadas por sustancias lipídicas y agua perfectamente mezcladas.

Esto ocurre porque los jabones tienen un extremo no polar (la cadena hidrocarbonada, insoluble en agua) y un extremo polar (la sal, soluble en agua). Son lípidos **anfipáticos**.



El punto de fusión de las grasas viene determinado por el de los ácidos grasos que las componen. En general, **aumenta con la longitud de la cadena y disminuye con la insaturación (aumenta con la saturación)**.

Las grasas líquidas a temperatura ambiente, suelen ser de origen **vegetal**, y se llaman **aceites**, son ricas en ácidos grasos insaturados. Las margarinas se obtienen a partir de grasas vegetales saturando artificialmente sus ácidos grasos (“grasas vegetales parcialmente hidrogenadas” dicen las etiquetas).

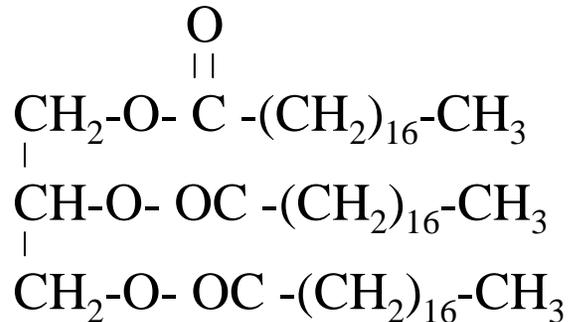
En los **animales**, sobre todo en las **aves y mamíferos** (homeotermos) las grasas poseen ácidos grasos saturados y reciben el nombre de **sebos, mantecas, mantequillas** etc. Todas las grasas son insolubles en agua y flotan en ella por su baja densidad.

Hablamos de **triacilglicéridos** (o grasas) **sencillos** si los 3 ácidos grasos son iguales (por ejemplo: la tripalmitina o tripalmitilglicérido). Si los 3 ácidos grasos son distintos hablamos de **triacilglicéridos mixtos**.

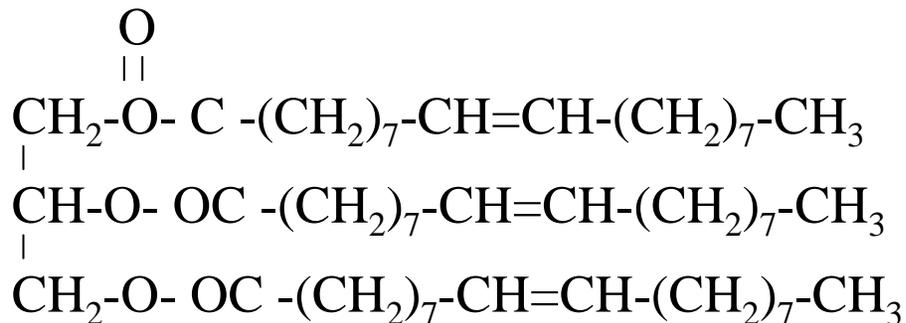
Las grasas naturales son mezclas, a veces muy complejas, de grasas sencillas y grasas mixtas.

Formular:

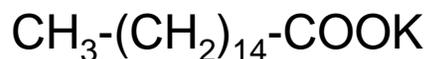
- **Triestearina (triestearilglicérido)**: es sólida a temperatura ambiente (sebo).
(Ácido esteárico $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$)



- **Trioleina (trioleilglicérido)**: es líquida a temperatura ambiente (aceite).
(Ácido oleico $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$)



- **Palmitato potásico**: es un jabón.



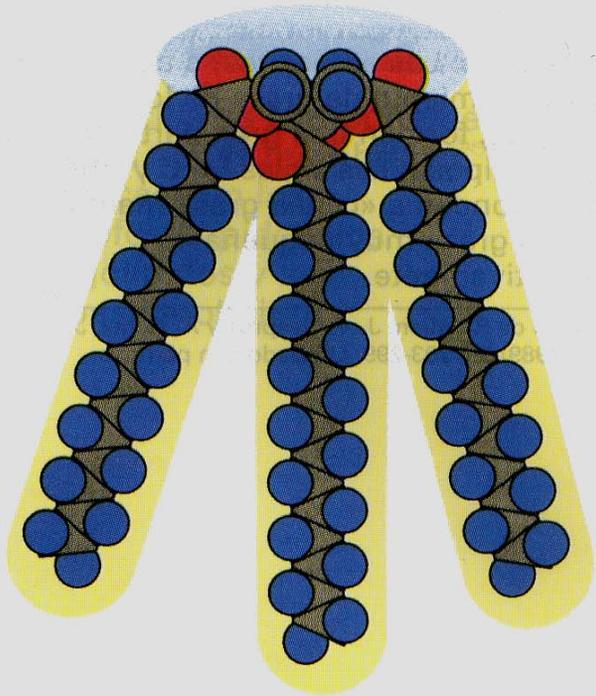
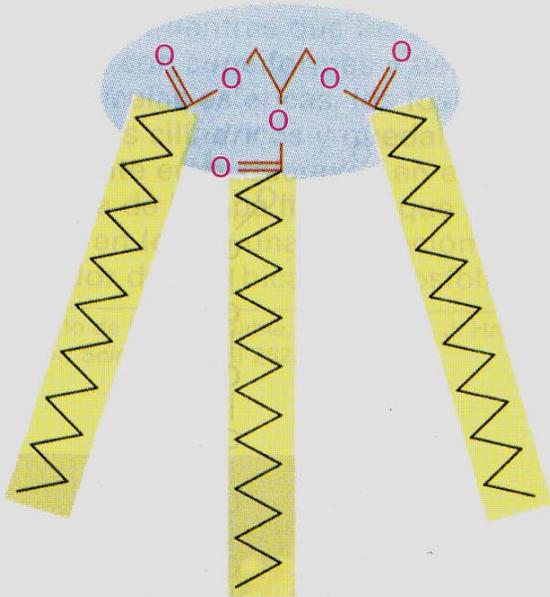


FIGURA 10.2

Estructura de la triestearina, una grasa. La triestearina es un triacilglicerol (grasa) formado por glicerol y tres moléculas de estearato. La parte hidrófila de la triestearina la forman el glicerol y los grupos de cabeza de los estearatos; la parte hidrófoba la forman las colas hidrocarbonadas de los estearatos.



Las grasas o triacilgliceroles son triésteres de ácidos grasos y glicerol. Constituyen la principal forma de almacenamiento de energía de muchos organismos.

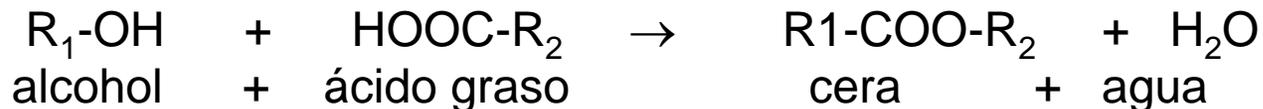
CERAS

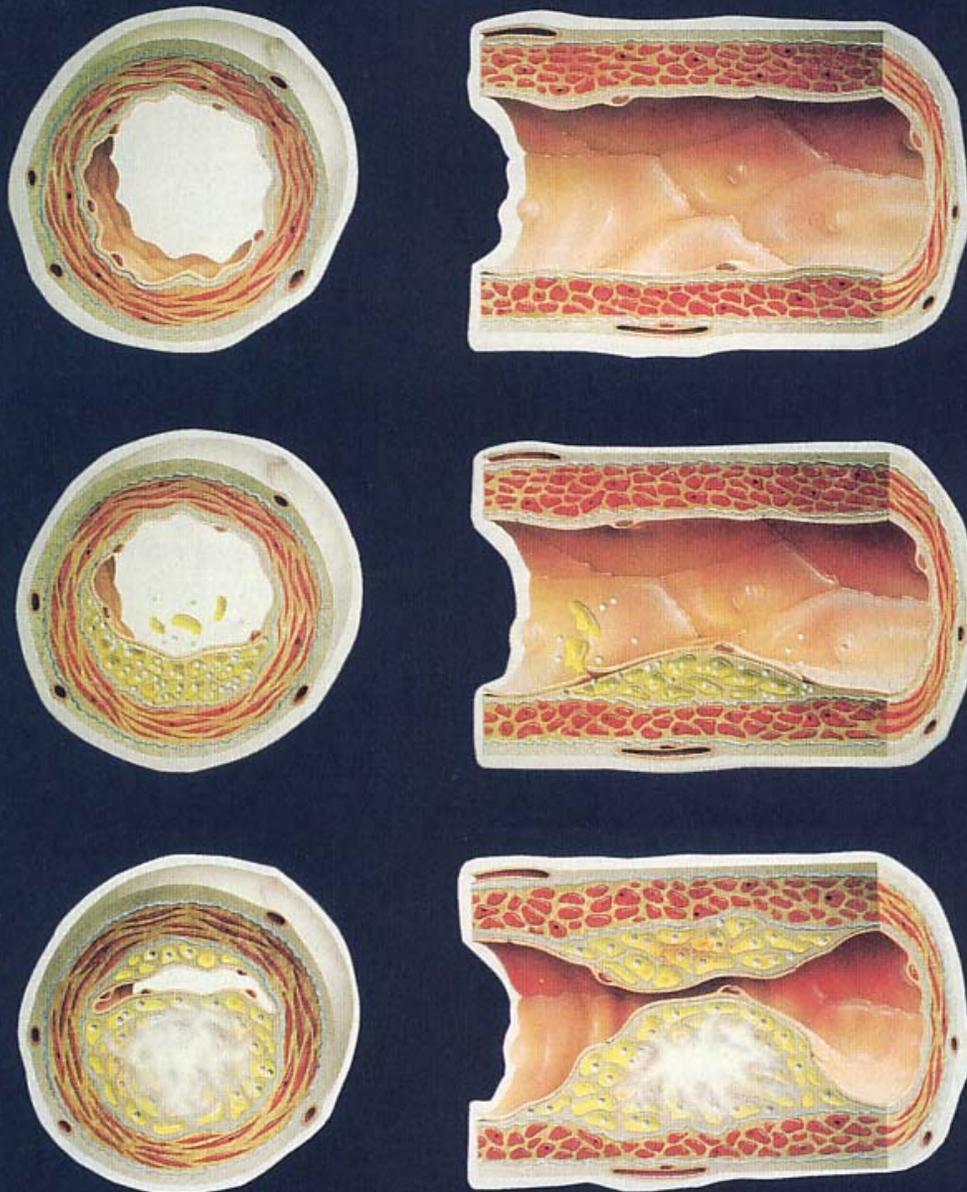
Son también **ésteres** de un alcohol, pero generalmente un **alcohol monovalente** diferente de la glicerina y de **un ácido graso de cadena larga**.

No tienen **función** energética sino que tienen función como **aislantes e impermeabilizantes**. Con esta función se encuentran en el **cuero cabelludo**, **conducto auditivo externo** (cerumen), **plumas de las aves**, **lana** (lanolina) etc.

En el hombre tienen especial interés las **ceras del colesterol**, sobre todo si tienen ácidos grasos saturados, porque se acaban depositando en las arterias, produciendo un descenso de su calibre y rigidez que hace que aumente la presión arterial (**arterioesclerosis** producida por **ateroesclerosis**).

La arterioesclerosis es un endurecimiento de las arterias que se puede producir por la edad (disminuye su elasticidad) o por el depósito de sustancias grasas (**ateromas**). Normalmente ambas cosas se asocian en la vejez, pero también pueden aparecer estos depósitos, de forma patógena en personas jóvenes (enfermedades del metabolismo lipídico).





Progresión de la placa de ateroma

Disminución del calibre de los vasos sanguíneos por acúmulo de placas grasas (**ateromas**). Ello lleva a aumento de la presión arterial y a la disminución del riego sanguíneo en los tejidos, lo que origina **enfermedades y accidentes cardiovasculares.**

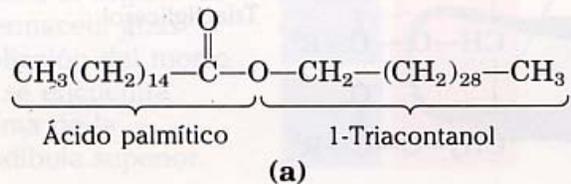
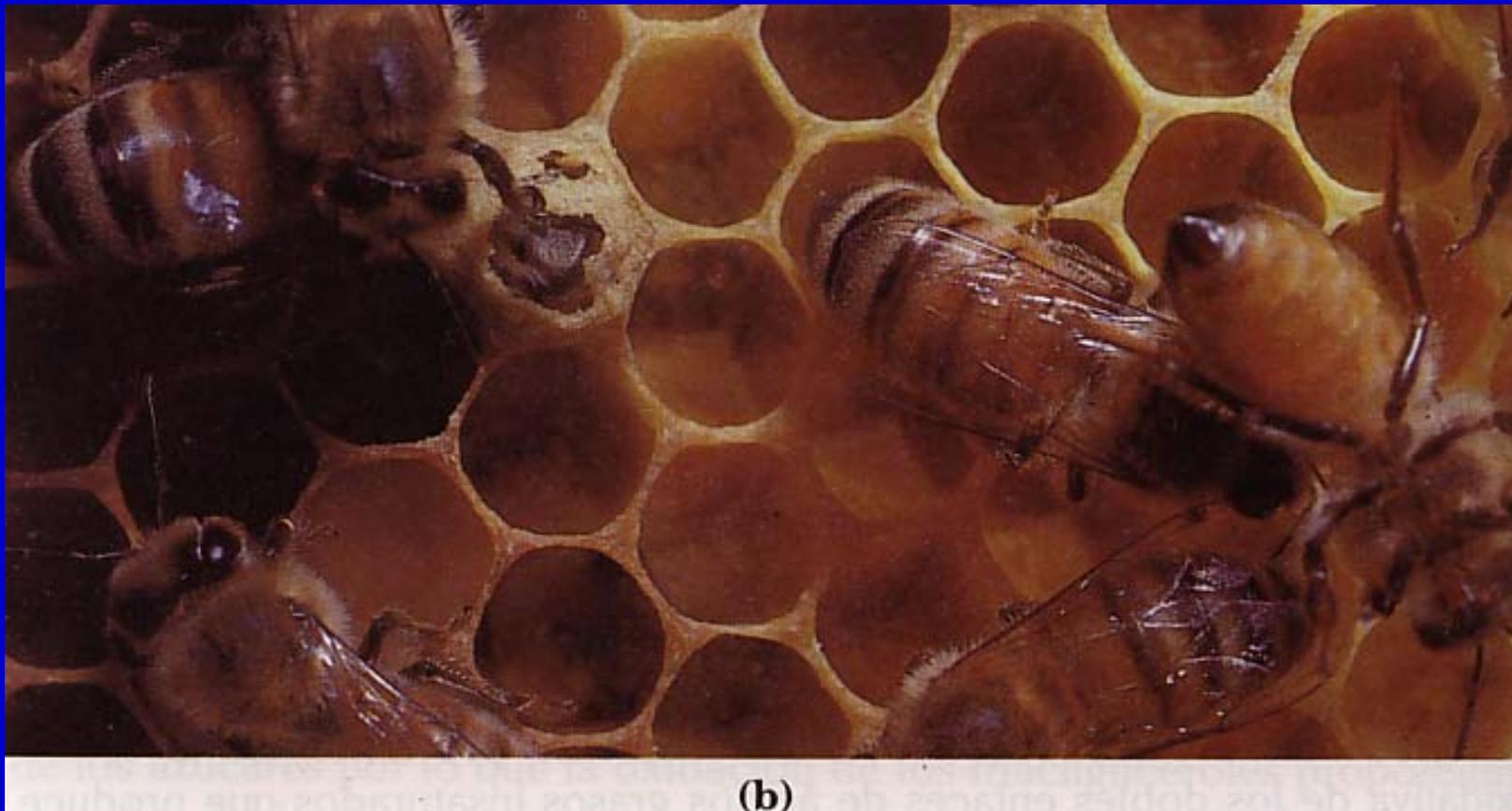


Figura 9-5 (a) Triacontanilpalmitato, componente principal de la cera de abeja. Es un éster del ácido palmítico con el alcohol triacontanol. **(b)** Un panal, construido con cera de abejas, es rígido a 25 °C y totalmente impermeable al agua.

CLASIFICACIÓN (recuerdo)

1. **Saponificables**: estos lípidos por hidrólisis originan ácidos grasos.

Simple: alcohol + un ácido graso: • **Grasas o acilglicéridos**
• **Ceras**

Complejos: • **Fosfolípidos**: • **fosfoglicéridos** y • **esfingolípidos**
• **Glucolípidos**

2. **Insaponificables**

Esteroides • **Esteroles**: colesterol y ácidos biliares.
• **Hormonas suprarrenales.**
• **Vitamina D**

Terpenos o • **Carotenos**
isoprenoides • **Xantófilas**
• **Vitaminas A, K y E.**

Icosanoides • **Prostaglandinas**
• **Tromboxanos**
• **Leucotrienos**

LÍPIDOS SAPONIFICABLES

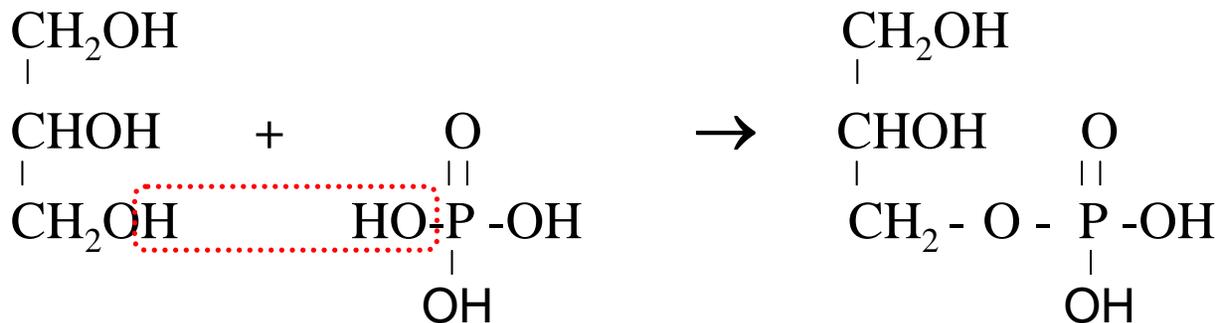
COMPLEJOS

FOSFOLÍPIDOS

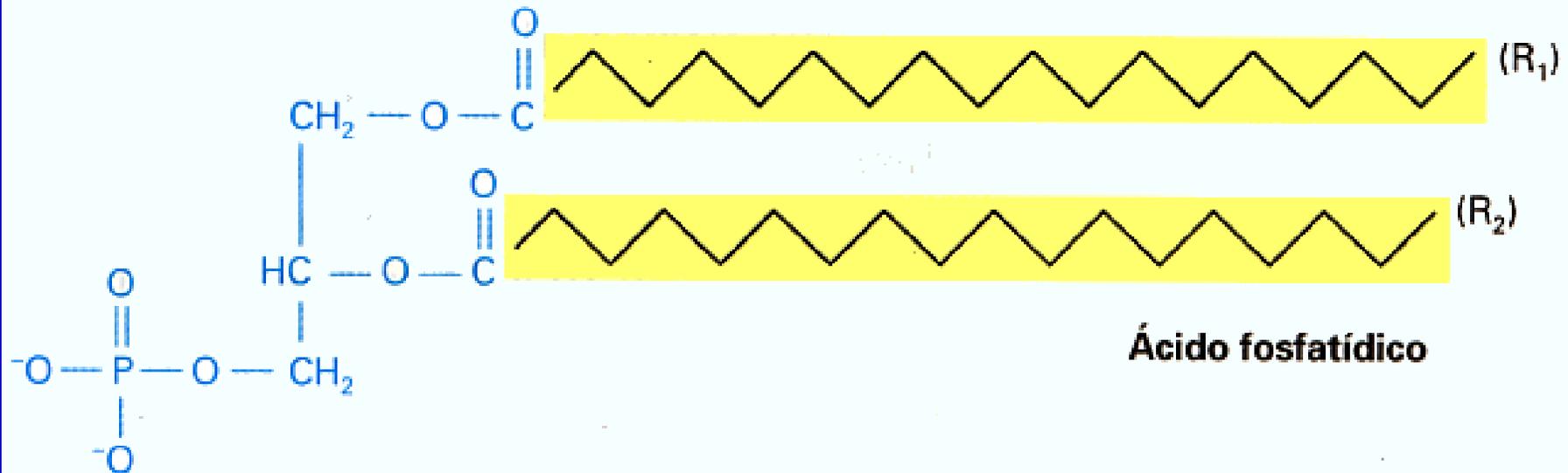
Poseen en su molécula una molécula de ácido ortofosfórico H_3PO_4 . Los fosfolípidos se clasifican en dos grupos: fosfoglicéridos y esfingolípidos.

• FOSFOGLICÉRIDOS

Además de la molécula de [ácido ortofosfórico](#), contienen siempre una molécula de [glicerina](#). El compuesto que origina la serie de fosfoglicéridos es el [ácido fosfoglicérico](#), que se forma cuando un OH primario de la glicerina se esterifica con una molécula de ácido fosfórico:



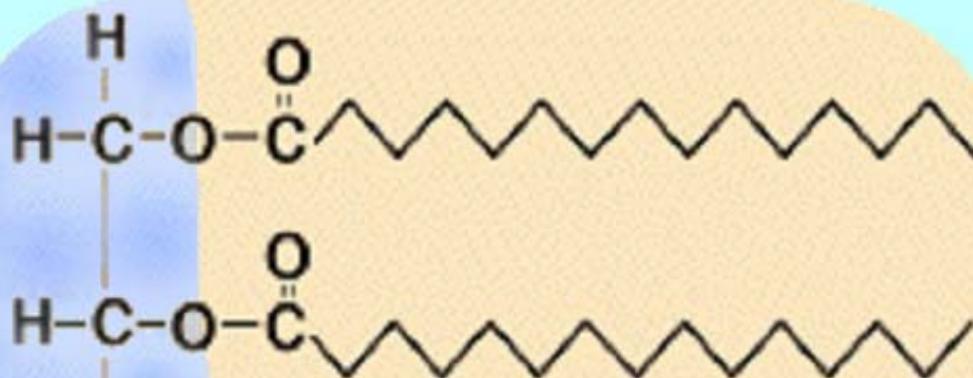
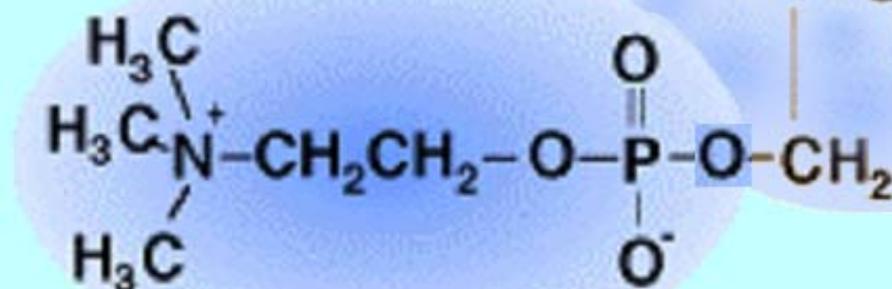
Los distintos fosfoglicéridos se diferencian unos de otros en el **tamaño** y en el **tipo** de los restos de los dos **ácidos grasos** que esterifican los otros dos OH de la glicerina. Es frecuente que el primer ácido graso sea saturado, y el segundo sea insaturado. Se llama **ácido fosfatídico** al conjunto de **dos ácidos grasos más una molécula de glicerina más el ácido ortofosfórico**.



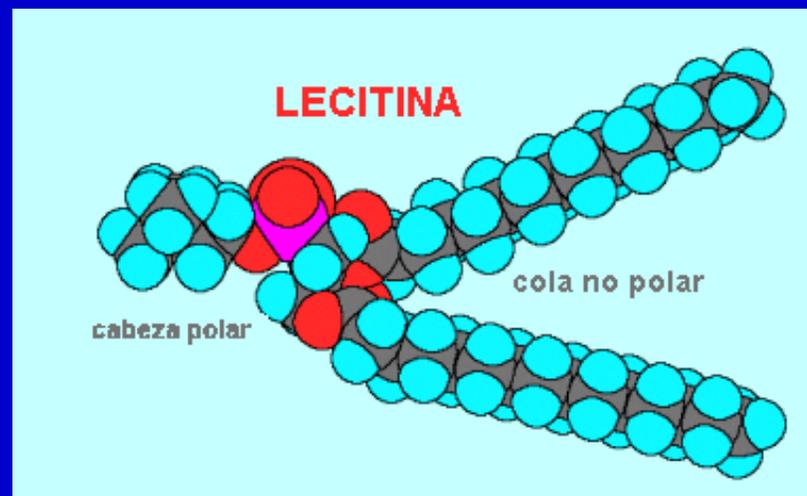
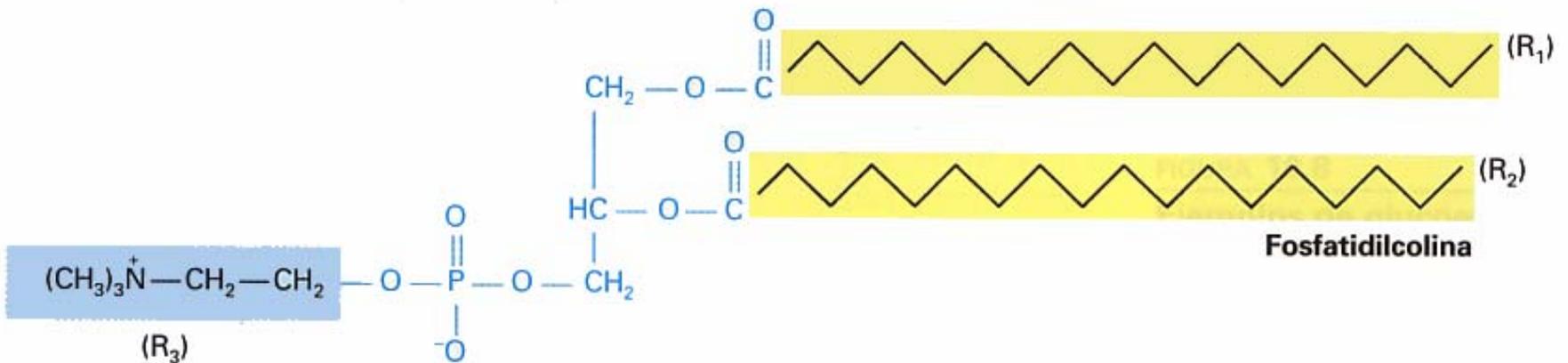
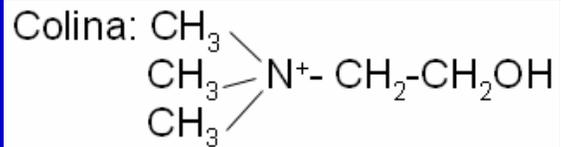
FOSFOGLICÉRIDO

cabeza polar

cola no polar

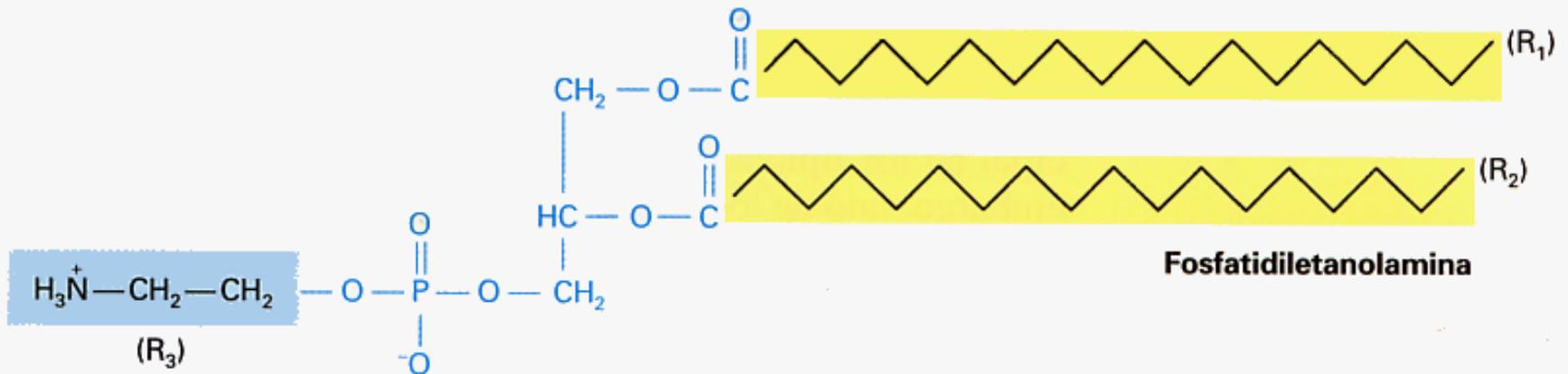


Fosfatidil colina o lecitina: el grupo X es una base nitrogenada, un aminoalcohol llamado **colina**. Abunda en la yema de huevo.

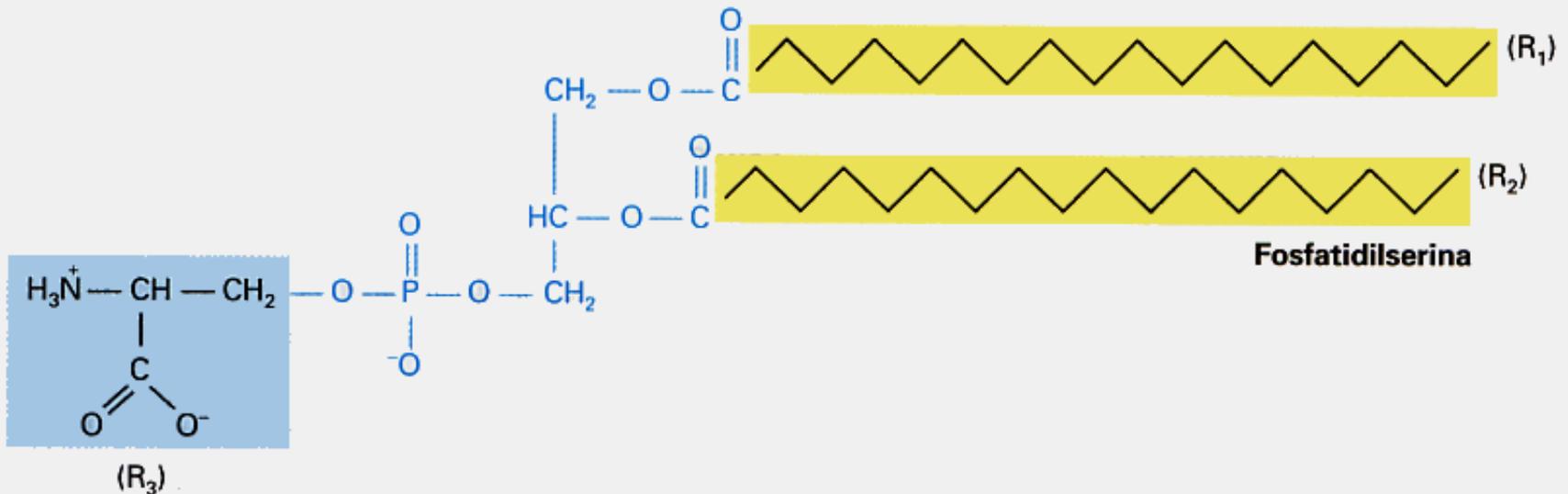
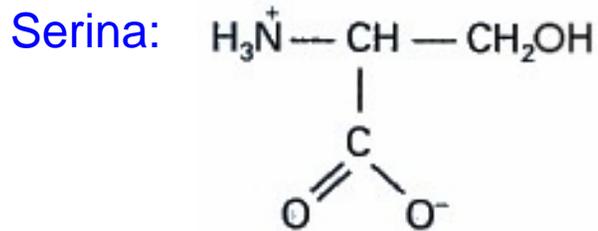


Fosfatidil etanol amina ó cefalina: el grupo X es también una base nitrogenada, un aminoalcohol llamado **etanol amina**. Se encuentra en el cerebro y en otros tejidos animales y vegetales.

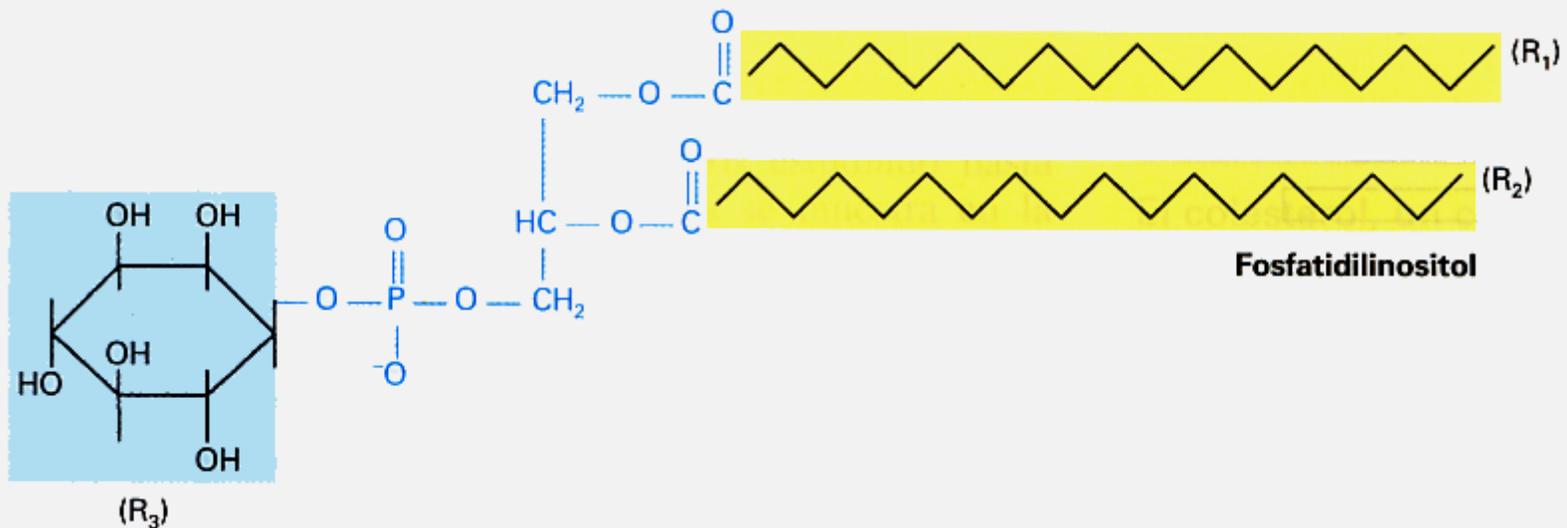
Etanolamina: $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$



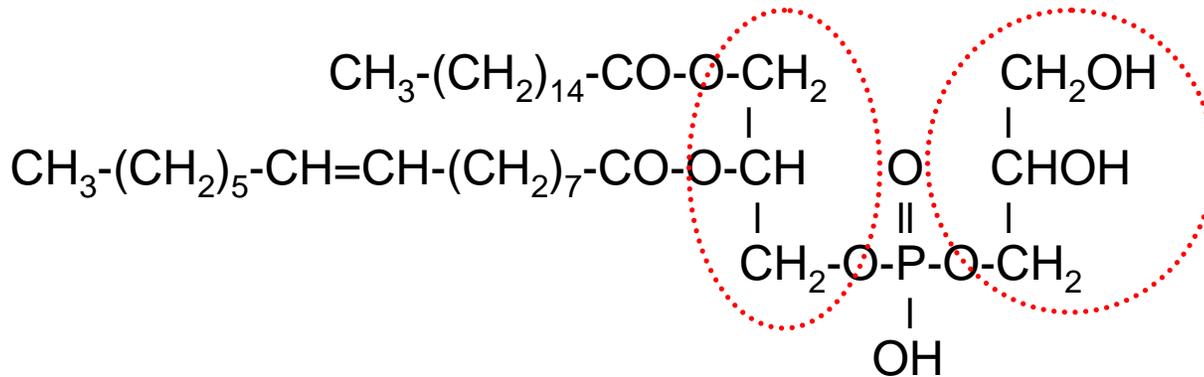
Fosfatidil serina: su grupo X es un aminoácido. Está presente en el cerebro. El a.a. es la serina.



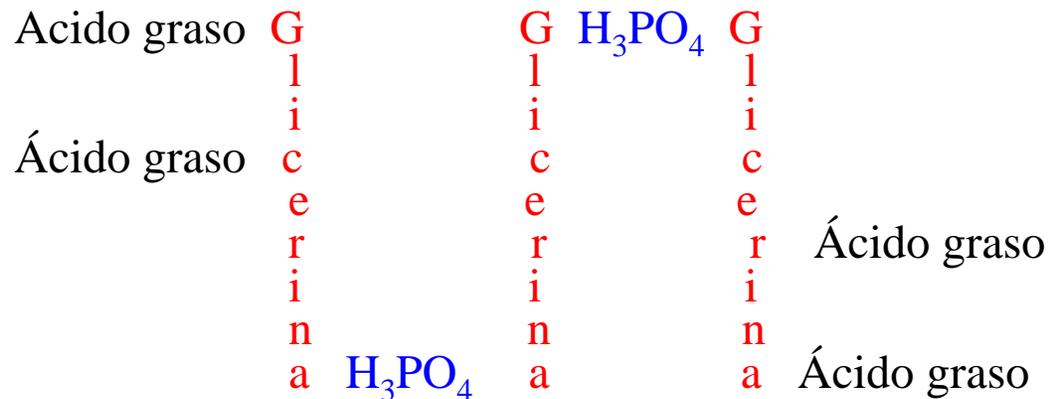
Fosfatidil inositol: su grupo X es un fosfoglicérido en el que el grupo X es un alcohol cíclico llamado **inositol**.



Fosfatidil glicerina: el grupo X es otra molécula de glicerina.



Cardiolipinas: son unos derivados de los anteriores. Son dos moléculas de ácido fosfatídico, unidas a una de glicerina.

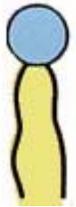


Estructura y disposición de los fosfoglicéridos en un medio acuoso

Como consecuencia de su estructura química: una molécula de glicerina, dos moléculas de ácidos grasos y un alcohol o un derivado alcohólico, los fosfoglicéridos poseen **2 zonas diferenciadas en su molécula**.

Una de ellas, la constituida por los restos de dos ácidos grasos (**colas hidrocarbonadas**) es **hidrófoba** (o no polar, o no soluble en agua).

La otra parte de la molécula está constituida por los restos de la glicerina y el ácido ortofosfórico, y el alcohol es una **cabeza hidrófila** (polar, o soluble en agua).

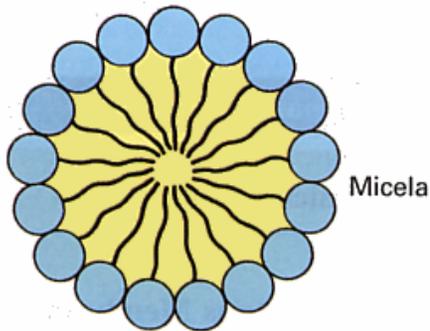


Por esta razón se representan de esta manera y se dice que los fosfoglicéridos son **compuestos anfipáticos** o polares. Aunque estos compuestos no son verdaderamente solubles en agua, cuando están sumergidos en disoluciones acuosas, se disponen de tal manera que las cabezas polares tienden a estar en contacto con el agua, mientras que las colas hidrófobas tienden a alejarse de ella formando **micelas** o **bícapas**. De esta última forma (en bícapas) se encuentran los fosfolípidos en las **membranas plasmáticas**.

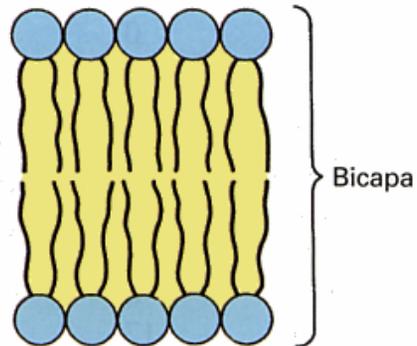
FIGURA 10.5

Fosfolípidos y estructura de la membrana. Mientras que los ácidos grasos (a) son cuneiformes y tienden a formar micelas esféricas, los fosfolípidos (b) son más cilíndricos y quedan densamente empaquetados en el tipo de estructura de bicapa lipídica que se muestra en (c), en una simulación de ordenador de una bicapa de fosfolípido.

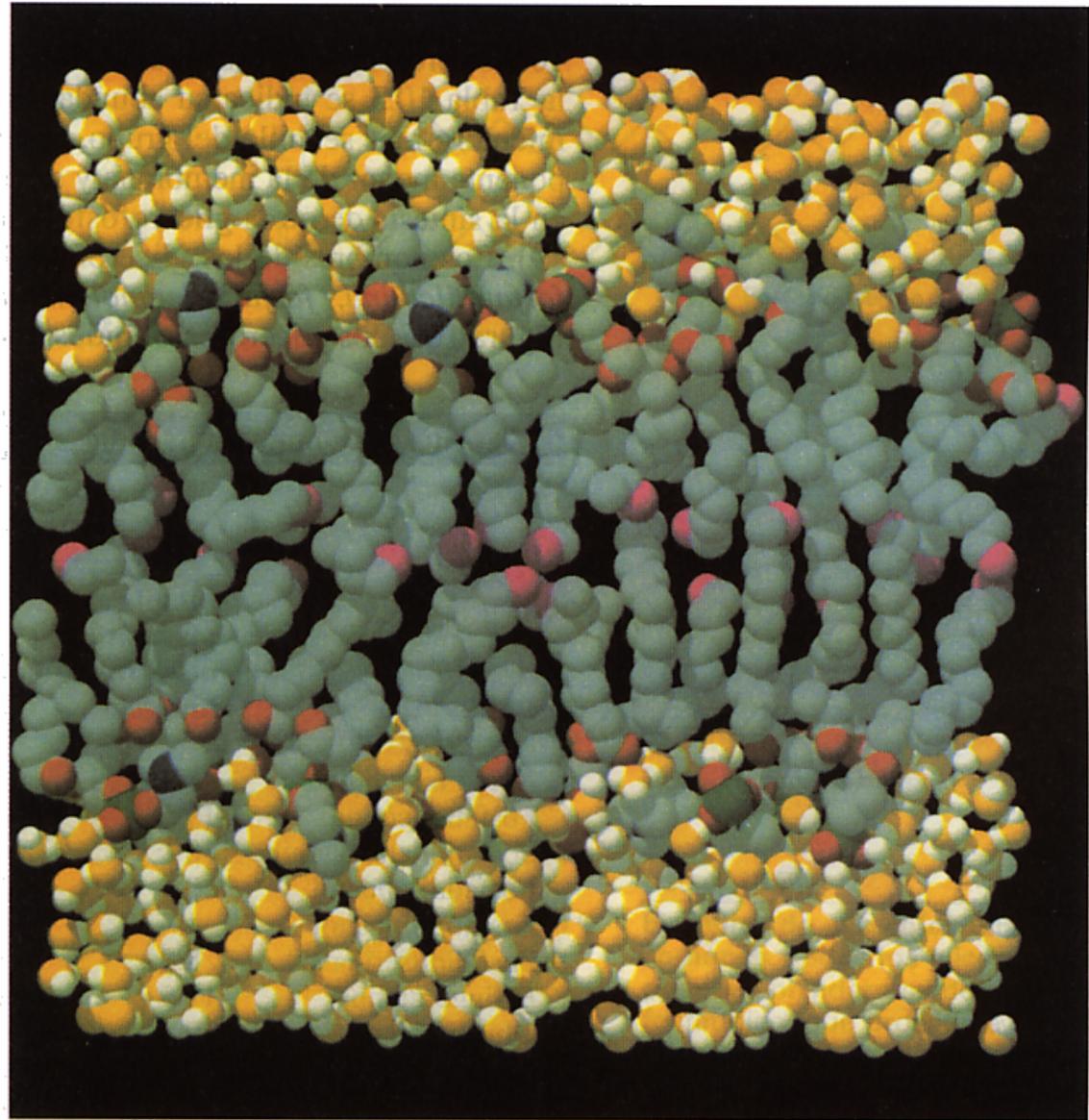
(c) Tomado de R. M. Venable, Y. Zhang, B. J. Hardy y R. W. Pastor, *Science* (1993) 262:223-228.



(a)

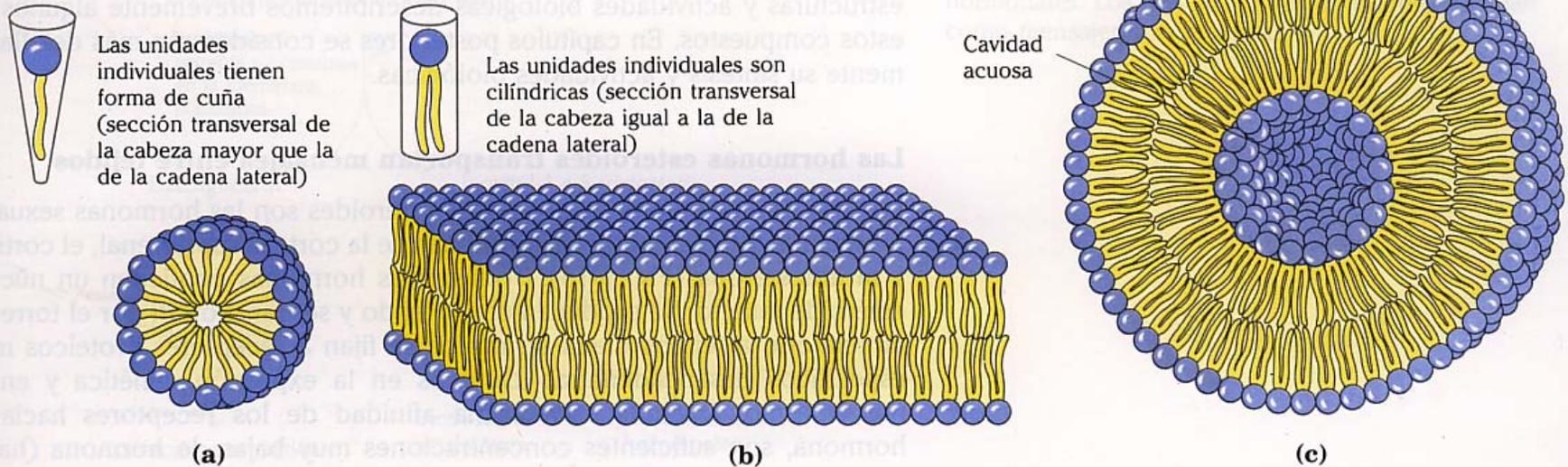


(b)

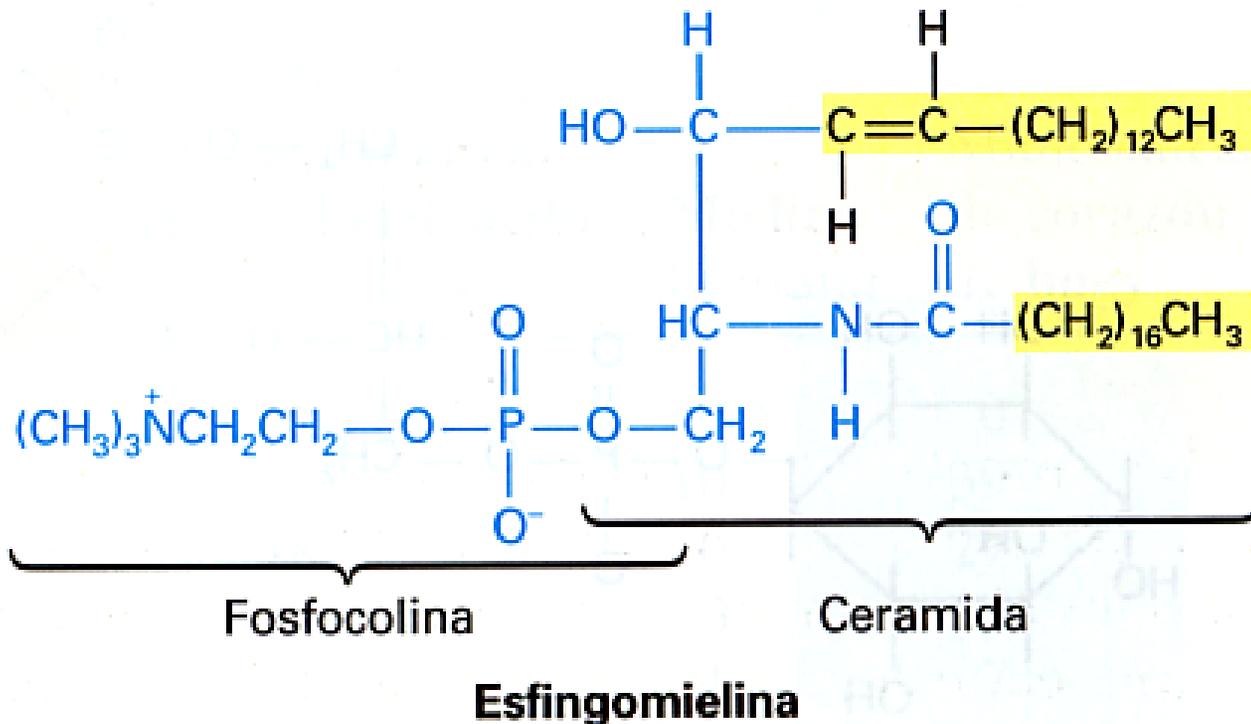


(c)

Figura 9-14 Agregados de lípidos anfipáticos que se forman en el agua. **(a)** En las micelas esféricas las cadenas hidrofóbicas de los ácidos grasos están secuestradas en el núcleo de la esfera. Prácticamente no hay agua en el interior hidrofóbico de la micela. **(b)** En una bicapa, todas las cadenas laterales acilo excepto las de los extremos de la hoja están protegidas de la interacción con el agua. **(c)** Cuando una extensa bicapa bidimensional se pliega sobre sí misma se forma un liposoma, vesícula hueca tridimensional que encierra una cavidad acuosa.



Cuando un cerámido se une al ácido fosfórico y a una base nitrogenada (que puede ser la colina o la etanol-amina), se forman los fosfoesfingolípidos. Si la base es la colina (también se puede considerar que es un aminoalcohol), se forma la **esfingomielina**, muy abundante en las fibras nerviosas, constituye la **mielina** que protege a los axones de las neuronas. Tiene también **carácter anfipático o polar** y se ordenan en forma de bicapas en el medio acuoso.



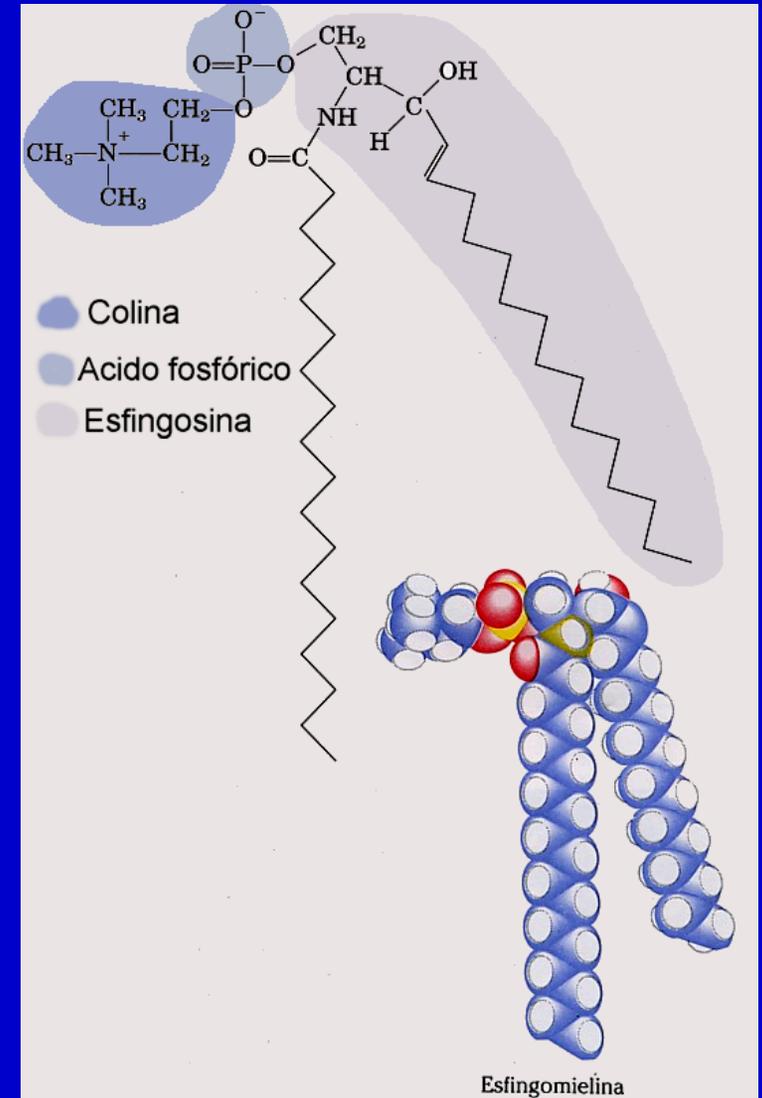
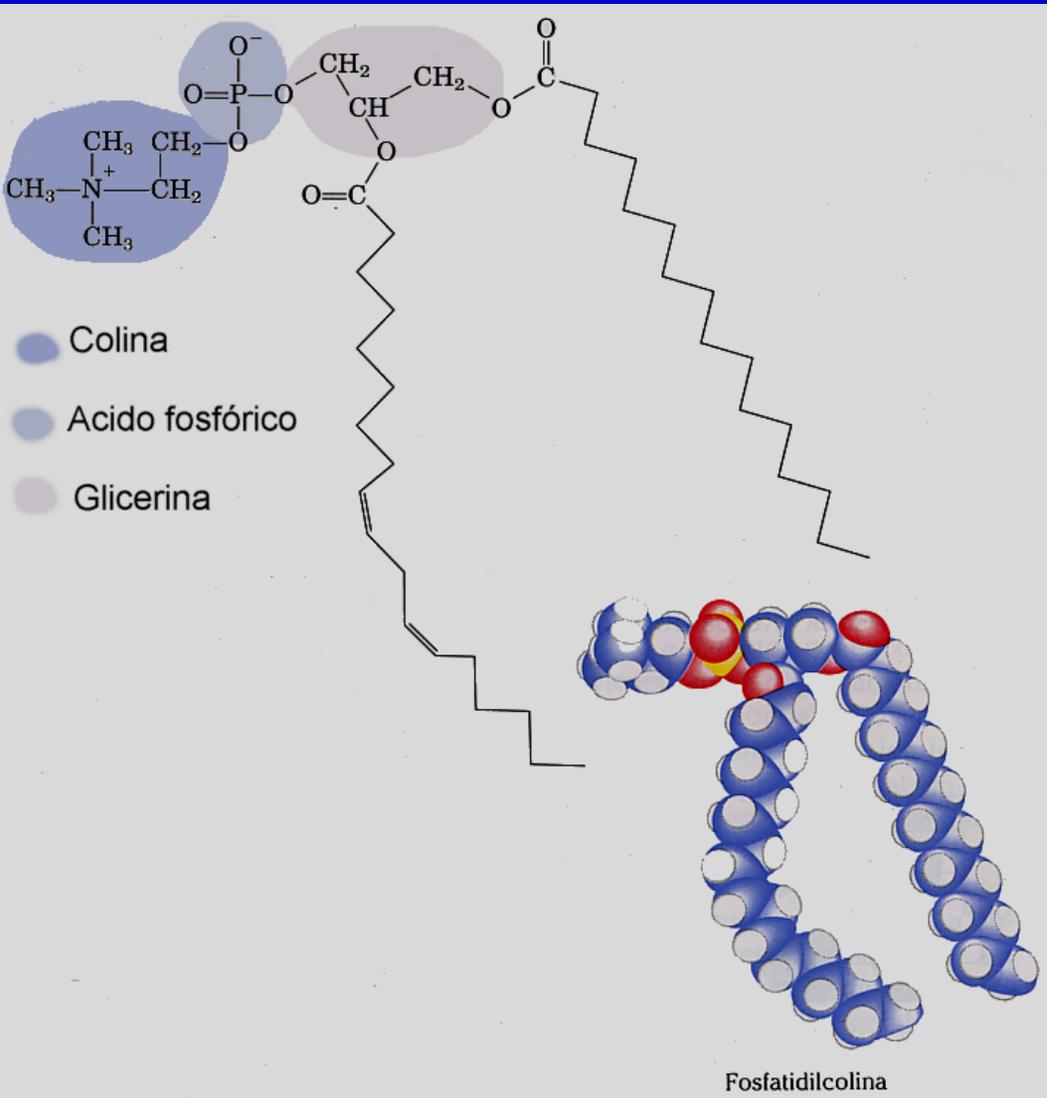
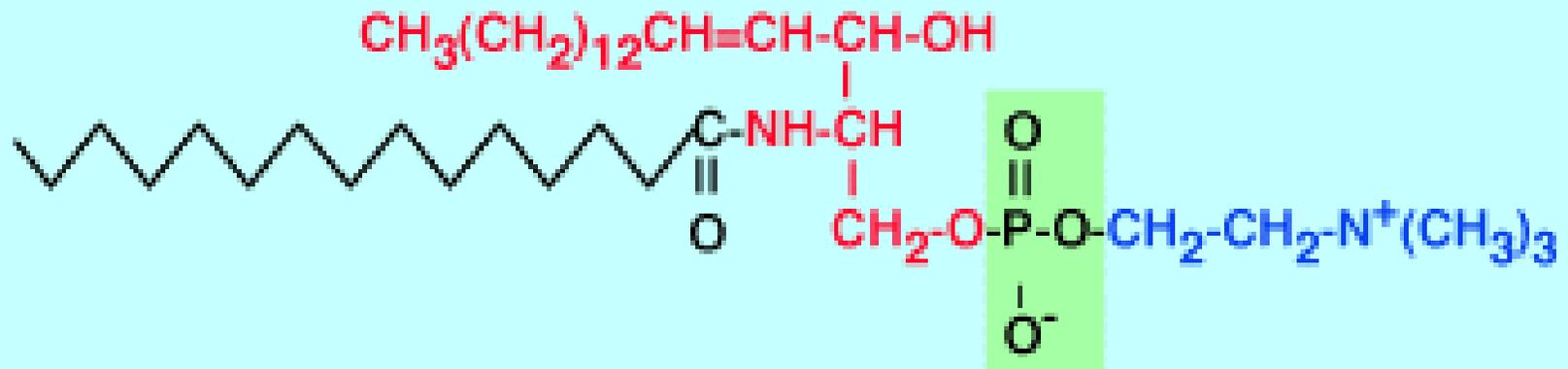


Figura 9-10 Las similitudes de forma y estructura entre la fosfatidilcolina (glicerofosfolípido) y la

esfingomielina (esfingolípido) son evidentes cuando se dibujan sus fórmulas estructurales y espaciales.



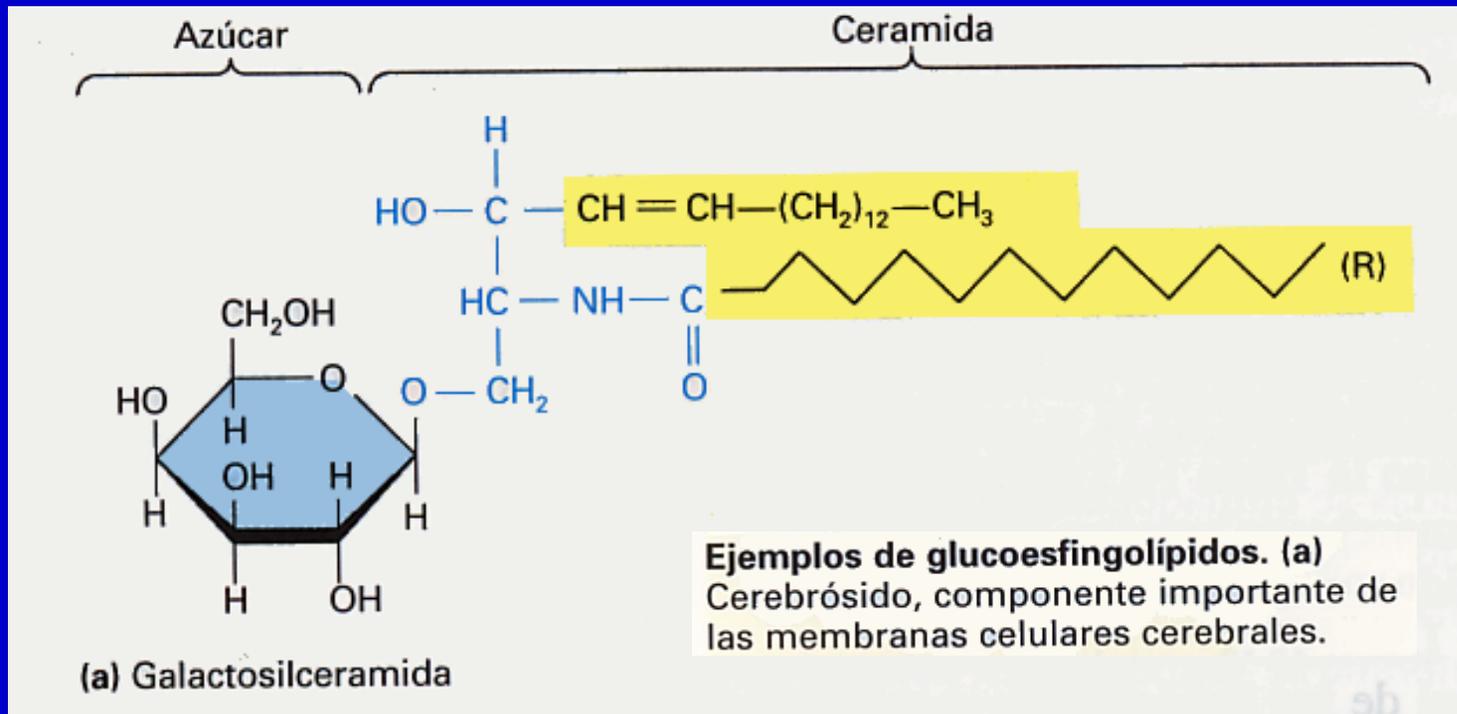
ESFINGOLÍPIDO

¿Cuál es? La esfingomielina

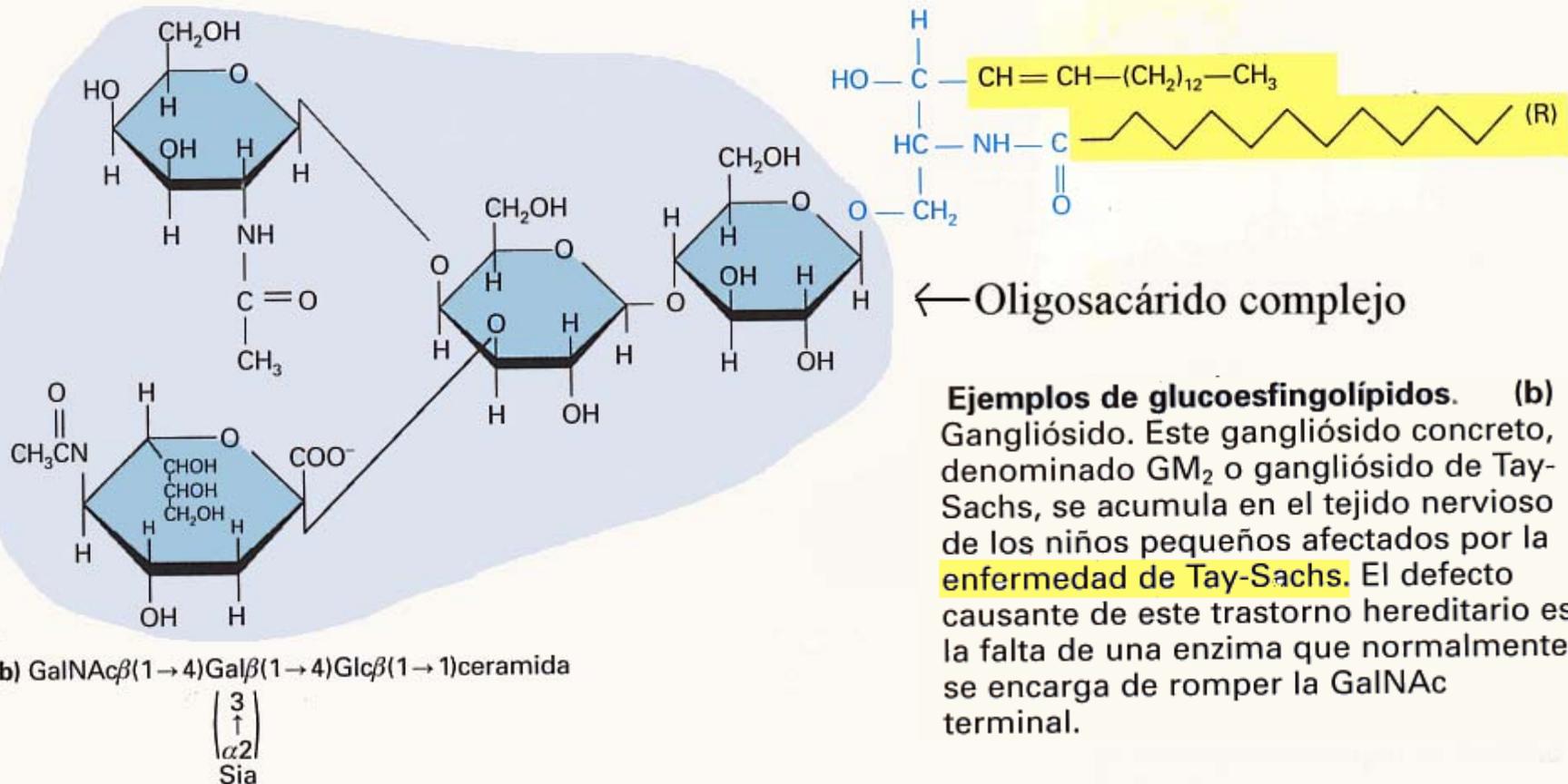
GLUCOLÍPIDOS

Los glucolípidos se podrían considerar incluidos dentro de los anteriores porque también contienen **esfingosina**, pero no tienen ácido fosfórico. **Se obtienen por combinación de un cerámido con azúcares**. Los más importantes son los *cerebrósidos* y los *gangliósidos*.

a) Los **cerebrósidos**: se encuentran en las **membranas de los cuerpos neuronales** y en las vainas de **mielina**. Si tienen **galactosa** suelen proceder del cerebro, y si tienen **glucosa** del resto del sistema nervioso. Están formados por esfingosina + ác. graso + glúcido:



b) Los **gangliósidos**: se encuentran sobre todo en las **membranas de las sinapsis de las neuronas**. Una sinapsis es el contacto entre dos neuronas. Generalmente en los gangliósidos, los glúcidos suelen ser **oligosacáridos complejos**:



ENFERMEDAD DE TAY - SACHS

Se trata de una enfermedad heredable; el gen de la *hexosaminidasa* está situado en el cromosoma 15, y la herencia es autosómica recesiva. La mutación más frecuente es la inserción de 4 pares de bases en el exón 11 (el gen de la hexosaminidasa tiene 14 exones), por ello la región C-terminal de la proteína tiene una secuencia aminoacídica anómala, ya que a partir del punto donde se ha producido la inserción la secuencia de la proteína es diferente debido a que se ha producido un cambio en el marco de lectura, al ser el número de nucleótidos insertado no múltiplo de tres.

Concretamente, la enfermedad se debe a una deficiencia de *hexosaminidasa*, una enzima **lisosómica** (su nombre correcto es **-N-acetilhexosaminidasa A** y su código E.C. 3.2.1.52) que cataliza una de las etapas de la ruta de degradación de esfingolípidos.

Se incluye dentro de la familia de "enfermedades de almacenamiento lisosómico", pues se debe a la **acumulación de esfingolípidos en los lisosomas de las células**, como consecuencia de un fallo en la degradación de aquéllos.

Se encuentra en el gran grupo de las lipidosis, consiste en la **acumulación lípidos y gangliósidos** en el Sistema Nervioso Central . Los signos más frecuentes son :

- Laxitud .
- Progresiva apatía .
- Deterioro mental .
- Convulsiones . Espasticidad .
- Debilidad motora progresiva .

Prognosis

Classic infantile Tay-Sachs disease is a fatal disease and children with this disease usually die by age 5. The long-term prognosis for the adult form is not known.

Mucho más común es la enfermedad de Tay-Sachs en la que se acumula un gangliósido específico en el cerebro y en el bazo debido a la falta del enzima lisosómico hexosaminidasa A, enzima degradativo que hidroliza normalmente un enlace específico entre un residuo de *N*-acetil-*D*-galactosamina y uno de *D*-galactosa en la cabeza polar del gangliósido (ver Fig. 9-9). El resultado es que se acumula el gangliósido parcialmente degradado produciendo degeneración del sistema nervioso. Los síntomas de la enfermedad de Tay-Sachs son retraso progresivo del crecimiento, parálisis, ceguera y muerte a los 3 o 4 años de edad.

La enfermedad de Tay-Sachs es rara en la población en general (1 por cada 300.000 nacimientos) pero tiene una incidencia elevada (1 por cada 3.600 nacimientos) entre los judíos askenazis (los de origen europeo oriental) y que constituyen más del 90 % de la población judía de los Estados Unidos. Uno de cada 28 judíos askenazis es portador del gen defectuoso en forma recesiva, lo que significa que cuando los dos progenitores son portadores, existe una probabilidad entre cuatro de que el niño desarrolle la enfermedad de Tay-Sachs. Se han diseñado pruebas para determinar la presencia del gen recesivo en los futuros padres. En estas pruebas se mide el nivel de hexosaminidasa A de las células dérmicas. Los portadores del gen defectuoso tienen un nivel reducido (aunque funcional para estos individuos) del enzima. También se pueden hacer pruebas sobre el feto durante el embarazo tomando una muestra de líquido amniótico mediante una técnica denominada amniocentesis. Se puede medir la actividad de la hexosaminidasa A de las células fetales contenidas en este fluido.



(a)



(b)

1 μ m

Figura 1 (a) Niño de un año con enfermedad de Tay-Sachs. **(b)** Micrografía electrónica de una porción de una célula cerebral afectada en la que se muestran los depósitos anormales de gangliósidos en los lisosomas.

CLASIFICACIÓN (recuerdo)

1. **Saponificables**: estos lípidos por hidrólisis originan ácidos grasos.

Simple: alcohol + un ácido graso: • **Grasas o acilglicéridos**
• **Ceras**

Complejos: • **Fosfolípidos**: • **fosfoglicéridos** y • **esfingolípidos**
• **Glucolípidos**

2. **Insaponificables**

Esteroides • **Esteroles: colesterol y ácidos biliares.**
• **Hormonas suprarrenales.**
• **Vitamina D**

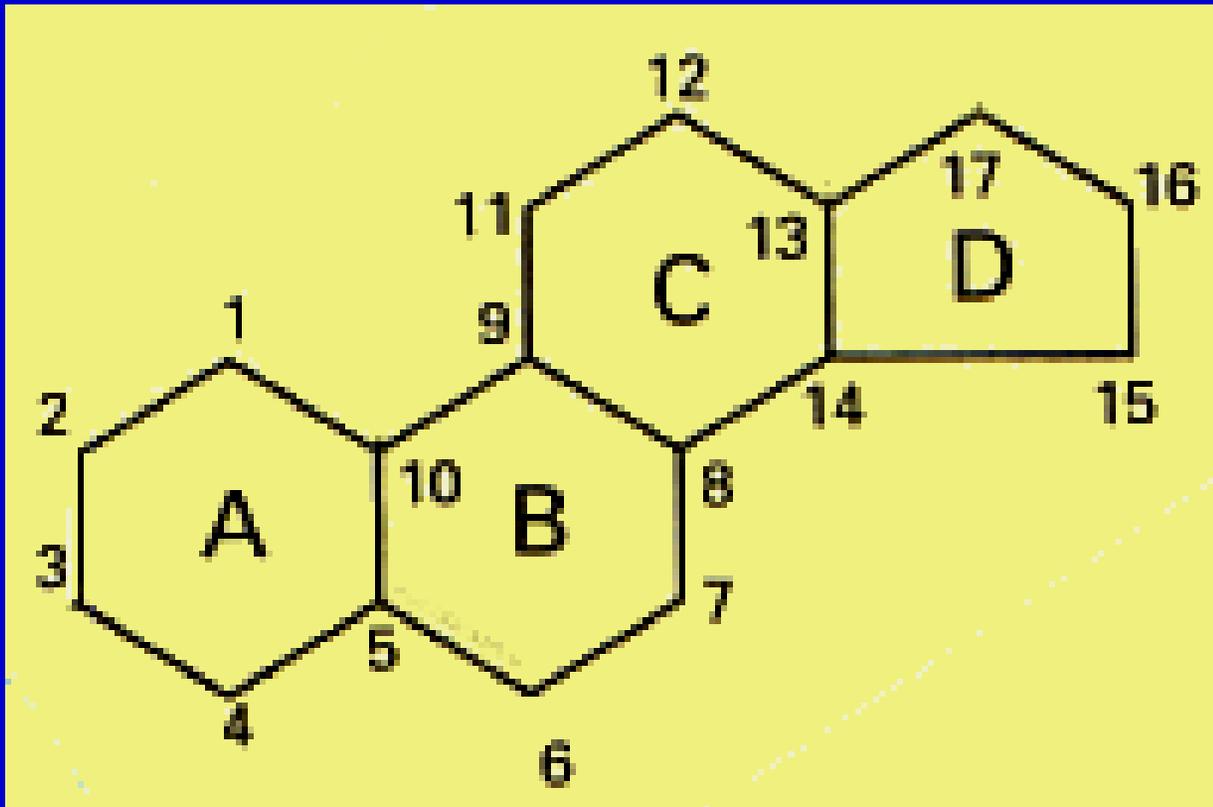
Terpenos o • **Carotenos**
isoprenoides • **Xantófilas**
• **Vitaminas A, K y E.**

Icosanoides • **Prostaglandinas**
• **Tromboxanos**
• **Leucotrienos**

LÍPIDOS INSAPONIFICABLES

ESTEROIDES

Son derivados del **ciclopentanoperhidrofenantreno** o **anillo esteroideo**.



Los esteroides son muy abundantes en la naturaleza:

a) **Los esteroides**: destacan los **ácidos biliares** y el **colesterol**.

El **colesterol** es el esteroide más abundante. Se encuentra en la bilis, en el hígado, en el tejido nervioso y en la yema de huevo. Cuando está en estado puro es un sólido blanco y cristalino. En los seres vivos forma parte de la **membrana plasmática**, donde se mezcla con los fosfolípidos y confiere a éstas mezclas la capacidad de **absorber** agua. También se encuentra, aunque en menor proporción en otras membranas de las células, por ejemplo: en las membranas de las mitocondrias y en las del retículo endoplasmático.

Al recibir el Premio Nobel en 1985 por su trabajo sobre el metabolismo del colesterol, Michael Brown y Joseph Goldstein relataban en su conferencia la historia extraordinaria del colesterol:

El colesterol es la molécula pequeña más condecorada de la biología. Se han concedido **trece Premios Nobel** a científicos que dedicaron la mayor parte de su trabajo al colesterol. Desde que se aisló de los cálculos biliares en 1784, el colesterol ha ejercido una fascinación casi hipnótica para los científicos de las más diversas áreas de la ciencia y de la medicina.

Tiene un **doble enlace** entre los C 5 y 6, un **CH₃** en el C 10, otro en el C18, un **OH** en el **C3** y una **cadena lateral** de 8 átomos de C.

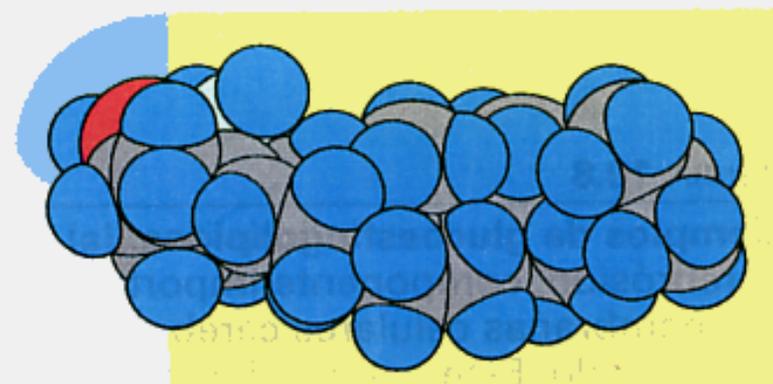
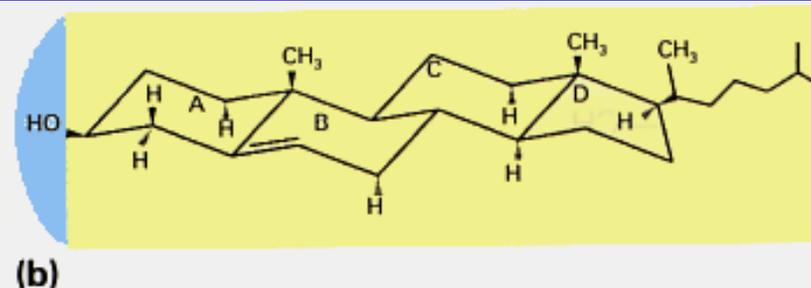
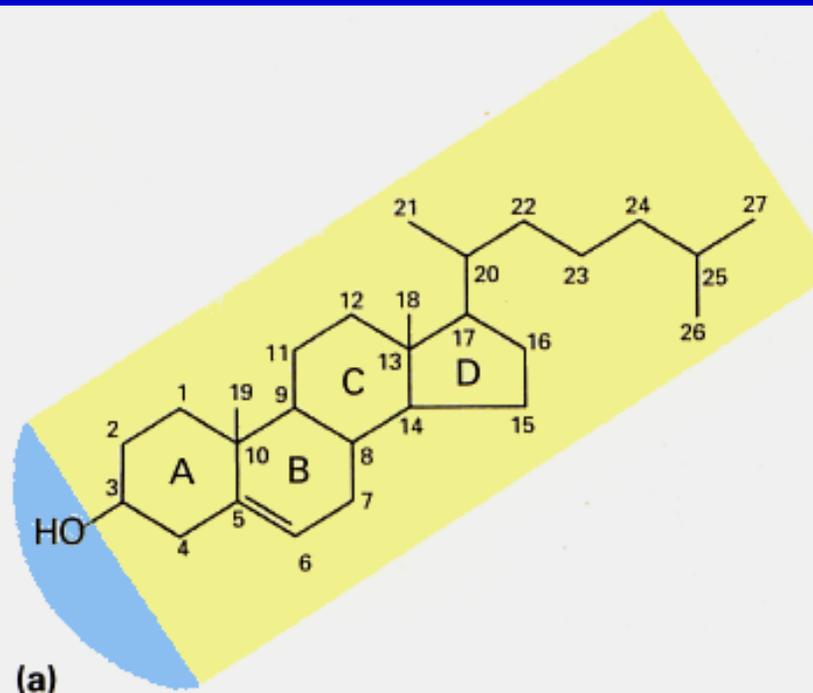
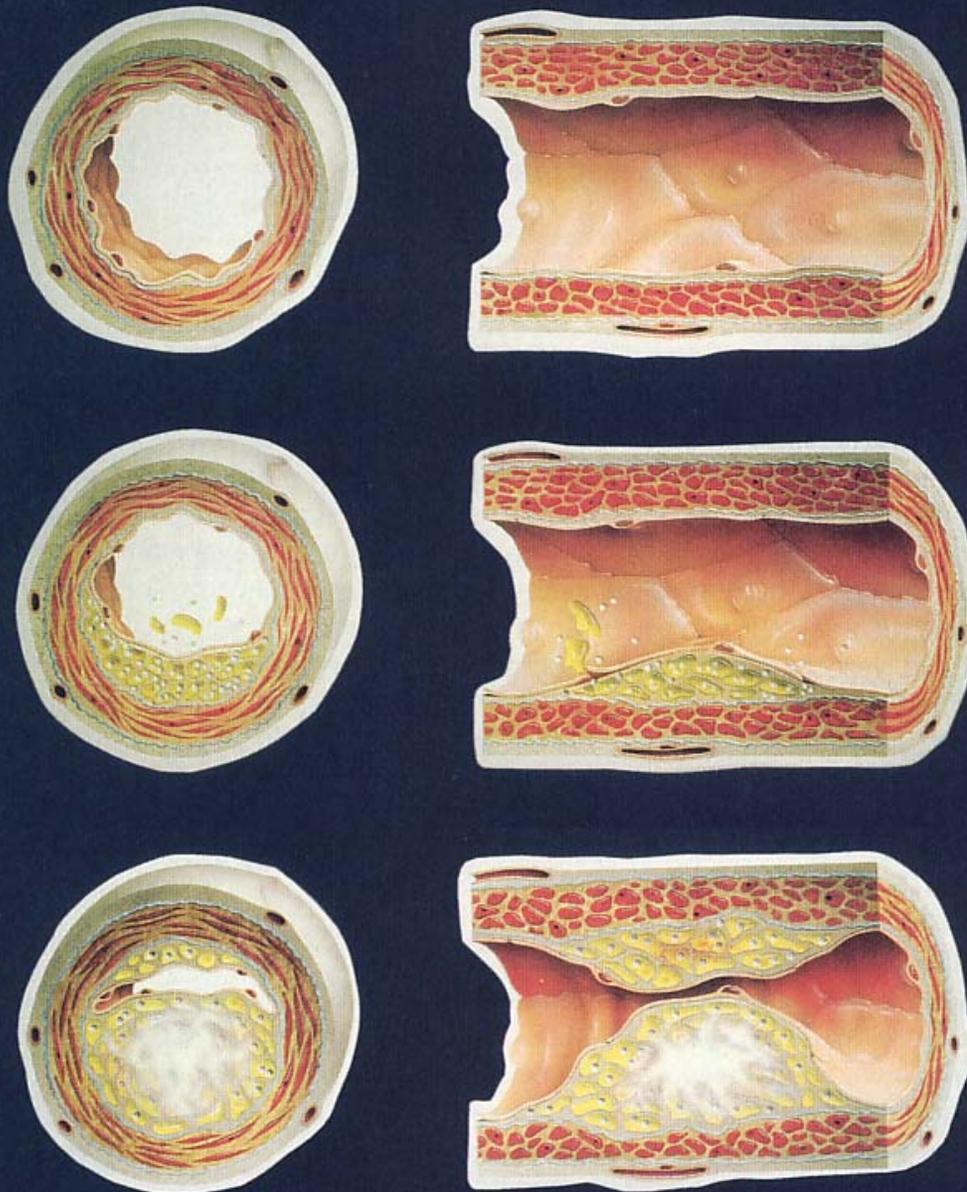


FIGURA 10.9

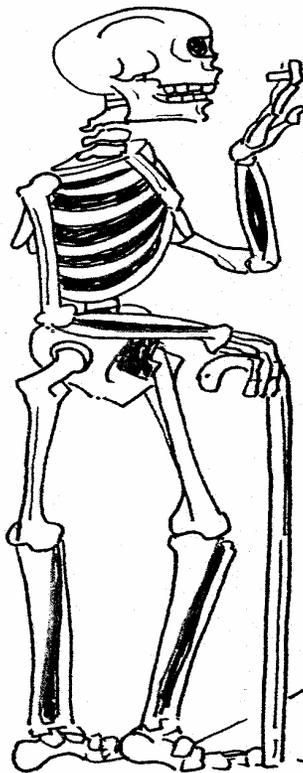
Colesterol. (a) Fórmula estructural, (b) Modelo esquelético, (c) Modelo de relleno espacial.



Progresión de la placa de ateroma

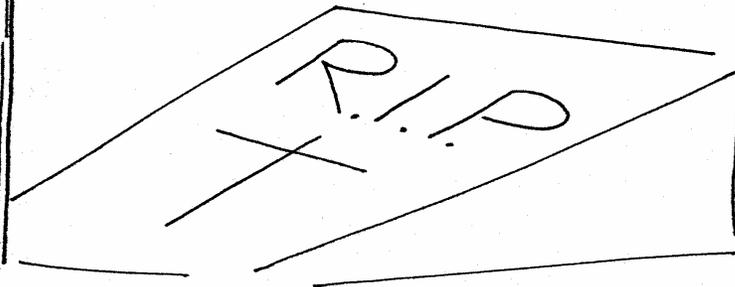
Disminución del calibre de los vasos sanguíneos por acumulo de placas grasas (**ateromas**). Ello lleva a aumento de la presión arterial y a la disminución del riego sanguíneo en los tejidos, lo que origina **enfermedades y accidentes cardiovasculares.**

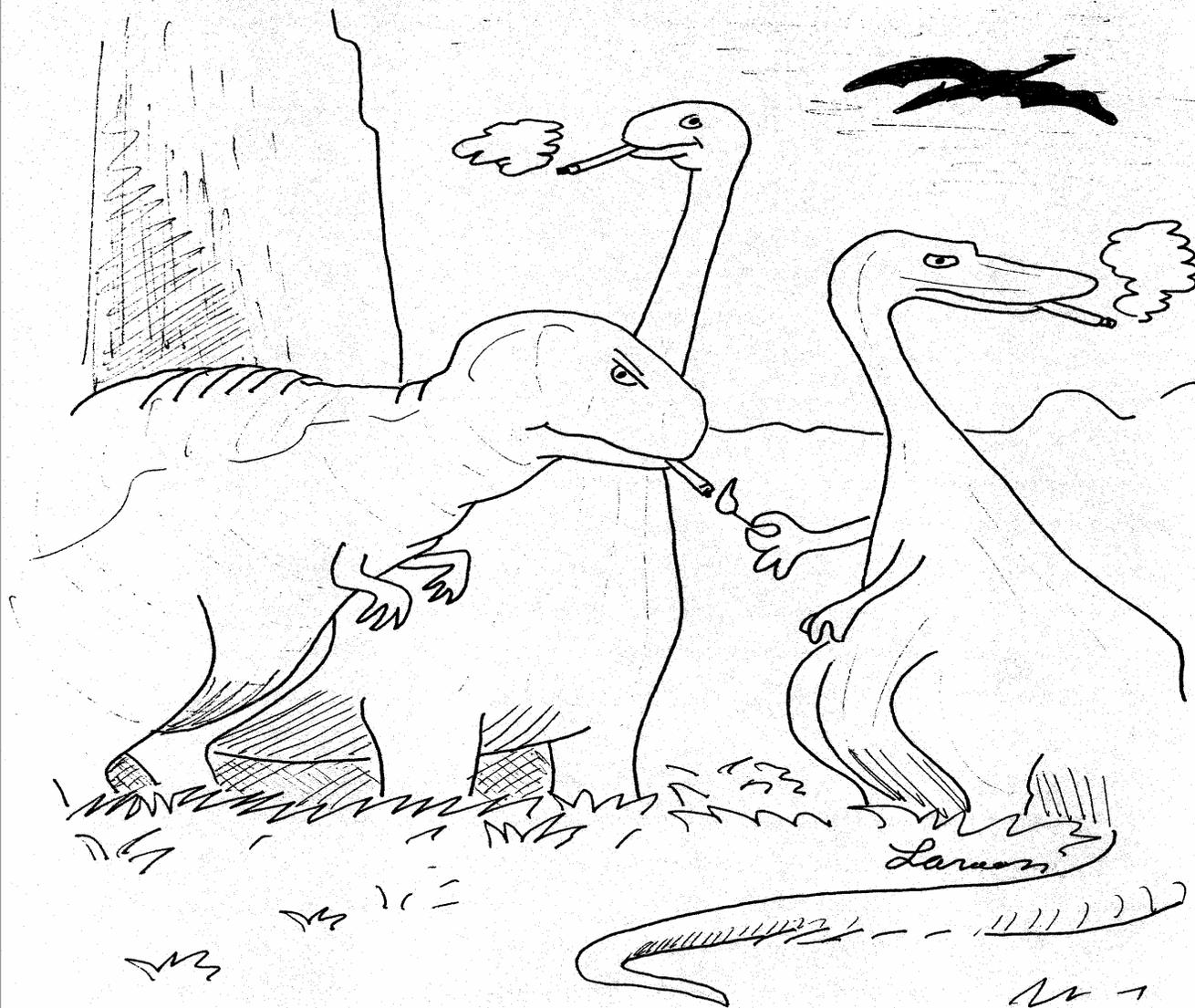
**SIGA FUMANDO
TRANQUILAMENTE**



**FUMAR
ADELGAZA !**

TE QUEDAS EN LOS HUESOS

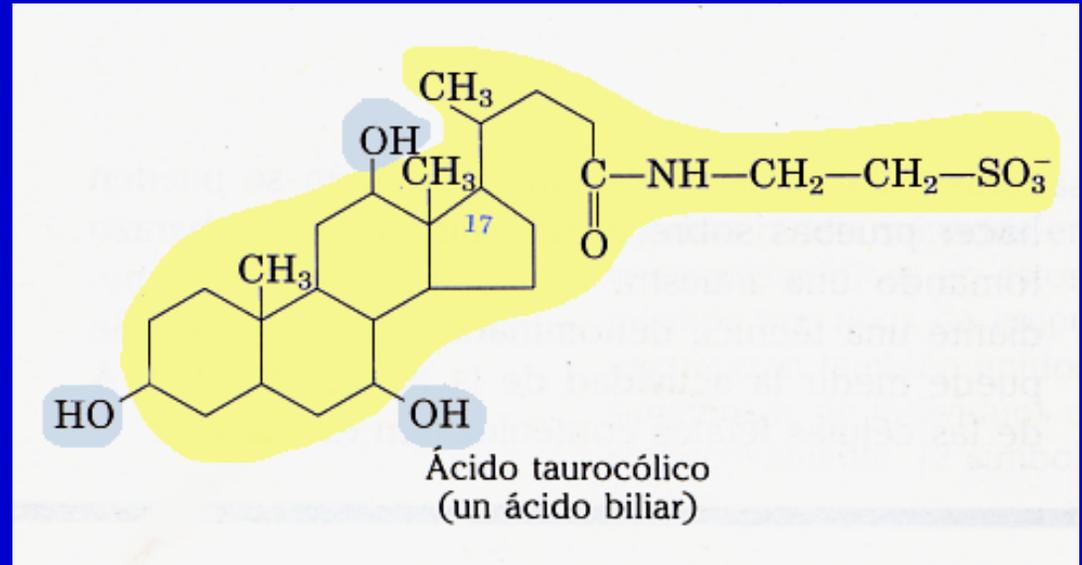
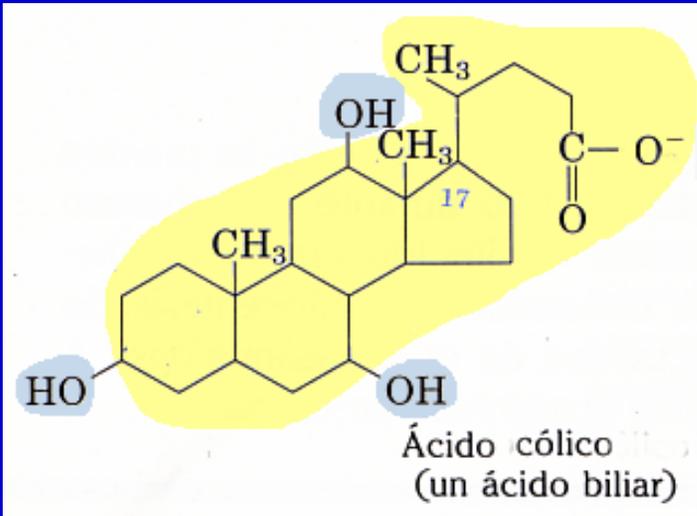




LA VERDADERA RAZON POR LA QUE
LOS DINOSAURIOS SE EXTINGUIERON

Los ácidos biliares se encuentran en la bilis. La función de los ácidos biliares es la de **emulsionar las grasas**, es decir, dispersarlas en una disolución acuosa, precisamente por su carácter polar, para facilitar su ataque por las lipasas.

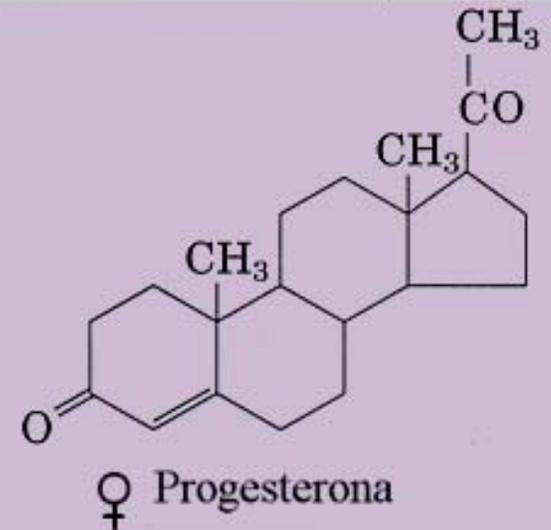
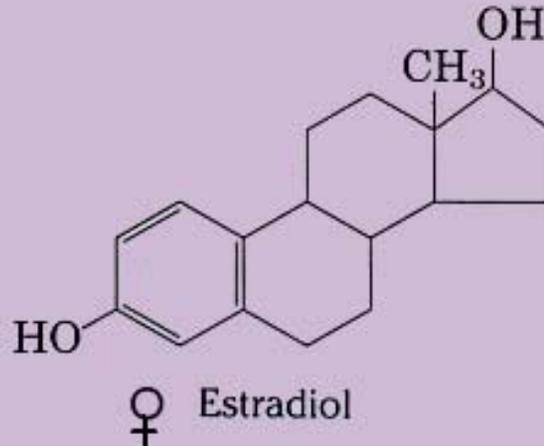
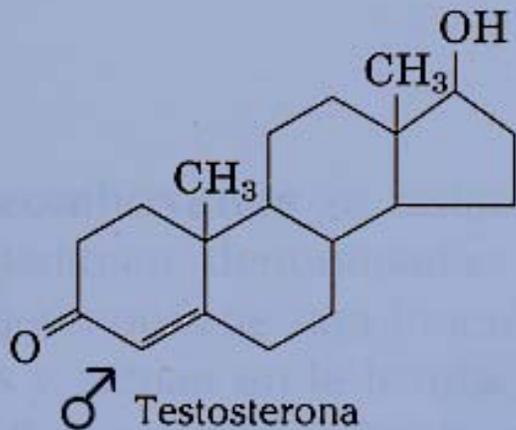
Ac. 3-7-12 hidroxicolánico o **ác. cólico**.



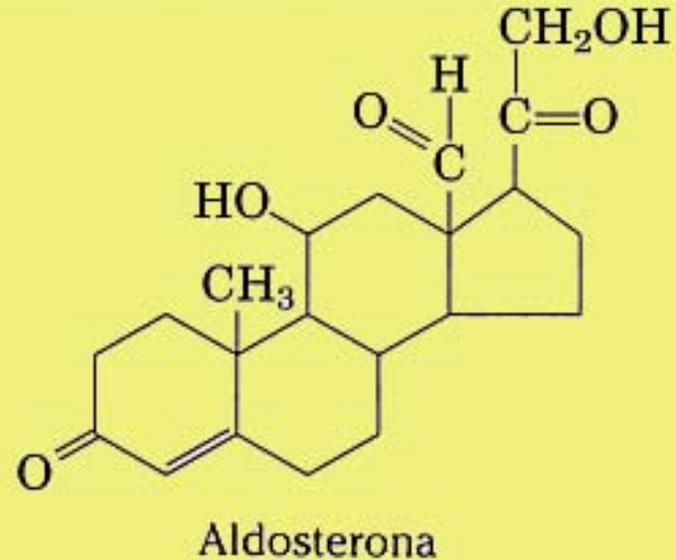
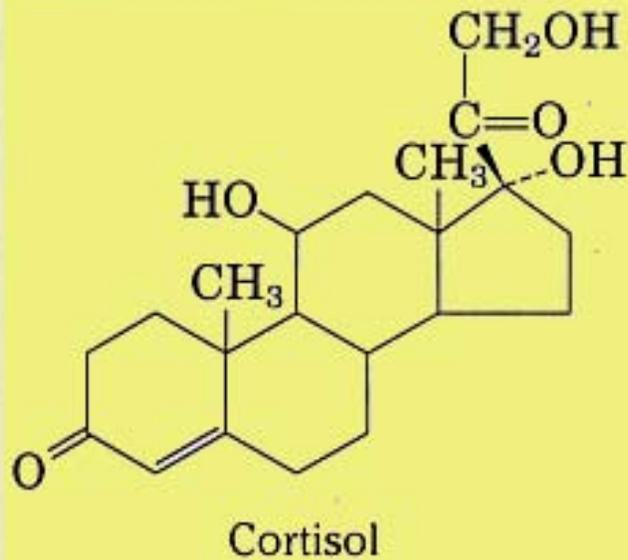
b) Son también de naturaleza esteroidea numerosos venenos de sapos y serpientes.

Otros esteroides son:

c) Las hormonas sexuales femeninas y masculinas. Las hormonas sexuales femeninas son los estrógenos y la progesterona, y la hormona sexual masculina es la testosterona. Buscar sus fórmulas y añadirlas aquí:

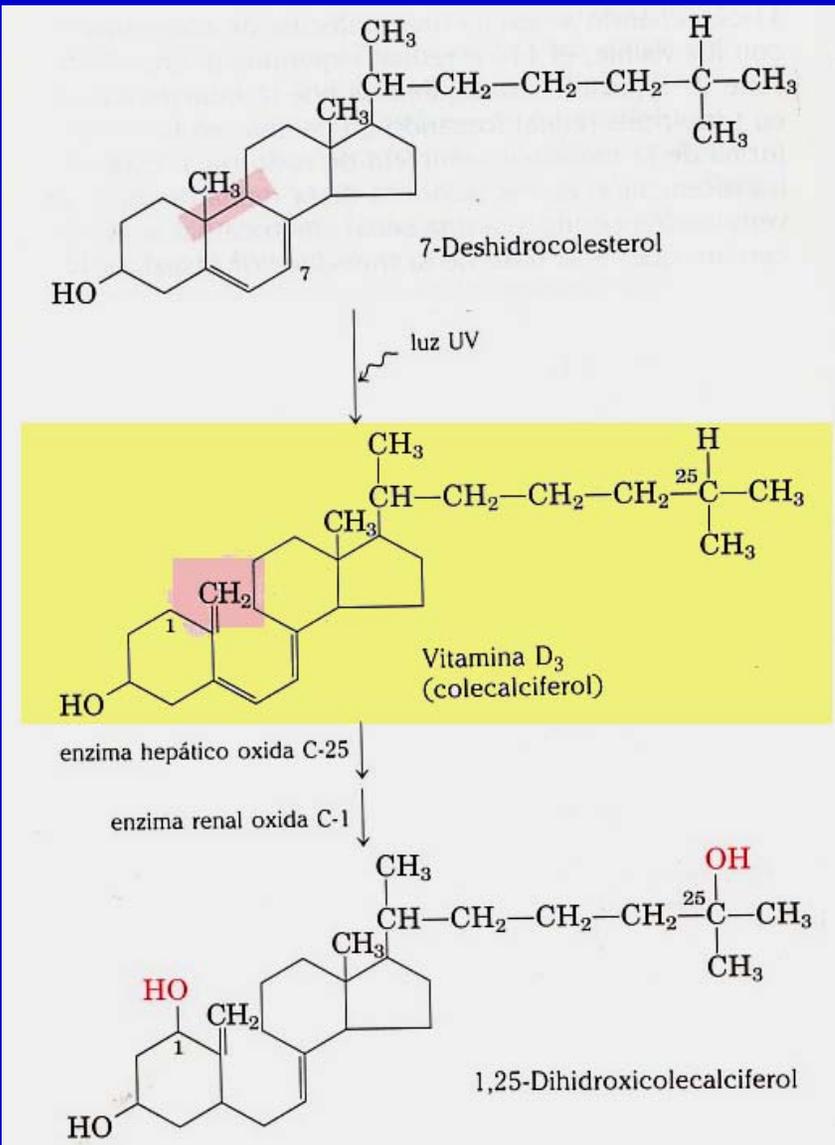


d) Hormonas de las glándulas suprarrenales: buscar la fórmula de la aldosterona y del cortisol:



e) Vit. D.- Buscar la fórmula y estudiar las vitaminas.

(Recordad que son vitaminas liposolubles o de naturaleza lipídica las vit D, A, K, E y vitaminas hidrosolubles todas las demás. Vit. C, diversas B etc.)



La **vitamina D** es un derivado del colesterol y el precursor de una hormona esencial en el metabolismo del calcio y fósforo en los vertebrados. La vitamina D₃, también denominada **colecalfiferol**, se forma normalmente en la piel mediante una **reacción fotoquímica** accionada por el componente ultravioleta de la **luz solar** (Fig. 9-19). Es también abundante en los **aceites de hígado de pescado** y se añade a la leche comercial como suplemento nutritivo. La vitamina D₃ por sí misma no es biológicamente activa pero es el precursor del **1,25-dihidroxicolecalciferol**, hormona potente que regula la **captación de calcio en el intestino** y el **equilibrio de la liberación y deposición del calcio y fósforo óseos**. La deficiencia de vitamina D conduce a la formación defectuosa de los huesos propia de la enfermedad del **raquitismo**.

Figura 9-19 Producción y metabolismo de la vitamina D₃. Se produce por irradiación del 7-deshidrocolesterol en la piel, y en el riñón se convierte en la hormona activa 1,25-dihidroxicolecalciferol que regula el metabolismo del Ca²⁺ y del PO₄³⁻. La vitamina D de la dieta impide el **raquitismo**, enfermedad que fue común en climas fríos en los que la ropa de abrigo bloqueaba el componente UV de la luz solar necesario para la producción de vitamina D₃ por la piel.

CLASIFICACIÓN (recuerdo)

1. **Saponificables**: estos lípidos por hidrólisis originan ácidos grasos.

Simple: alcohol + un ácido graso: • **Grasas o acilglicéridos**
• **Ceras**

Complejos: • **Fosfolípidos**: • **fosfoglicéridos** y • **esfingolípidos**
• **Glucolípidos**

2. **Insaponificables**

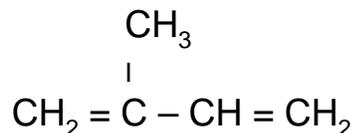
Esteroides • **Esteroles**: colesterol y ácidos biliares.
• **Hormonas suprarrenales.**
• **Vitamina D**

Terpenos o • **Carotenos**
isoprenoides • **Xantófilas**
• **Vitaminas A, K y E.**

Icosanoides • **Prostaglandinas**
• **Tromboxanos**
• **Leucotrienos**

TERPENOS

Son derivados del **2 metil 1,3 butadieno ó isopreno**:

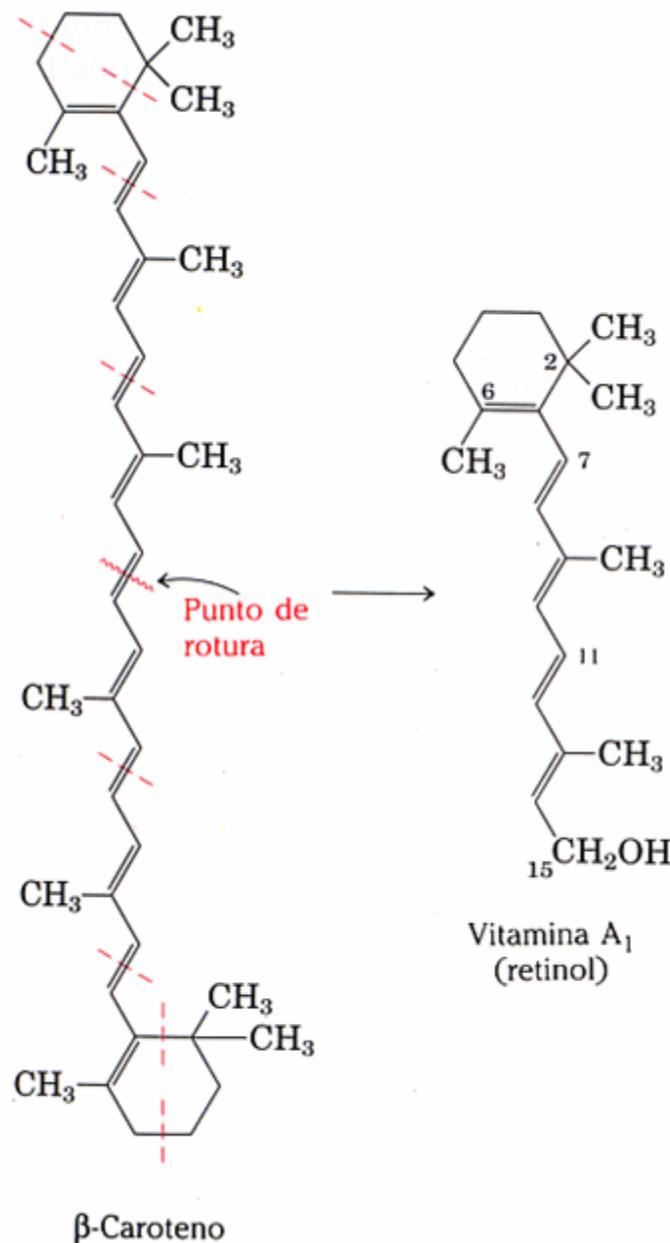


Generalmente los terpenos están constituidos por múltiples unidades de isopreno. En las plantas se han identificado un número muy elevado de terpenos que les confieren sabores y aromas muy característicos. Forman parte de los aceites esenciales (como por ejemplo el geraniol (geranio), el limoneno (limón), el mentol (menta) etc..

Carotenos:

Son tetraterpenos (8 unidades de isopreno). El más importante es el **β caroteno ó carotina** (C₄₀ H₅₆).

Son compuestos de color anaranjado, abundantes en los cloroplastos de las células vegetales. Son especialmente abundantes en algunos órganos de reserva, como la raíz napiforme de la zanahoria. Para los animales es el precursor de la **Vitamina A** (antixerofálmica).





„Golden Rice“ contains the genes necessary to activate the biochemical pathway for provitamin A. The intensity of the colour represents the concentration. This new quality was possible only via genetic engineering.



White rice and golden rice



Golden rice Terraces China



Golden rice India

Xantofilas:

Son los pigmentos **amarillos** de las plantas que acompañan a los carotenos en los cloroplastos. La fórmula empírica es $C_{40}H_{56}O_2$.

Caucho

Es un politerpeno natural formado por miles de unidades de isopreno. Cuando está en suspensión acuosa constituye el **látex** de muchas plantas (higueras, euforbias etc.).

Caucho o Hule, sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica. El caucho natural se obtiene de un líquido lechoso de color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas. El caucho sintético se prepara a partir de hidrocarburos insaturados. En estado natural, el caucho aparece en forma de suspensión coloidal en el látex de plantas productoras de caucho. Una de estas plantas es el árbol de la especie *Hevea Brasiliensis*, de la familia de las Euforbiáceas, originario del Amazonas. Otra planta productora de caucho es el árbol del hule, *Castilloa elastica*, originario de México (de ahí el nombre de hule), muy utilizado desde la época prehispánica para la fabricación de pelotas. El caucho bruto en estado natural es un hidrocarburo blanco o incoloro. El compuesto de caucho más simple es el **isopreno o 2-metilbutadieno**, cuya fórmula química es C_5H_8 . A la temperatura del aire líquido, alrededor de $-195\text{ }^\circ\text{C}$, el caucho puro es un sólido duro y transparente. De 0 a $10\text{ }^\circ\text{C}$ es frágil y opaco, y por encima de $20\text{ }^\circ\text{C}$ se vuelve blando, flexible y translúcido. Al amasarlo mecánicamente, o al calentarlo por encima de $50\text{ }^\circ\text{C}$, el caucho adquiere una textura de plástico pegajoso. A temperaturas de $200\text{ }^\circ\text{C}$ o superiores se descompone.



Pantano de Eugui (Navarra)
23-octubre-2004





Mutilva Baja

24-octubre 2004

Fotografía: G. Álvarez.

Liquidambar styraciflua





CLASIFICACIÓN (recuerdo)

1. **Saponificables**: estos lípidos por hidrólisis originan ácidos grasos.

Simple: alcohol + un ácido graso: • **Grasas o acilglicéridos**
• **Ceras**

Complejos: • **Fosfolípidos**: • **fosfoglicéridos** y • **esfingolípidos**
• **Glucolípidos**

2. **Insaponificables**

Esteroides • **Esteroles**: colesterol y ácidos biliares.
• **Hormonas suprarrenales.**
• **Vitamina D**

Terpenos o • **Carotenos**
isoprenoides • **Xantófilas**
• **Vitaminas A, K y E.**

Icosanoides • **Prostaglandinas**
• **Tromboxanos**
• **Leucotrienos**

ICOSANOIDES

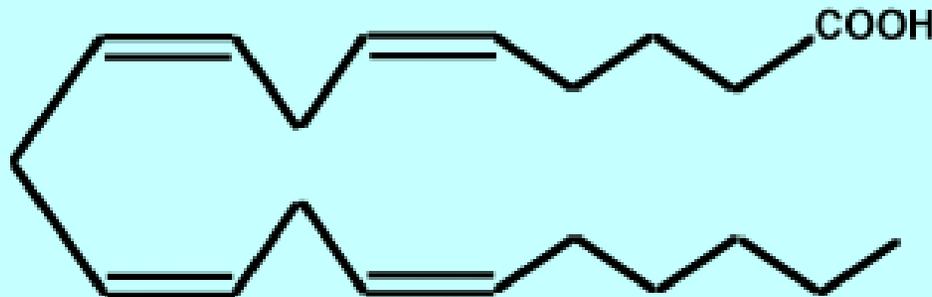
Son lípidos derivados del ácido araquidónico, ác. graso poliinsaturado de 20 C (eikosi en griego significa 20). Existen tres grupos: prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos.

Prostaglandinas:

Se encontraron por 1ª vez en la próstata de carnero y se encuentran en la mayoría de los tejidos. Actúan **sobre las arterias** provocando un descenso de la tensión, intervienen también de manera importante en el metabolismo. Algunas desencadenan la **contracción de la musculatura lisa** (parto o menstruación). Otras originan **fiebre e inflamación** (dolor). En general tienen una **acción de tipo hormonal** sobre muchos tejidos, regulando la síntesis de una molécula mensajera intracelular: **el AMP 3', 5'- cíclico (cAMP)**, que es un mediador en la acción de muchas hormonas.

Son derivadas del ácido prostanoico, que contiene un anillo de 5 átomos de C.

Se nombran con letras mayúsculas E, F, A, B.



Prostaglandinas

Tromboxanos:

Están en las **plaquetas** e intervienen en la **formación de coágulos**.

Leucotrienos:

Encontrados en **leucocitos**, inducen la **contracción del músculo liso** de las vías aéreas, si hay una sobreproducción se puede producir **asma**, o un **choque anafiláctico** por picaduras de abeja, penicilina y otros agentes.

PREGUNTAS DE SELECTIVIDAD (NAVARRA): LOS LÍPIDOS

- Todas las células, sin excepción, están limitadas por una membrana fina y deformable que separa el medio externo de su contenido interno. Explica la estructura y composición de la membrana plasmática. (Junio 2000, opción A, bloque 2).
- Todas las células poseen una estructura básica común: una bicapa lipídica. Describa la composición y las características químicas de los lípidos de membrana. (Junio 2002, opción B, bloque 2).
- ¿Cómo se forman las bicapas lipídicas constituyentes de las membranas? ¿Qué clase de lípidos participan en su estructura? ¿Mediante qué tipos de fuerzas e interacciones se estabiliza su estructura? (Septiembre 2001, opción A, bloque 2).
- Indique las principales funciones biológicas de los lípidos y los grupos que las realizan. (Junio 2002, opción A, bloque 2).
- Explique las diferencias respecto a la estructura, propiedades y funcionalidad biológica entre triacilglicéridos y fosfolípidos. (Junio 2002, opción B, bloque 1).

6. Explique la estructura general de un ácido graso. ¿Cuál es la diferencia entre un ácido graso saturado y otro insaturado? Formule la estructura general de un acilglicérido y explique su función biológica. (Septiembre 2002, opción A, bloque 2).
7. Dibuje esquemáticamente un corte transversal de membrana plasmática indicando las características moleculares de los elementos que la componen. (Septiembre 2002, opción A, bloque 2).
8. Explique razonadamente: ¿Qué tipos de lípidos forman micelas con facilidad?. ¿Cuáles formarán bicapas?. (Septiembre 2004, Opción B, bloque 2).
9. Al realizar la hidrólisis de un lípido obtenemos ácidos grasos, glicerina. Ácido fosfórico y un aminoalcohol. ¿De qué tipo de lípidos se trata?. ¿Cuál es su función biológica?. Razone la respuesta. (Junio 2005, opción A).
10. Explique por qué los fosfolípidos tienen capacidad para formar bicapas en un medio acuoso. (Septiembre 2005, opción B, bloque 1).
11. Los lípidos: características y clasificación. (Junio 2007, opción A, bloque 1).

PRACTICA Nº 3. 2º BACHILLER**LIPIDOS (GRASAS): CARACTERISTICAS: SOLUBILIDAD Y SAPONIFICACIÓN**

1. Preparar seis tubos de ensayo A,B, C, D, E y F de la siguiente forma:

Saponificación:

Tubo A.- poner 2 cc. de aceite y añadir 2 cc. de una disolución de sosa cáustica (NaOH) al 30 % (ya preparada).

Solubilidad:

Tubo B.- poner 1 cc. de aceite y añadir 2 cc. de **agua**.

Tubos C, D, E y F.- poner 1 cc. de aceite y añadir 2 cc. de un disolvente orgánico, como **alcohol** (metílico o etílico), **acetona**, **benceno** y **cloroformo**.

2. Agitar enérgicamente todos los tubos. Calentar al baño María el tubo A de 20 a 30 minutos.

3. ¿Que ocurre en los tubos de ensayo B, C, D, E y F?. Ordénalos de menor a mayor solubilidad (de las grasas contenidas en el aceite) en los distintos disolventes.

4. ¿Qué ocurre en el tubo de ensayo A?.

Escribe la reacción que se ha producido:

Señala que sustancias hay en las tres fases que se forman (nombres con sus fórmulas):

- Parte inferior del tubo:

- Parte media del tubo:

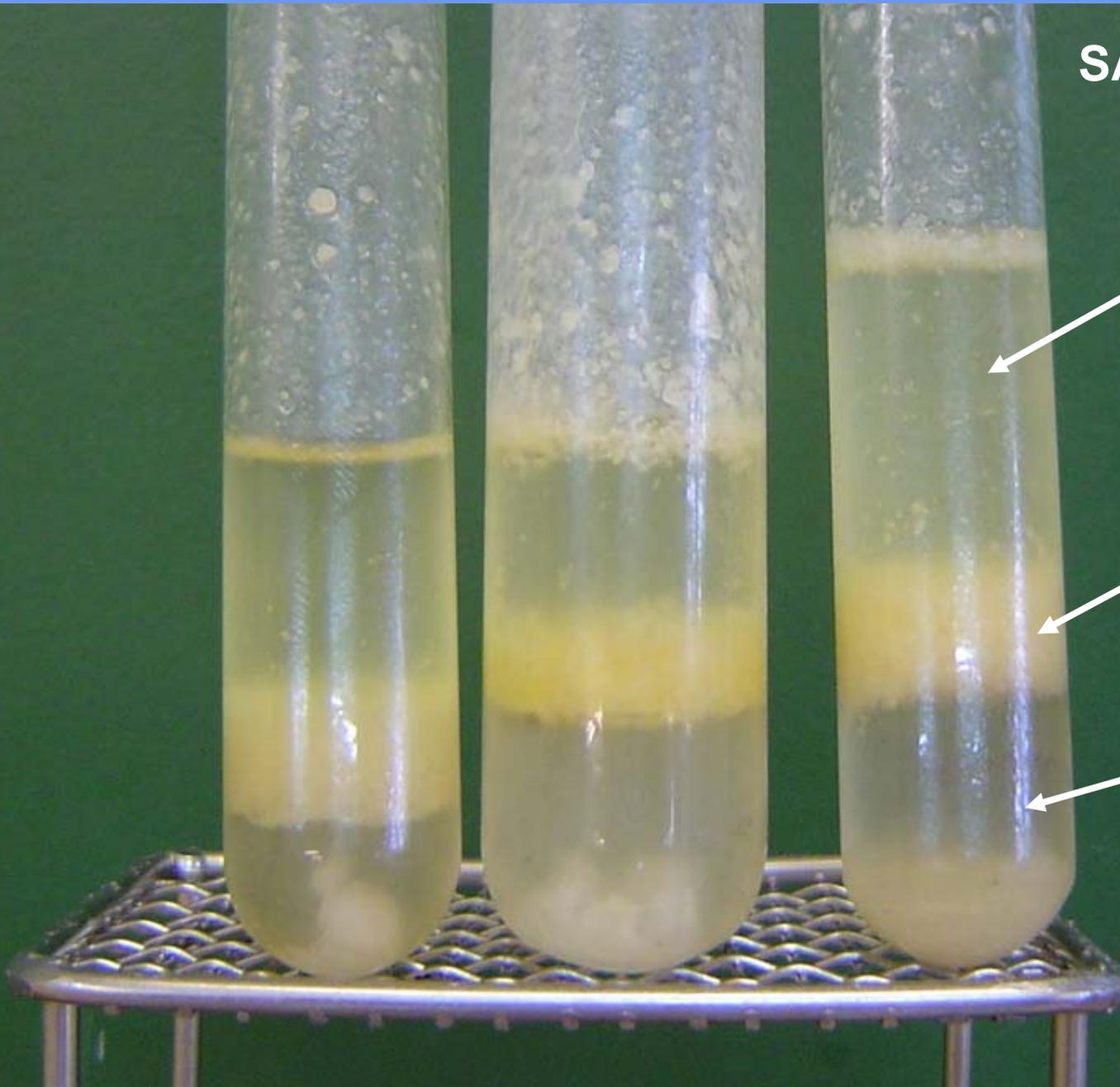
- Parte superior del tubo:

SAPONIFICACIÓN

Aceite: mezcla
de grasas

Jabón: sales
de los ácidos
grasos

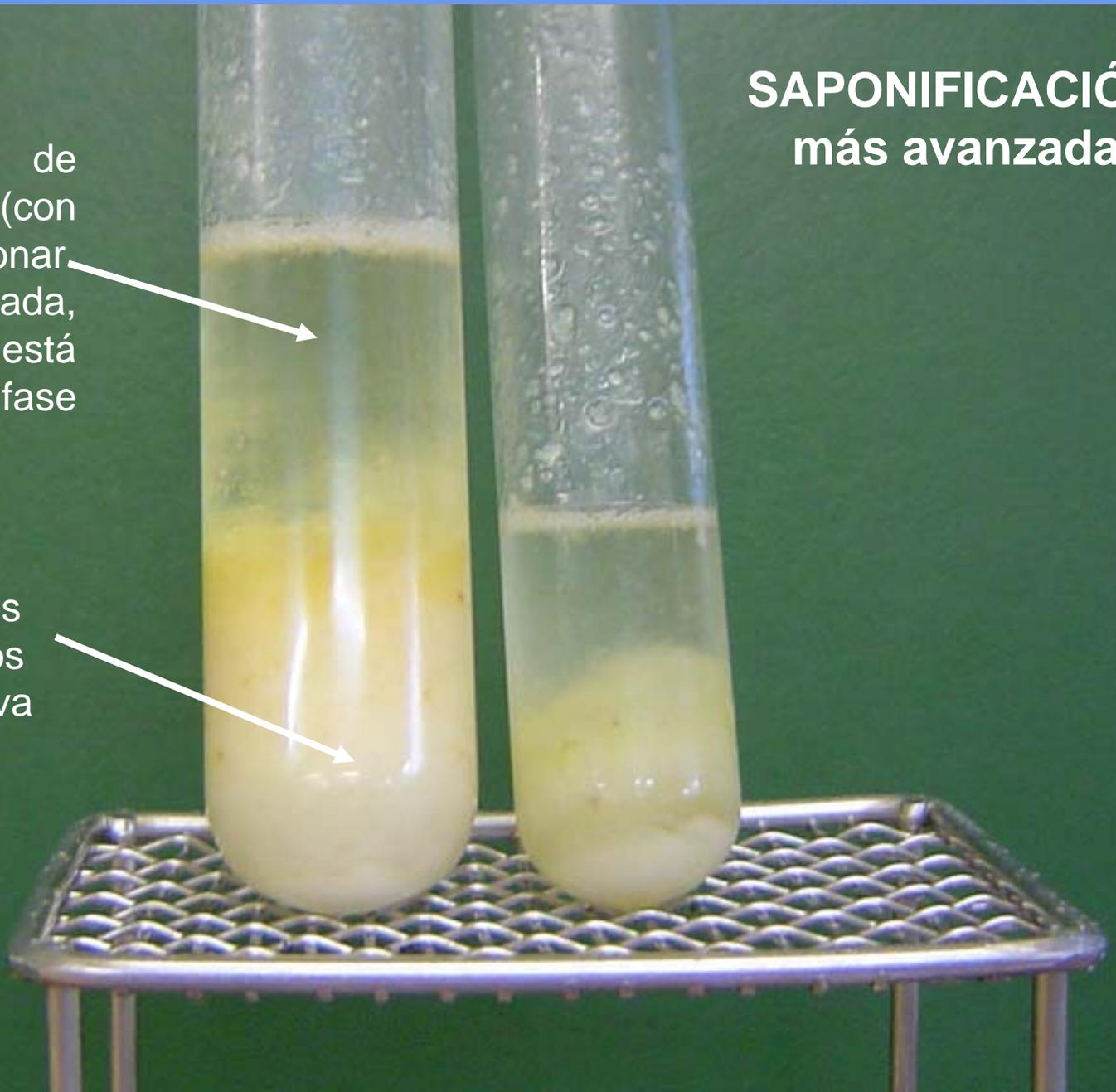
Agua (con
NaOH) y
glicerina
que se va
formando



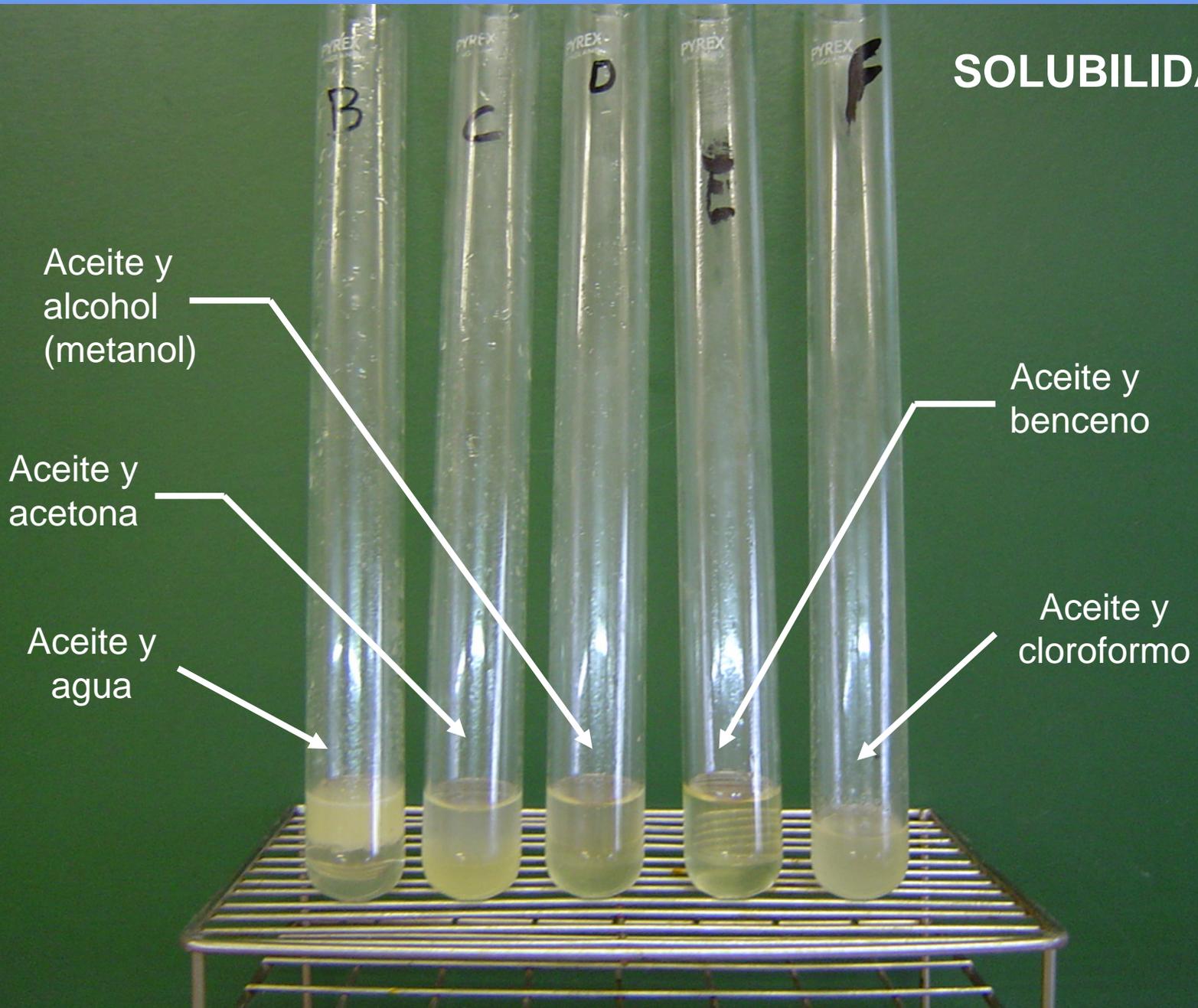
SAPONIFICACIÓN más avanzada

Aceite: (mezcla de grasas) y agua (con NaOH) sin reaccionar. La glicerina formada, soluble en agua, está también en esta fase acuosa

Jabón (sales de los ácidos grasos), se va al fondo.



SOLUBILIDAD



SOLUBILIDAD

B

**Aceite y
agua
1**

C

**Aceite y
acetona
3**

D

**Aceite y
alcohol
(metanol)
2**

E

**Aceite y
benceno
5**

F

**Aceite y
cloroformo
4**

