

## 3 - LOS LÍPIDOS

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

-Son compuestos formados por C, H y O y, en algunos casos, P, N y S.

### PROPIEDADES

-Grupo muy heterogéneo químicamente.

-Poco o nada solubles en disolventes polares (agua) -predominantemente hidrófobos- y solubles en disolventes apolares (benceno, éter).

-Untuosos al tacto y poco densos.

### FUNCIONES

-Reserva energética: reserva de energía por poder liberarla al oxidarse.

-Estructural: componentes fundamentales en las membranas celulares.

-Aislante y protectora: almacenados en tejido adiposo, aíslan térmicamente y protegen contra golpes.

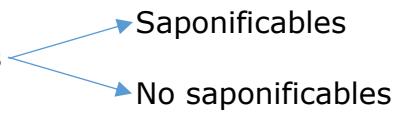
-Vitamínica y hormonal. Vitaminas A, D, E, K, hormonas sexuales (testosterona, estrógenos).

-Transportadora: asociados a proteínas, ayudan a dispersar y solubilizar grasas para facilitar su transporte.

-Absorción de energía: carotenos y xantofilas son pigmentos vegetales, asociados a la clorofila, para la absorción de la luz.

# -CLASIFICACIÓN DE LOS LÍPIDOS-

-Tradicionalmente, según contengan o no **ácidos grasos**



- Saponificables
- No saponificables

**1. LÍPIDOS SAPONIFICABLES:** Con ácidos grasos en su composición.

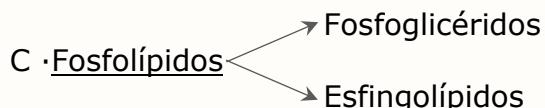
-**SIMPLES:** En su composición contienen solo CARBONO, HIDRÓGENO Y OXÍGENO. Formados únicamente por la unión de moléculas de ácidos grasos y alcoholes.

A · Grasas

B · Ceras

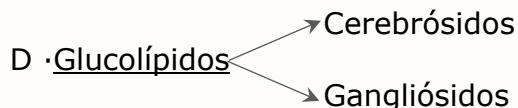
-**COMPLEJOS:** Además de C, H, O, contienen otros elementos como P, N u otra molécula como un glúcido. Formados por ácidos grasos y alcoholes más otras moléculas (fosfato, aminoalcohol, glúcido). Son **lípidos de membrana**.

C · Fosfolípidos



- Fosfoglicéridos
- Esfingolípidos

D · Glucolípidos



- Cerebrósidos
- Gangliósidos

**2. LÍPIDOS NO SAPONIFICABLES / INSAPONIFICABLES:** Sin ácidos grasos.

E · Terpenos

F · Esteroides

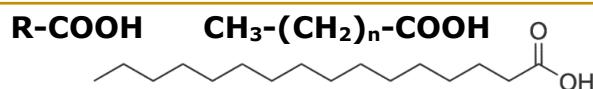
G · Prostaglandinas

## **1. LÍPIDOS SAPONIFICABLES**

-Tienen **ácidos grasos** en su composición. Al tratarlos con una base (NaOH - KOH) dan *jabones*.

## **-LOS ÁCIDOS GRASOS**

-Son ácidos orgánicos formados por una cadena hidrocarbonada lineal, en uno de cuyos extremos hay un grupo carboxilo (ácido carboxílico).



-Se unen entre ellos por fuerzas de Van der Waals (interacciones hidrofóbicas).



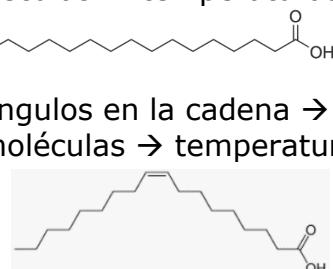
-En la cadena hidrocarbonada puede haber algún doble enlace **-insaturación-** entre los átomos de C. Si aparecen, dan ángulo a la cadena. Así, se distinguen dos tipos de ácidos grasos:

- **SATURADOS:** Sin dobles enlaces en la cadena hidrocarbonada → cadenas rectas → más fuerzas de Van der Waals → más unión entre moléculas → temperaturas de fusión elevadas → sólidos a temperatura ambiente.  
Palmítico, esteárico.

• **INSATURADOS:** Alguna insaturación (doble enlace) → ángulos en la cadena → menos fuerzas de Van der Waals → menos unión entre moléculas → temperaturas de fusión más bajas → líquidos a temperatura ambiente.

**Monoinsaturados:** un solo doble enlace. Oleico →

**Poliinsaturados:** más de un doble enlace.



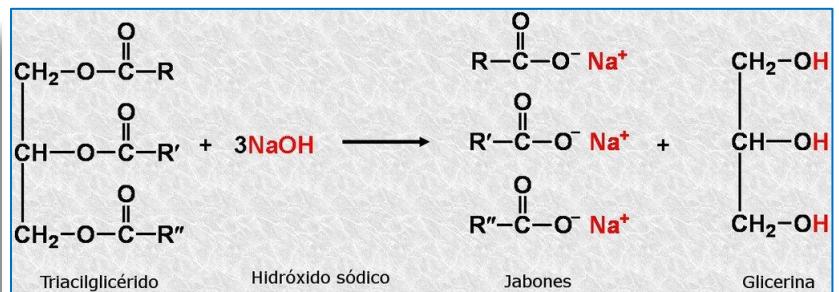
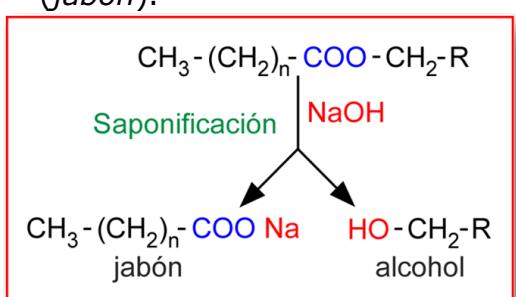
**-Moléculas anfipáticas:** zona polar hidrófila (-COOH) y zona apolar hidrófoba (R-). Las cadenas se unen por fuerzas de Van der Waals y los grupos carboxilo establecen puentes de hidrógeno con otras moléculas polares.

Cuanto más cortas son las cadenas y más dobles enlaces → menos interacciones (por menos fuerzas de Van der Waals) → menor temperatura de fusión -más fluidos-.

**Ácidos grasos esenciales:** Necesarios, pero que el organismo no puede sintetizar y deben, por tanto, ser incorporados por la dieta. Son los de la familia de los omega-3 y omega-6. En pescado azul, frutos secos y aceite de oliva.

**-EL ENLACE ÉSTER:** Es el que se establece entre un grupo ácido (oxigenado; generalmente carboxílico  $\text{-COOH}$ ) y un alcohol ( $\text{-OH}$ ), con desprendimiento de  $1\text{H}_2\text{O}$ . Se forma un compuesto éster. Por tanto, los ácidos grasos pueden reaccionar con alcoholes formando ésteres (también el ácido fosfórico, como veremos más adelante).

-Los ésteres de ácidos grasos, en presencia de una base fuerte (p. ej. NaOH) sufren la reacción de **saponificación**, por la que se forma la sal del ácido graso correspondiente (*jabón*).



## 1.1. LÍPIDOS SAPONIFICABLES SIMPLES

-En su composición contienen solo CARBONO, HIDRÓGENO Y OXÍGENO. Están formados solo por ácidos grasos y alcohol. Son las **grasas** y las **ceras**.

### A. GRASAS, ACILGLICÉRIDOS O ACILGLICEROLES

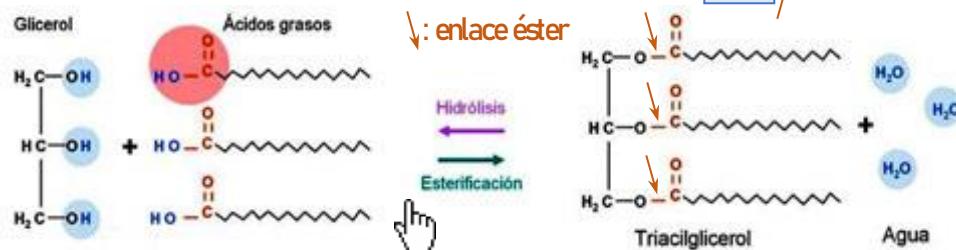
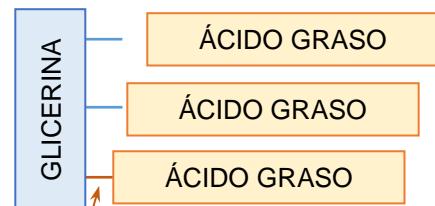
-Son ésteres de ácidos grasos y glicerina.

-Pueden esterificarse uno, dos o tres ácidos grasos con otros tantos grupos alcohólicos de la glicerina:

-Monoacilgliceroles: se esterifica un ácido graso.

-Diacilgliceroles: dos ácidos grasos.

-Tracilgliceroles: tres ácidos grasos. Los más abundantes. *Grasas neutras* (apolares, insolubles en agua).



-A temperatura ambiente pueden ser

**Líquidas**: aceites, por tener ácidos grasos insaturados. Sobre todo, en frutos de plantas -aceitunas- y semillas -girasol-.

**Sólidas**: sebos y mantecas, con ácidos grasos saturados. Abundan en animales (grasas animales, mantequilla).

-Al ser ésteres de ácidos grasos, pueden sufrir la reacción de **saponificación**, como se detalla en el apartado anterior.

### -FUNCIONES

-**Reserva energética**: Sirven de almacén de energía, cuando hay excedente, para su posterior utilización mediante su oxidación ( $\beta$ -oxidación de los ácidos grasos). Mayor valor energético -9 kcal/g- que glúcidos y proteínas -4 kcal/g-  $\rightarrow$  animales almacenan energía en forma de grasas por ocupar menos masa para la misma cantidad de energía  $\rightarrow$  menor peso  $\rightarrow$  mayor movilidad. Vegetales almacenan energía en forma de lípidos y de glúcidos (no tienen movilidad).

Animales: acumuladas en los adipocitos.

Vegetales: en células de frutos (aceituna) y semillas (girasol).

-**Aislamiento térmico y protección mecánica**: Capa aislante del frío bajo la piel. Capa amortiguadora de golpes que protege a los riñones.

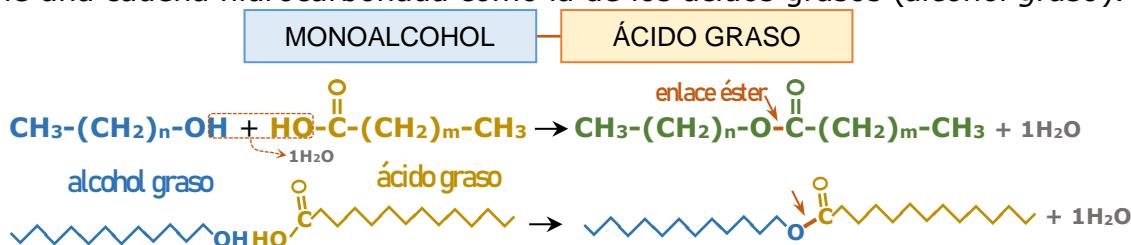
### -HIDRÓLISIS DE LOS TRIACILGLICEROLES

1. **Enzimática**: Lipasas de los jugos digestivos de animales rompen los enlaces éster  $\rightarrow$  3 ácidos grasos + 1 glicerina.

2. **Química – saponificación en caliente**: NaOH o KOH rompen los enlaces éster  $\rightarrow$  sales sódicas o potásicas de los ácidos grasos (jabones) + glicerina.

## **B. CERAS O CÉRIDOS**

-Son ésteres de un **ácido graso** con un monoalcohol de cadena larga. El monoalcohol tiene una cadena hidrocarbonada como la de los ácidos grasos (*alcohol graso*).



-En general son sólidas, y son insolubles en agua (ya que tienen dos cadenas hidrófobas) → **función protectora**, sobre todo impermeabilizante. Impermeabilizan piel, plumas, pelos, hojas, frutos...

## 1.2. LÍPIDOS SAPONIFICABLES COMPLEJOS

-Además de C, H, O, contienen otros elementos como P, N u otra molécula como un glucídeo. Formados por ácidos grasos y alcohol más otras moléculas (fosfato, aminoalcohol, glucídeo). Son lípidos de membrana. Son los **fosfolípidos** y los **glucolípidos**.

## **LAS BICAPAS LIPÍDICAS**

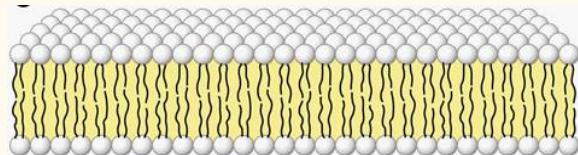
- **Fosfolípidos y glucolípidos** son sustancias anfipáticas → en medio acuoso forman estructuras especiales por su orientación, condicionada por su interacción con las moléculas de agua:

Grupos hidrófilos ("cabezas") orientados hacia el exterior de la estructura, interaccionando con el agua por puentes de hidrógeno.

Grupos hidrófobos ("colas") hacia el interior interaccionando entre ellos por fuerzas de Van der Waals.

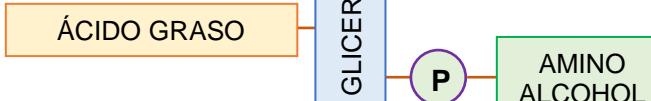
Entre esas estructuras, son de especial importancia las bicapas lipídicas

-**Bicapas lipídicas**: Base estructural de todas las **membranas celulares**. Cabezas hidrófilas en contacto con los medios acuosos a ambos lados de la bicapa. Colas hidrófobas en el interior.



## C. FOSFOLÍPIDOS

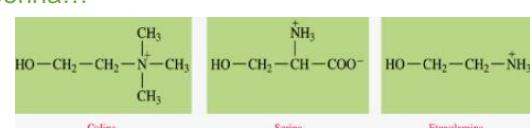
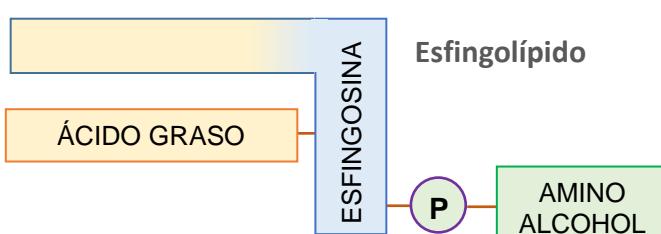
-Están formados por uno o dos ácidos grasos, una molécula de alcohol (glicerol o esfingosina), **ácido fosfórico** y un aminoalcohol. Son los fosfoglicéridos y los esfingolípidos (según cuál sea el alcohol central).



-Son **moléculas anfipáticas**:

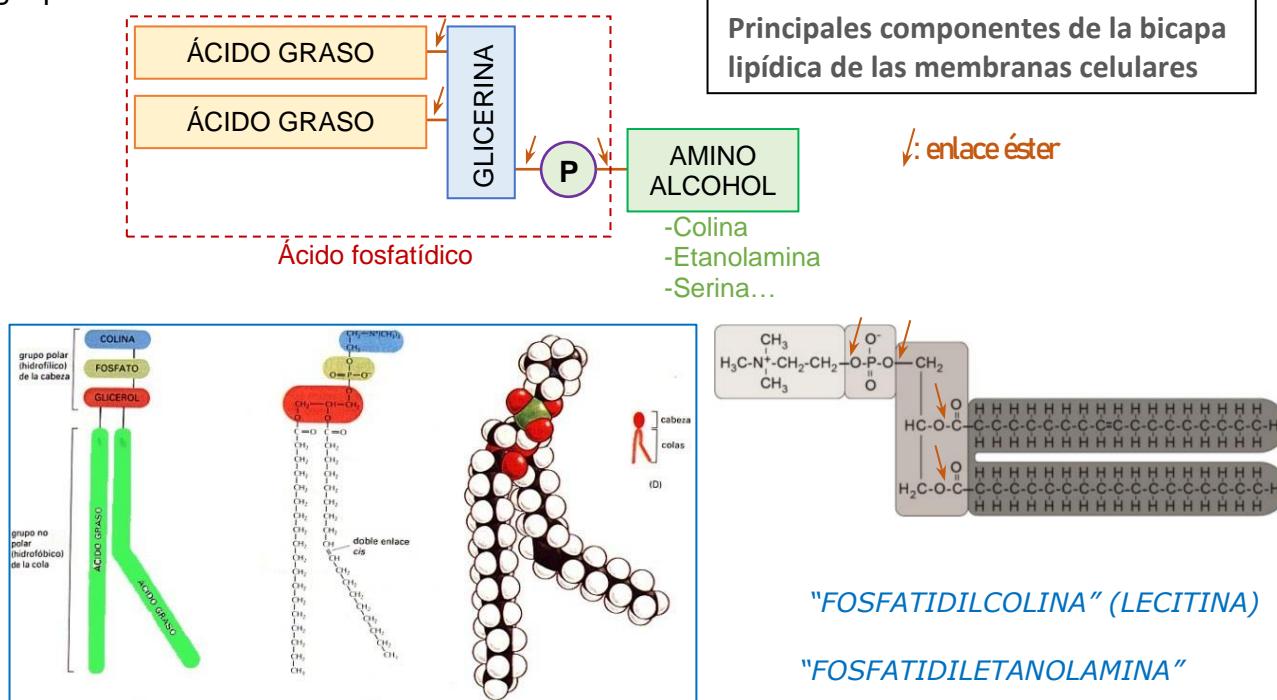
- Colina
- Etanolamina
- Serina

- Parte hidrófoba apolar
- Parte hidrófila polar



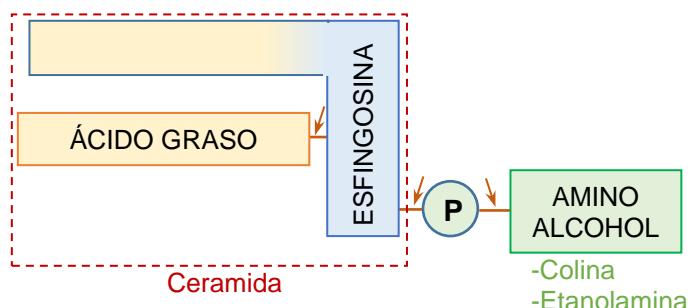
## -FOSFOGLICÉRIDOS O GLICEROFOSFOLÍPIDOS

-**Glicerina** que esterifica dos grupos alcohólicos con dos ácidos grasos (uno saturado y otro insaturado) y el tercero con ácido fosfórico, que esterifica a su vez con el grupo alcohol de un aminoalcohol.



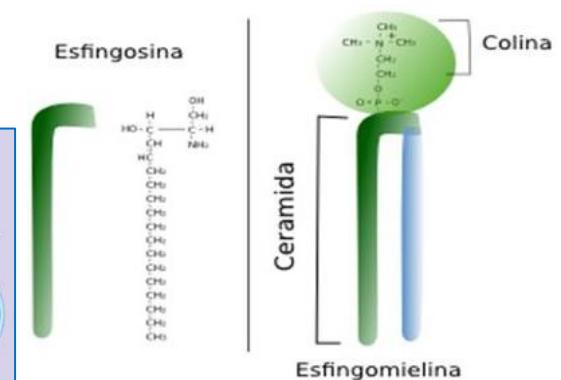
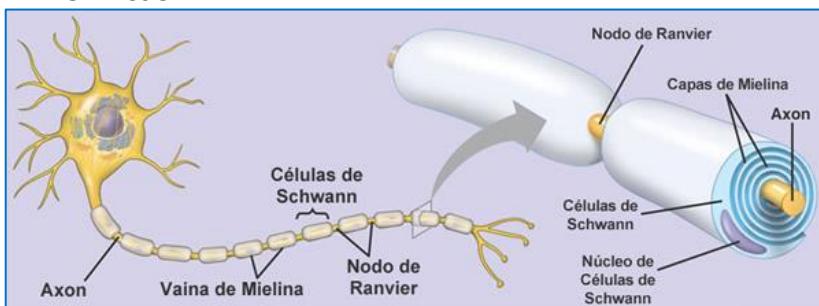
## -ESFINGOLÍPIDOS

-**Esfingosina** unida a un ácido graso y a un ácido fosfórico esterificado con un aminoalcohol. La esfingosina tiene una cadena hidrocarbonada, equivalente a la de un ácido graso, por eso forma una "cola" hidrófoba como la del ácido graso.



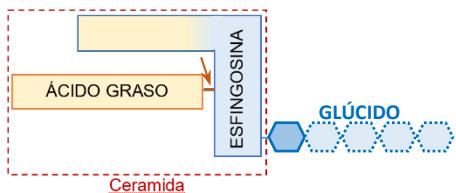
-Se encuentran en las membranas celulares, especialmente de las células nerviosas.

-Los más abundantes son las **esfingomielinas**, en la vaina de mielina que rodea a los axones de las fibras mielínicas.



## D. GLUCOLÍPIDOS

-Esfingosina unida a un ácido graso -ceramida- y a un glúcido por enlace O-glucosídico.



-En la monocapa externa de las membranas, sobre todo de las células nerviosas.

-Forman parte de los receptores celulares.

**-CEREBRÓSIDOS:** Ceramida unida a un **monosacárido** (normalmente Glu o Gal).

**-GANGLIÓSIDOS:** Ceramida unida a un **oligosacárido**, frecuentemente ramificado.

## 2. LÍPIDOS NO SAPONIFICABLES

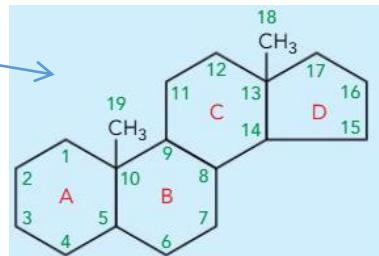
-No tienen ácidos grasos en su composición. Son los **esteroides**, **terpenos** y **prostaglandinas**.

### E. ESTEROIDES

-Derivados del ciclopentanoperhidrofenantreno o esterano

-Diferenciados por el número y posición de los dobles enlaces y la presencia de distintos grupos funcionales.

-Son esteroides el **colesterol** (lípido de membrana) y derivados suyos como la vitamina D, los ácidos biliares y las hormonas esteroideas.



·Vitamina D: regula el metabolismo del calcio y del fósforo y su absorción intestinal.

·Ácidos biliares: formados en el hígado a partir del colesterol, sus sales forman parte de la bilis –sales biliares- y emulsionan las grasas en el intestino delgado para facilitar su digestión.

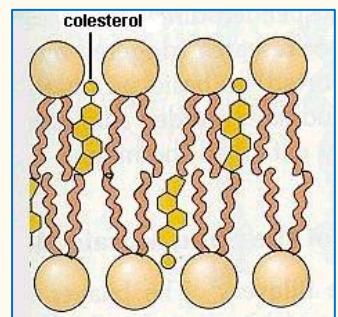
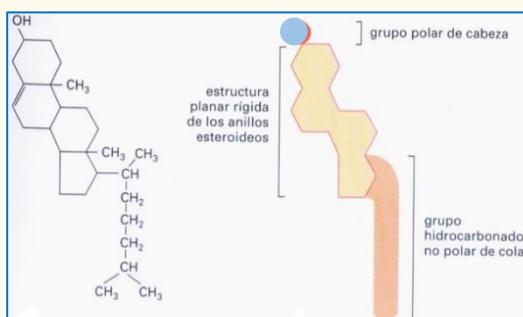
·Hormonas esteroideas: Aldosterona y cortisol son producidas en las cápsulas suprarrenales (*adrenocorticales*). Las hormonas sexuales son la testosterona, la progesterona y los estrógenos.

### EL COLESTEROL

-Esteroide que regula la fluidez de las membranas celulares de los animales.

-Molécula anfipática.

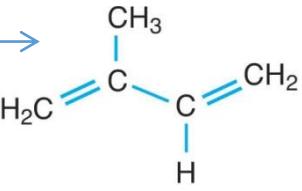
-Se sitúa entre los fosfolípidos de la bicapa reduciendo su movilidad → disminuye la fluidez de membrana (la mantiene a temperaturas bajas).



-Se puede incorporar por la dieta (exógeno) y se sintetiza en el hígado (endógeno).

-En la sangre se encuentra formando lipoproteínas. Si hay exceso se deposita en placas de ateroma en las paredes de las arterias → arterioesclerosis.

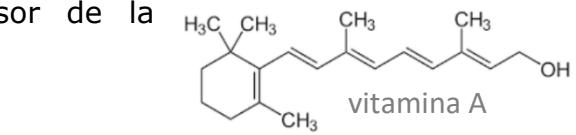
## F. TERPENOS O ISOPRENOIDES

-Unión de dos o más moléculas de **isopreno** 

-Estructura lineal o cíclica.

-Ejemplos:

· Muy abundantes en los vegetales, sobre todo como pigmentos: los electrones de los *dobles enlaces conjugados* -alternos- están deslocalizados y son fácilmente excitados por los fotones. Carotenoideos (pigmentos vegetales) -xantofilas y carotenos. El  $\beta$ -caroteno es el precursor de la



· Vitaminas A, E y K.

· Esencias vegetales como mentol, geraniol.

· Caucho.

## G. PROSTAGLANDINAS

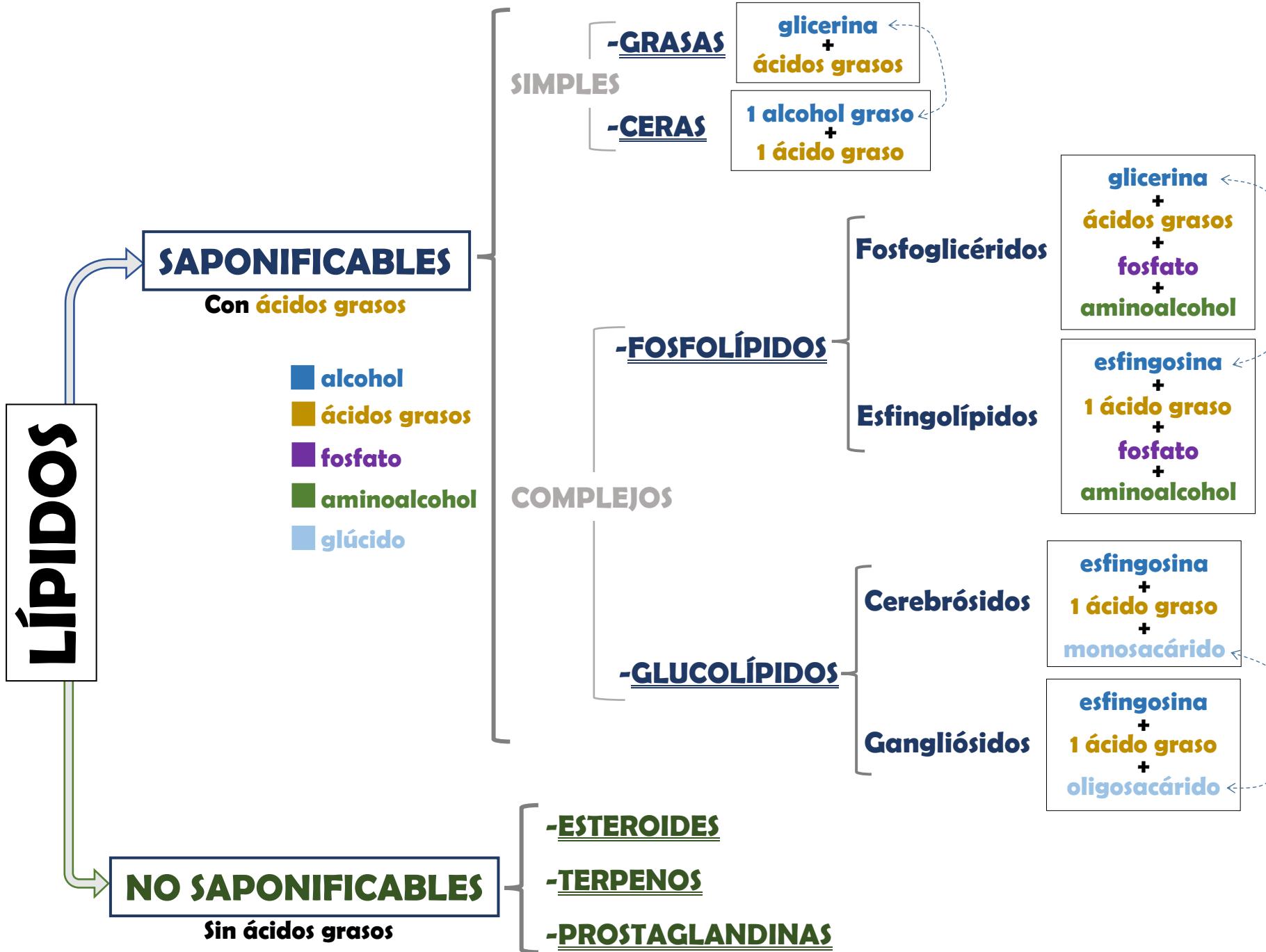
-Derivan de la ciclación de ácidos grasos poliinsaturados de 20C.

-Grupo de mediadores celulares sintetizados en diferentes tejidos y con diversas funciones en distintos lugares del organismo.

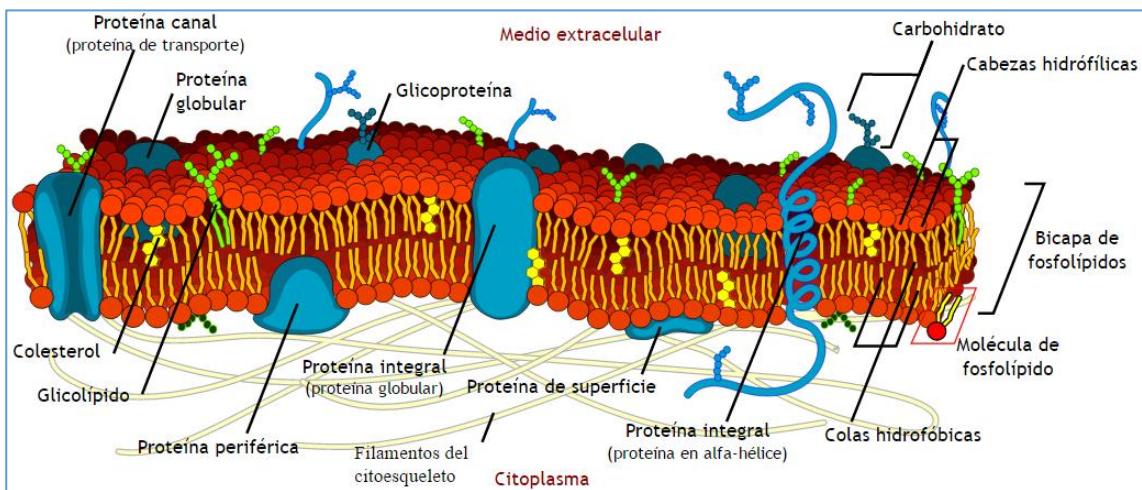
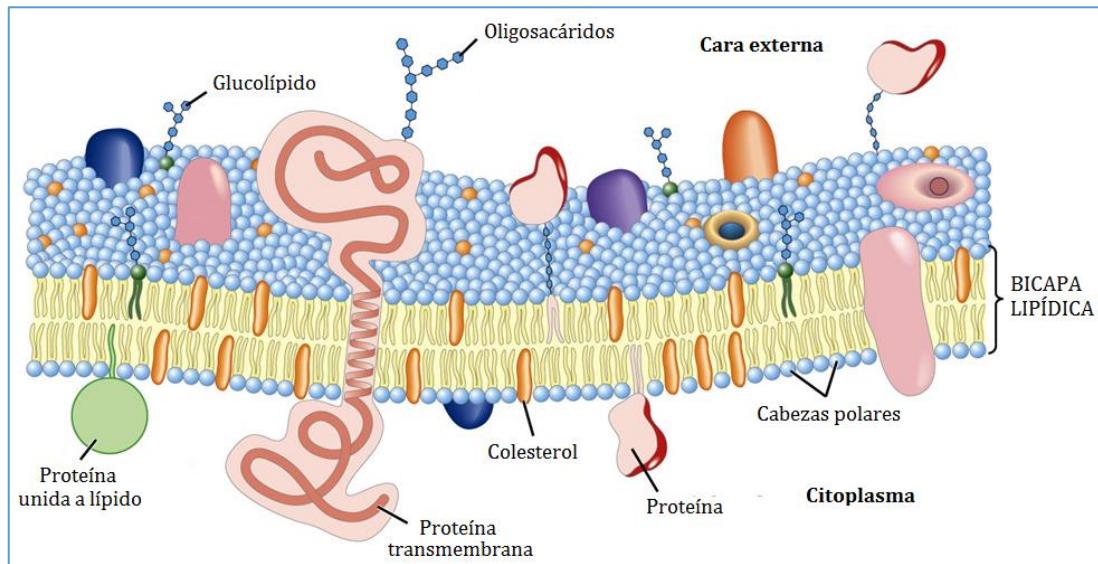
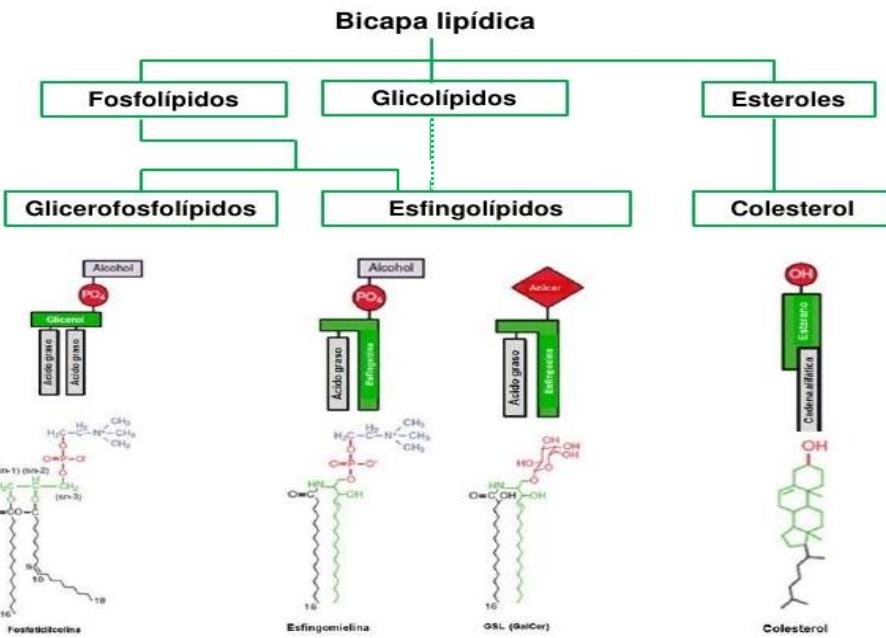
AMPLIACIÓN EBAU

-Estimulan la contracción de la musculatura lisa (ej. las prostaglandinas del semen inducen la contracción del útero, que favorece el ascenso de los espermatozoides hasta las trompas de Falopio).

-Activan la respuesta inflamatoria  $\rightarrow$  fiebre, dolor, rubor, edema. El ácido acetilsalicílico inhibe su formación  $\rightarrow$  acción antipirética, antiinflamatoria, analgésica y anticoagulante.



## Lípidos de membrana



## LÍPIDOS

Compuestos formados por C, H y O y, en algunos casos, P, N y S. Grupo químicamente heterogéneo. Predominantemente hidrófobos y poco densos.

-**FUNCIONES:** Reserva energética - Estructural - Aislante y protectora - Vitamínica y hormonal - Transportadora - Absorción de energía luminosa.

### SAPONIFICABLES

Con ácidos grasos en su composición. Dan jabones al tratarlos con una base.

#### ÁCIDOS GRASOS

Cadena hidrocarbonada con un grupo carboxilo en un extremo - R-COOH

**Saturados:** Sin dobles enlaces (*insaturaciones*) → cadenas rectas → más uniones → T de fusión elevadas → Sólidos a T ambiente.

**Insaturados:** Con algún doble enlace → ángulos en la cadena → menos uniones → T de fusión más bajas → Líquidos a T ambiente. Monoinsaturados - Poliinsaturados.

Moléculas **anfipáticas**: zona polar/hidrófila (-COOH) - zona apolar/hidrófoba (R-)   
Más corta la cadena hidrocarbonada y más dobles enlaces → Menos uniones entre cadenas → Menor T de fusión -mayor fluidez-

**Esenciales:** Los que deben ser incorporados por la dieta.

#### ENLACE ÉSTER

Entre un grupo ácido (generalmente carboxílico -COOH) y un alcohol -OH, (+1H<sub>2</sub>O)  
Se forma un compuesto éster

· Los ácidos grasos pueden reaccionar con alcoholes, formando **ésteres**. Y los ésteres de ácidos grasos, en presencia de una base fuerte, se rompen en la reacción de **saponificación**, formando la sal del ácido graso correspondiente (**jabón**).

**1. SIMPLES:** Solo C, H y O. **Ácidos grasos + alcohol**

-**Grasas o acilglicerídos:** Ésteres de **ácidos grasos + glicerina** → Mono- di- triacilglicerídos

· **Líquidas** (aceites) con ácidos grasos insaturados - **Sólidas** con ácidos grasos saturados.

· **Reserva energética:** Almacén de energía para su oxidación.

· **Aislamiento térmico y protección mecánica.**

-**Ceras:** Ésteres de un **ácido graso + monoalcohol**.

· Sólidos, insolubles en agua → **impermeabilizantes**.

**2. COMPLEJOS:** Además de C, H, O + P, N u otra molécula. **Ácidos grasos + alcohol + otras moléculas**  
Son **lípidos de membrana**

-**Fosfolípidos:** **Ácidos grasos + Alcohol + Ác. fosfórico + Aminoalcohol**

→ **Glicerina** → **Fosfoglicéridos** -bicapa lipídica-  
→ **Esfingosina** → **Esfingolípidos** -vaina de mielina-

-**Glucolípidos:** **Ácido graso + Esfingosina + Glúcido** En monocapa externa de células nerviosas  
Monosacárido → Cerebrósidos - Oligosacárido → Gangliósidos

### NO SAPONIFICABLES

Sin ácidos grasos en su composición.

-**Esteroides:** Derivados del esterano. Colesterol - Vitamina D - Ácidos biliares - Hormonas esteroideas

#### COLESTEROL

· Regula la fluidez de membrana en células animales.  
· Disminuye la fluidez.  
· Mantiene la fluidez a temperaturas bajas,

-**Terpenos o isoprenoides:** Derivados del isopreno. Pigmentos carotenoides - Vitaminas A, E, K

-**Prostaglandinas:** Derivados de la ciclación de ácidos grasos.