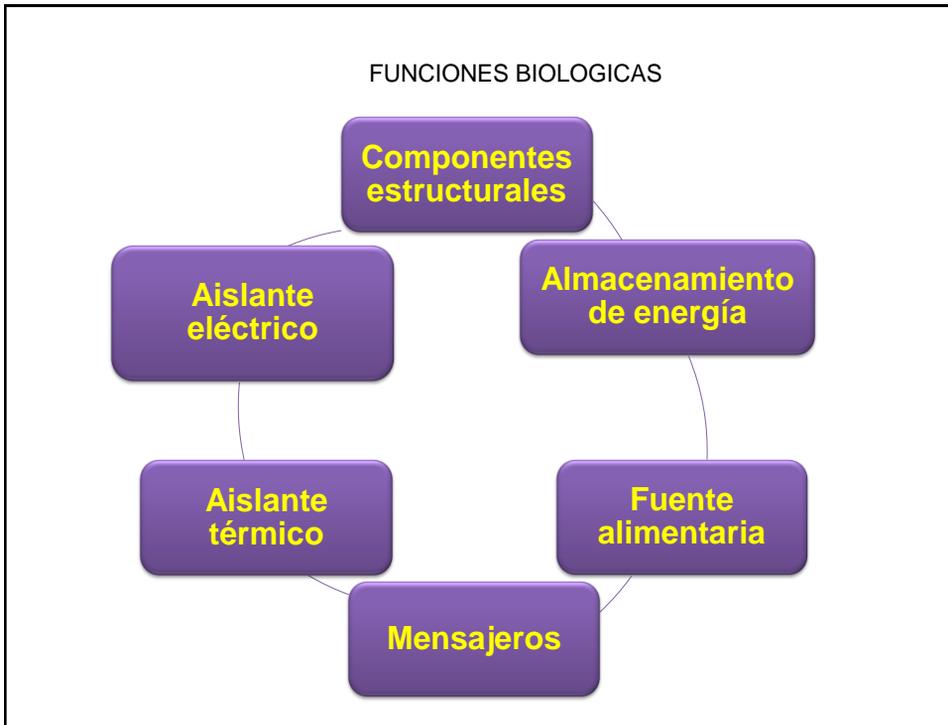


Lípidos

Dr. Miguel Angel Sosa (PhD)
FCEN- UNCuyo

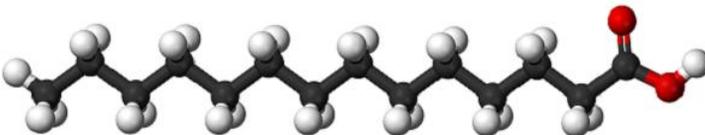
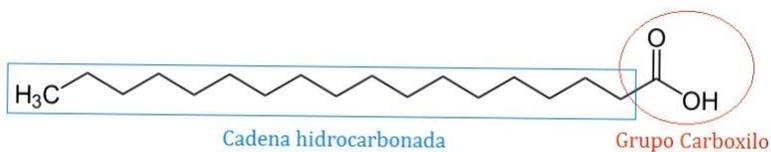
Lípidos -Generalidades

- Principal característica = insolubilidad en agua
- Funciones: Almacenamiento (grasas y aceites)
Estructurales (fosfolípidos y esteroides)
Cofactores enzimáticos
Hormonas
Mensajeros intracelulares
Vitaminas
etc....

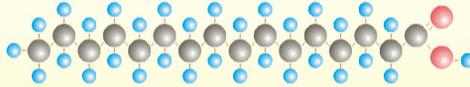


Acidos grasos

- Acidos carboxílicos con cadenas carbonadas (4 a 36 átomos de carbono)

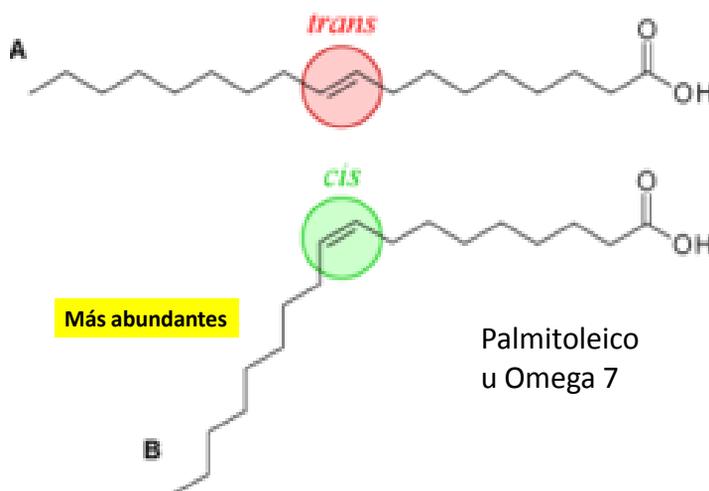


Ácido graso saturado

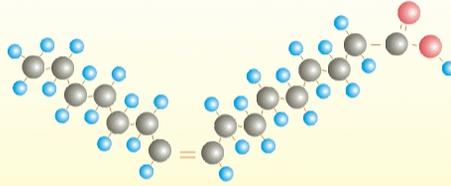


Los enlaces entre los carbonos son **enlaces simples**, con la misma distancia entre ellos ($1,54 \text{ \AA}$) y el mismo ángulo (110°). Esta circunstancia permite la unión entre varias moléculas mediante **fuerzas de Van der Waals**. Cuanto mayor sea la cadena (más carbonos), mayor es la posibilidad de formación de estas interacciones débiles. Por ello, a temperatura ambiente, los ácidos grasos saturados suelen encontrarse en **estado sólido**.

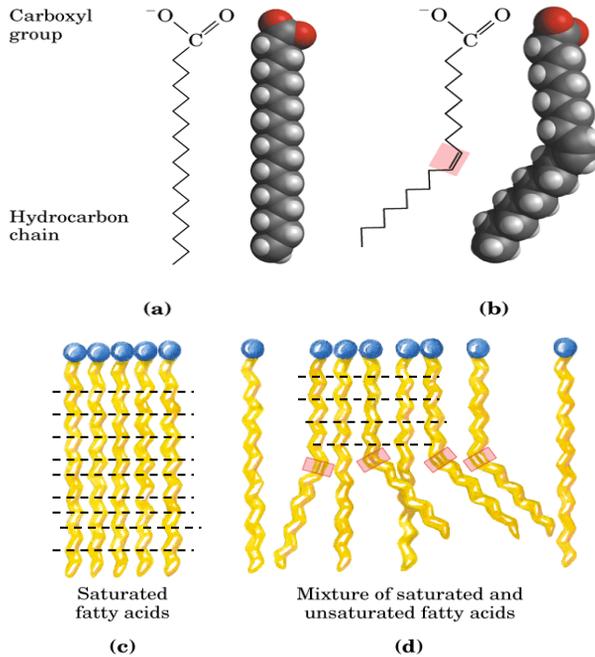
Acidos grasos insaturados



Ácido graso insaturado



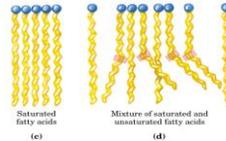
En ellos pueden aparecer **enlaces dobles** entre los carbonos de la cadena. La distancia entre los carbonos no es la misma que la que hay en los demás enlaces de la molécula, ni tampoco los ángulos de enlace (123° para enlace doble, 110° para enlace simple). Esto origina que las moléculas tengan más problemas para formar uniones mediante fuerzas de Van der Waals entre ellas. Por ello, a temperatura ambiente, los ácidos grasos insaturados suelen encontrarse en **estado líquido**.



Acidos grasos

- Propiedades físicas
- Solubilidad en agua:
- AG cadena corta > AG de cadena más larga
- AG insaturados > AG saturados

- Puntos de fusión:
- AG Saturados > AG Insaturados
- AG Cadena larga > AG Cadena corta

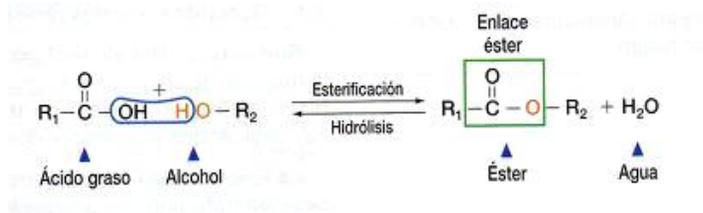


- < 10 C \longrightarrow líquidos a T ambiente (ACEITES)
- > 10 C \longrightarrow sólidos a T ambiente (GRASAS)



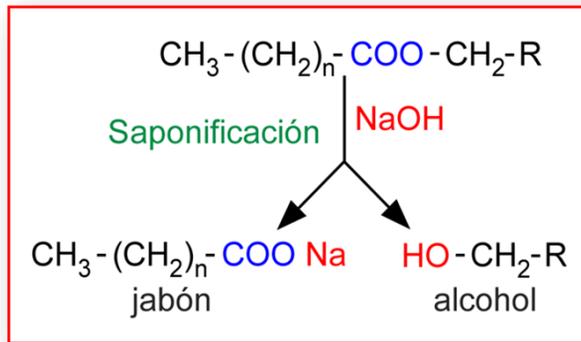
2. Esterificación.

Un ácido graso se une a un alcohol mediante un enlace covalente, formando un éster y liberándose una molécula de agua.

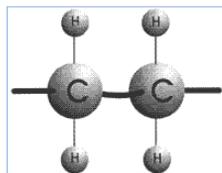


3. Saponificación

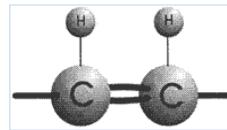
Es una reacción típica de los ácidos grasos, en la cual reaccionan con álcalis y dan lugar a una sal de ácido graso, que se denomina jabón. Las moléculas de jabón presentan simultáneamente una zona lipófila o hifrófoba, y una zona hidrófila o polar



Nomenclatura de ácidos grasos



Hidrocarburo+ anoico



Hidrocarburo+ enoico

Carbono n° 1

carboxílico

Carbono n° 2

α

Carbono n° 3

β

Carbono terminal

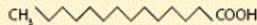
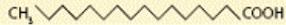
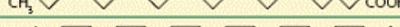
ω ó n

Nomenclatura de los ácidos grasos

s:

Común	Nombres		Abreviados		
		IUPAC	Sistema delta	Sistema omega	Sistema n
ácido palmítico	ácido hexadecanoico		16:0	16:0	16:0
ácido esteárico	ácido octadecanoico		18:0	18:0	18:0
ácido oleico	ácido <i>cis</i> -9-octadecenoico		18:1 Δ^9	18:1 ω -9	18:1n-9
ácido linoleico	ácido <i>cis,cis</i> -9,12-octadecadienoico		18:2 $\Delta^{9,12}$	18:2 ω -6	18:2n-6
ácido α -linolénico	ácido <i>cis,cis,cis</i> -9,12,15-octadecatrienoico		18:3 $\Delta^{9,12,15}$	18:3 ω -3	18:3n-3
ácido araquidónico	ácido <i>todo cis</i> -5,8,11,14-eicosatetraenoico		20:4 $\Delta^{5,8,11,14}$	20:4 ω -6	20:4n-6
EPA	ácido <i>todo cis</i> -5,8,11,14,17-eicosapentaenoico		20:5 $\Delta^{5,8,11,14,17}$	20:5 ω -3	20:5n-3
DHA	ácido <i>todo cis</i> -4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico		22:6 $\Delta^{4,7,10,13,16,19}$	22:6 ω -3	22:6n-3

Acidos grasos

Ácido Láurico	12:0	CH_3  COOH
Ácido Mirístico	14:0	CH_3  COOH
Ácido Palmítico	16:0	CH_3  COOH
Ácido Esteárico	18:0	CH_3  COOH
Ácido Eláídico trans	18:1 / omega-9	CH_3  COOH
Ácido Oleico cis	18:1 / omega-9	CH_3  COOH
Ácido Linoleico cis	18:2 / omega-6	CH_3  COOH
Ácido Alfa-linolénico cis	18:3 / omega-3	CH_3  COOH
Ácido Araquidónico cis	20:4 / omega-6	CH_3  COOH
Ácido Eicosapentanoico (EPA) cis	20:5 / omega-3	CH_3  COOH
Ácido Decosahexanoico (DHA) cis	22:6 / omega-3	CH_3  COOH

■ AG esencial ■ AG semiesencial

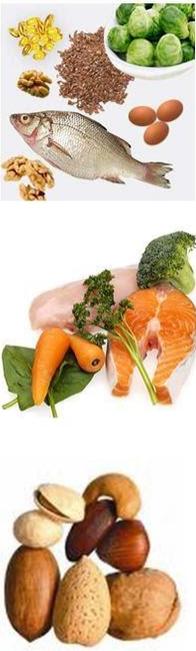
Tabla 1. Estructura química de los ácidos grasos biológicamente más importantes en nutrición humana

	Nombre sistemático	Nombre común	
	Acidos grasos comunes en plantas y animales	Saturados	
etanoico		acetico	2:0
butanoico		butirico	4:0
hexanoico		caproico	6:0
octanoico		caprílico	8:0
decanoico		caprío	10:0
dodecanoico		laurico	12:0
tetradecanoico		mirístico	14:0
hexadecanoico		palmitico	16:0
octadecanoico		estearico	18:0
eicosanoico		araquídico	20:0
docosanoico		behenico	22:0
Monoinsaturados			
<i>cis</i> -9-hexadecenoico		palmitoleico	16:1(n-7)
<i>cis</i> -6-octadecenoico		petroselinico	18:1(n-12)
<i>cis</i> -9-octadecenoico		oleico	18:1(n-9)
<i>cis</i> -11-octadecenoico		<i>cis</i> - <i>vaccenico</i>	18:1(n-7)
<i>cis</i> -13-docosenoico		erucico	22:1(n-9)
<i>cis</i> -15-tetracosenoico		nervonico	24:1(n-9)
Poliinsaturados			
9,12-octadecadienoico		linoleico	18:2(n-6)
6,9,12-octadecatrienoico		α -linolenico	18:3(n-6)
9,12,15-octadecatrienoico		γ -linolenico	18:3(n-3)
5,8,11,14-eicosatetraenoico		araquidónico	20:4(n-6)
5,8,11,14,17-eicosapentaenoico		EPA	20:5(n-3)
4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico		DHA	22:6(n-3)

Acidos grasos (puntos de fusión)

Nombre trivial	Átomos de carbono	Estructura	Punto de fusión (°C)
<i>Ácidos grasos saturados</i>			
Ácido láurico	12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44,2
Mirístico	14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	54,0
Palmitico	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	63,0
Esteárico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	69,6
Araquídico	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	76,5
Lignocérico	24	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	86,0
<i>Ácidos grasos insaturados</i>			
Palmitoleico	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	- 0,5
Oleico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	13,4
Linoleico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	- 3
Linolénico	18	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	-11
Araquidónico	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	-49,5

(Tomado de Biología COU - Anaya)



Los ácidos grasos OMEGA

Ácido alfa-linolénico (ALA, C18:3, omega-3)

CCCCCCCCC=CCCCCCCC=C

Ácido eicosapentanoico (EPA, C20:5, omega-3)

CCCCCCCC=CCCCCCCC=CC

Ácido docosahexanoico (DHA, C22:6, omega-3)

CCCCCCCC=CCCCCCCC=CC

Ácido linoléico (LA, C18:2, omega-6)

CCCCCCCC=CCCCCCCC

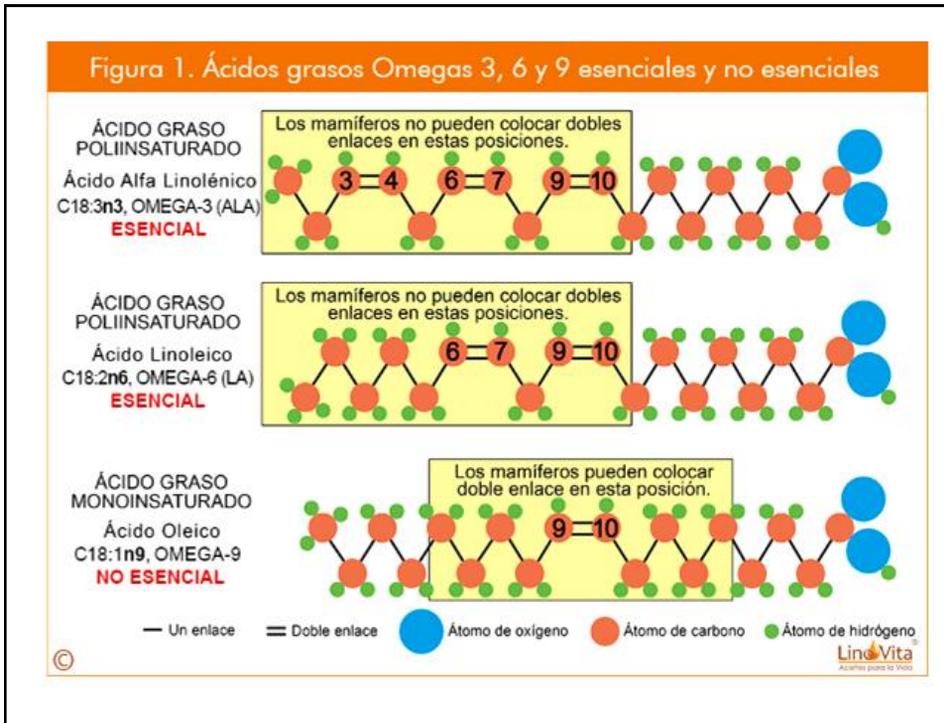
Ácido araquidónico (AA, C20:4, omega-6)

CCCCCCCC=CCCCCCCC

Acidos grasos de la serie Omega

Tipo de AG	Serie Omega (w)	Nombre del AG	Funciones
AGM	w - 9	Ácido oleico	Disminuye el colesterol total y LDL
			Reduce el riesgo de ECV (enfermedad cardiovascular)
			Puede reducir la resistencia a la insulina
AGP	w - 6	Ácido Linoleico	Reduce el colesterol total y el LDL, aunque también disminuye el HDL
	w - 3	Ácido α -Linoléico	Capacidad antitrombótica
		EPA (Ac. Eicosapentaenoico)	Disminuye el riesgo de aterosclerosis y de ECV
		DHA (Ac. Docosahexaenoico)	Favorece el desarrollo visual y del sistema nervioso durante la gestación del niño

nutricion-cocina.blogspot.com



LÍPIDOS- CLASIFICACIÓN

A -LIPIDOS SIMPLES

- 1 Grasas-aceites
- 2 Ceras

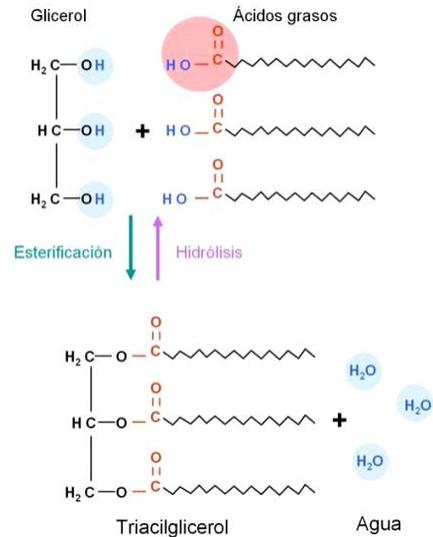
B -LIPIDOS COMPLEJOS

- 1 Fosfolípidos
 - a Glicerofosfolípidos
 - b Esfingofosfolípidos
- 2 Glucolípidos
- 3 Otros lípidos complejos

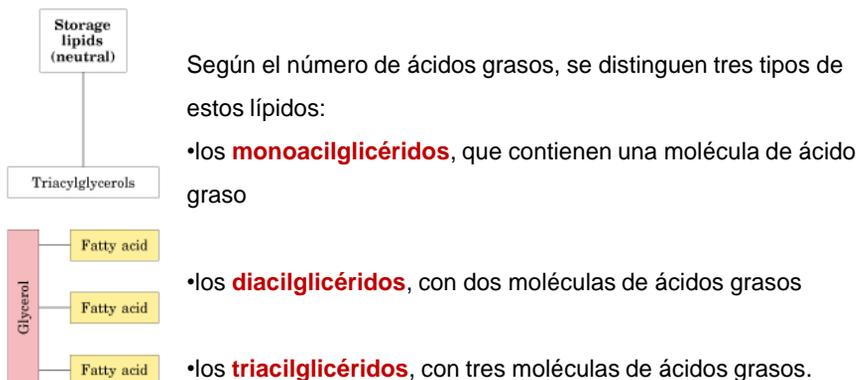
C -PRECURSORES Y DERIVADOS DE LIPIDOS

Lípidos Simples –Triacilgliceroles (triglicéridos)

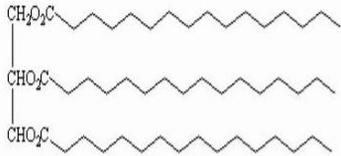
- Son ésteres de **Glicerol** y **ácidos Grasos**.



Tipos de acilglicéridos

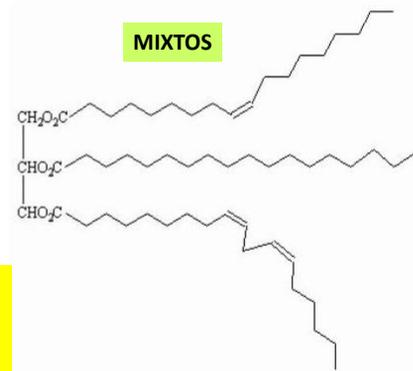


TIPOS DE TRIGLICÉRIDOS



puede encontrarse en un estado sólido (enrejado)

SIMPLES



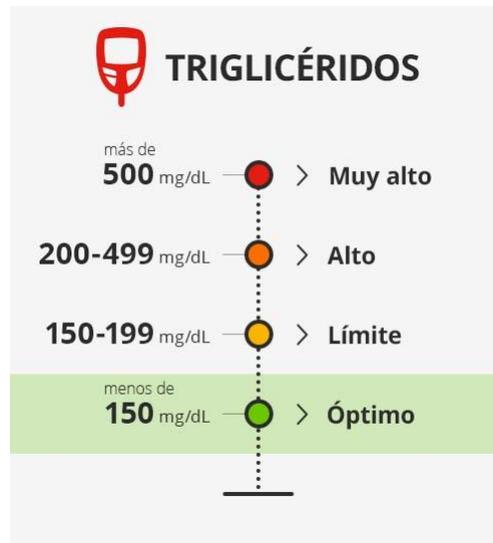
MIXTOS

no puede encontrarse en forma sólida

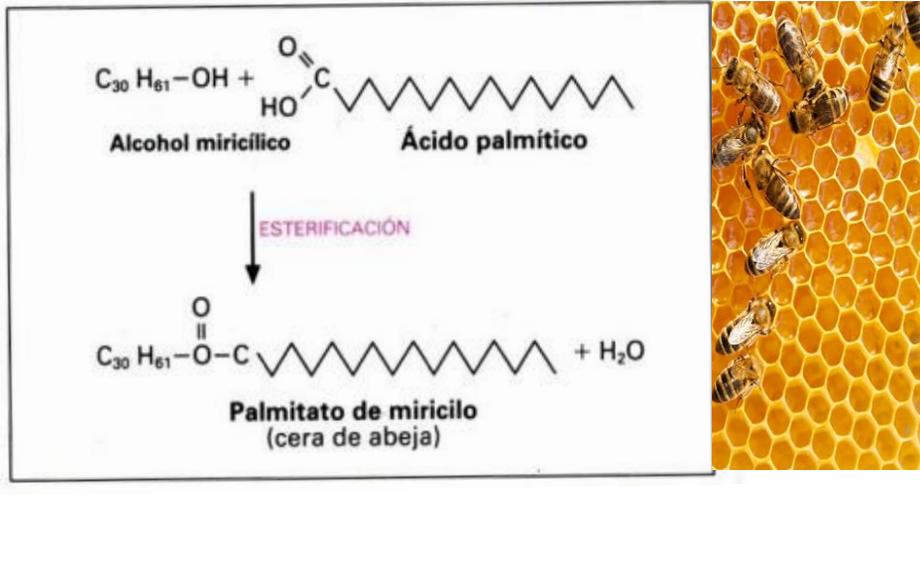
• Casi todos los triglicéridos son **mixtos**.

• Para nombrar los carbonos del glicerol se utiliza la numeración estereoquímica; 1,3 diesteraril-2-palmitil-glicerol

Los triglicéridos circulan en sangre como tales y deben mantenerse en niveles bajos



Lípidos simples - CERAS



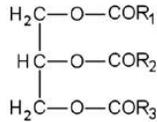
Lípidos simples - CERAS

- Barrera física y química
- Limita la difusión de agua y solutos
- Permite la difusión de sust. Volátiles.
- Impermeabilizante.

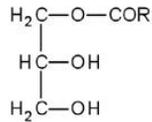


Lípidos simples (resumen)

GRASAS

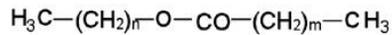


Triglicérido



Monoglicérido

CERAS

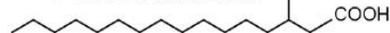


ÁCIDOS GRASOS

Hexadecanóico (palmítico)



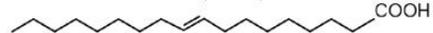
14-Metil-hexadecanóico



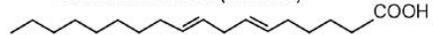
Octadecanóico (esteárico)



Octadecaenóico (oléico)



Octadecadienóico (linoléico)



Lípidos complejos

FOSFOGLICERIDOS Y ESFINGOLÍPIDOS

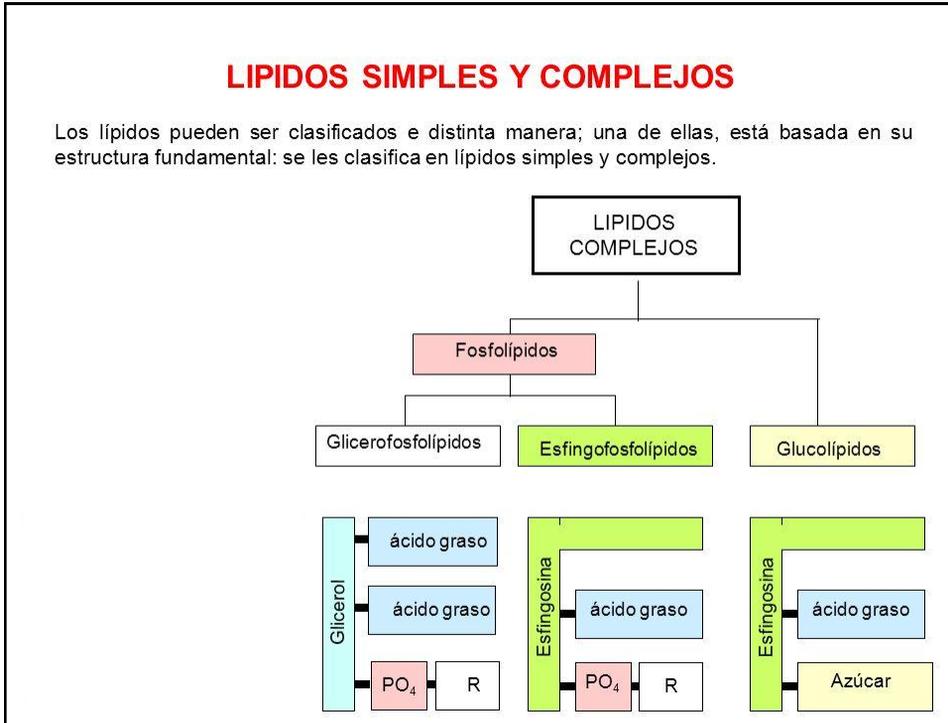
Los **fosfoglicéridos** y los **esfingolípidos** forman parte de la estructura de las **membranas celulares**.

Presentan una **parte polar** (cabeza polar) y una parte **apolar** (colas apolares).

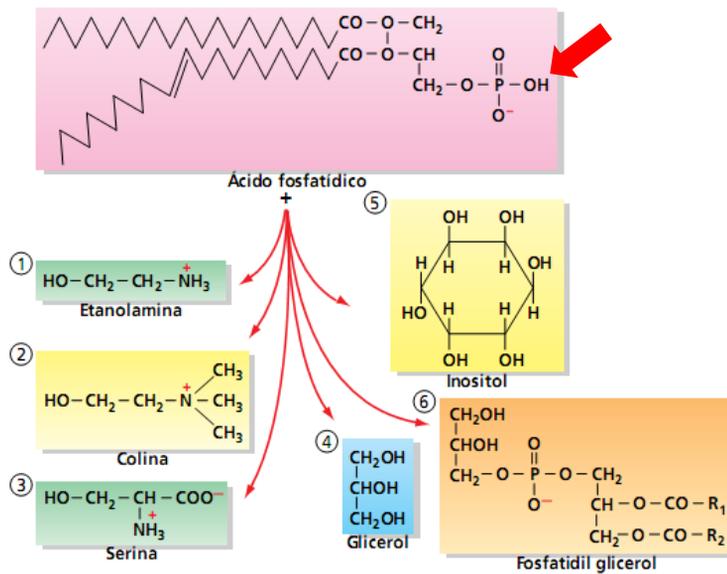
Por este motivo, se dice que son **anfipáticos**.

LIPIDOS SIMPLES Y COMPLEJOS

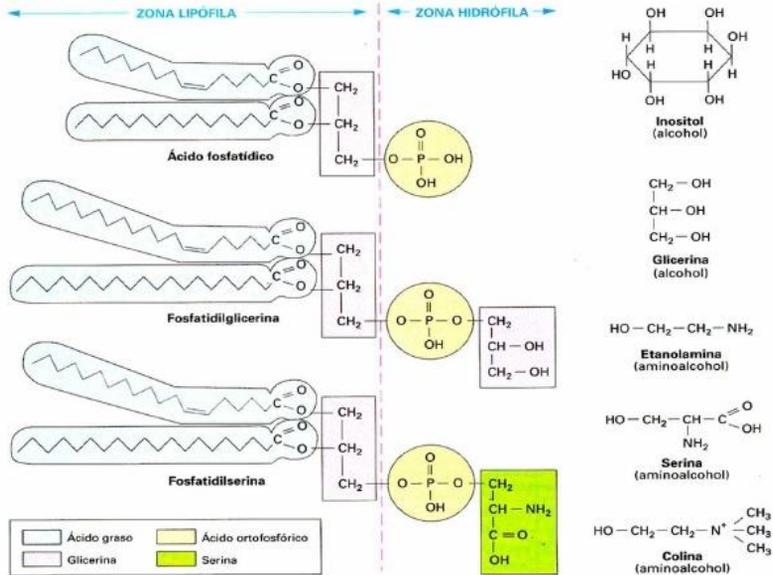
Los lípidos pueden ser clasificados de distinta manera; una de ellas, está basada en su estructura fundamental: se les clasifica en lípidos simples y complejos.



Estructura de glicerofosfolípidos



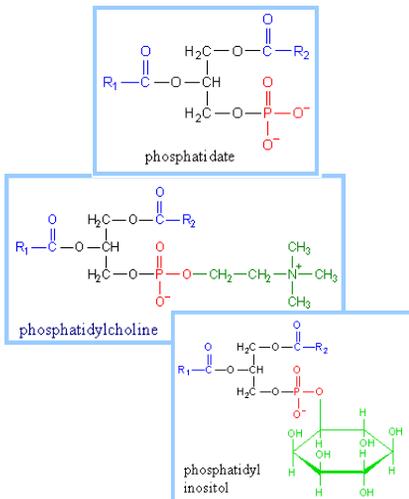
Fosfoacilglicéridos.



B. LIPIDOS COMPLEJOS

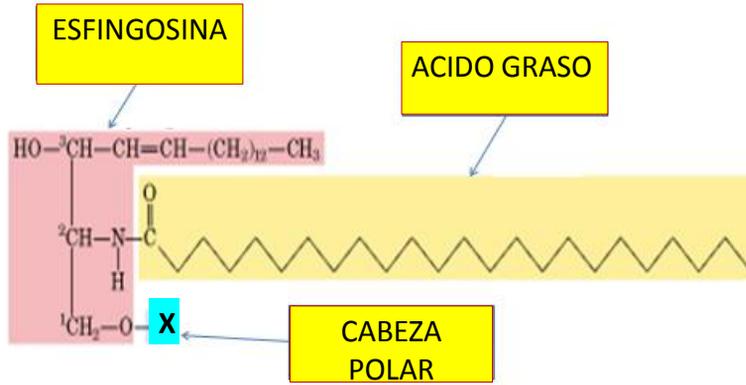
1- FOSFOLIPIDOS

a. GLICEROFOSFOLIPIDOS



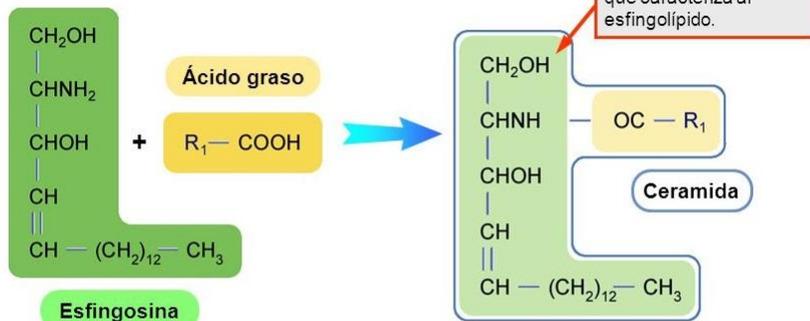
- Componente membrana celular
- Componente de lipoproteínas
- Fuente de DAG como mensajero intracelular.
- Factor activador de plaquetas.
- Mediador inflamatorio
- Activadores enzimáticos

B. LIPIDOS COMPLEJOS ESFINGOLÍPIDOS



B. LIPIDOS COMPLEJOS ESFINGOLÍPIDOS

Estructura de un esfingolípido



- | | | |
|-----------------|---|--------------------------|
| ESFINGOMIELINAS | → | CERAMIDA + FOSFOCOLINA |
| CEREBRÓSIDOS | → | CERAMIDA + MONOSACÁRIDO |
| GANGLIÓSIDOS | → | CERAMIDA + OLIGOSACÁRIDO |

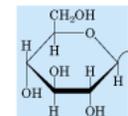
Sphingosine

$$\text{HO}-^2\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_{11}-\text{CH}_3$$

Fatty acid

Sphingolipid (general structure)

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{^2CH}-\text{N}-\text{C} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{O} \\ \text{^1CH}_2-\text{O}-\text{X} \end{array}$$

Name of sphingolipid	Name of X	Formula of X
Ceramide	—	—H
Sphingomyelin	Phosphocholine	$-\text{P}(=\text{O})(\text{O}^-)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$
Neutral glycolipids Glucosylcerebroside	Glucose	
Lactosylceramide (a globoside)	Di-, tri-, or tetrasaccharide	
Ganglioside GM2	Complex oligosaccharide	

Esfingomielina

Esfingosina

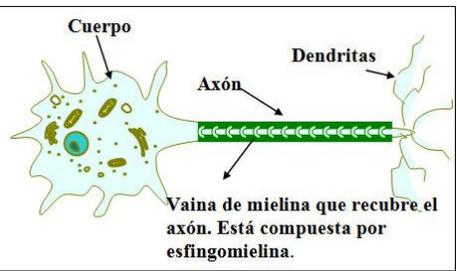
$$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{12}-\text{CH}=\underset{\text{H}}{\text{C}}-\underset{\text{OH}}{\text{C}}-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{C}}-\text{CH}_2\text{OH}$$

Esfingomielina

$$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{12}-\text{CH}=\underset{\text{H}}{\text{C}}-\underset{\text{OH}}{\text{C}}-\underset{\text{NH}}{\text{C}}-\text{H}_2-\text{O}-\text{P}(=\text{O})(\text{O}^-)-\text{O}-\text{C}(\text{H}_2)_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$$

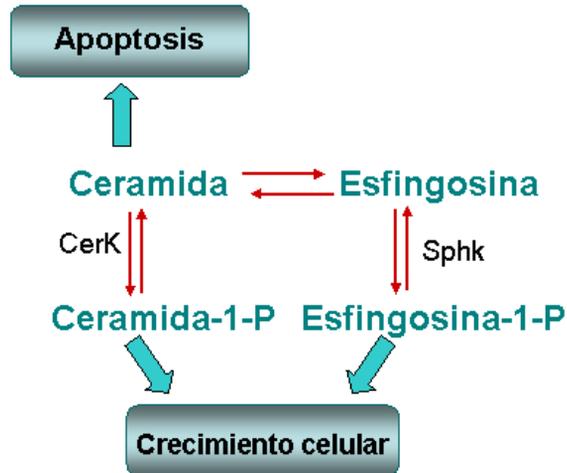
unidad de fosfocolina

unidad de ácido graso



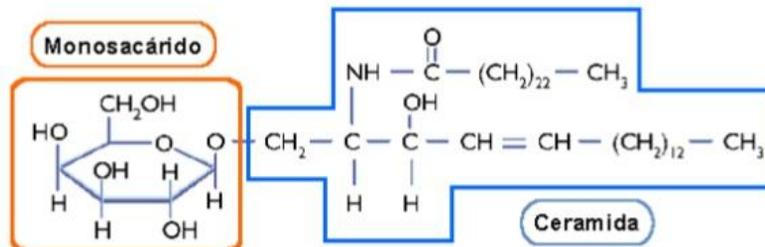
Vaina de mielina que recubre el axón. Está compuesta por esfingomielina.

B. LIPIDOS COMPLEJOS ESFINGOLÍPIDOS - FUNCIONES



ESTRUCTURA DE UN CEREBRÓSIDO

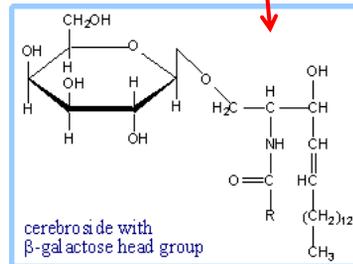
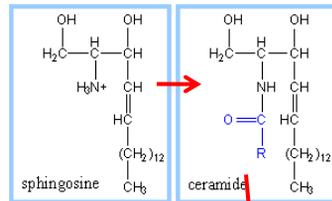
La ceramida se une a un glúcido, que puede ser un monosacárido o un oligosacárido ramificado.



Abundan en las membranas de las células nerviosas del cerebro y del sistema nervioso periférico

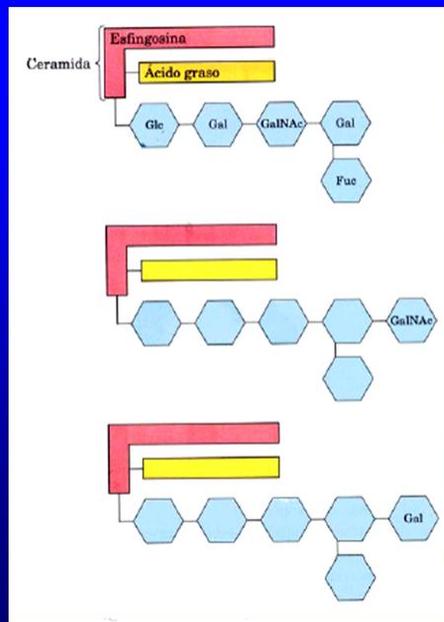
B. LIPIDOS COMPLEJOS

2- GLUCOLIPIDOS - CEREBROSIDOS



- Antígenos específicos
- Controlan el crecimiento y diferenciación celular.
- Permiten la interacción entre células del sistema inmune
- Funcionan como receptores de superficie: IFN, EGF, NGF, Insulina, etc.
- Actúan como opsoninas de toxinas bacterianas.

Glicoesfingolípidos como determinantes de los grupos sanguíneos



Antígeno 0

Antígeno A

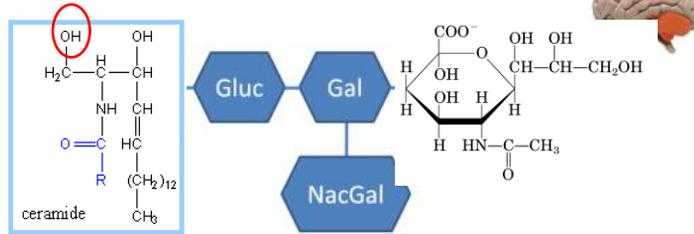
Antígeno B

(“Lehninger Principios de Bioquímica”, 3ª ed. Nelson, D.L. y Cox, M.M. Omega. 2001)

Esfingolípidos

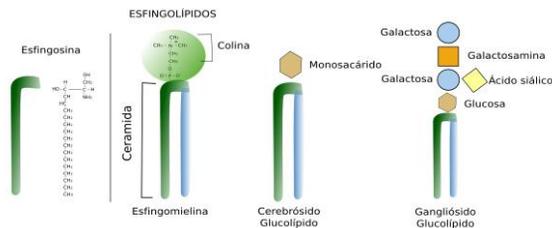
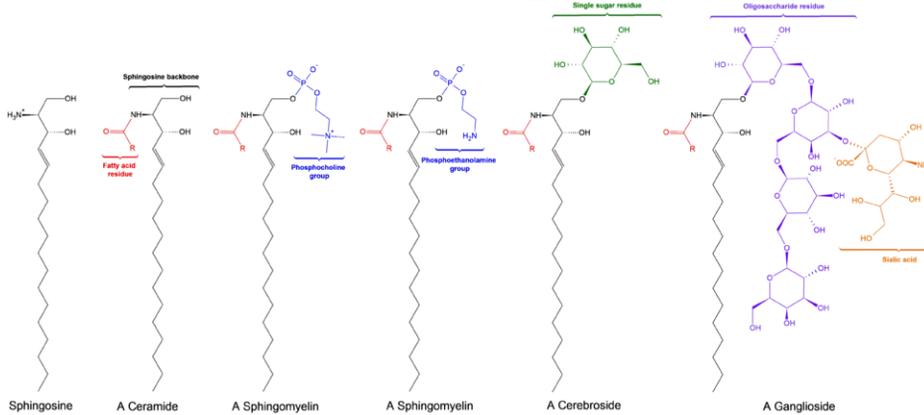
B. LIPIDOS COMPLEJOS

2- GLUCOLIPIDOS - GANGLIÓSIDOS

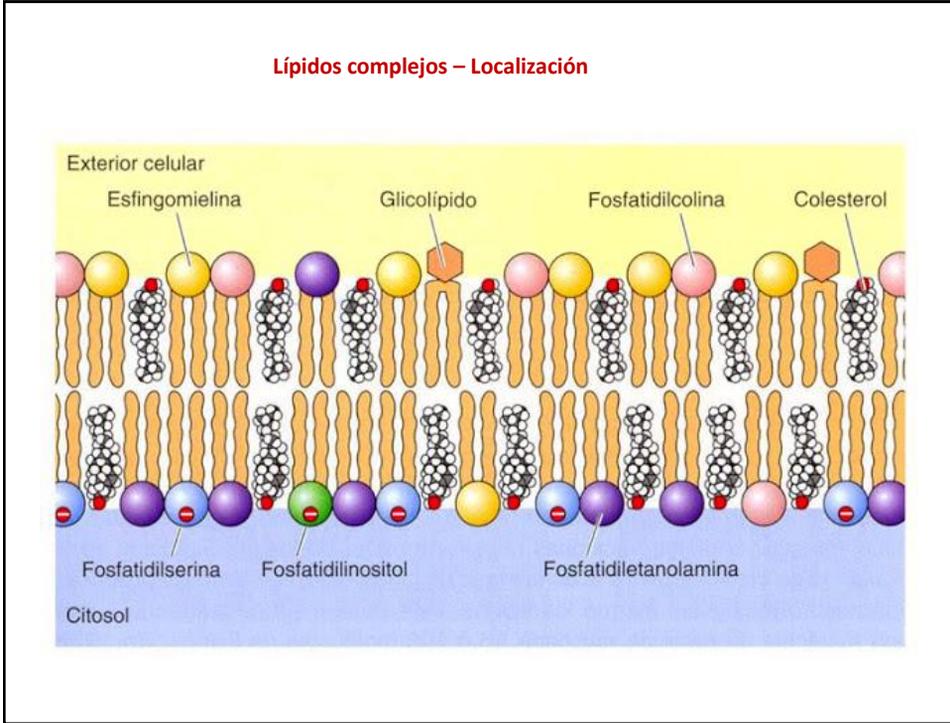


Son lípidos complejos formados por la unión de una ceramida, diversos azúcares y ácido siálico.

Resumen esfingolípidos

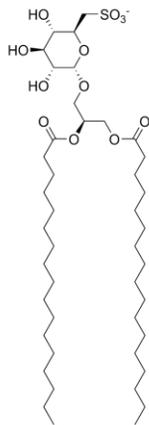


Lípidos complejos – Localización

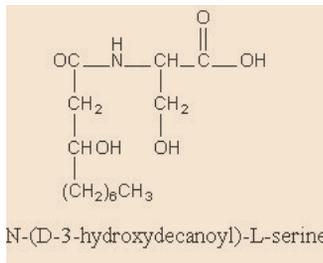


B. LIPIDOS COMPLEJOS
3- OTROS LIPIDOS COMPLEJOS

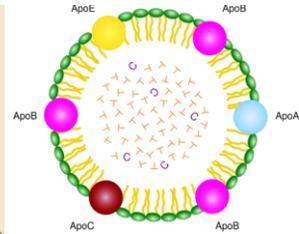
Sulfolípido



Aminolípidos



Lipoproteínas



C. PRECURSORES Y DERIVADOS DE LOS LIPIDOS

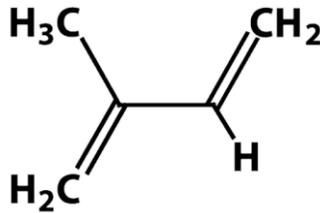
1. Terpenos o Isoprenoides

Los isoprenoides o **terpenos** se forman por la unión de moléculas de **isopreno**.

Pueden ser lineales o cíclicas. En este tipo de moléculas aparecen enlaces conjugados.

Estos enlaces pueden ser **excitados por la luz o la temperatura**. Al cambiar su posición emiten una señal.

Por ello, estas moléculas están relacionadas con la recepción de estímulos lumínicos o químicos.



CLASIFICACIÓN DE LOS TERPENOS

Nombre	Nº de isoprenos (que componen la molécula)	Función	Ejemplo
Monoterpenos	2	Aromas y esencias.	Geraniol, mentol.
Sesquiterpenos	3	Intermediario en la síntesis del colesterol.	Farnesol.
Diterpenos	4	Forman pigmentos y vitaminas.	Fitol, vitamina A, E, K.
Triterpenos	6	Intermediario en la síntesis del colesterol.	Escualeno.
Tetraterpenos	8	Pigmentos vegetales.	Carotenos, xantofilas.
Politerpenos	n	Aislantes.	Látex, caucho.

C. PRECURSORES Y DERIVADOS DE LOS LIPIDOS

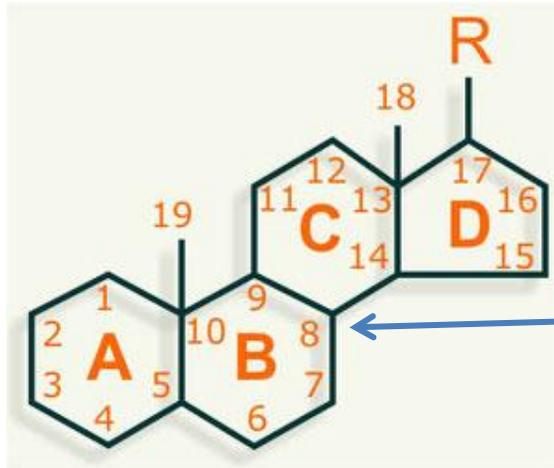
¿Qué son y qué función cumplen las **PROSTAGLANDINAS**?

Las prostaglandinas son lípidos formados a partir de un ácido graso, llamado **ácido araquidónico (20C)**.

- Cumplen diversas funciones relacionadas generalmente con **procesos inflamatorios, con dolor, fiebre, edemas y enrojecimiento**.
- Su producción se inhibe con **ácido acetil salicílico (Aspirina) debido a su efecto inhibitorio sobre CICLOOXIGENASA**
- Algunas funcionan como **vasodilatadores**, regulando la presión sanguínea.
- Promueven la **contracción de la musculatura lisa**.
- Intervienen en la **coagulación sanguínea**.



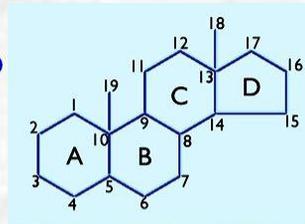
C. PRECURSORES Y DERIVADOS DE LOS LIPIDOS 3. Esteroles



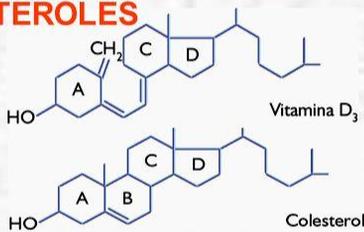
Son moléculas derivadas del **ciclopentano perhidro - fenantreno**

Esteroides

Son derivados del ciclopentanoperhidrofenantreno



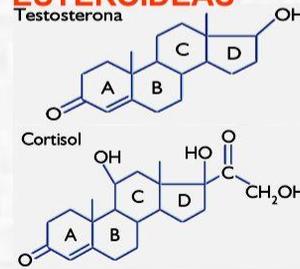
ESTEROLES



ÁCIDOS BILIARES

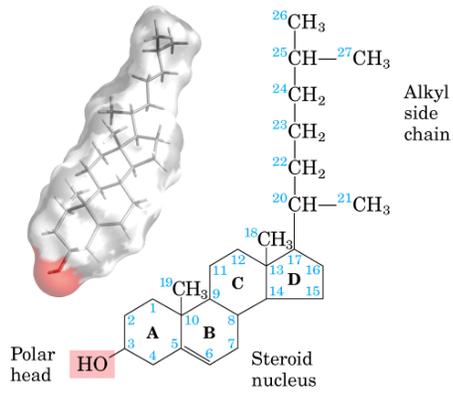


HORMONAS ESTEROIDEAS



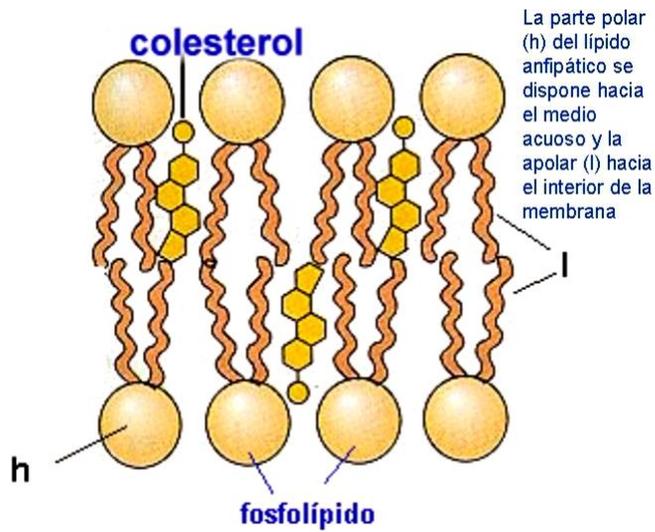
C. PRECURSORES Y DERIVADOS DE LOS LIPIDOS

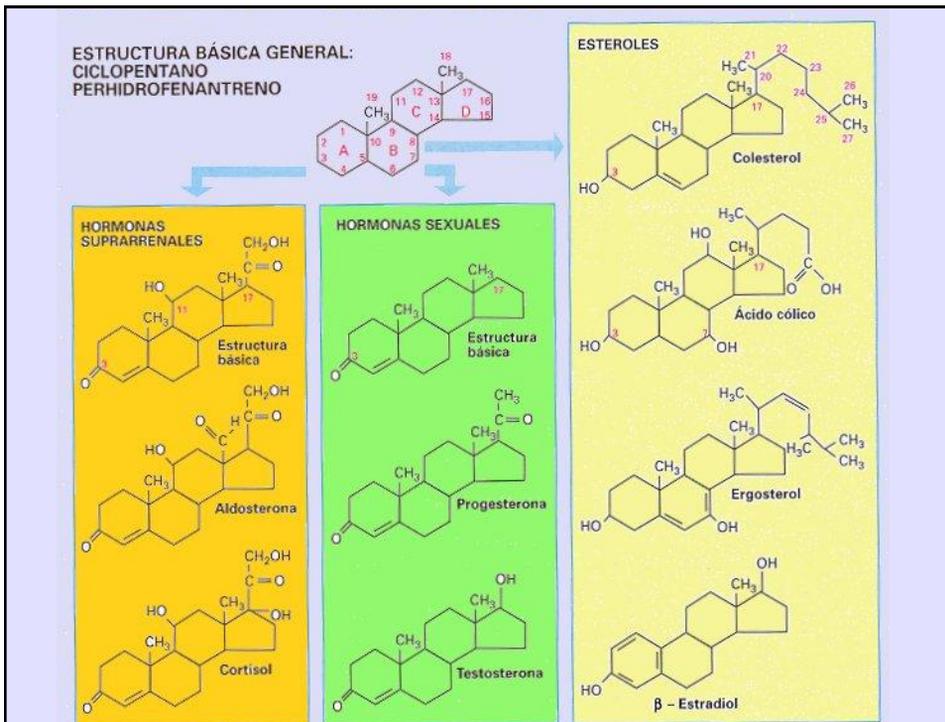
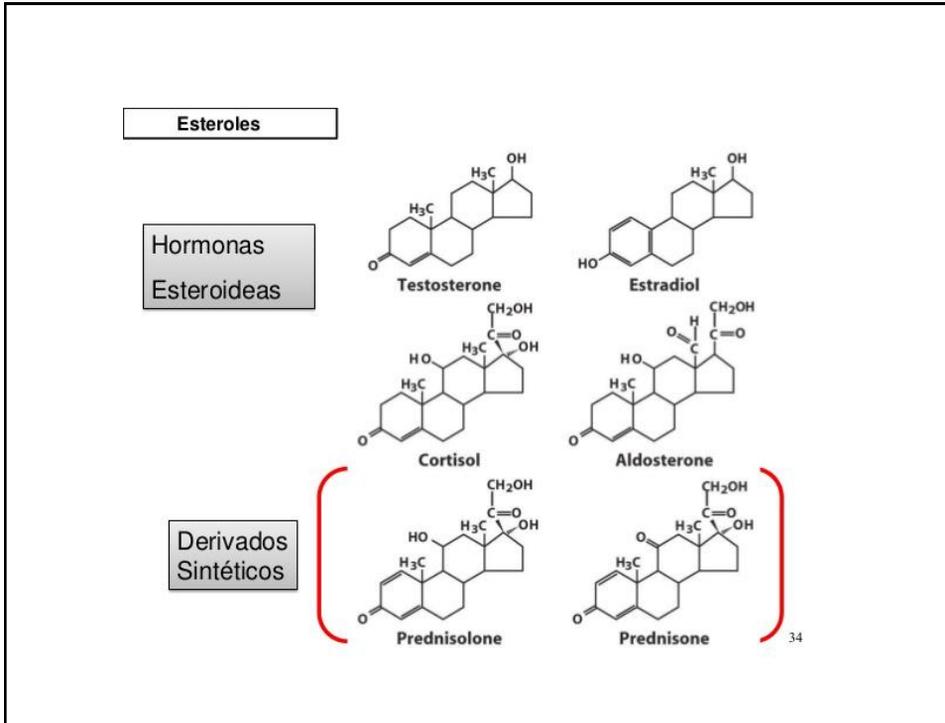
COLESTEROL



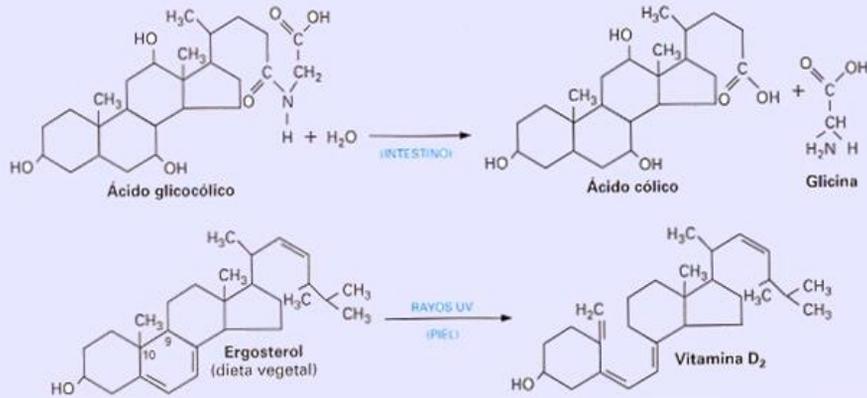
- Libre o esterificado
- Modula la fluidez de la membrana.
- Precursor de ac. biliares y esteroides.

Colesterol en membranas

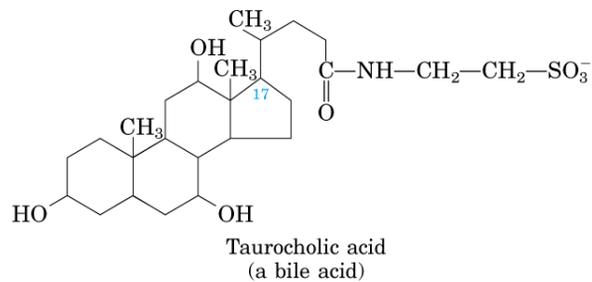




Esteroles-derivados



Esteroles-derivados (ácidos biliares)



FUNCIÓN DE LOS ÁCIDOS BILIARES

- Aumentan la función de la Lipasa pancreática.
- Reducen la "Tensión Superficial" y con ello favorecen la formación de una **EMULSIÓN** de las grasas. Contribuyen a dispersar los lípidos en pequeñas partículas y por lo tanto hay mas superficie expuesta a la acción de la lipasa.
- Favorece la absorción de Vitaminas Liposolubles.
- Acción Colerética: estimulan la producción de bilis.