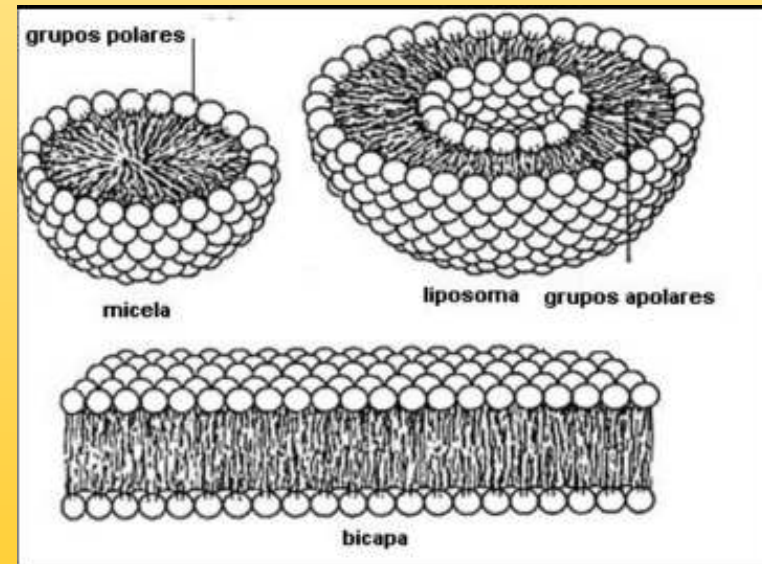


LÍPIDOS



Carmen Cid Manzano

I.E.S. Otero Pedrayo. Ourense. Departamento Bioloxía e Xeoloxía.

CONCEPTO

Co nome de lípidos (do grego *lypos*, graxa) denominamos a un grupo de compostos orgánicos formados por C, H, e O maioritariamente e ocasionalmente N, P e S.

Os lípidos son compostos químicos moi diversos que se caracterizan pola insolubilidade en auga e a solubilidade en disolventes graxos ou orgánicos (éter, benceno...).

CLASIFICACIÓN DOS LÍPIDOS

A heteroxeneidade estrutural dos lípidos dificulta calquera clasificación sistemática.

Os lípidos clasifícanse en dous grupos, atendendo a que posúan na súa composición ácidos graxos (Lípidos saponificables) ou non os posúan (Lípidos insaponificables).

1. Lípidos saponificables

A. Sinxelos

- 1. Ácidos graxos**
- 2. Acilglicéridos ou graxas**
- 3. Céridos**

B. Complexos

- 1. Fosfolípidos**
- 2. Glicolípidos**

2. Lípidos insaponificables

A. Terpenos

B. Esteroides

C. Prostaglandinas

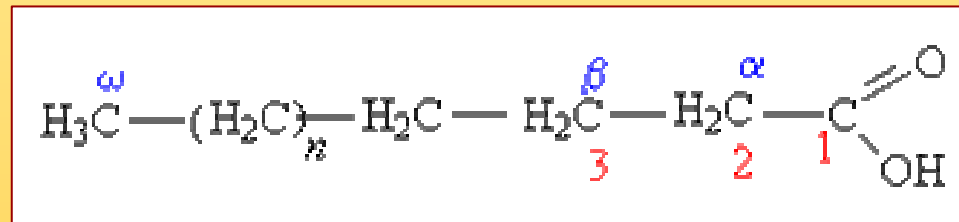
Ácidos graxos

Os ácidos graxos son moléculas formadas por unha longa cadea hidrocarbonada de tipo lineal, e cun número par de átomos de carbono (14 a 22), os máis abundantes teñen 16 e 18 carbonos. Ademais teñen nun extremo da cadea un **grupo carboxilo** (COOH).



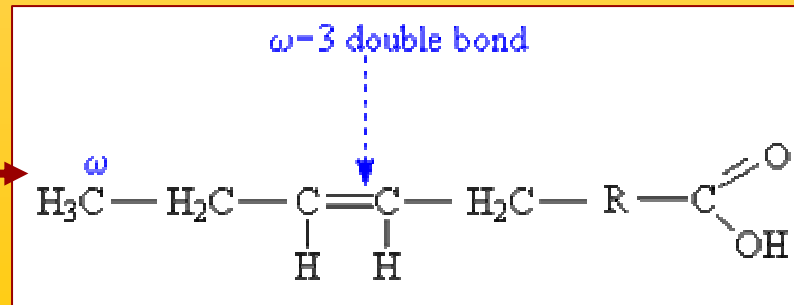
Coñécense uns 70 ácidos graxos que se poden clasificar en dous grupos :

- Os **ácidos graxos saturados** só teñen enlaces sinxelos entre os átomos de carbono. Son exemplos deste tipo de ácidos, o ácido **palmítico (16C)** e o ácido **esteárico (18C)** .



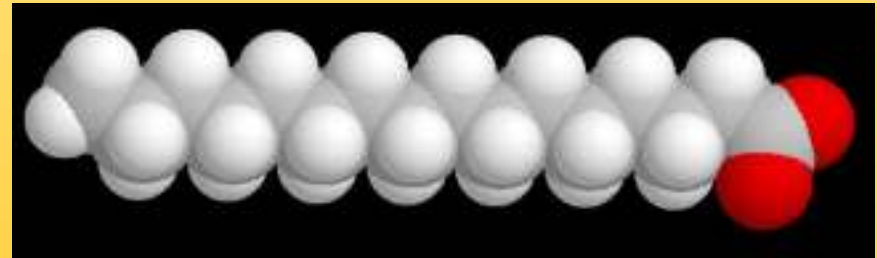
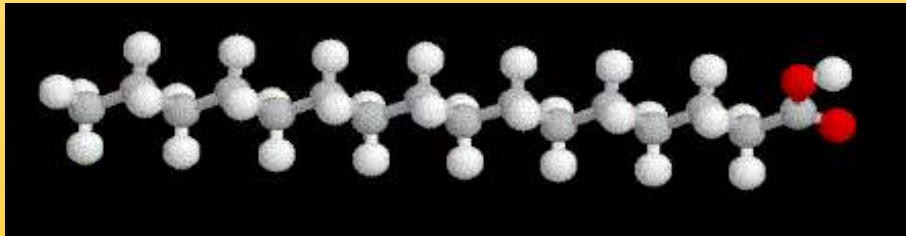
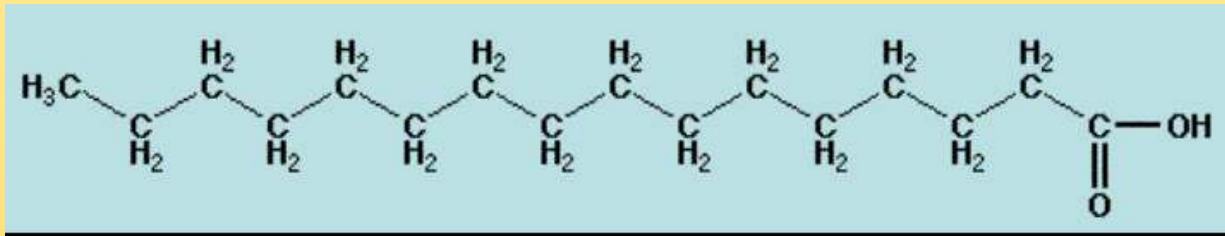
- Os **ácidos graxos insaturados** teñen un ou varios enlaces dobres na súa cadea. Son exemplos o **oleico (18C, un dobre enlace)** e o **linoleico (18C e dous dobres enlaces)**.

Ácido omega 3



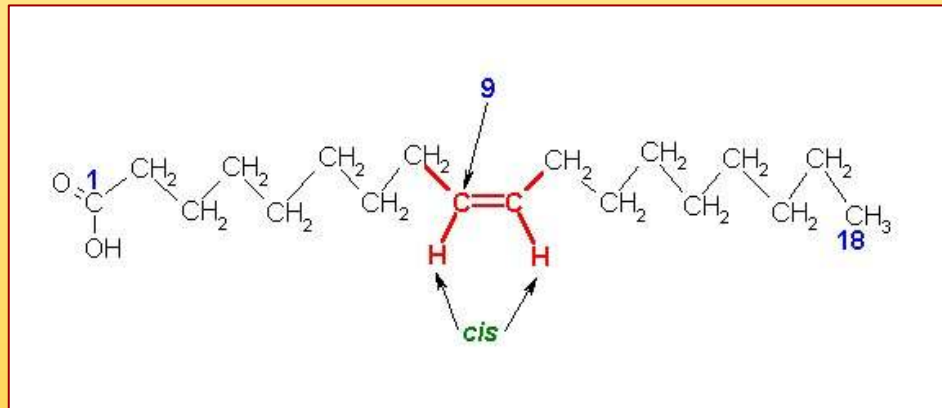
Nombre trivial	Átomos de carbono	Estructura
		<i>Ácidos grasos saturados</i>
Ácido láurico	12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
Mirístico	14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
Palmitico	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
Esteárico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
Araquídico	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$
Lignocérico	24	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$
		<i>Ácidos grasos insaturados</i>
Palmitoleico	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Oleico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Linoleico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Linolénico	18	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Araquidónico	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$

Ácidos graxos saturados



Ácido palmítico

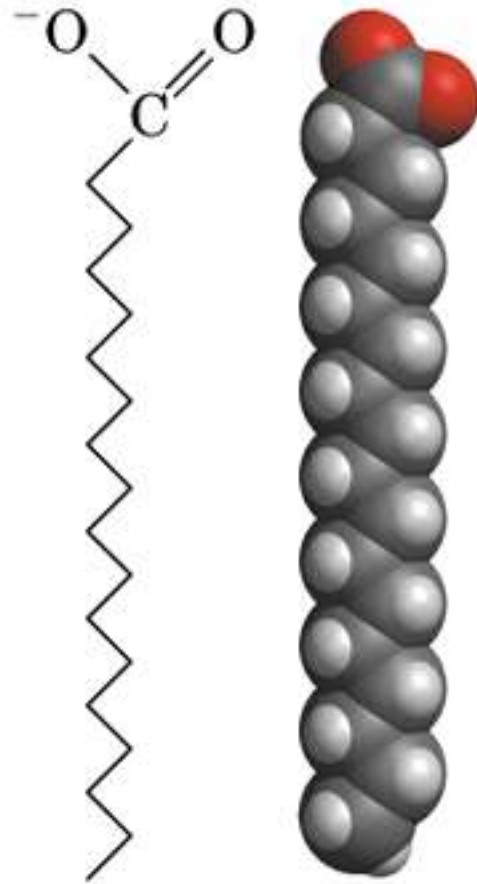
Ácidos graxos insaturados



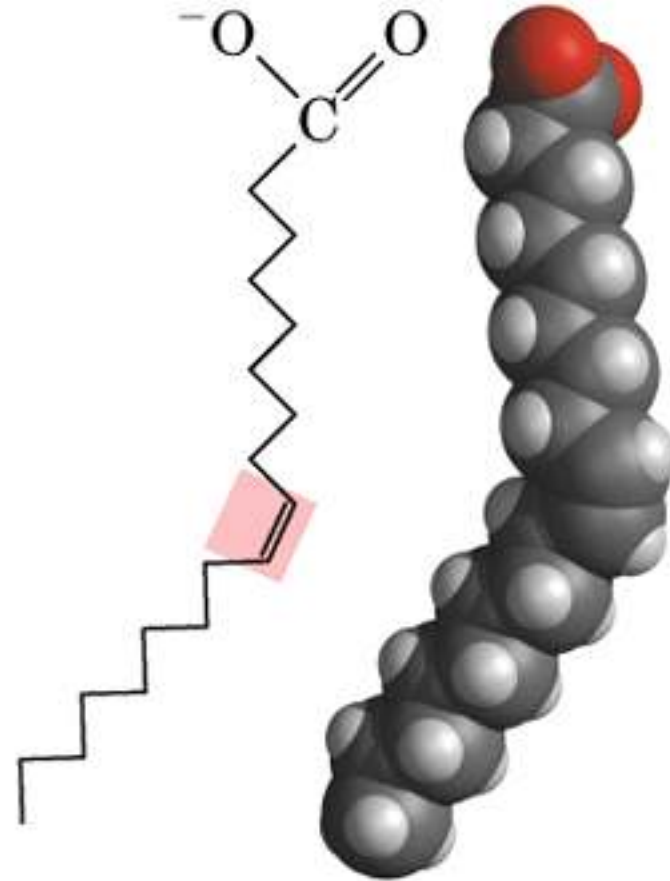
Ácido oleico.

**Grupo
carboxilo**

**Cadena
carbonada**

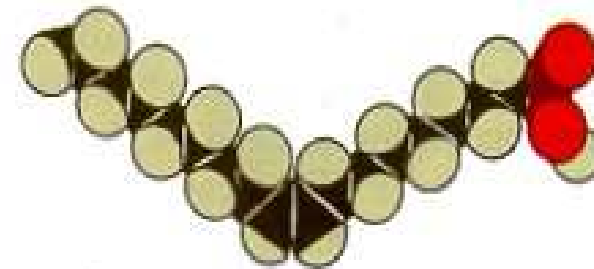


**Ácido graxo
saturado**



**Ácido graxo
insaturado**

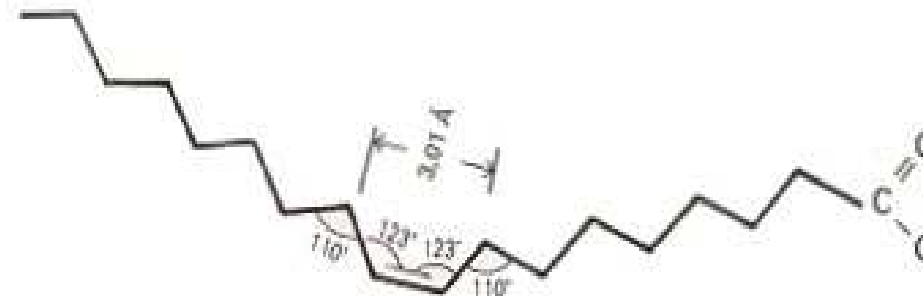
Ácidos palmítico y oleico, modelo compacto y fórmula esquemática. Ejemplos de un ácido graso saturado, el ácido palmítico, y un ácido graso insaturado, el ácido oleico.



Ácido oleico, modelo compacto.



Ácido palmítico, modelo compacto.





Fórmula esquemática del ácido oleico.



Fórmula esquemática del ácido palmítico.

En los ángulos se encuentran los grupos $-CH_2-$ y en el extremo, el grupo $-CH_3$.

(Tomado de Biología 2 - Santillana)

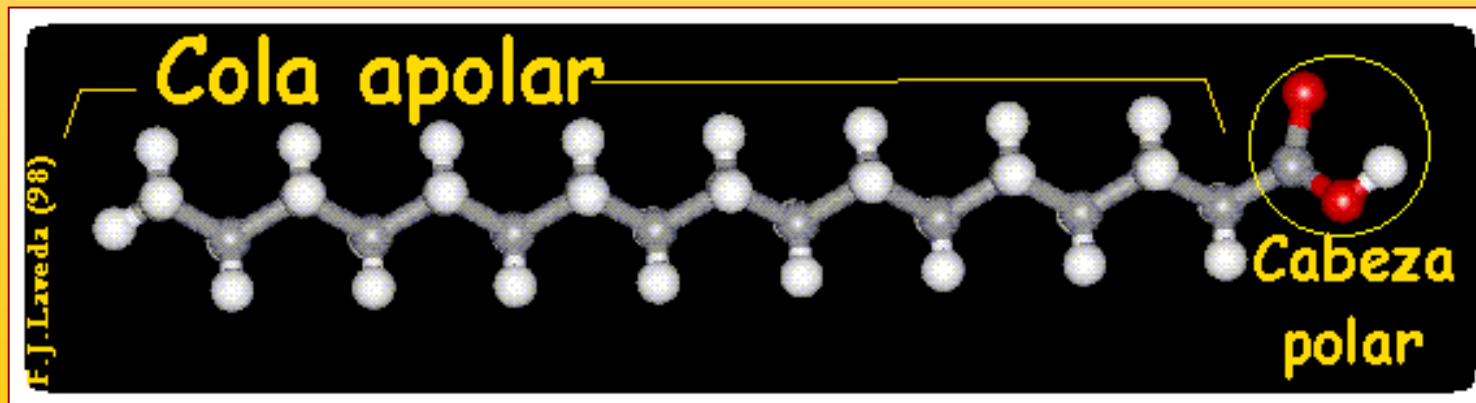
	Carbono		Oxígeno		Hidrógeno
---	---------	---	---------	---	-----------

Propiedades físicas dos Ácidos Graxos

A) **Solubilidad:** son moléculas bipolares ou anfipáticas (do grego *amphi*, dobre).

A cabeza da molécula é polar ou iónica e, por tanto, hidrófila (-COOH).

A cadea é apolar ou hidrófoba (grupos -CH₂- y -CH₃ terminal).



Representación
de una molécula
de ácido graso

Cabeza
hidrofilica

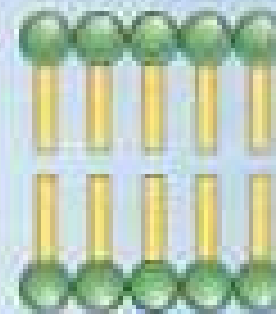
Cola
hidrofóbica



Película superficial de ácidos grasos



AGUA



Bicapa



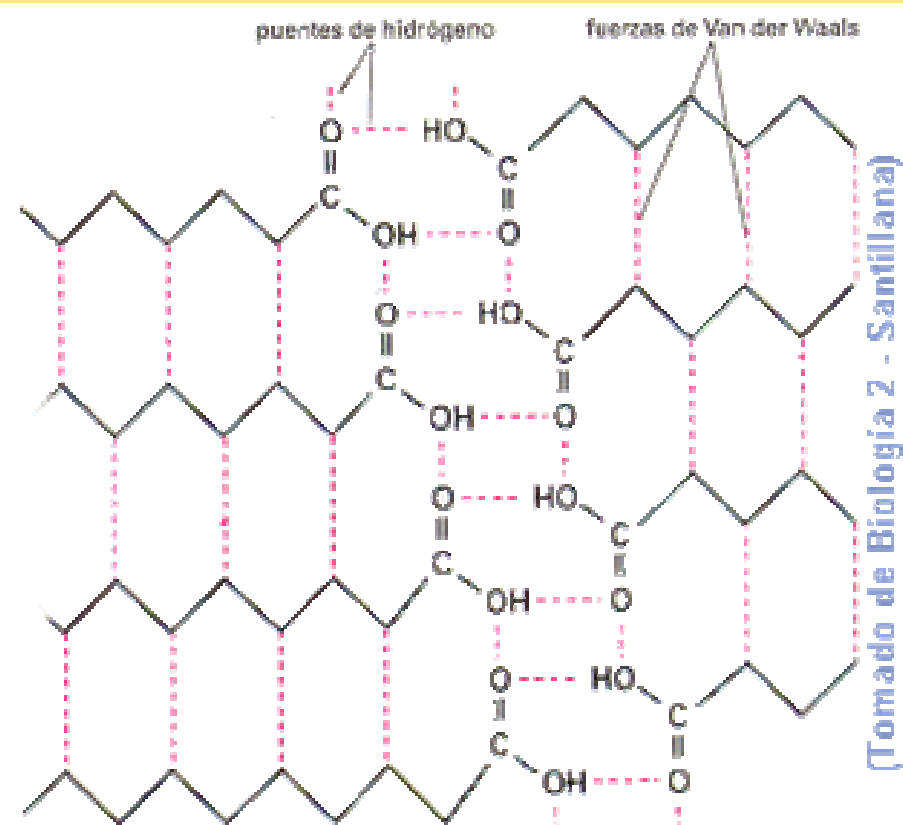
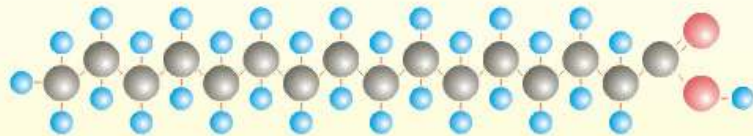
Micela

(Tomado de Biología COU - Anaya)

B) Punto de fusión:

Nos ácidos graxos o grupo carboxilo establece **enlaces de H** con outro grupo carboxilo e a cadea alifática interacciona mediante **forzas de Van der Waals** con outras cadeas de ácidos graxos adxacentes.

ÁCIDO GRAXO SATURADO

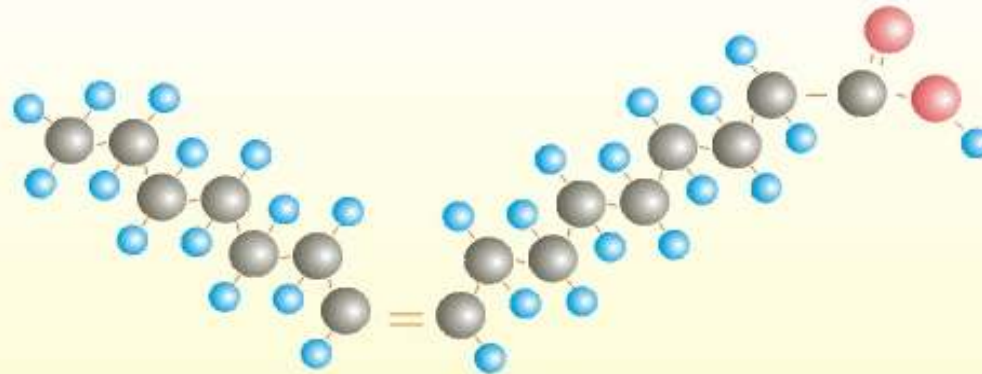


Formación de puentes de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals entre moléculas de ácidos grasos saturados.

Nos **ácidos graxos saturados**, o punto de fusión aumenta co nº de carbonos debido á tendencia a establecer enlaces de Van der Waals entre as cadeas carbonadas.

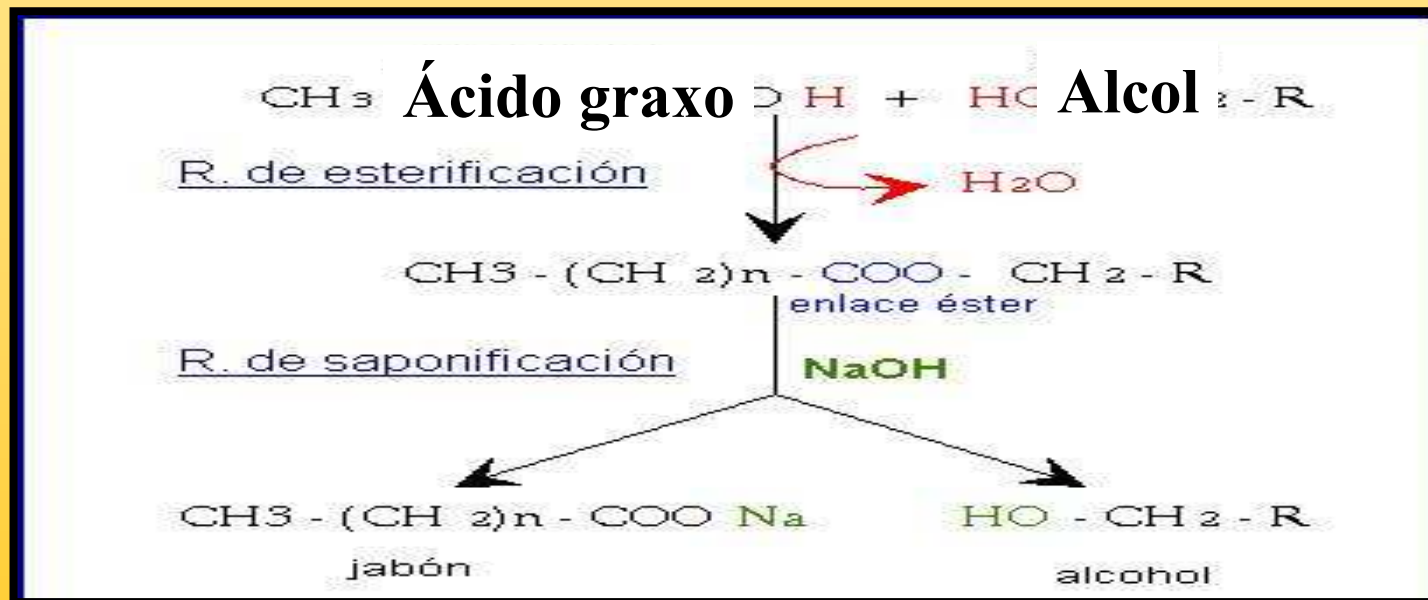
Os **ácidos graxos insaturados** teñen menor punto de fusión que os saturados porque a presenza de dobres enlaces orixina cóbados nas moléculas que, ademais de cortalas, dificulta a formación de enlaces de Van der Waals.

ÁCIDO GRAXO INSATURADO

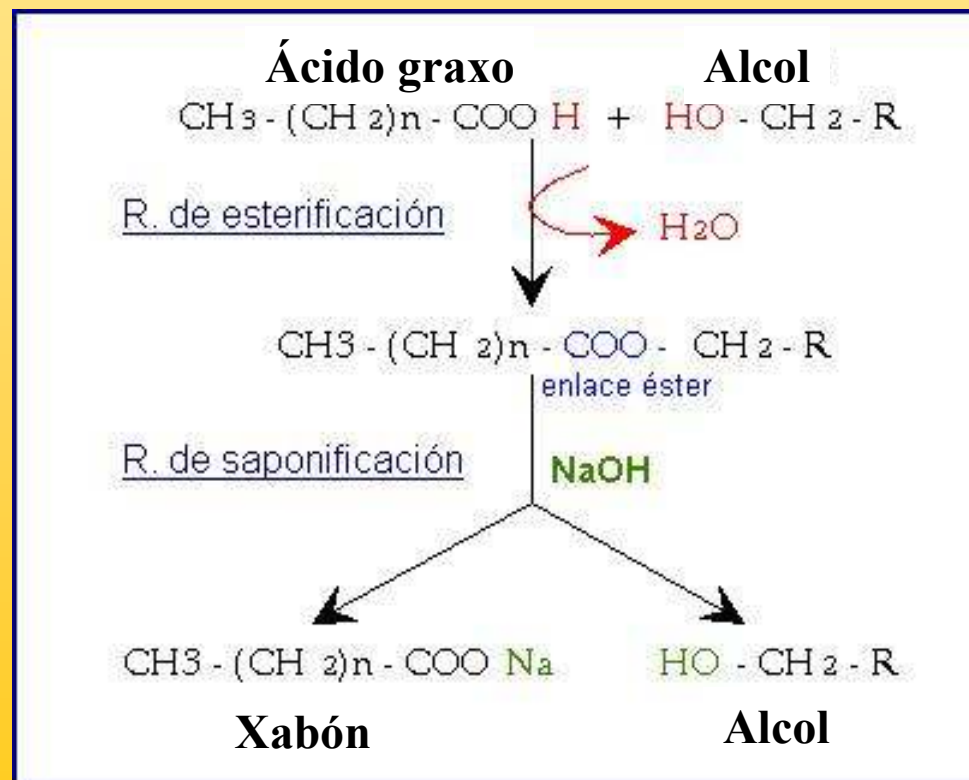


Propiedades químicas dos Ácidos Graxos

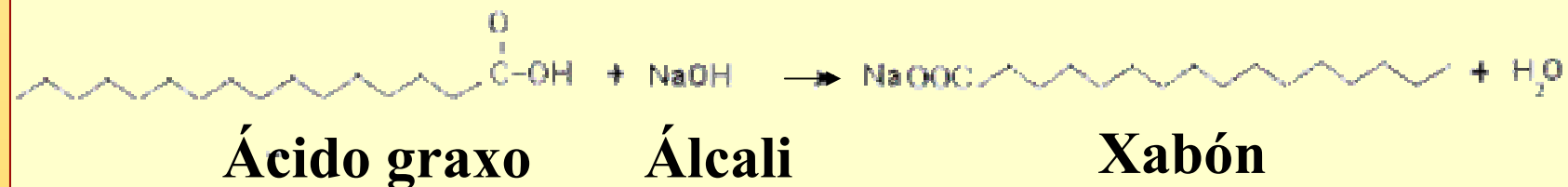
A) **Esterificación.** O ácido graxo únese a un alcol por enlace covalente formando un éster e liberando unha molécula de auga.



Cando os enlaces ésteres se *hidrolízan* cun *álcali*, rómpense os enlaces ésteres e obtense as sales dos ácidos graxos correspondentes, denominados xabóns O proceso denomínase **saponificación**.



Reacción de saponificación



Os ácidos graxos con bases fortes como a sosa (NaOH) ou a potasa (KOH), dan as correspondentes sales sódicas ou potásicas que reciben o nome de xabóns.

GRAXAS, GLICÉRIDOS OU ACILGLICÉRIDOS

Os acilglicéridos son ésteres da glicerina con ácidos graxos.

Poden ser:

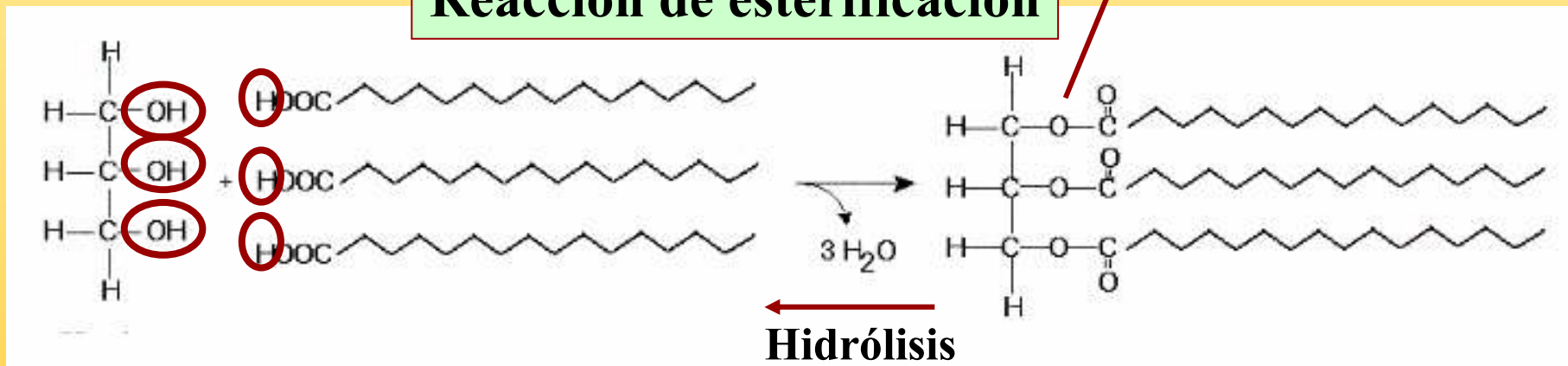
- Monoacilglicéridos**
- Diacilglicéridos**
- Triacilglicéridos**

O **glicerol** ou **glicerina** (propanotriol) presenta tres grupos alcólicos, e polo tanto pode aparecer esterificado nunha, dúas ou tres posicións, dando lugar respectivamente, a **monoacilgliceroles** (monoglicéridos), **diacilgliceroles** (diglicéridos) e **triacilgliceroles** (triglicéridos).

FORMACIÓN DUN TRIGLICÉRIDO

Formación dun triglicérido

Reacción de esterificación

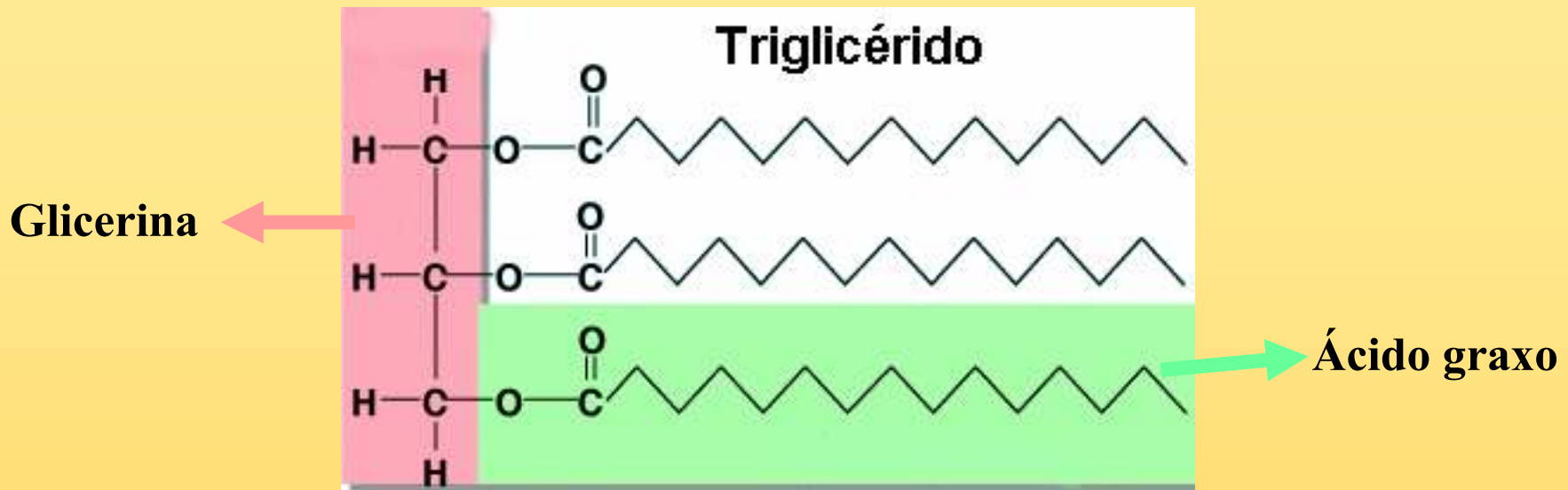


Glicerina

Ácidos graxos

Triglicérido

Enzimas específicas (lipasas)



As graxas na súa inmensa maioría preséntanse como triésteres, aínda que os mono e diacilgliceroles poden apareceren como intermediarios do metabolismo.

Os triglicéridos son moléculas moi hidrofóbicas. Denomínanse **graxas sinxelas** cando están esterificadas polo mesmo ácido graxo e **graxas mixtas** cando os ácidos graxos son distintos, sendo este o caso máis frecuente.

Clasificación das graxas

Atendendo á temperatura de fusión clasifícanse en:



A) Aceites. Se os ácidos graxos son insaturados ou de cadea curta ou ambas cousas á vez, a molécula resultante é líquida á temperatura ambiente.

Os aceites atópanse nas plantas oleaxinosas como o froito da oliveira que é rico en ácido oleico (monoinsaturado). As sementes do xirasol, millo, soxa, etc. ricos en poliinsaturados como o linoleico.

Algunhas plantas que viven en augas frías conteñen linolénico e eicosapentanoico, que tamén se acumulan nas graxas dos peixes azuis que se alimentan delas como é o caso do salmón.



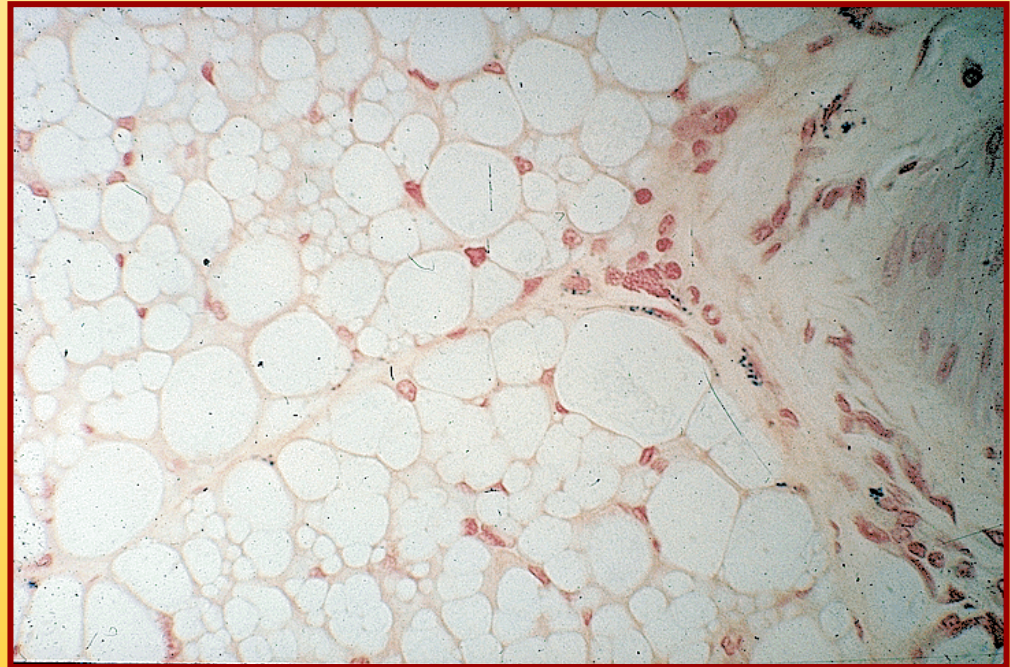
B) Manteigas. Son graxas semisólidas a temperatura ambiente. A fluidez desta depende do seu contido en ácidos insaturados e isto último relacionado á alimentación.

Os animais que son alimentados con graxas insaturadas, xeran graxas máis fluídas e de maior aprecio en alimentación (porco alimentado con belotas).

C) Sebos. Son graxas sólidas a temperatura ambiente, como as de cabra ou boi. Están formadas por ácidos graxos saturados e cadea longa.

Función das graxas

- Reserva enerxética
- Illante térmico
- Protectora



TECIDO ADIPOSEO

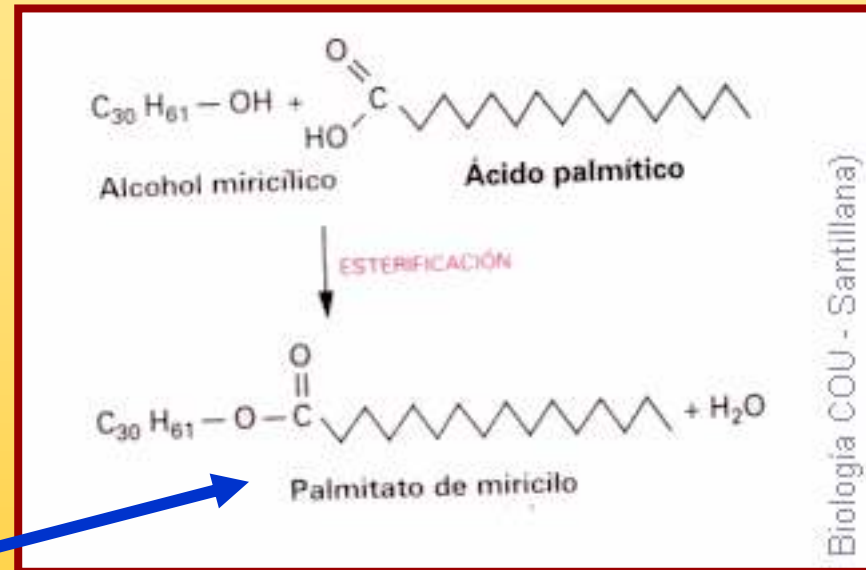
¿Por que se seleccionaron as graxas ó longo da evolución como principal reserva de enerxía nos animais?

Unha das razóns é que un gramo de graxa proporciona unhas 9 Kc, máis do dobre da subministrada por un gramo de carbohidrato (4 Kc), debido a que os ácidos graxos presentan menor grao de oxidación que os glícidos. Ademais as graxas son substancias moi apolares é insolubles en auga, almacenándose en forma anhidra (non retén auga), mentres que o glicóxeno almacénase en forma hidratada, de maneira que absorbe máis do dobre do seu peso en auga.

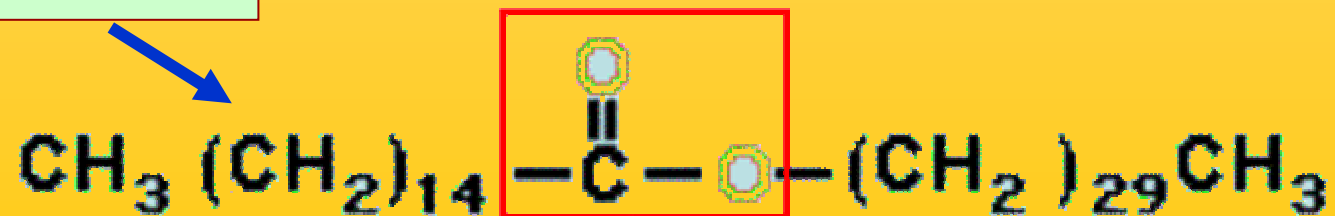


CERAS OU CÉRIDOS

Son esterres dun ácido graxo cun monoalcohol de cadea longa.



Cera de abella





As ceras en xeral son sólidas e totalmente insolubles en auga. As dúas zonas da molécula son hidrófobas, polo que a súa característica básica é a insolubilidade en auga, e por iso a súa principal función é actuar como impermeabilizantes. Así as plumas, o pelo, a pel, as follas, froitos, están cubertas dunha capa cérea protectora.

Unha das ceras máis coñecida é a que segregan as abellas para confeccionar os panais.

Lípidos complexos ou de Membrana



☐ GLICOLÍPIDOS

OS FOSFOLÍPIDOS

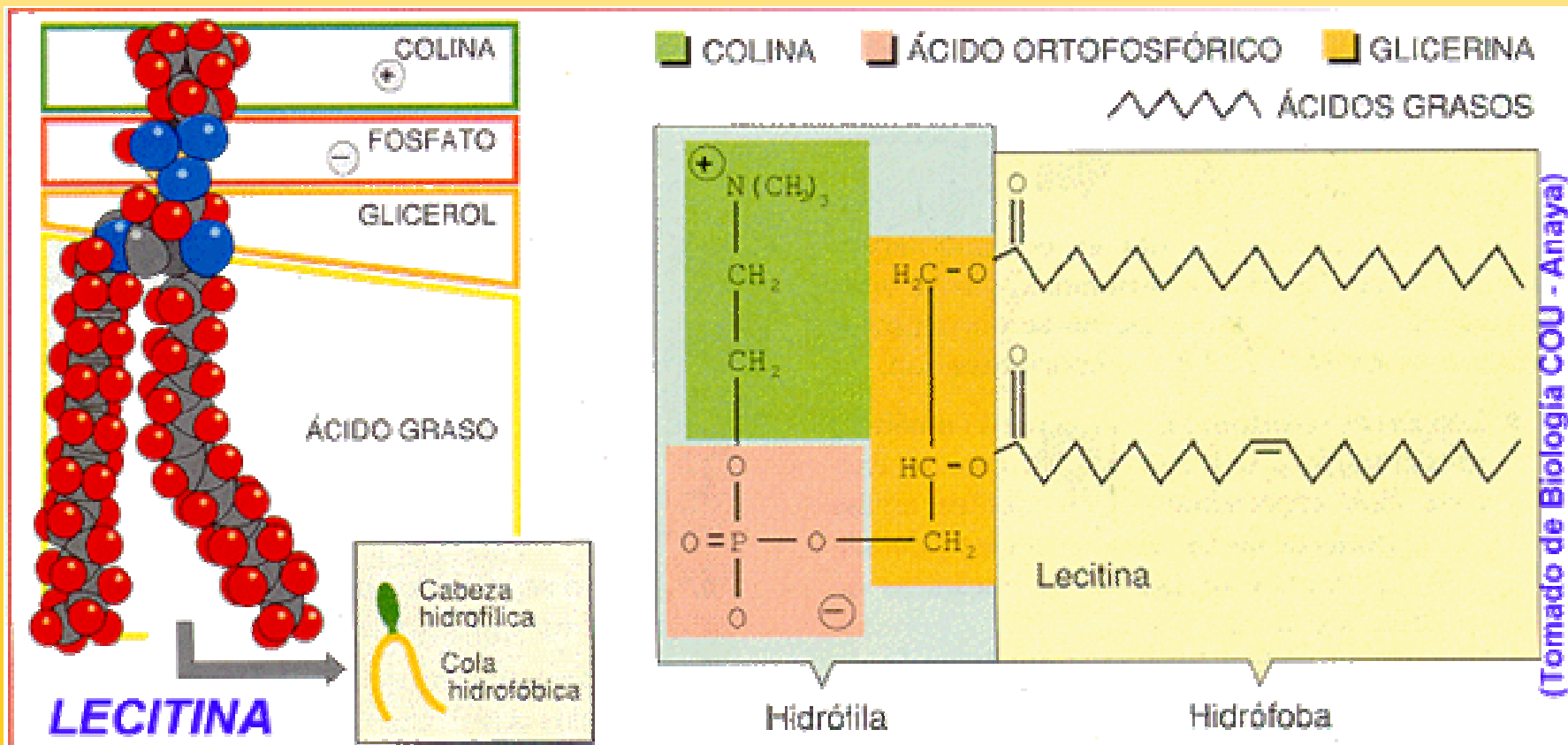
Son lípidos saponificables formados por: un alcohol (glicerina ou esfingosina), dous ácidos graxos (a miúdo un saturado e outro insaturado), o ácido fosfórico e un alcol (colina, etanolamina, serina, inositol ou glicerina)

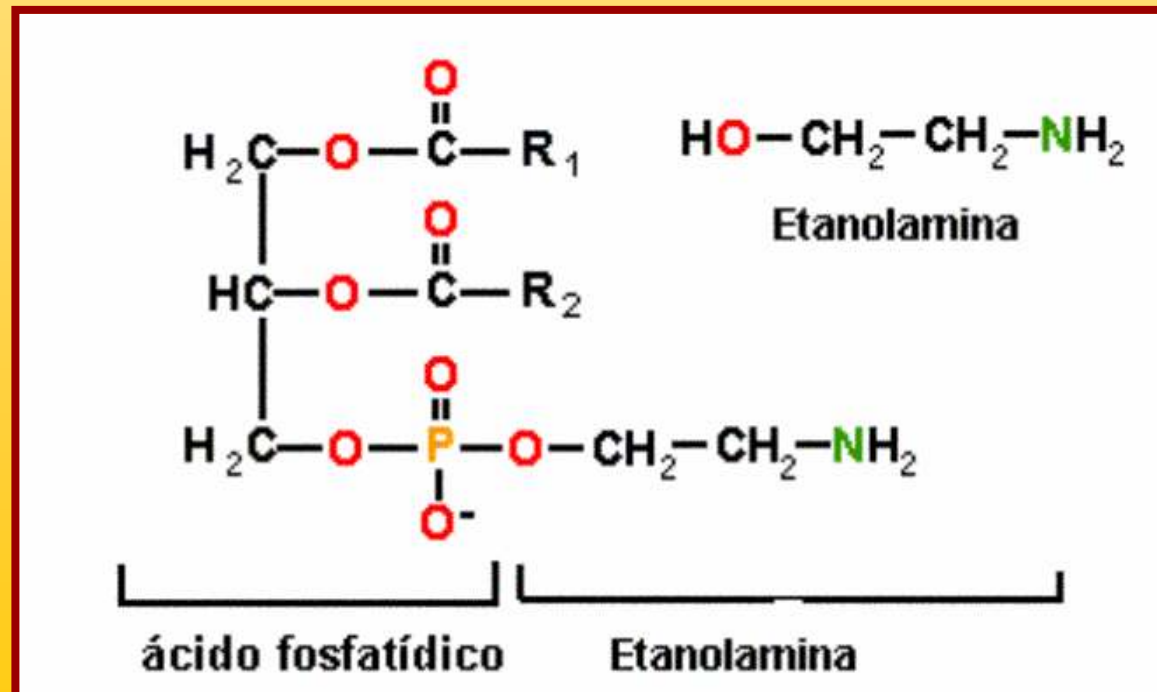
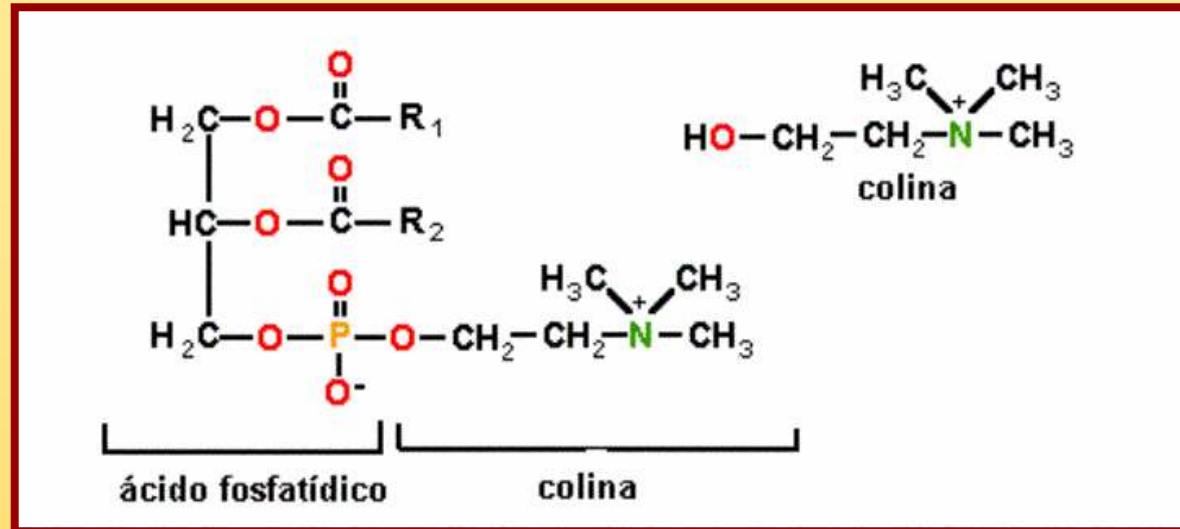
Poden ser:

- Fosfoglicéridos**
- Esfingolípidos**

FORMACIÓN DUN FOSFOGLICÉRIDO

A estrutura dos distintos fosfolípidos pódese considerar derivada do ácido fosfático, e por isto noméanse co o prefixo fosfatidil seguido do nome do alcol ó que se une o ácido fosfórico. Así, son fosfolípidos: fosfatidiletanolamina, fosfatidilcolina (lecitina), fosfatidilserina, fosfatidilglicerol e fosfatidilinositol



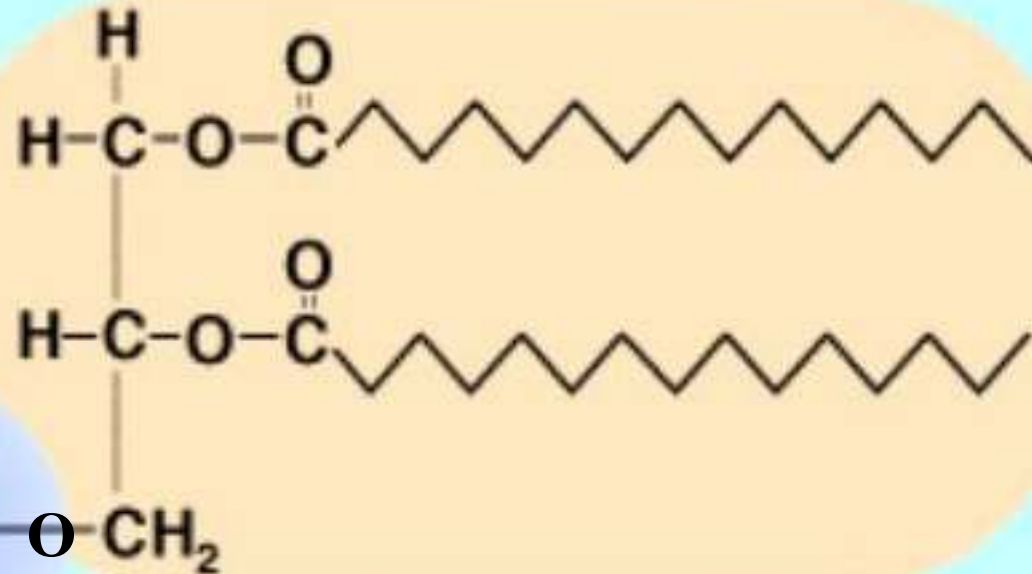
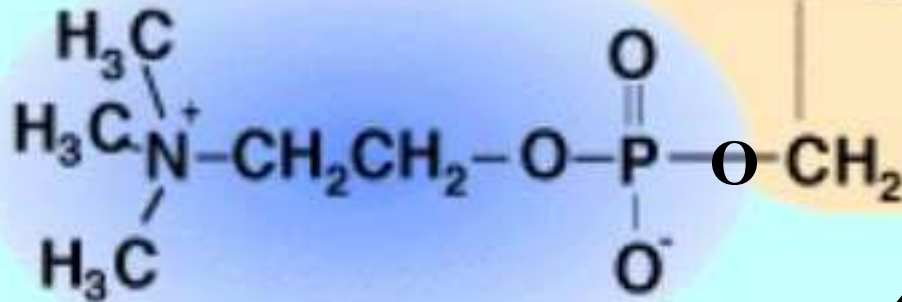


PARTE HIDRÓFOBA

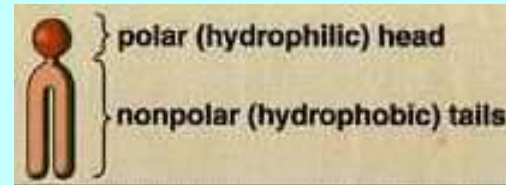
cola non polar

FOSFOGLICÉRIDO

cabeza polar

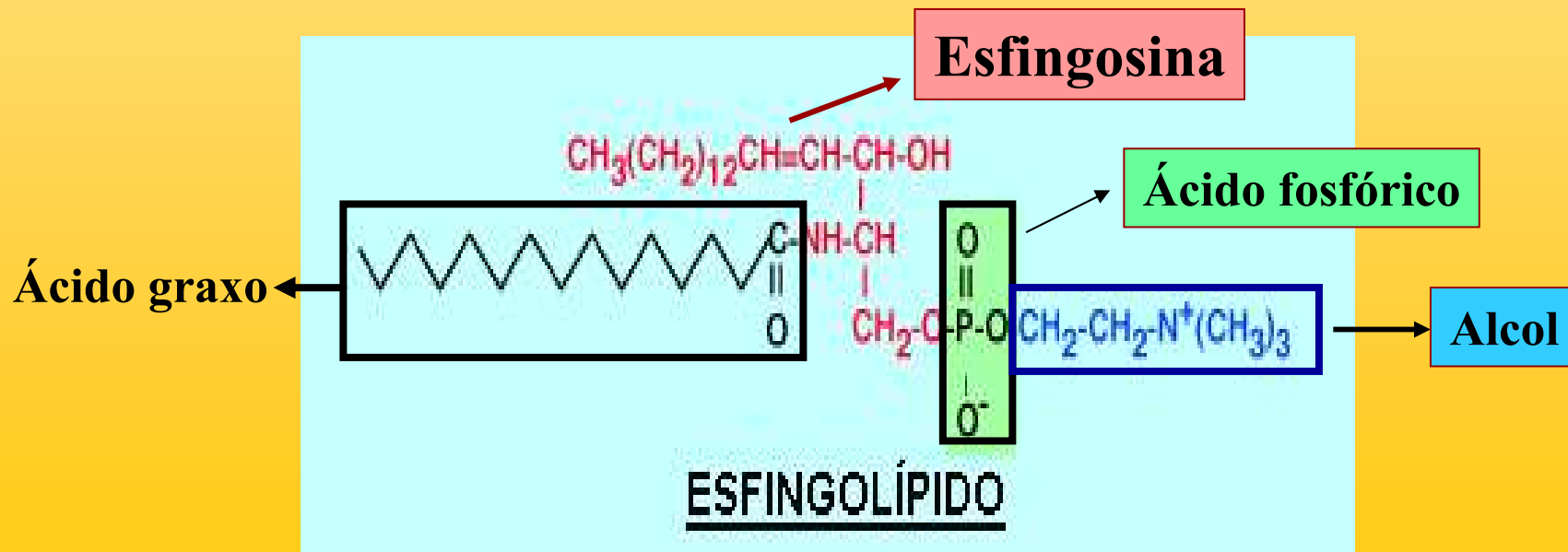
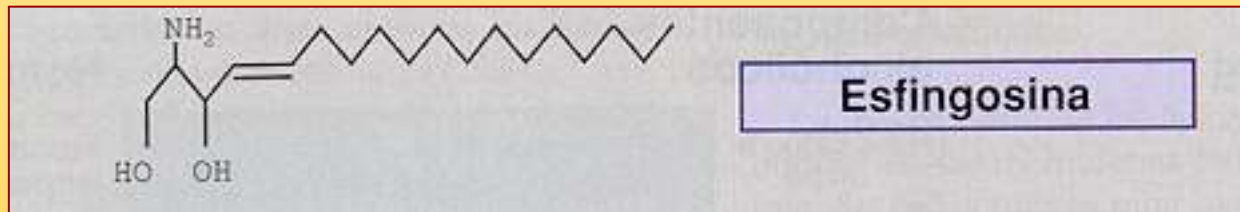


PARTE HIDRÓFILO

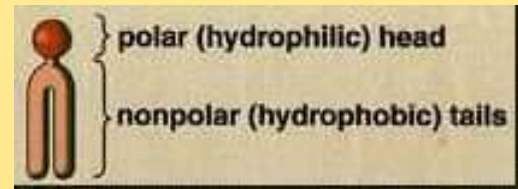


Esfingolípidos

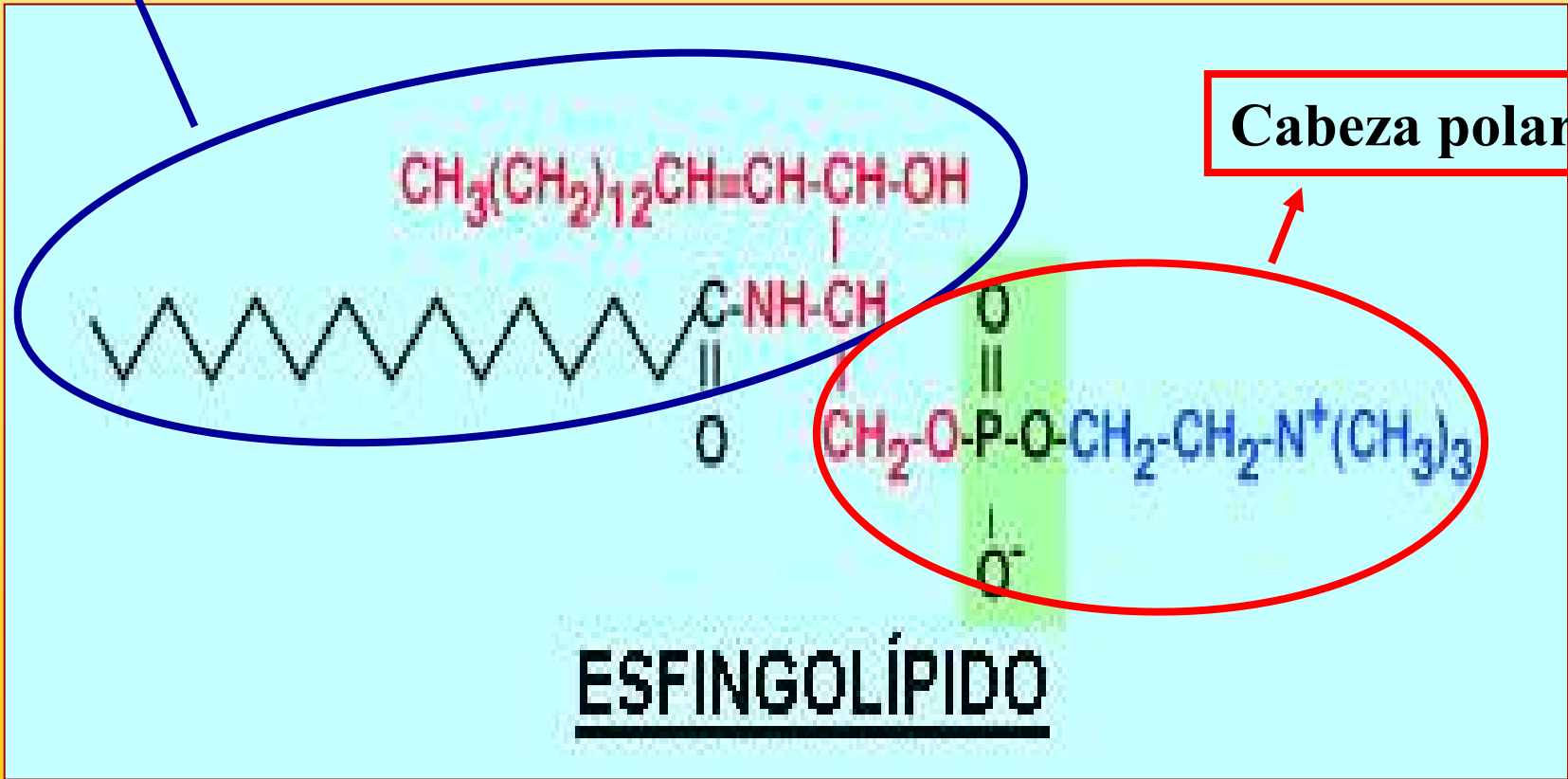
Todos eles poseñ unha estrutura derivada da ceramida (formada por un ácido graxo unido por enlace amida á esfingosina (un aminoalcohol)).



FORMACIÓN DUN ESFINGOLÍPIDO

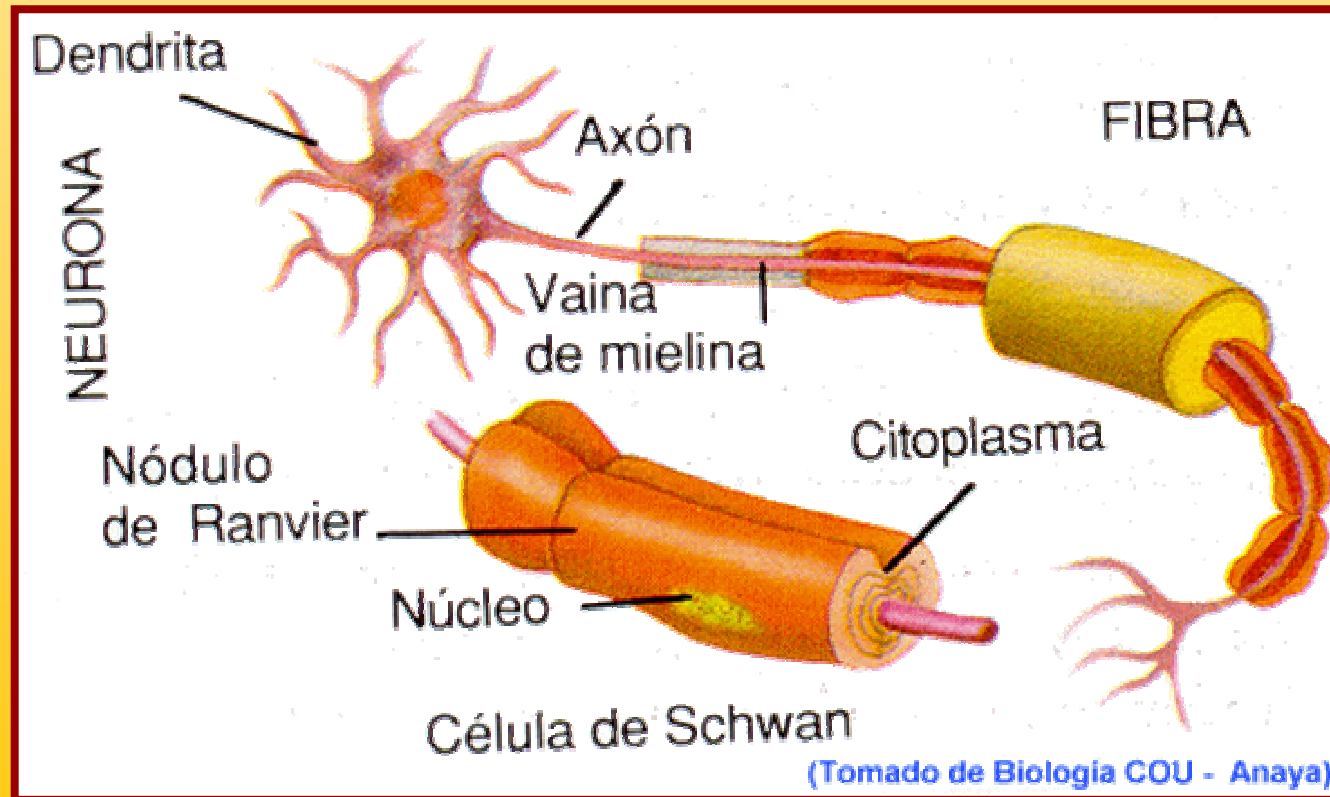


Cola apolar



A **Esfingomielina** é un esfingolípido abundante nas membranas das neuronas de animais superiores e, en concreto, forma as vainas de mielina que recobren os axóns (células de Schwan).

A parte polar está constituída por un grupo fosfato e o aminoalcohol colina.

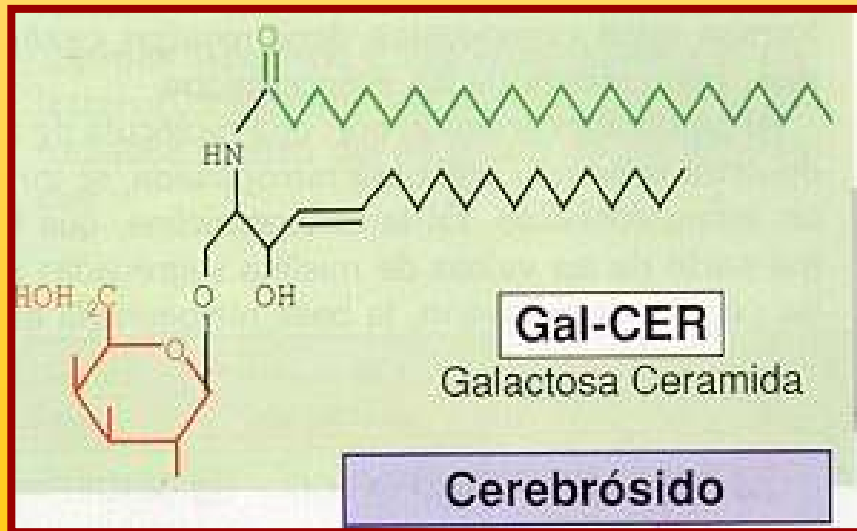


OS GLICOLÍPIDOS

Resultan da unión da ceramida e un glícido como a glicosa e a galactosa entre outros.

Os máis sinxelos denomínanse **cerebrósidos** e só ten un monosacárido (glicosa ou galactosa) unida á ceramida. Os máis complexos son os **gangliósidos**, que posen un oligosacárido unido á ceramida.

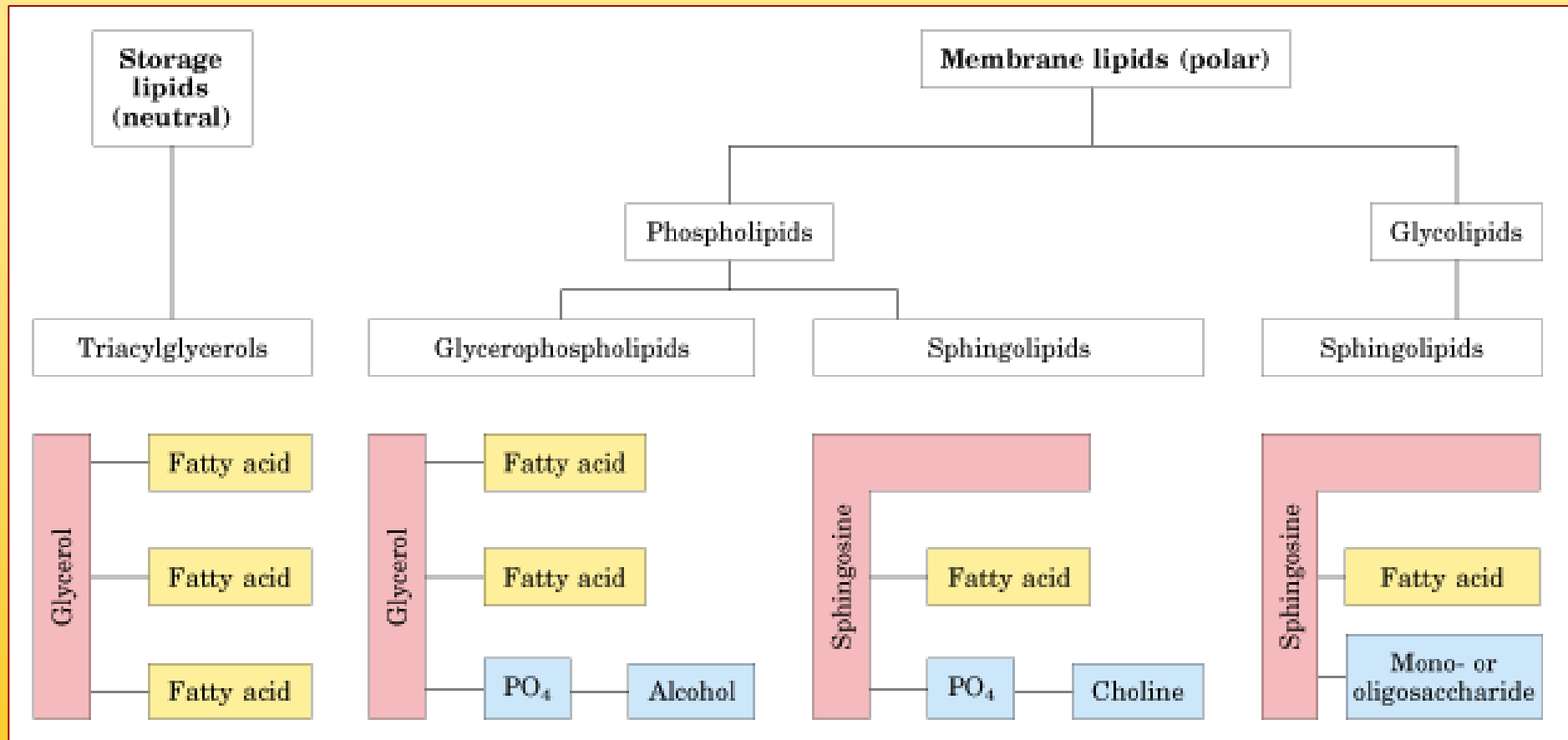
Estas moléculas forman parte das membranas celulares e especialmente da plasmática, onde se intercalan cos fosfolípidos.



Estructura similar a un cerebrósido pero cun glícido complexo

Gangliósido

LIPIDOS SAPONIFICABLES

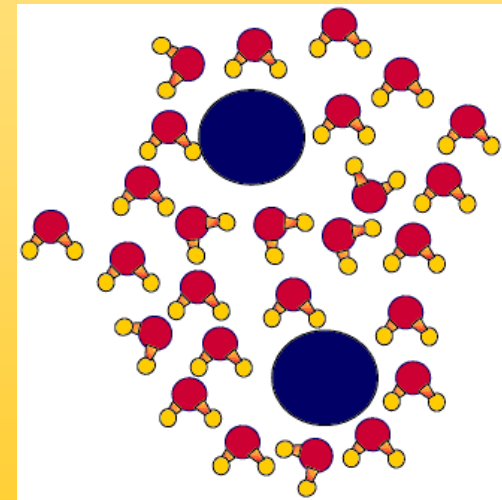


Fonte: [Presentações Power Point do livro de Bioquímica de Lehninger](#)

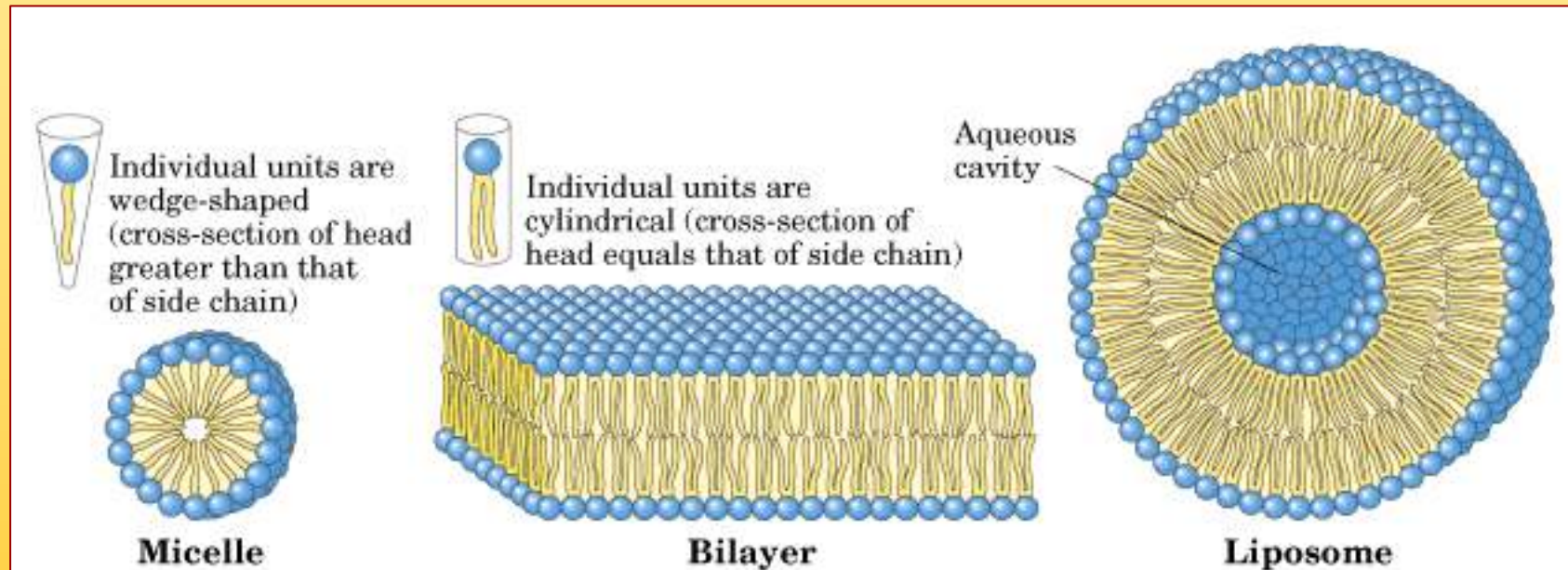
Propiedades dos lípidos de membrana

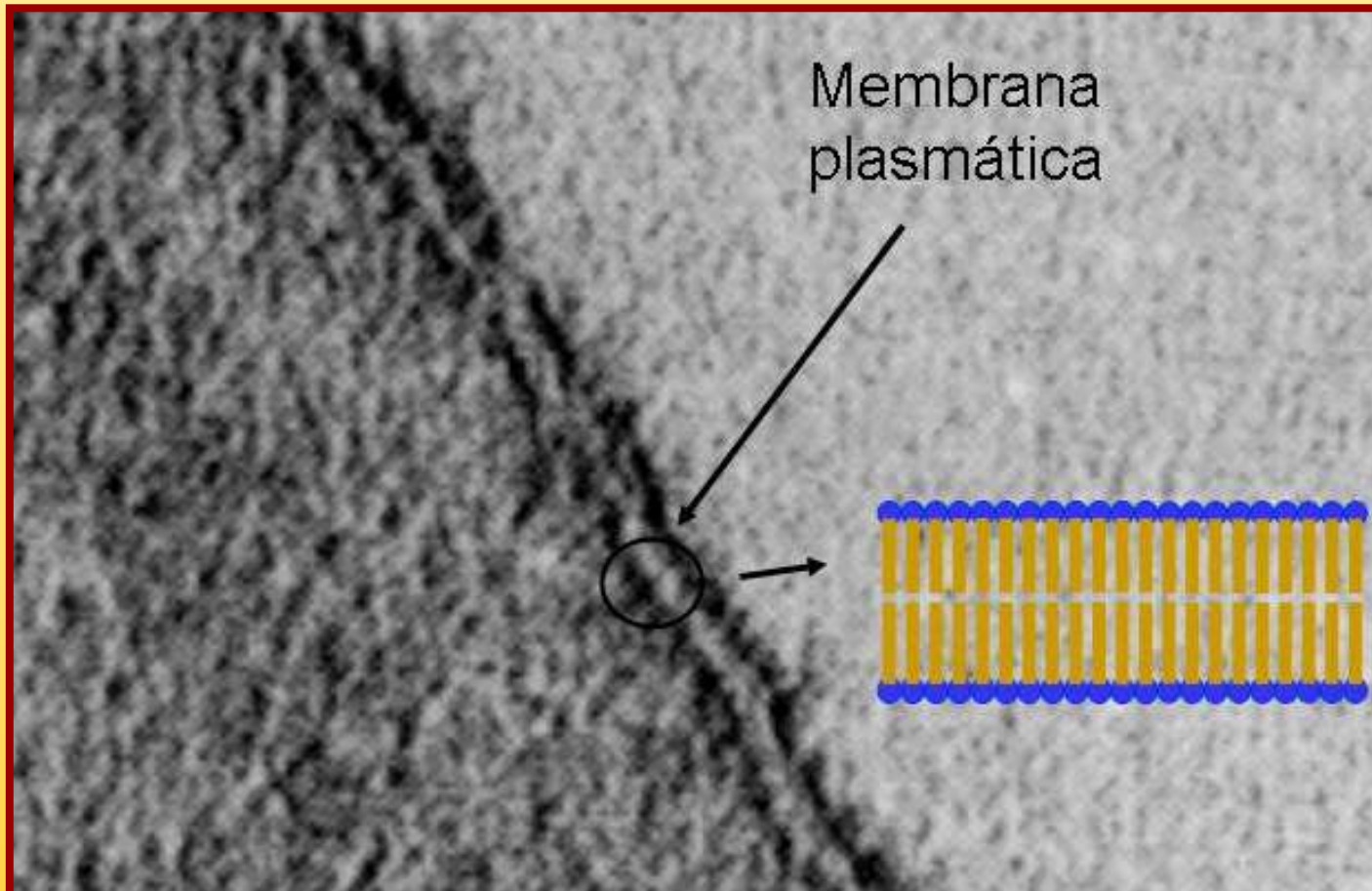
- ❑ **Son compostos anfipáticos:** en auga forman monocapas, micelas ou bicapas
- ❑ **Tendencia ó autoselado**
- ❑ **Tendencia ó autoensamblaxe**

En presencia de auga, as colas hidrofóbicas tenden a interaccionar entre si, creando un espacio hidrofóbico do que a auga é excluída e no que poden quedar atrapadas outras moléculas hidrofóbicas, mentres que a cabeza polar interacciona coa auga.



As biomoléculas anfipáticas formam nun medio acuoso bicapas, micelas ou liposomas.

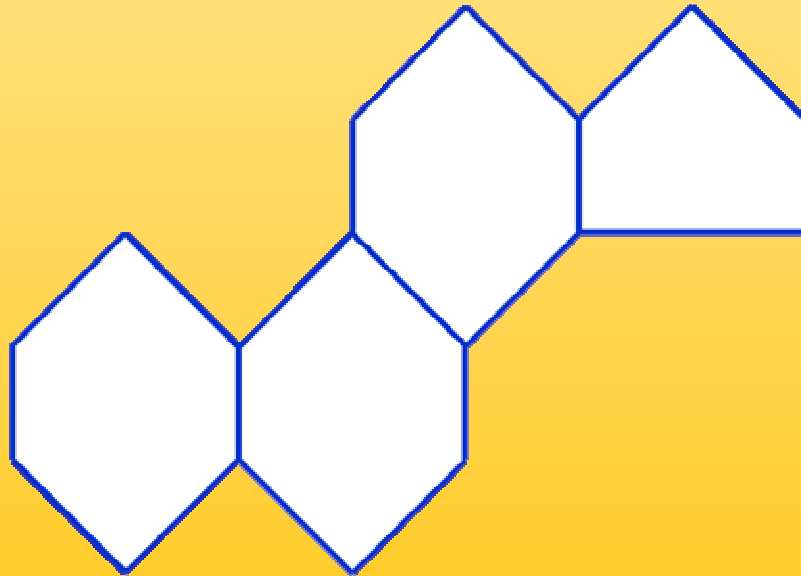




A membrana plasmática aparece ó microscopio electrónico como dúas capas escuras (partes hidrófobas dos lípidos de membrana) e no medio unha capa clara (parte hidrófila dos lípidos de membrana).

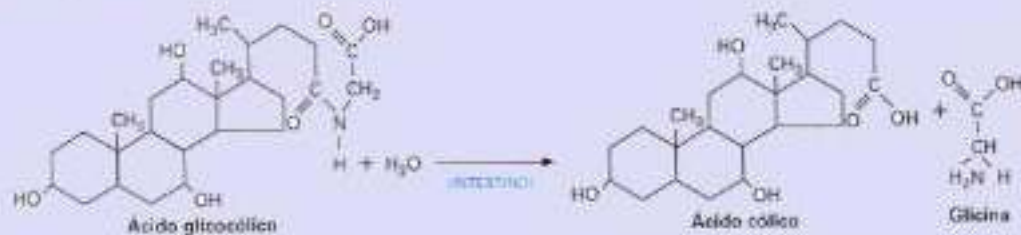
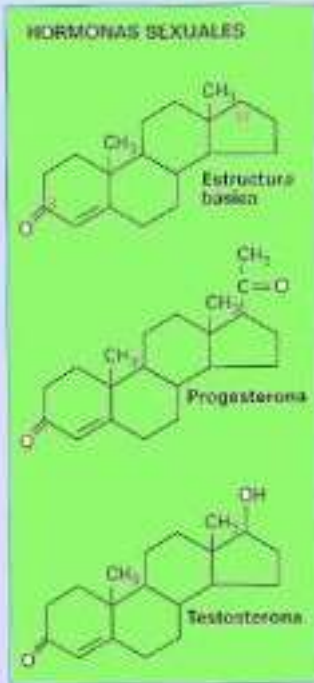
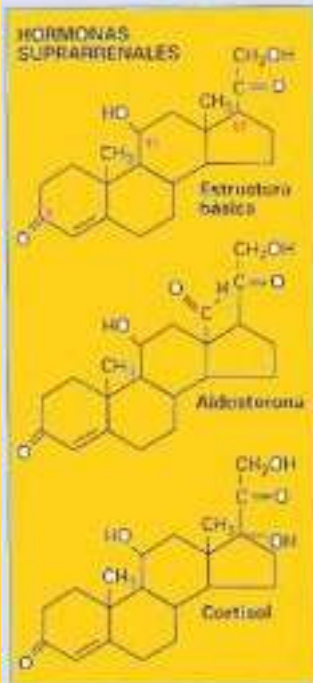
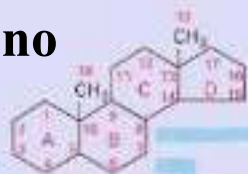
OS ESTEROIDES

Son lípidos insaponificables (non teñen ácidos graxos), derivados do esterano (ciclo pentano perhidro fenantreno).



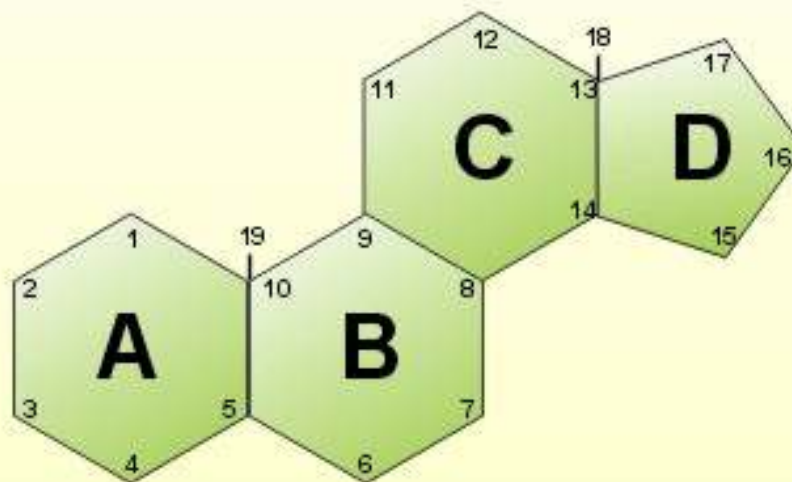
Estructura do Esterano

Esterano

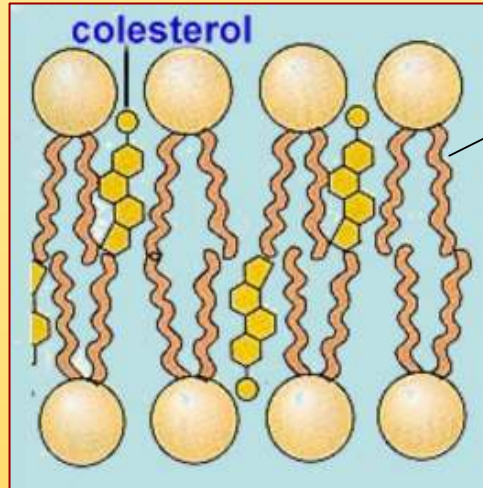


(Tronco de Dobson, C.D.I., Espidós)

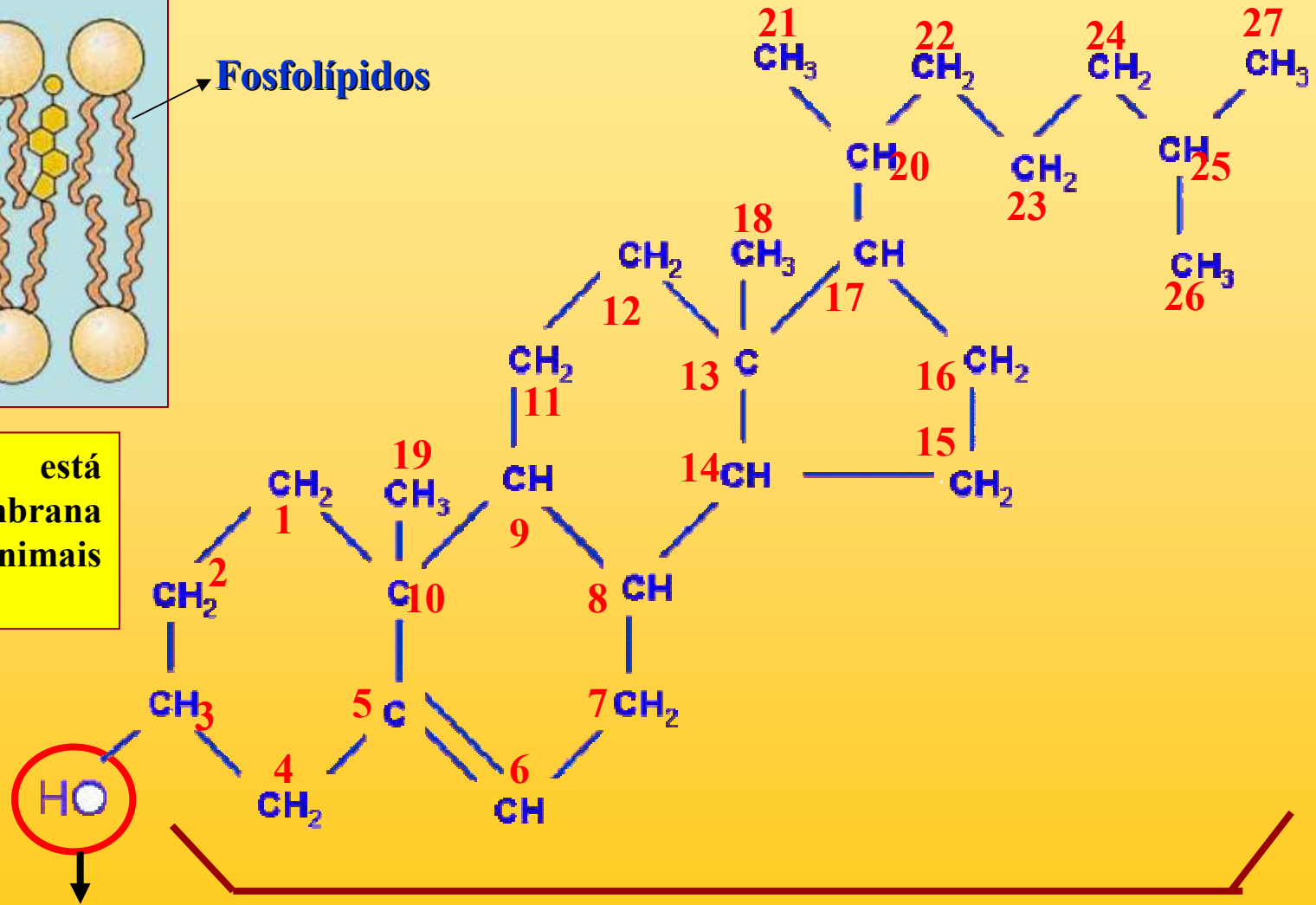
Núcleo de perhidro - ciclopentano - fenantreno



Estrutura do colesterol



O colesterol está presente na membrana das células animais dândolle fluidez.



Parte hidrófila

Parte hidrófoba

Funcións biolóxicas do colesterol

❑ É un compoñente habitual da membrana plasmática das células animais, onde contribúe a regular a súa fluidez.

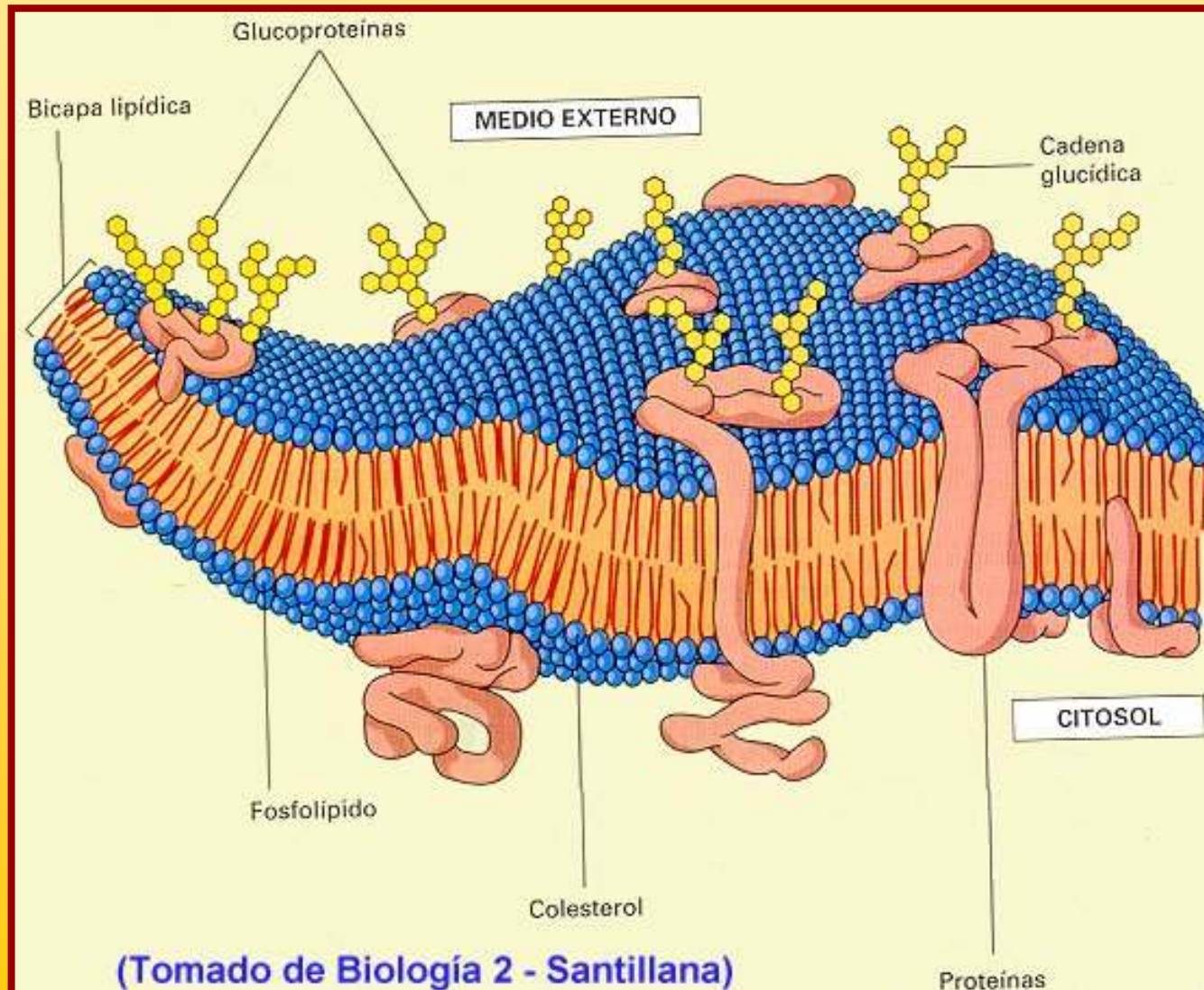
❑ O colesterol é o precursor metabólico de:

1) Ácidos biliares: Compostos que contribúen a emulsionar os lípidos intestinais, o que facilita a súa dixestión e absorción.

2) Provitamina D: Necesaria para o metabolismo e absorción do calcio e o fósforo no intestino.

3) Hormonas esteroideas: a aldosterona e o cortisol, producidas pola corteza suprarrenal, e as hormonas sexuais masculinas e femininas (testosterona, estróxenos e proxesterona)

Os Fosfolípidos, Glicolípidos e Colesterol teñen un gran interese biolóxico por ser compoñentes estruturais das membranas celulares.



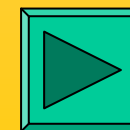
ARTERIOESCLEROSE

Ó ser pouco soluble, o colesterol tende a precipitar no endotelio dos vasos sanguíneos, formando as placas de ateroma que dan lugar á arterioesclerose, unha das causas de mortalidade máis frecuentes nos países desenvolvidos, xa que dificulta ou pode chegar a impedir a circulación normal do sangue.

**Radiografía da arteria dun
paciente cun nivel de
colesterol alto**

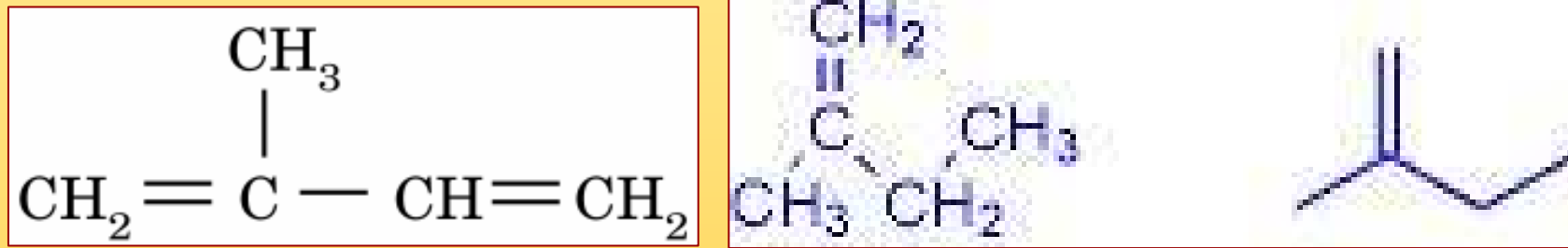


**Radiografía da arteria dun
paciente cun
nivel de colesterol baixo**



Terpenos ou Isoprenoides

Grupo moléculas formadas por condensación dunhas poucas unidades de **isopreno**.



As estruturas que se orixinan poden ser **lineais ou cíclicas**. Neste tipo de moléculas aparecen enlaces conxugados. Estes enlaces poden ser excitados pola luz ou a temperatura. Ó cambiar a súa posición emiten unha sinal. Por iso, estas moléculas están relacionadas coa recepción de estímulos luminosos ou químicos.

CLASIFICACIÓN DOS TERPENOS

Nome	nº de isoprenos que compoñen a molécula	Función	Exemplo
Monoterpenos	2	Aromas e esencias	Xeraniol, mentol, limoneno, alcanfor
Sesquiterpenos	3	Intermediario na síntese do colesterol	Farnesol
Diterpenos	4	Forman pigmentos e vitaminas	Fitol (precursor da clorofila), vitamina A, E, K
Triterpenos	6	Intermediario na síntese do colesterol	Escualeno
Tetraterpenos	8	Pigmentos vexetais	Carotenos, xantofilas (pigmento laranxa e amarelo). Absorben a luz.
Politerpenos	n	Illantes	Látex, caucho



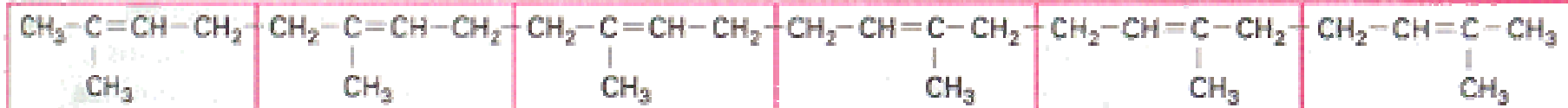
Isopreno



Geraniol

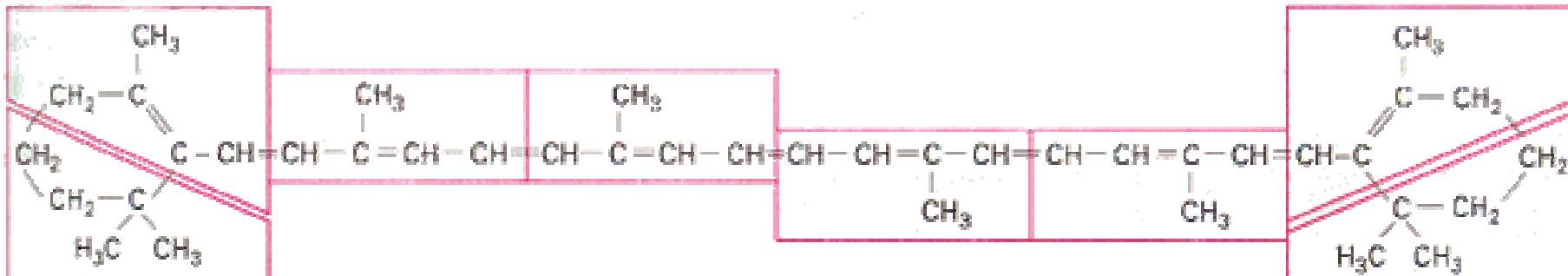


Fitol



Escualeno

(Tomado de Biología COU - Santillana)

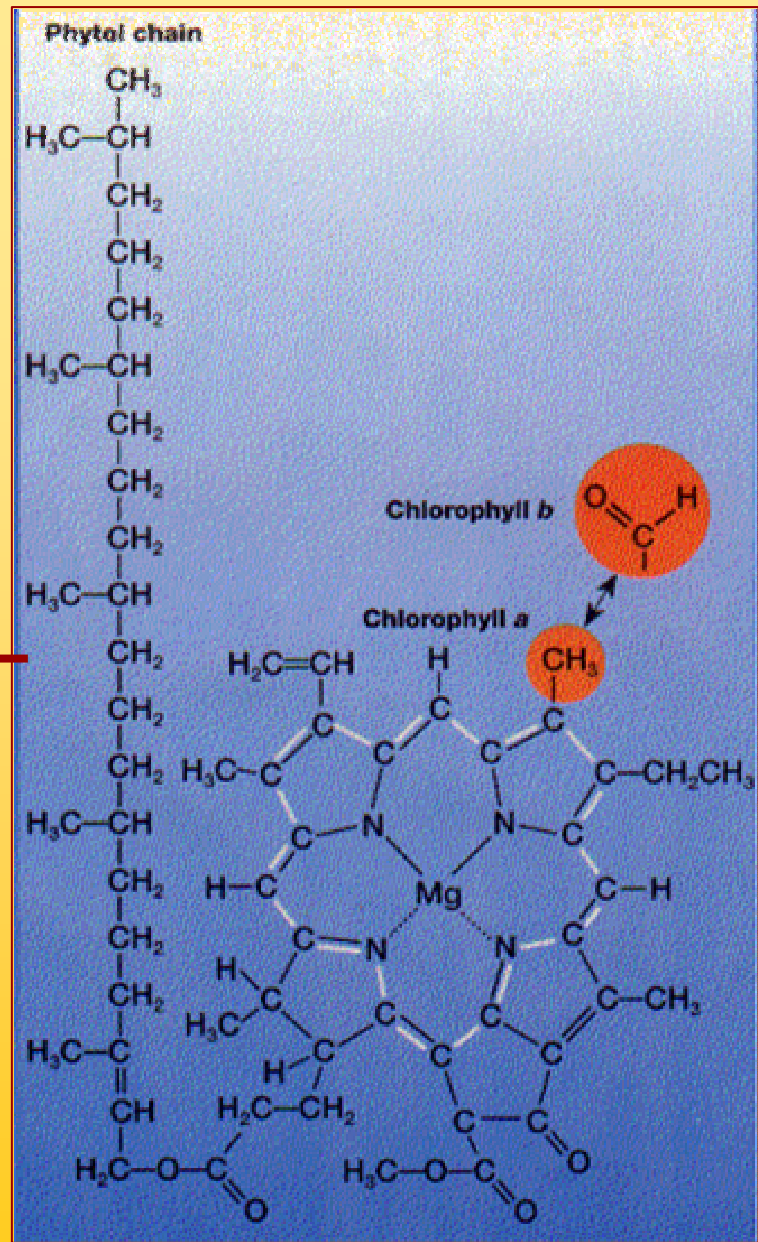


Vitamina A

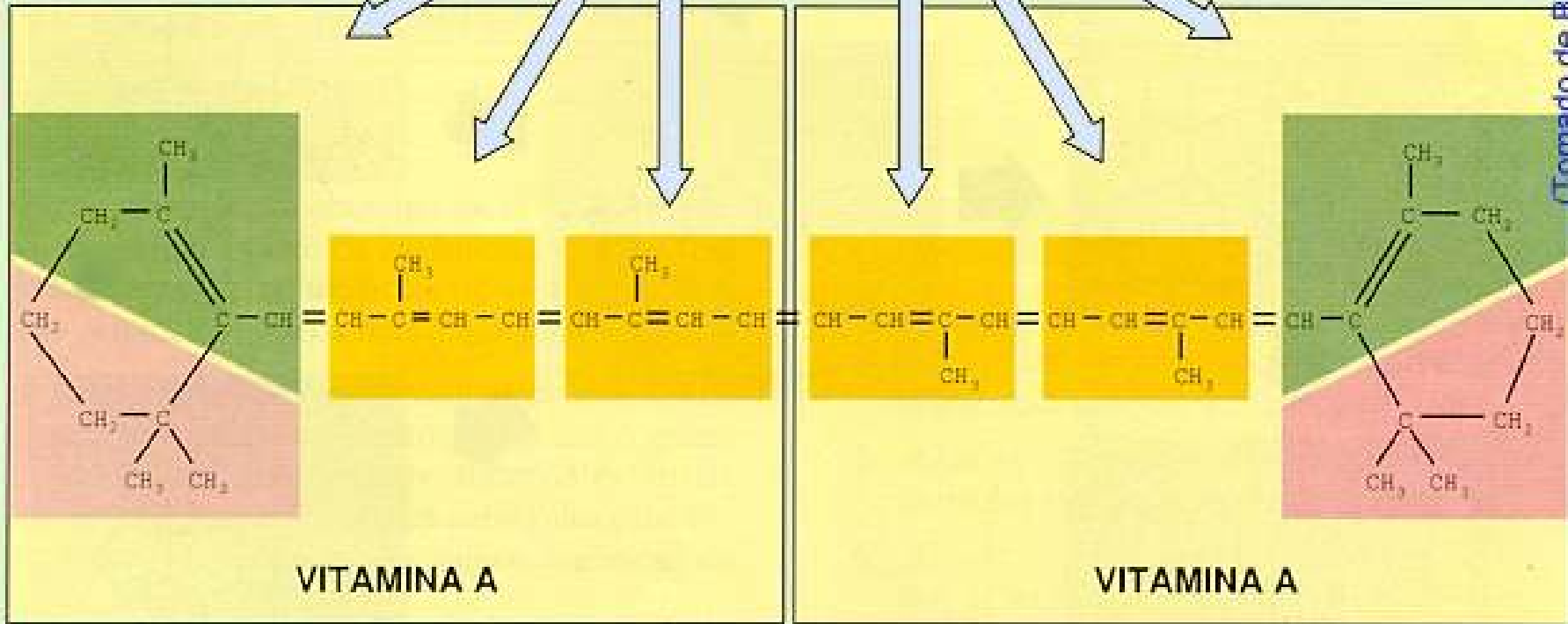
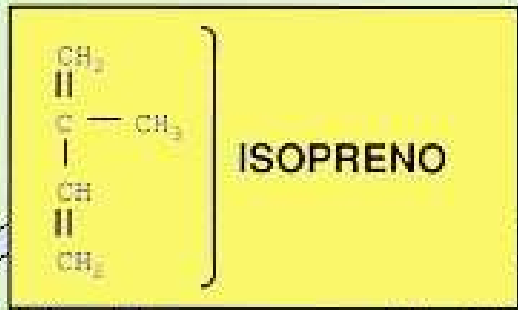
β - Caroteno

Vitamina A

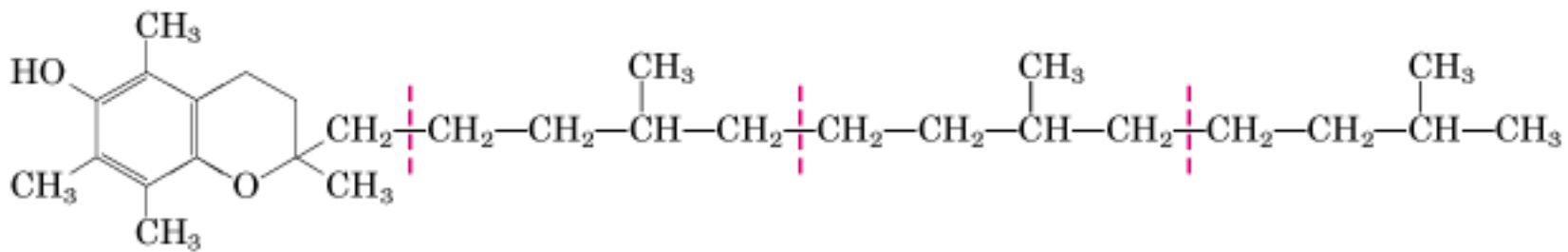
FITOL
Diterpeno



CLOROFILA

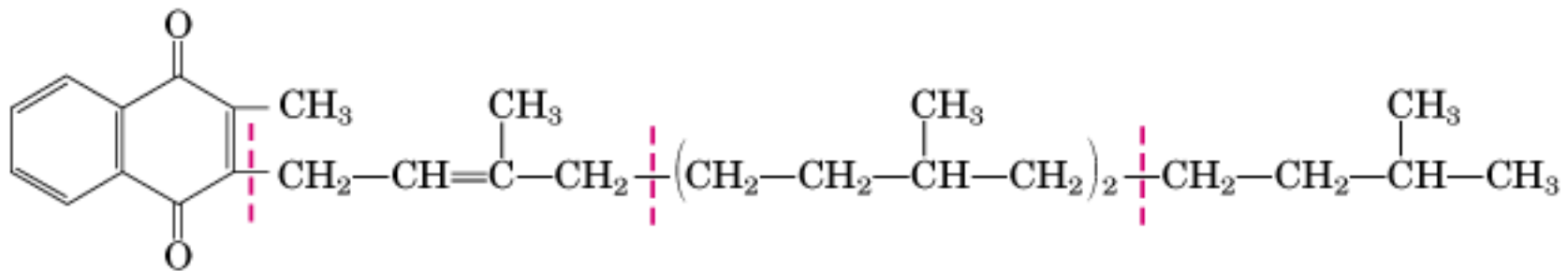


Molécula de β -caroteno



(a)

Vitamin E: an antioxidant



(b)

Vitamin K₁: a blood-clotting cofactor (phylloquinone)

Fonte: [Presentações Power Point do livro de Bioquímica de Lehninger](#)

PROSTAGLANDINAS

As prostaglandinas son lípidos formados a partir dun ácido graxo, chamado ácido araquidónico. O seu nome provén da próstata, pois foi no primeiro lugar onde se illou unha prostaglandina. Sen embargo, atopáronse prostaglandinas nunha grande cantidade de tecidos.

Todas realizan unha función reguladora ou hormonal local, aínda que os seus efectos (funcións) son moi variados. Algunhas das accións coñecidas son:

- a) En xeral, provocan unha diminución da presión sanguínea.**
- b) Exercen unha potente acción constrictora sobre a musculatura lisa (caso das contraccións uterinas durante o parto).**
- c) O tromboxano, liberado polas paredes dos capilares cando son lesionados, provoca a agregación de plaquetas.**
- d) Producen vasodilatación cando os tecidos sofren golpes, feridas ou infeccións (o que orixina inflamacións locais).**
- e) Diminúen a secreción de xugos gástricos e incrementan a produción de mucus protector no estómago e intestino.**
- f) Cando aumenta a súa concentración no hipotálamo ocasionan un aumento da temperatura corporal (febre).**

FUNCIONES DOS LÍPIDOS

- **Estructural : membranas celulares**
- **Enerxética: ó ser unha biomolécula pouco oxidada proporciona unha gran cantidade de enerxía. Un gramo do graxa proporciona 9 Kc/mol, máis do dobre do que se consegue con glúcidos e proteínas (4, 1Kc/mol).**
- **Protectora e impermeabilizadora: as ceras.**
- **Transportadora: HDL e LDL.**
- **Reguladora da temperatura: As graxas.**
- **Función reguladora: vitamínica (vitamina D, A, E e K); hormonal (hormonas sexuais e da cortiza suprarrenal)**



*Departamento Bioloxía e Xeoloxía
I.E.S. Otero Pedrayo. Ourense.*