Colegio de
San Francisco de Paula

BLOQUE 1. BASE MOLECULAR Y FISICOQUÍMICA PARA LA VIDA

1.4 Lípidos

Germán Tenorio

Biología 12º

Idea Fundamental: Se emplean compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno para suministrar energía y almacenarla.

¿Qué vamos a aprender?

- Los lípidos son moléculas muy heterogéneas, insolubles en agua.
- Los lípidos se clasifican en función de que contengan o no ácidos grasos.
- Los ácidos grasos pueden ser saturados o insaturados.
- El enlace éster es propio de los lípidos saponificables.
- Mayoritariamente los lípidos presentan función estructural o energética, si bien hay otras funciones.

Concepto

- **Concepto**: Variedad de moléculas orgánicas en cuya composición química intervienen principalmente los elementos C, H y O, y en menor proporción S, N y P.

PROPIEDADES QUÍMICAS

- Constituidos por C, H, O, P y S.

PROPIEDADES FÍSICAS

- Untuosos al tacto.
- Poco solubles en agua.
- Solubles en disolventes apolares.

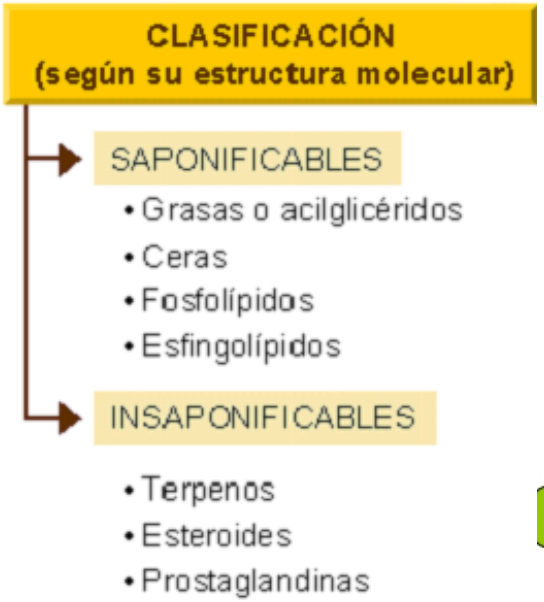
FUNCIONES BIOLÓGICAS

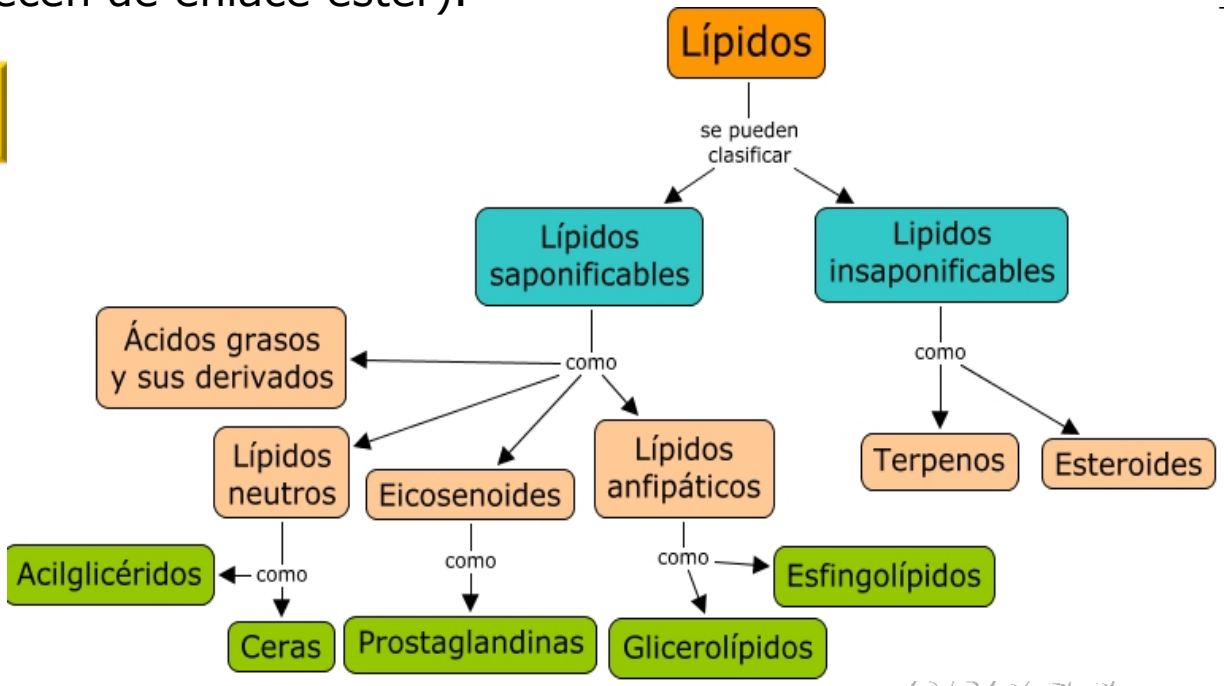
- Estructurales (*membranas celulares*).
- Energéticas (*triacilglicéridos*).
- Vitamínicas y hormonales (*esteroides*).

- Constituye una **familia** de moléculas muy **heterogénea** al poseer diversas estructuras químicas y desempeñar diferentes funciones biológicas. Sin embargo, hay una característica que comparten todos los lípidos: son **insolubles en agua** (hidrofóbicas), pero solubles en disolventes orgánicos como el benceno o el cloroformo.

Clasificación

- **Clasificación**: Dada su gran heterogeneidad, existen diferentes clasificaciones de los lípidos. Una de ellas, **basada en su estructura molecular**, los divide en dos grupos: **lípidos saponificables** (por hidrólisis originan **ácidos grasos** y al reaccionar con bases alcalinas forman **jabones**. Presentan en su estructura **enlace éster**,) y **lípidos insaponificables** (no contienen ácidos grasos, por lo que no pueden formar jabones. Carecen de enlace éster).





Ácidos grasos

- **Concepto**: Ácido orgánico de larga cadena hidrocarbonada lineal y un grupo carboxilo (-COOH) terminal que le da el carácter ácido, y de fórmula general CH_3-$(CH_2)_n$-COOH.

- Los más importantes presentan una cadena lineal con número par de átomos de carbonos (normalmente entre 12 y 24).
- Se diferencian en dos características:

  - Longitud de la cadena carbonada.

  - La presencia (**insaturados**) o ausencia (**saturados**) de doble enlace covalente C=C entre los carbonos de la cadena hidrocarbonada.

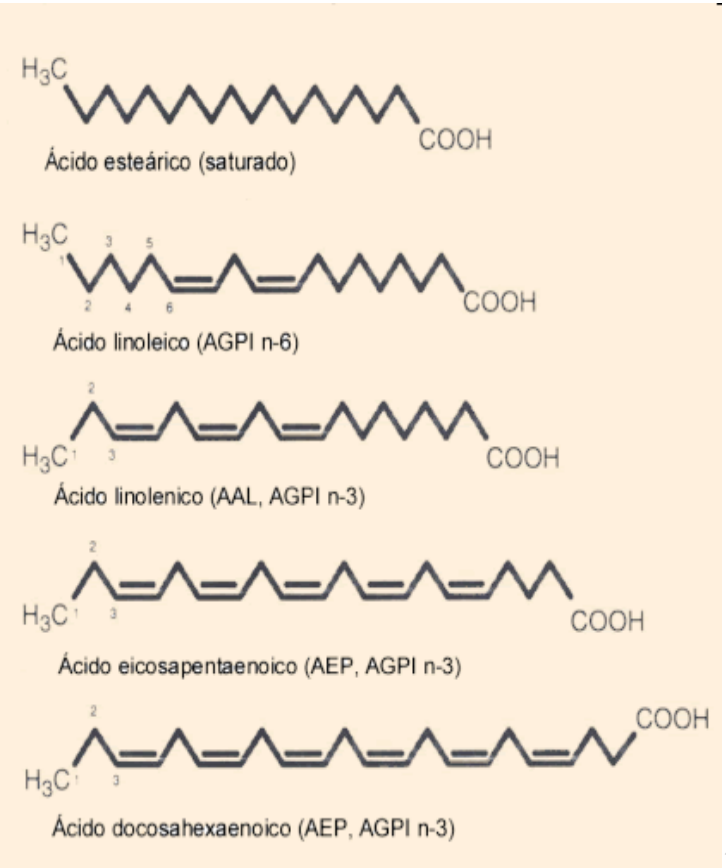


IMAGEN: boloncol.com

Ácidos grasos

- La cadena se empieza a numerar por el extremo carboxilo (el primero) siendo el metilo terminal el último.
- Al átomo de C 2 también se le llama alfa (α), el 3 se llama beta (β) y el último es el carbono omega (ω). Los ácidos grasos ω-3 son los que tienen el primer enlace doble en el tercer C empezando por el último (que es el ω).

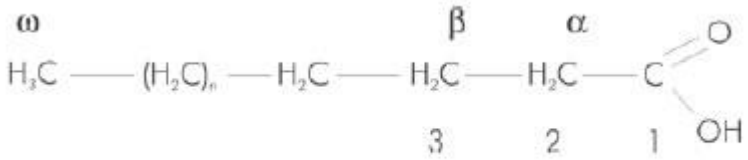
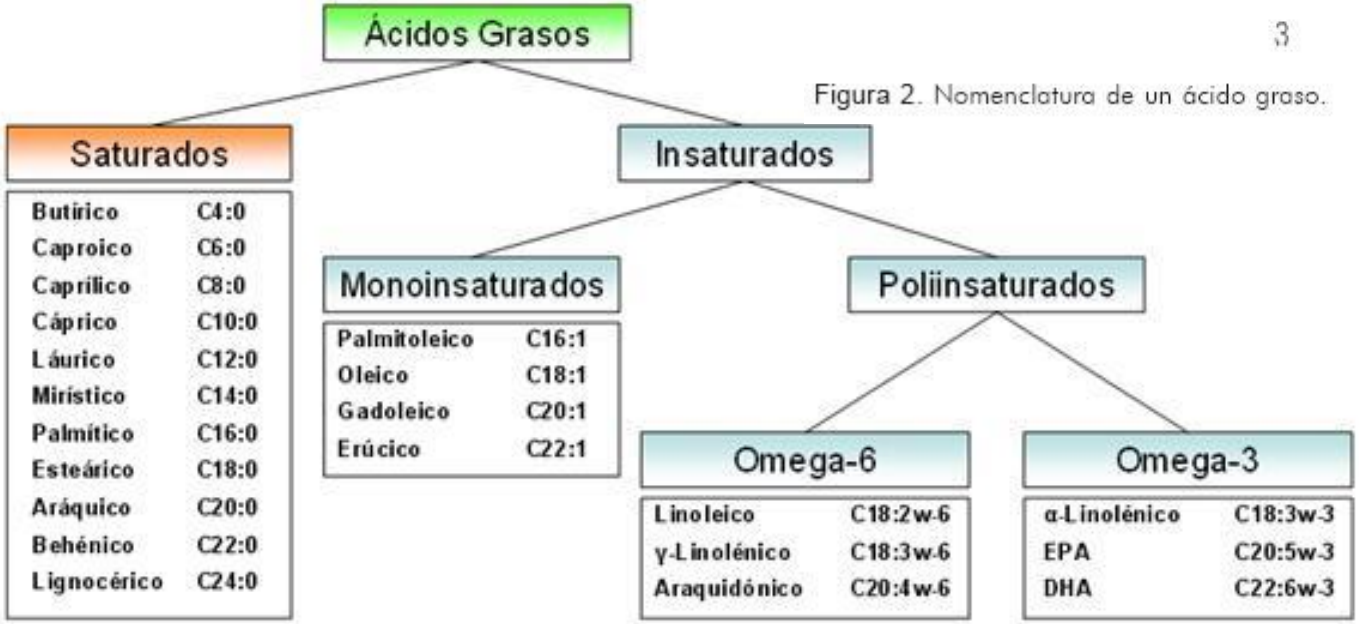
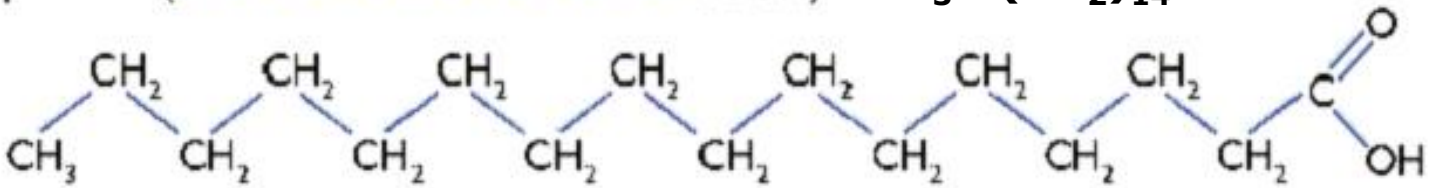


Figura 2. Nomenclatura de un ácido graso.

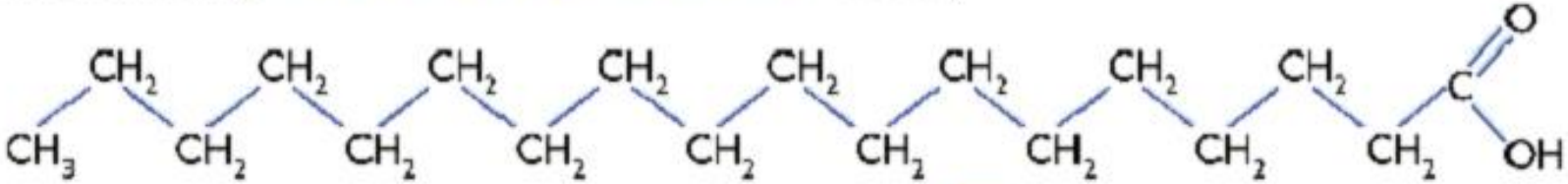


Ácidos grasos saturados

Ácido palmítico (COOH) **CH_3 - $(CH_2)_{14}$- COOH**



Ácido esteárico (COOH) **CH_3 - $(CH_2)_{16}$- COOH**

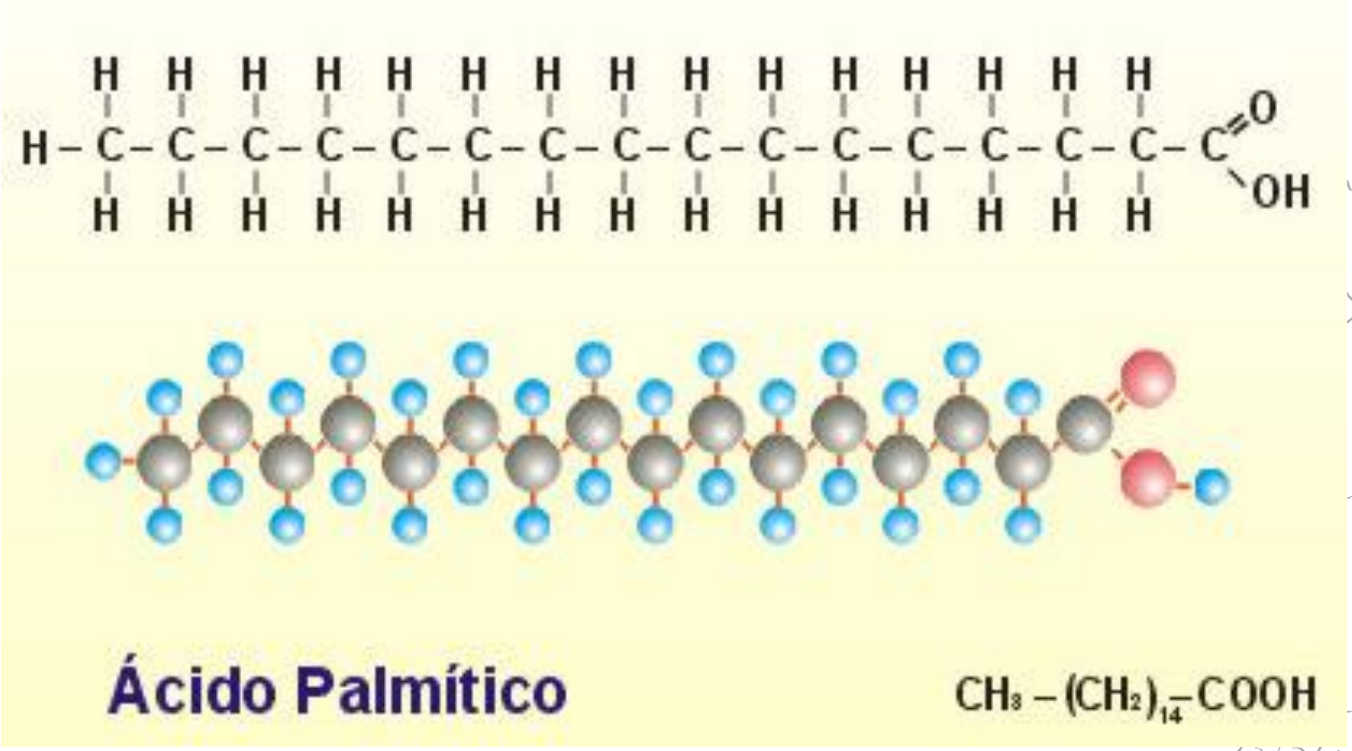


- No tienen dobles enlaces.
- Suelen ser sólidos a temperatura ambiente.

Estructura lineal

Dibujo de un ácido graso saturado

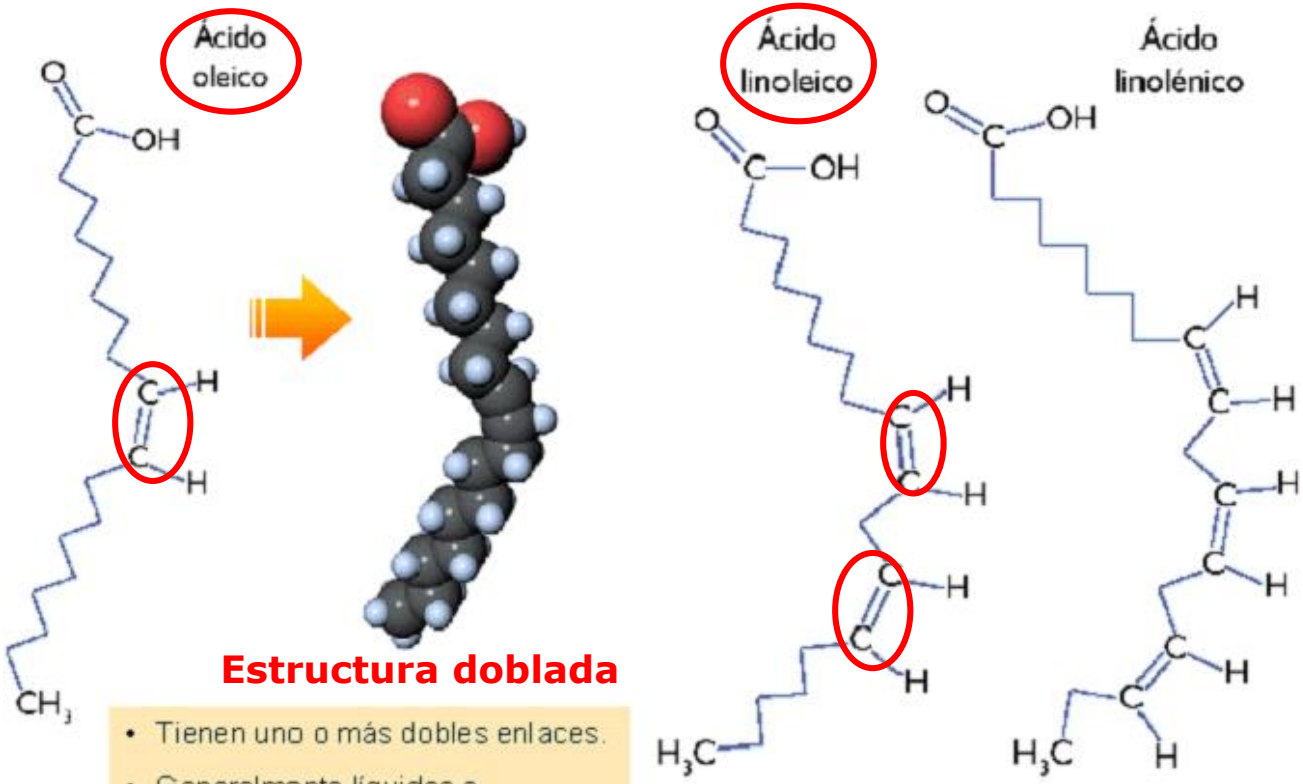
- El **ácido palmítico (16C)** es el principal ácido graso saturado de la dieta (más de la mitad del total de los mismos). Es el más abundante en las carnes (detrás del ácido oleico, que es monoinsaturado) y las grasas lácteas (mantequilla, queso y nata) y en los aceites vegetales como el de coco.



Ácidos grasos insaturados

- Si sólo presenta un único doble enlace se denomina **monoinsaturado**. Si presentan más de uno se denominan **poliinsaturados**.

$CH_3 - (CH_2)_7 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$



- Tienen uno o más dobles enlaces.
- Generalmente líquidos a temperatura ambiente.

Ácidos grasos insaturados

- Estos ácidos grasos presentan dos tipos de isómeros según la configuración de los hidrógenos respecto al doble enlace:

  - En la **configuración cis** ambos hidrógenos de la cadena se sitúan al mismo lado del doble enlace.

  - En la **configuración trans** los hidrógenos se sitúan en lados opuestos.

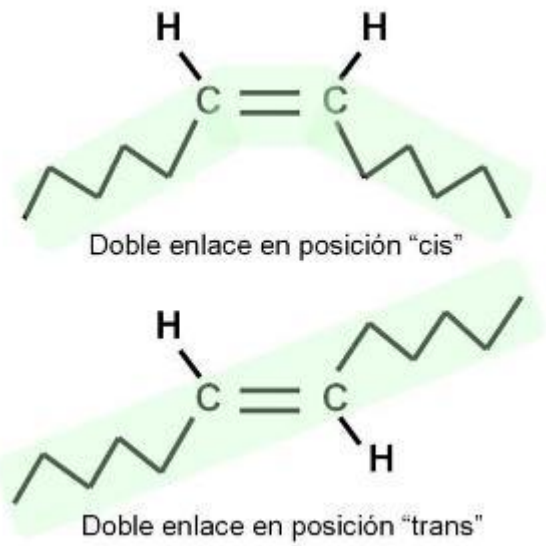


IMAGEN: genomasur.com

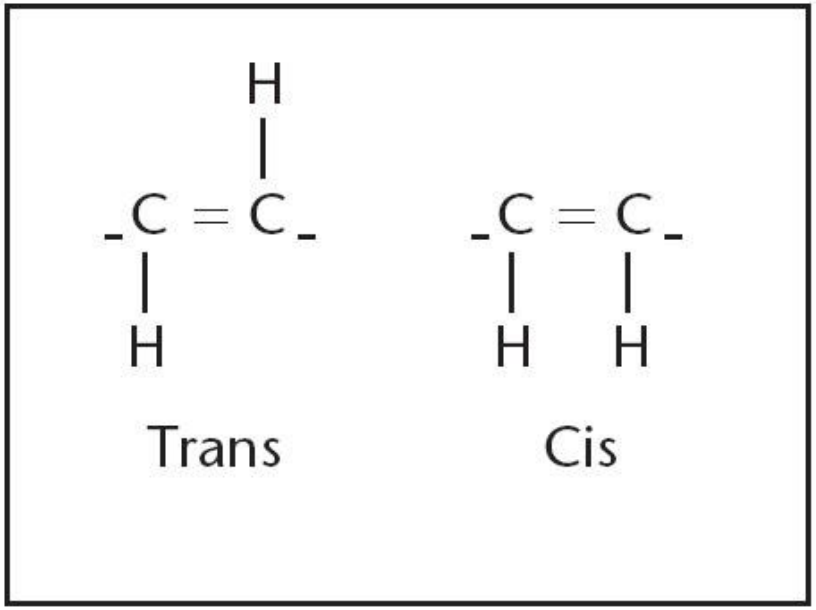


IMAGEN: dfarmacia.com

Ácidos grasos insaturados

- Los ácidos grasos saturados y los insaturados con **dobles enlaces en configuración trans** presentan estructura lineal.
- Sin embargo, la presencia de **dobles enlaces en configuración cis** obliga a formar un quiebro en la cadena.
- Como esta configuración cis es la que predomina en los ácidos grasos insaturados naturales, dichas cadenas se encuentran dobladas.
- Los ácidos grasos insaturados con configuación trans son producidos artificialmente por hidrogenación parcial de aceites vegetales y de pescado, con objeto de fabricar grasas sólidas como la margarina y otros.

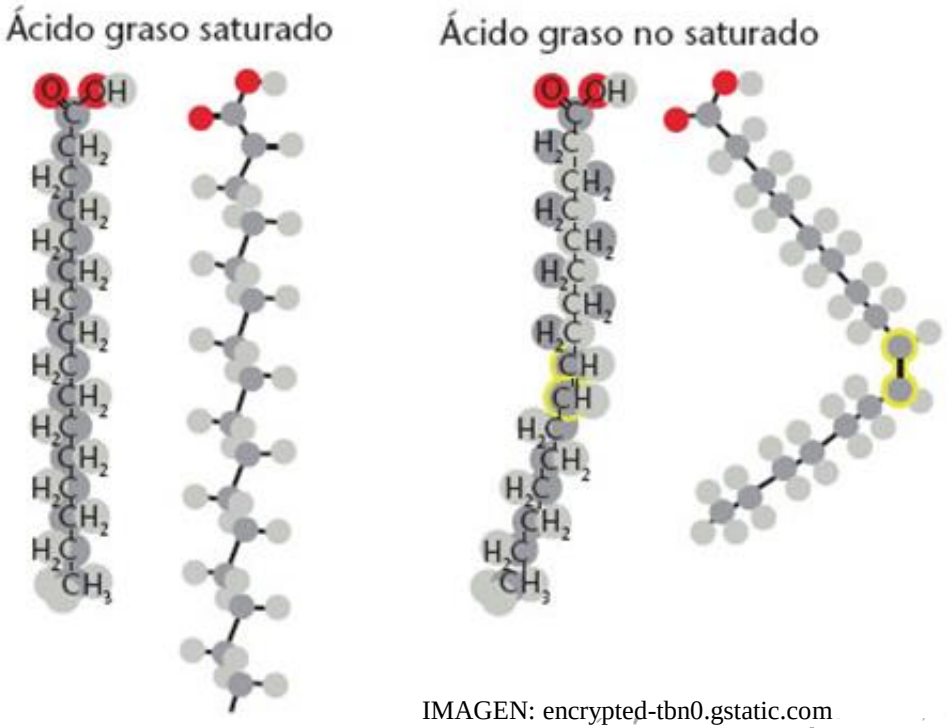
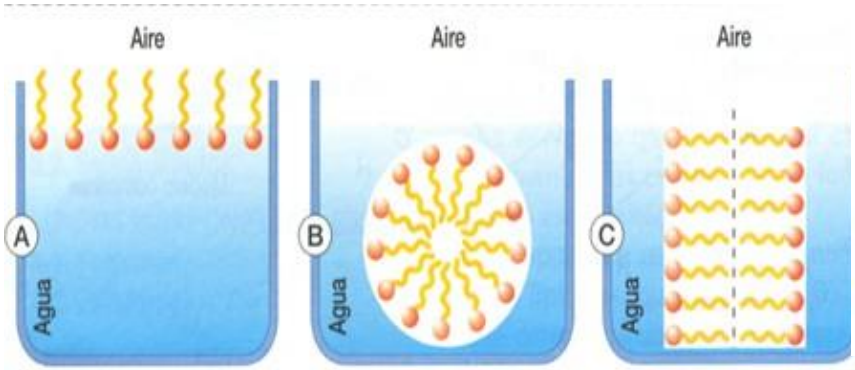
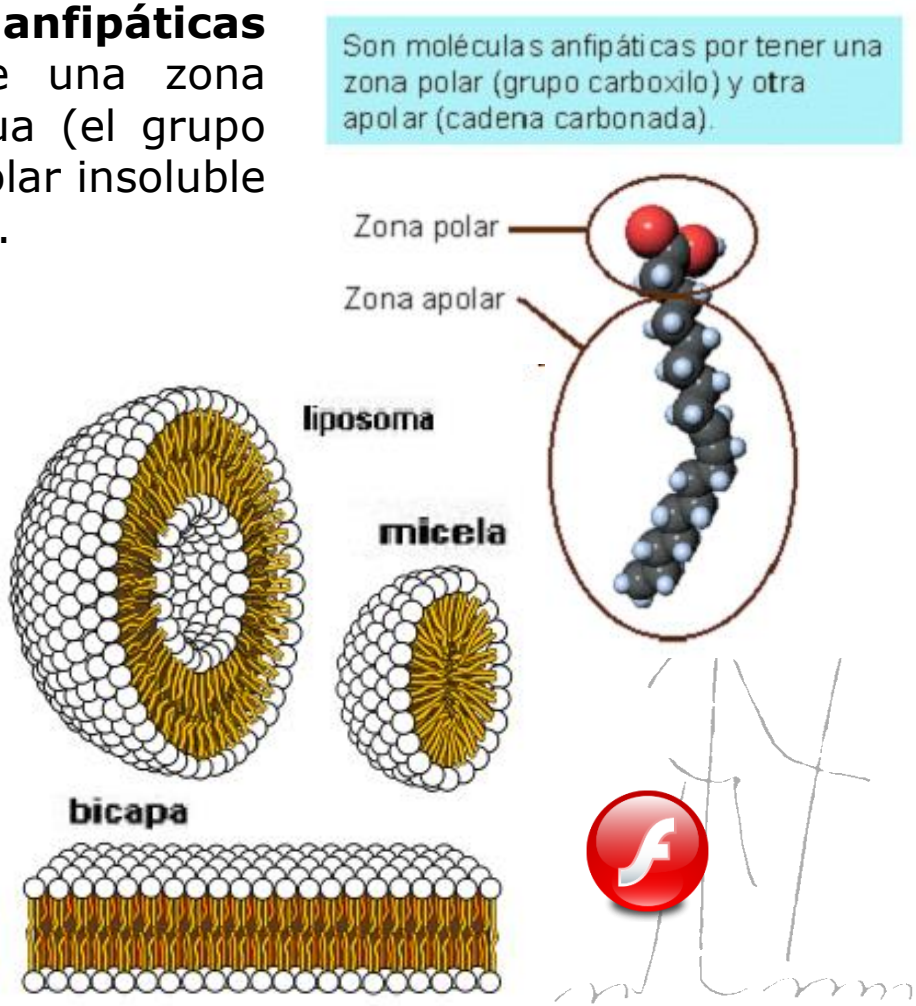


IMAGEN: encrypted-tbn0.gstatic.com

Propiedades físicas de los ácidos grasos

- Los ácidos grasos son moléculas **anfipáticas** que presentan simultáneamente una zona **hidrófila** o polar soluble en agua (el grupo carboxilo) y otra **hidrófoba** o apolar insoluble en agua (cadena hidrocarbonada).
- El carácter anfipático de los ácidos grasos hace que en disolución acuosa, la zona polar tienda a colocarse hacia el agua, mientras que la cola apolar tienda a protegerse, formándose **monocapas (A), bicapas (C)** o **micelas (B)**.

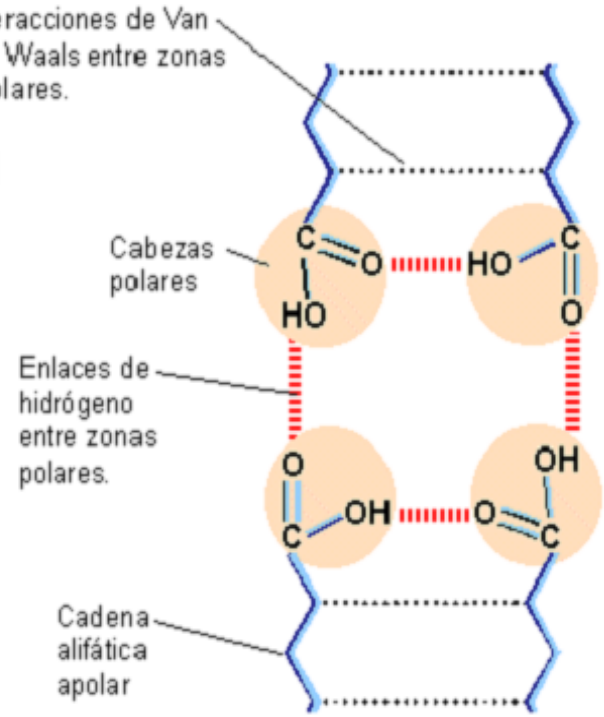




Propiedades físicas de los ácidos grasos

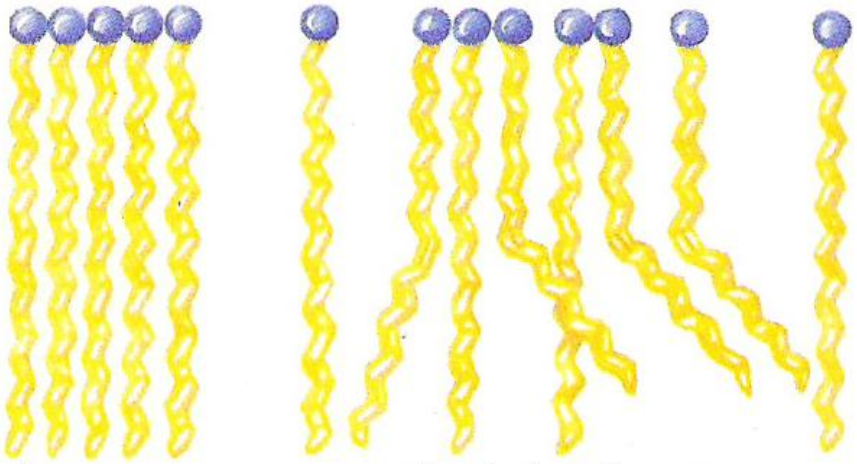
- Los ácidos grasos **saturados e insatrurados trans** tienen **alto punto de fusión** y los **insaturados cis bajo de punto de fusión**.
- Los saturados al no tener dobles enlaces, y los insaturados trans debidos a su configuración, disponen su cadenas linealmente, posibilitando su empaquetamiento ordenado.
- Esto facilita que interaccionen los cabezas de grupos carboxilos mediante **enlaces de hidrógeno**, y las cadenas hidrocarbonadas mediante **fuerzas de Van der Waals**.
- Mientras más largas sean las cadenas, más interacciones, lo que aumentará el punto de fusión.

Ácidos grasos saturados



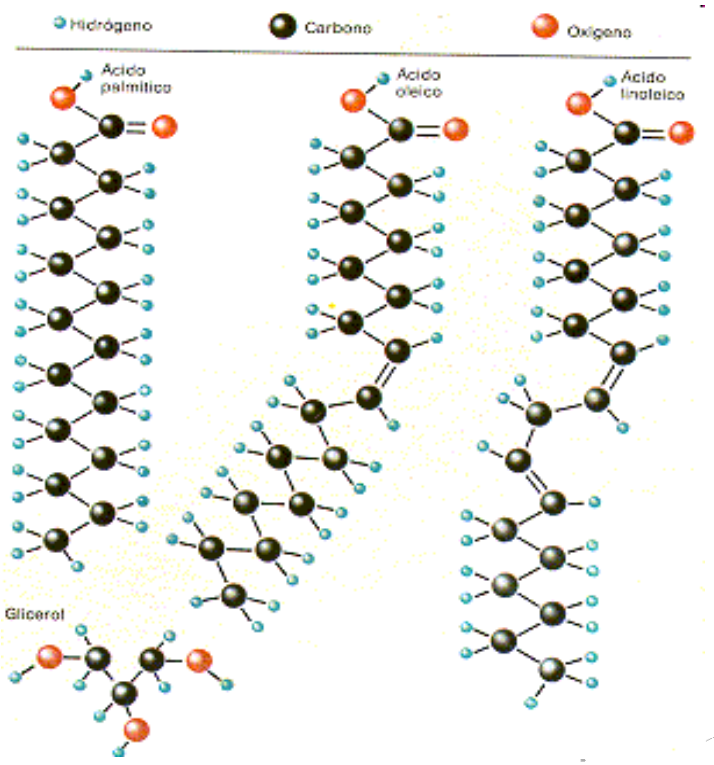
Propiedades físicas de los ácidos grasos

- Sin embargo, la presencia de dobles enlaces en configuración cis de los ácidos insaturados, obliga a formar curvas en las cadenas, impidiendo las interacciones entre cadenas y disminuyendo el punto de fusión.
- El punto de fusión de los ácidos grasos está condicionado por la **longitud de las cadenas** y el **grado de insaturación**, siendo menor en los ácidos grasos de cadena corta y en los que tienen mayor grado de insaturación.



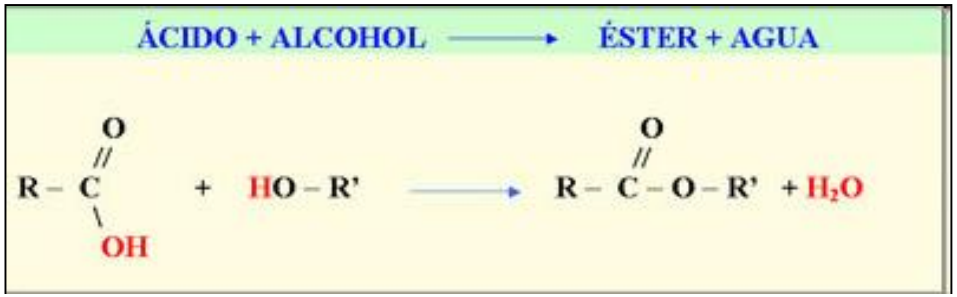
Ácidos grasos saturados

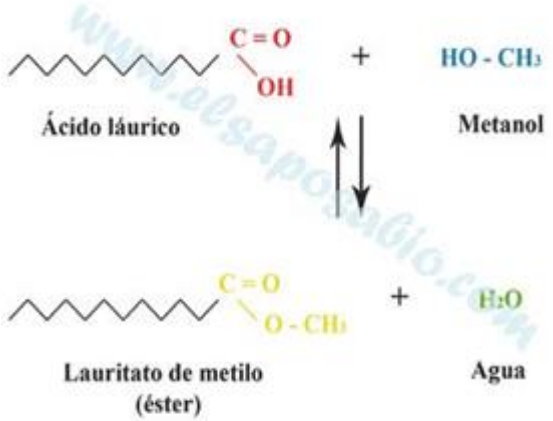
Mezcla de ácidos grasos saturados e insaturados



Propiedades químicas de los ácidos grasos

- Los ácidos grasos son capaces de formar **enlaces éster** (reacción de **esterificación**) entre el hidroxilo de sus grupos carboxilos y los grupos alcoholes de otras moléculas con liberación de una molécula de agua (**reacción de condensación**).

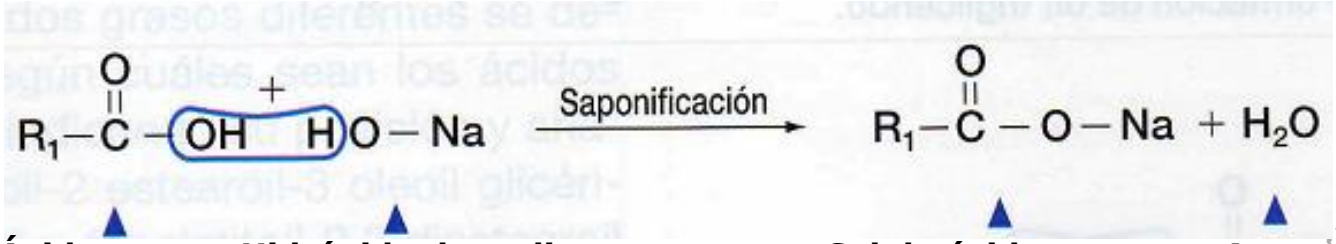




- El enlace éster puede romperse mediante la reacción inversa con la adición de una molécula de agua (reacción de **hidrólisis**).

Propiedades químicas de los ácidos grasos

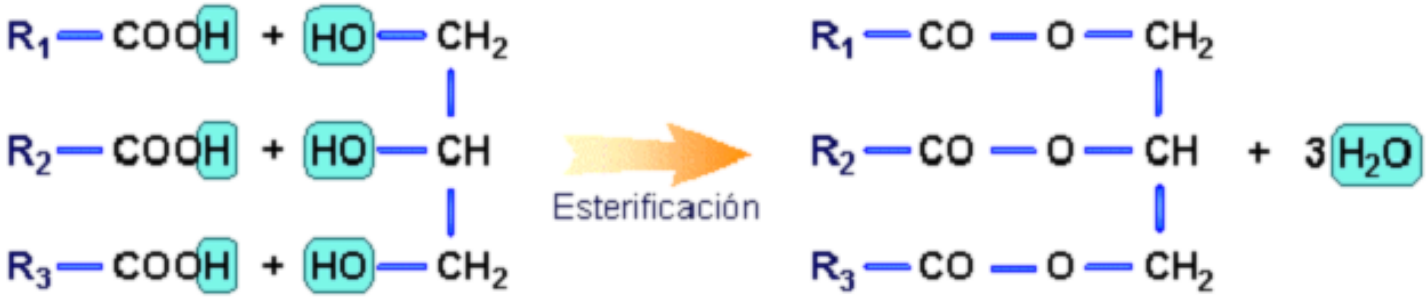
- Cuando se hacen reaccionar con un álcali (una base o hidróxido) se rompen y se obtiene agua y las sales de los ácidos grasos correspondientes, denominados **jabones**, mediante un proceso llamado reacción de **saponificación**.



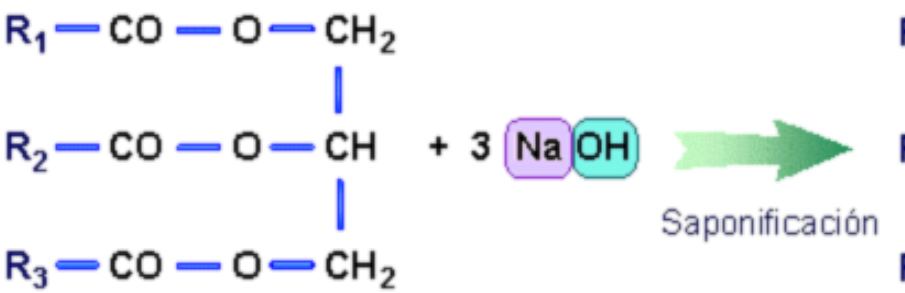
Ácido graso **Hidróxido de sodio (álcali)** **Sal de ácido graso (jabón)** **Agua**

Reacción de saponificación

- La reacción de saponificación es típica de los lípidos saponificables.



Ácidos grasos + Glicerina (alcohol) Triacilglicerol (lípido saponificable)



Triacilglicerol (lípido saponificable) Sales de los ácidos grasos (jabón) + Glicerina (alcohol)

Lípidos saponificables

- **Concepto:** Son ésteres formados por la unión de ácidos grasos y un alcohol.
- **Clasificación**: Según el tipo de alcohol se clasifican en SIMPLES (**grasas** (**acilglicéridos**) y **ceras**) y COMPLEJOS (**glicerolípidos** y **esfingolípidos**).

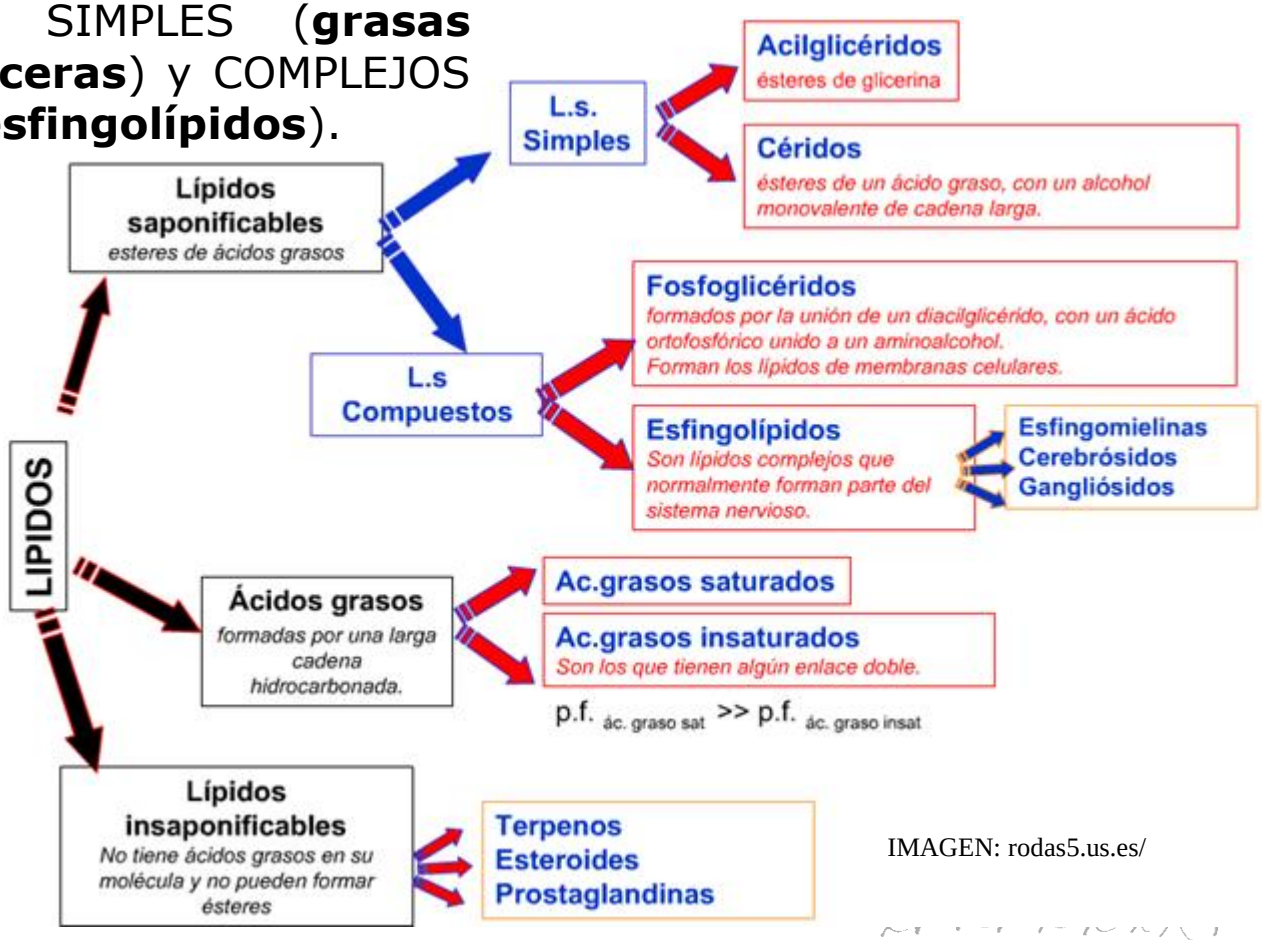
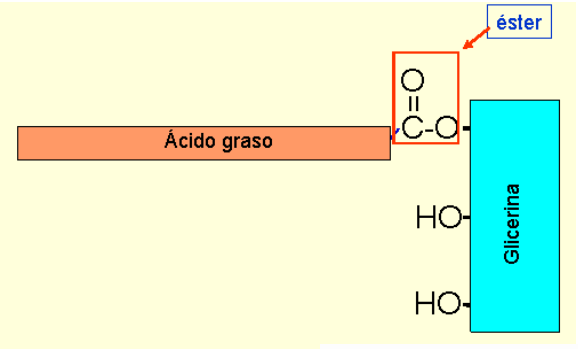
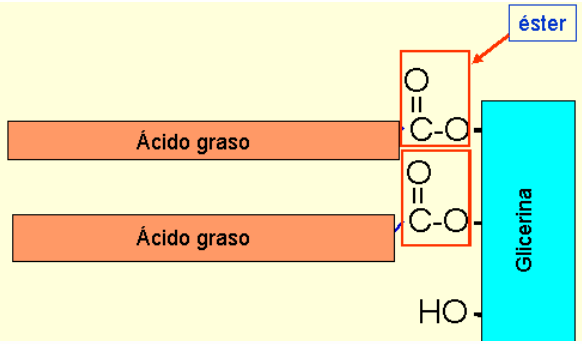


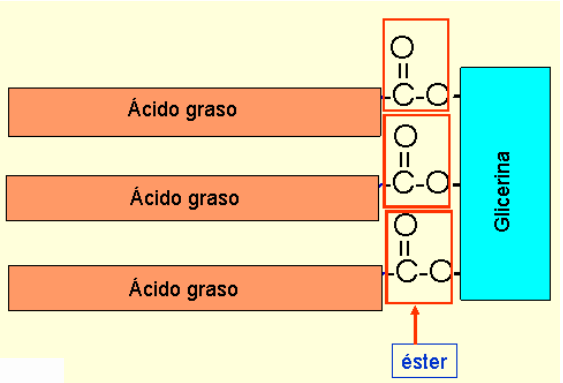
IMAGEN: rodas5.us.es/

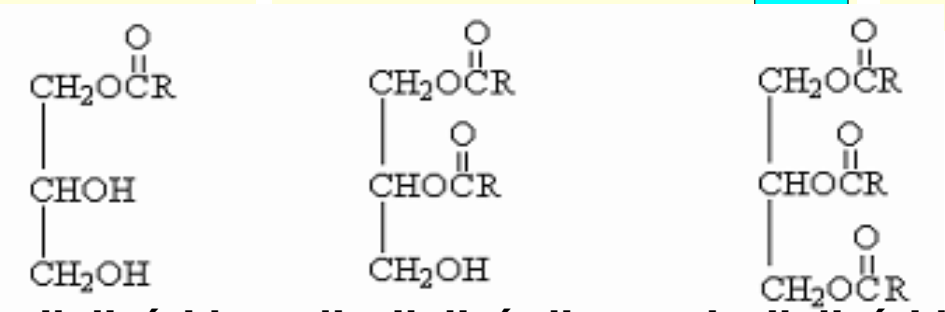
Lípidos saponificables simples: Grasas o acilglicéridos

- **Concepto:** Son moléculas orgánicas, abundantes en todos los organismos vivos, resultantes de la **esterificación de una molécula de glicerol** (propanotriol) **con una, dos o tres moléculas de ácidos grasos** (saturados o insaturados), denominándose monoacilglicéridos, diacilglicéridos o triacilglicéridos (simplemente triglicérido), respectivamente.
- Se les denomina comúnmente **grasas**, ya sean grasas simples, si los tres ácidos grasos son iguales, o grasas mixtas si son distintos.









monoacilglicéridos **diacilglicérdios** **triacilglicéridos**

Lípidos saponificables simples: Grasas o acilglicéridos

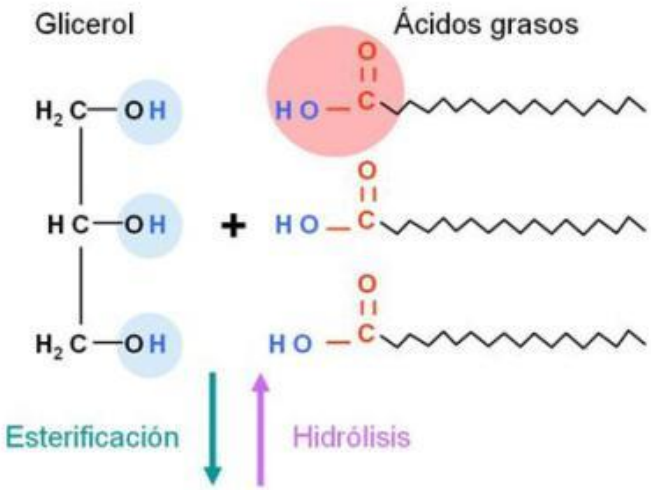
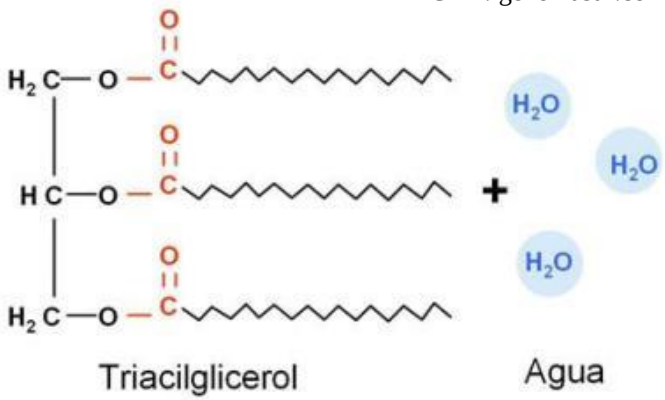


IMAGEN: genomasur.com



- La formación del enlace éster entre el grupo alcohol de la molécula de glicerina (glicerol) y el grupo carboxilo de los ácidos grasos es una **reacción de condensación**, donde se producen de 1 a 3 moléculas de agua en función del número de ácidos grasos esterificados.
- La enzima **lipasa pancreática** cataliza la rotura del enlace éster de los triglicéridos (**reacción de hidrólisis**) en el intestino delgado, liberando ácidos grasos y glicerol.

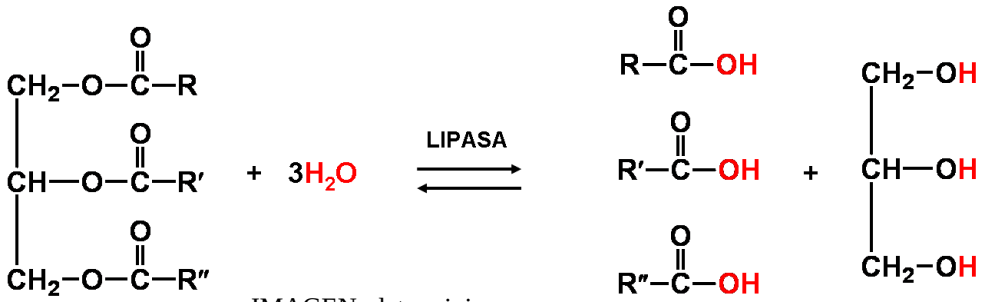
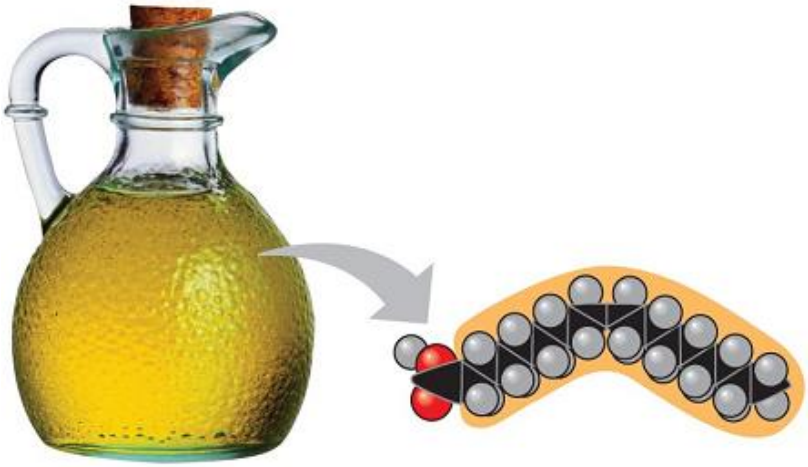
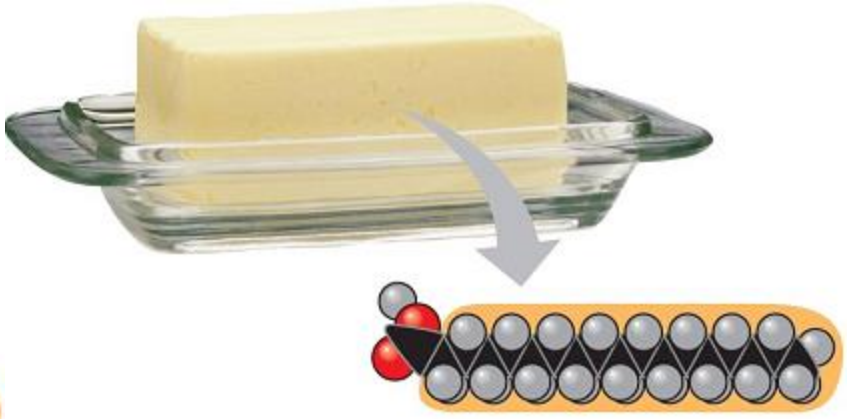


IMAGEN: datuopinion.com

Lípidos saponificables simples: Grasas o acilglicéridos

- La **longitud de la cadena** de los ácidos grasos así como el **número** y la **posición de los dobles enlaces** tienen influencia determinante en el punto de fusión de las grasas.
- Las **grasas sólidas** (sebos y mantecas) contienen ácidos grasos saturados en su molécula por lo que poseen un elevado punto de fusión y son sólidas a temperatura ambiente.
- Las **grasas líquidas** (aceites) contienen ácidos grasos insaturados por lo tienen bajo punto de fusión y son líquidas a temperatura ambiente. Las **semisólidas** (mantequillas y margarinas) se encuentran en un punto intermedio.

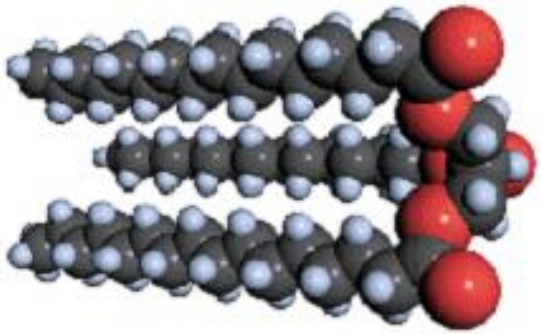




Lípidos saponificables simples: Grasas o acilglicéridos

- **Función**: Los triglicéridos (grasas) representan la forma habitual de almacenar energía en los seres vivos. Se almacenan en las vacuolas de los vegetales y en los adipocitos del tejido adiposo de los animales.

Las grasas en mamíferos se acumulan en adipocitos.



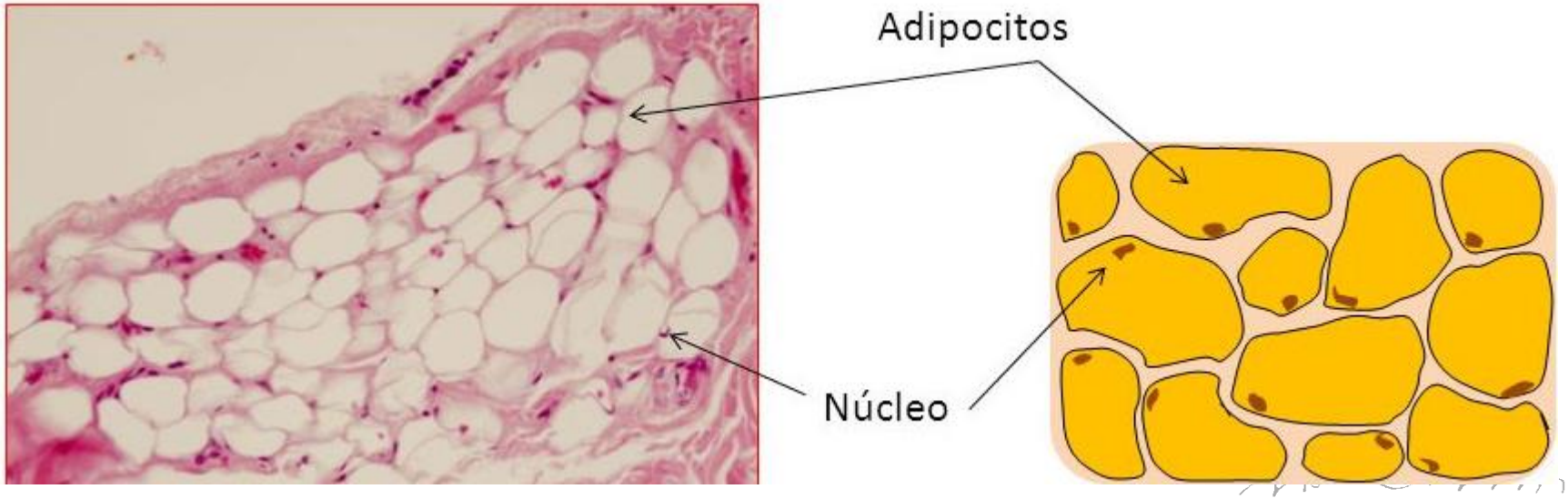
Al perderse los grupos hidroxilo, en la esterificación, los acilglicéridos son moléculas apolares.

- Función de **reserva energética a largo plazo**, ya que **almacenan la máxima cantidad de energía ocupando el mínimo espacio**.
- Las grasas también tienen una **función protectora**, al ser un buen aislante térmico y servir como capa amortiguadora de golpes.

Lípidos saponificables simples: Grasas o acilglicéridos

- Tanto los glúcidos como los lípidos son usados para el almacenamiento de energía en los humanos, sin embargo, **los lípidos son más aptos que los glúcidos para el almacenamiento de energía a largo plazo**.
- Como ya se ha comentado, son las **grasas o triglicéridos,** principalmente, los lípidos usados como reserva energética, los cuáles se localizan en el tejido adiposo bajo la piel y alrededor de algunos órganos, como los riñones.

IMAGEN: images.slideplayer.es



Lípidos saponificables simples: Grasas o acilglicéridos

- Existen **varios motivos por los que se usan los lípidos** en lugar de los glúcidos este almacenamiento a largo plazo de energía:

  1) **La cantidad de energía liberada** en la respiración celular por gramo de lípido (9 kcal/g) **es el doble** que la liberada por gramo de glúcido (4 kcal/g). Es decir, usando lípidos almacenamos el mismo contenido calórico que con glúcidos, pero añadiendo la mitad de masa a la masa corporal.

  Además, los lípidos se almacenan de forma anhidra sin retener agua, debido a su alta apolaridad. Sin embargo, los glúcidos como el glucógeno retienen agua (el doble de su peso). Esto hace que los lípidos sean en realidad **6 veces más eficientes** que los glúcidos en la cantidad de energía que pueden almacenar por gramo de masa corporal.

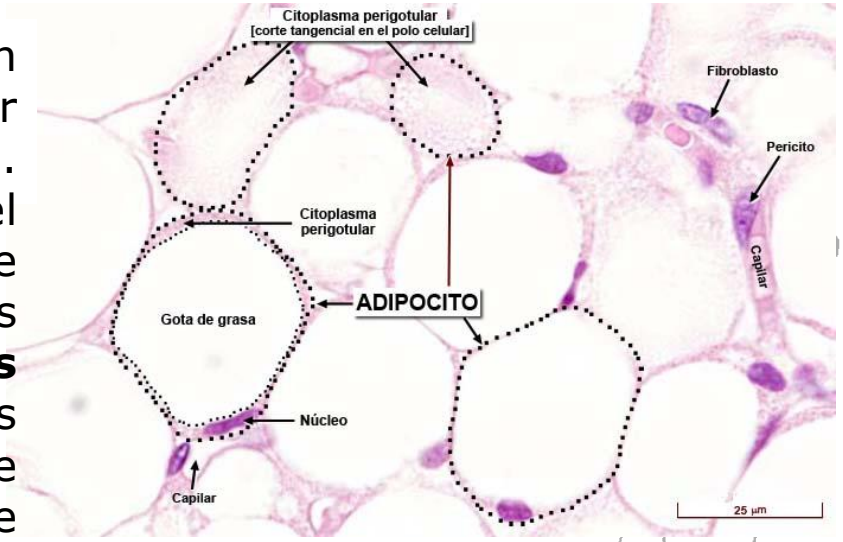


IMAGEN: wzar.unizar.es

Lípidos saponificables simples: Grasas o acilglicéridos

2) El almacenamiento de lípidos tiene **funciones secundarias** que no podrían ser realizadas tan bien por los glúcidos.

Así, debido a que los lípidos son pobres conductores del calor, pueden usarse como **aislantes térmicos**. Esta es la razón por la que mucha de la grasa almacenada se encuentra en el tejido adiposo subcutáneo por debajo de la piel.

IMAGEN: i681.photobucket.com

Además, al no estar la grasa solidificada a la temperatura corporal, puede actuar como **amortiguador de golpes**. Esta es la razón de la presencia de tejido adiposo alrededor de los riñones, páncreas y otros órganos.

Por último, las grasas también pueden representar una **importante reserva de agua**, dado que se produce agua metabólica cuando realizamos la respiración aeróbica de las mismas en las mitocondrias

Lípidos saponificables simples: Grasas o acilglicéridos

- El **glucógeno** almacenado en el hígado y algunos músculos es el carbohidrato usado para el **almacenamiento de energía a corto plazo.**

  Esto es debido a que puede ser rápidamente descompuesto en glucosa, que es transportada en la sangre hasta donde se necesite.

  Las grasas en el tejido adiposo no pueden ser movilizadas tan rápidamente.

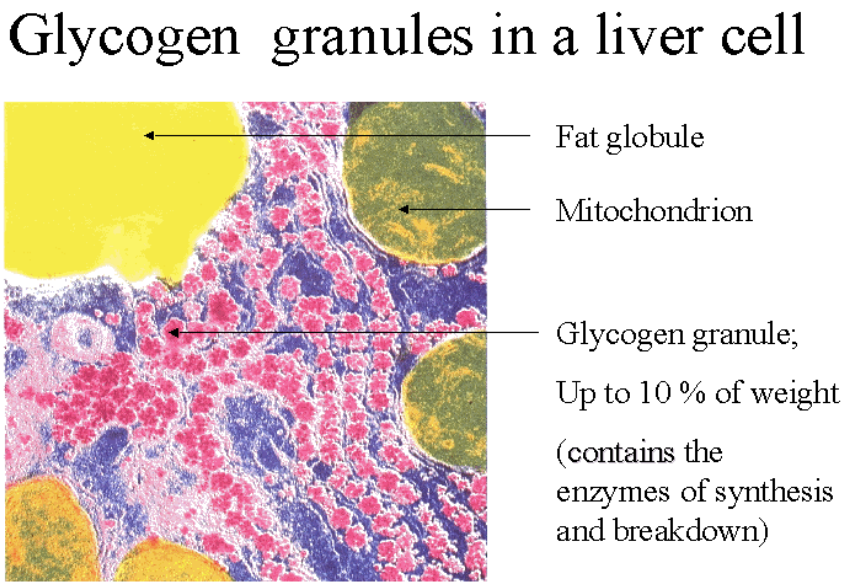
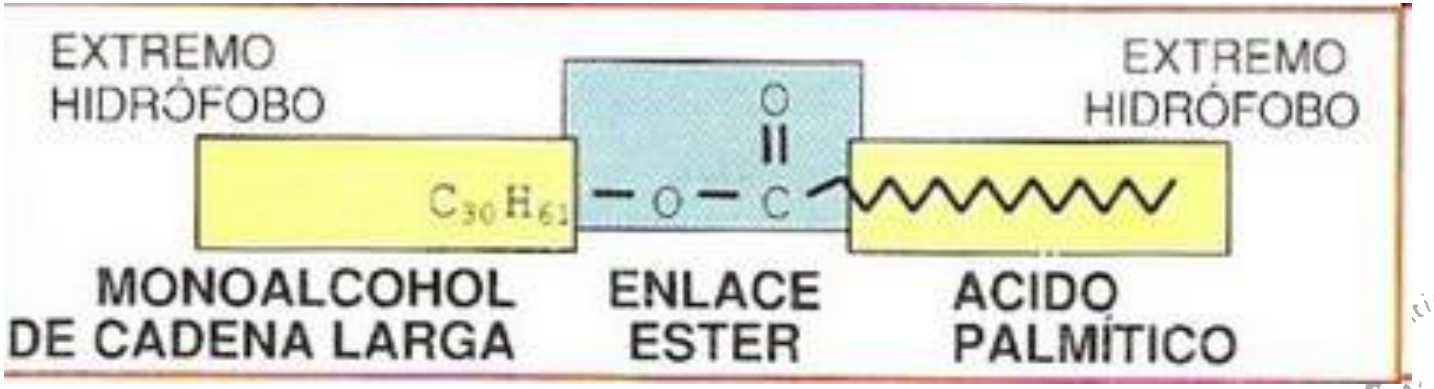


IMAGEN: elu.sgul.ac.uk/

Por ultimo, la glucosa puede ser usada tanto en presencia de oxígeno (respiración celular) como en ausencia del mismo (fermentación láctica), mientras que las grasas solo pueden ser metabolizadas en presencia de O_2.

Lípidos saponificables simples: Ceras

- **Concepto:** Son **ésteres** de **un ácido graso de cadena larga** con un **monoalcohol de cadena larga**.



- Son altamente apolares e hidrófobos, siendo sólidas a temperatura ambiente.
- **Función**: Poseen dos extremos hidrófobos, por lo que su función en los seres vivos es **impermeabilizante** y **protectora**.
- En los animales se encuentran recubriendo la piel, pelo, pluma y exoesquelelto de insectos. En los vegetales forman películas que recubran hojas, flores y frutos. Otros ejemplos son el cerumen humano y las ceras de las abejas.

Lípidos saponificables complejos

- Se llaman complejos porque en su composición entran sustancias lipídicas (ácidos grasos) y otros componentes no lipídicos (alcoholes, glúcidos, ácido fosfórico, etc.)
- Constituyen las **membranas biológicas**.
- Todos ellos son **moléculas anfipáticas** con dos zonas bien diferenciadas:

  - Una región hidrofóbica formada por las cadenas alifáticas de los ácidos grasos que están unidos mediante enlaces éster a un alcohol que puede ser el glicerol o la esfingosina.

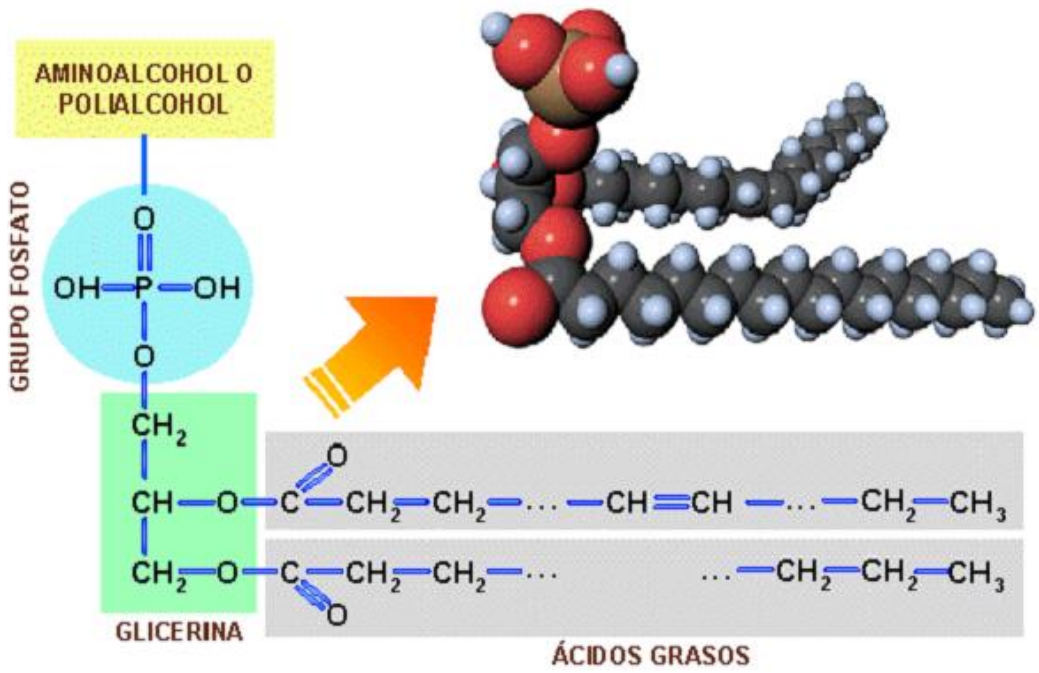
  - Una región hidrófila constituida por el resto de los componentes no lipídicos que están unidos al alcohol.
- Se **clasifican en**:

  - **Glicerolípidos** (destcan los glicerofosfolípidos).

  - **Esfingolípidos** (destacan los esfingofosfolípidos).

Lípidos saponificables complejos: Glicerofosfolípidos

- Forman parte de la mayoría de las membranas celulares.
- Todos derivan del **ácido fosfatídico**, compuesto formado por la esterificación de los alcoholes 1 y 2 de la **glicerina** con dos moléculas de **ácidos grasos**, y de su tercer grupo OH con una molécula de **ácido ortofosfórico**.

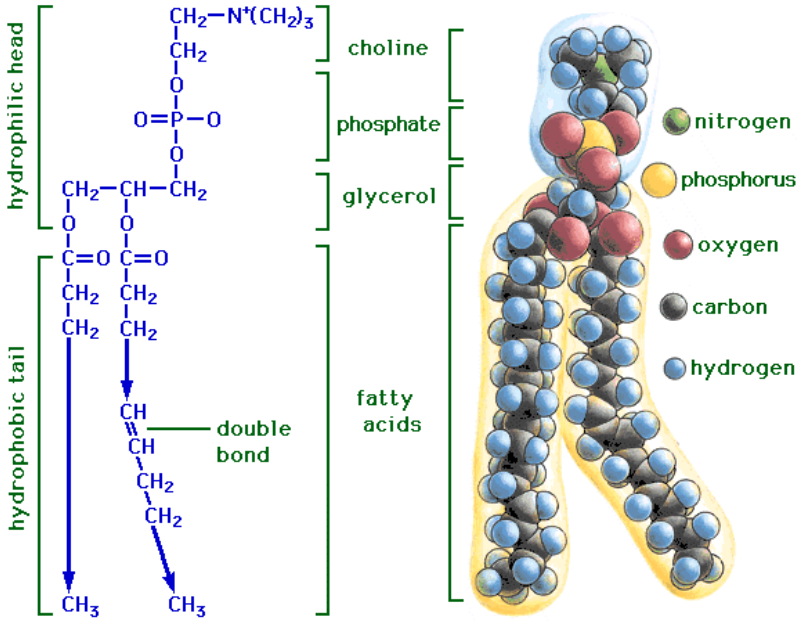


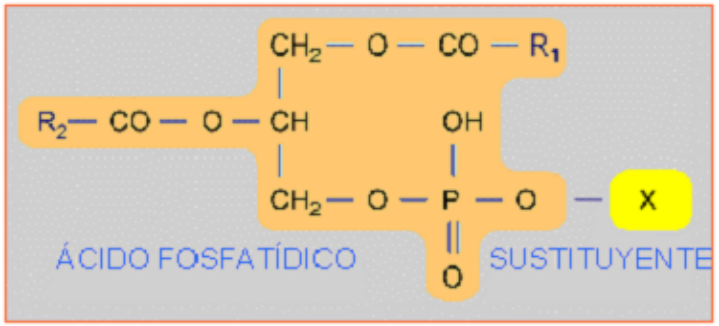
Lípidos saponificables complejos: Glicerofosfolípidos

- Los diferentes fosfolípidos se originan al formar el ortofosfórico otro enlace éster con un aminoalcohol o con un polialcohol. Entre los alcoholes más comunes está la **colina**, que forma los fosfolípidos **LECITINAS**.

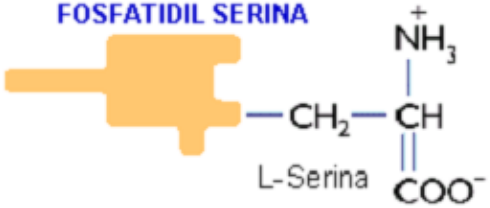
- Los glicerofosfolípidos son moléculas **anfipáticas**, con una zona hidrófila polar (aminoalcohol, grupo fosfato y glicerol) y otra hidrófoba apolar (ácidos grasos).

Animación1

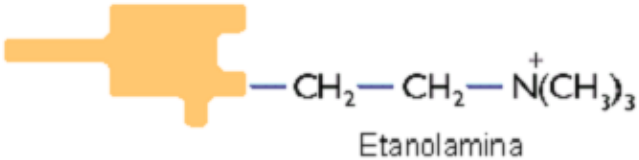




FOSFATIDIL SERINA

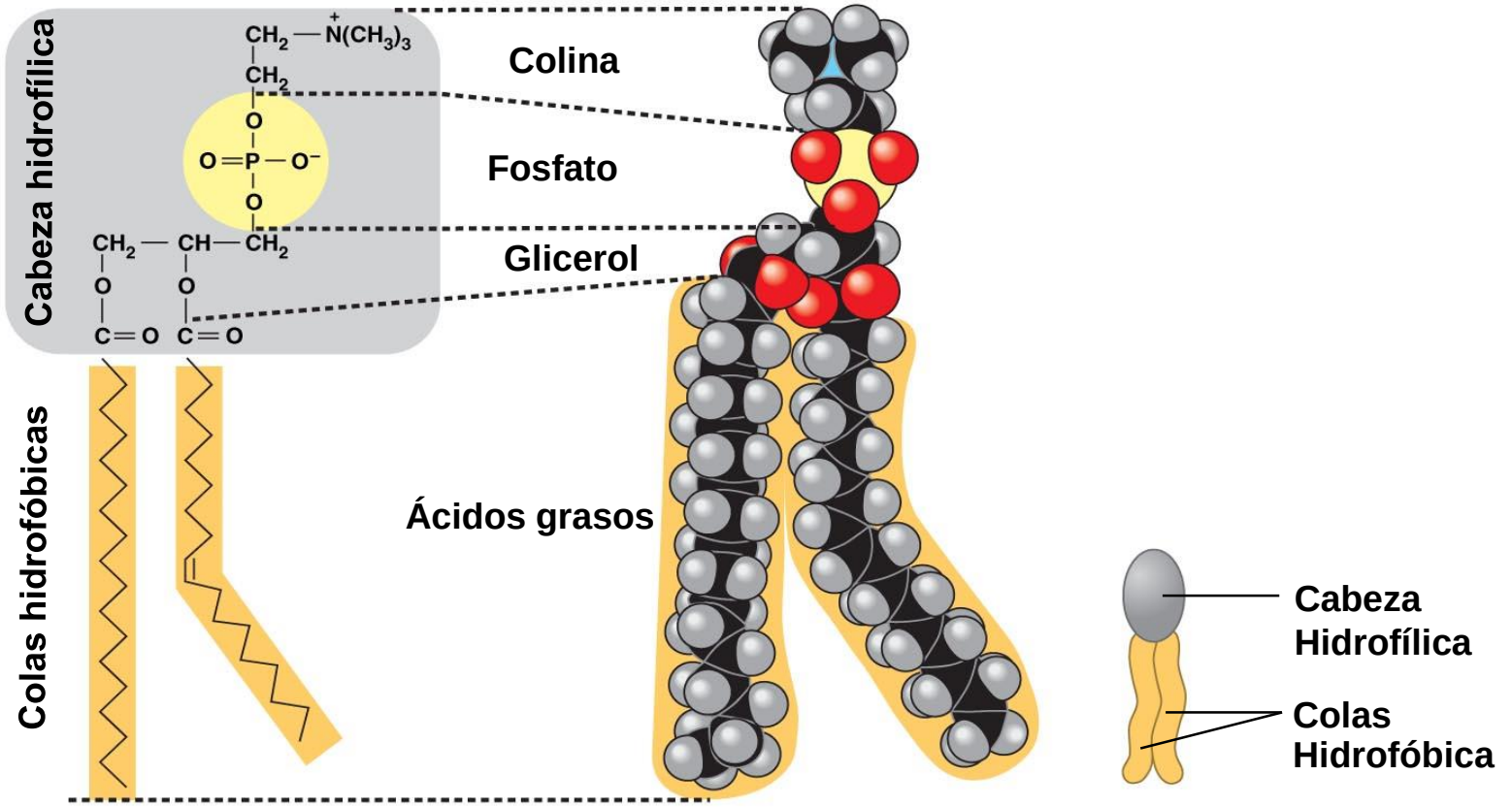


FOSFATIDIL ETANOLAMINA (CEFALINA)



Lípidos saponificables complejos: Glicerofosfolípidos

- Los glicerofosfolípidos se denominan comúnmente **fosfolípidos**.



(a) Fórmula estructural (b) Modelo tridimensional (c) Símbolo fosfolípido

Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

Lípidos saponificables complejos: Glicerofosfolípidos

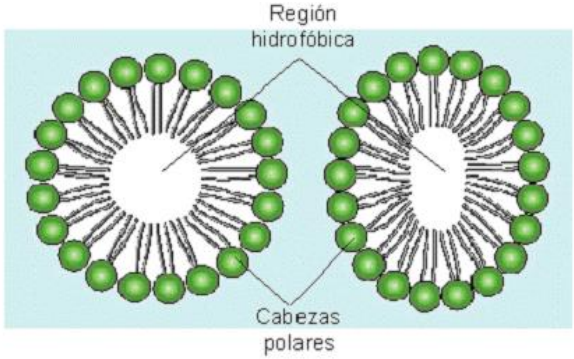
- **Función**: Todos son **componentes estructurales de las membranas biológicas**, como consecuencia del comportamiento que tienen estas moléculas en medios polares acuosos.

- Debido a su naturaleza anfipática, en medio acuoso se colocan de manera que las colas estén lo más protegidas posible del agua, mientras que sus cabezas polares estén en contacto con el agua, para formar puentes de hidrógeno con ella.

MICELAS

En la superficie externa se sitúan las cabezas polares interaccionando con la fase acuosa.

Las colas apolares se sitúan en el interior.



- Se pueden formar **3 tipos de estructuras**: micelas, monocapas y bicapas.

BICAPAS

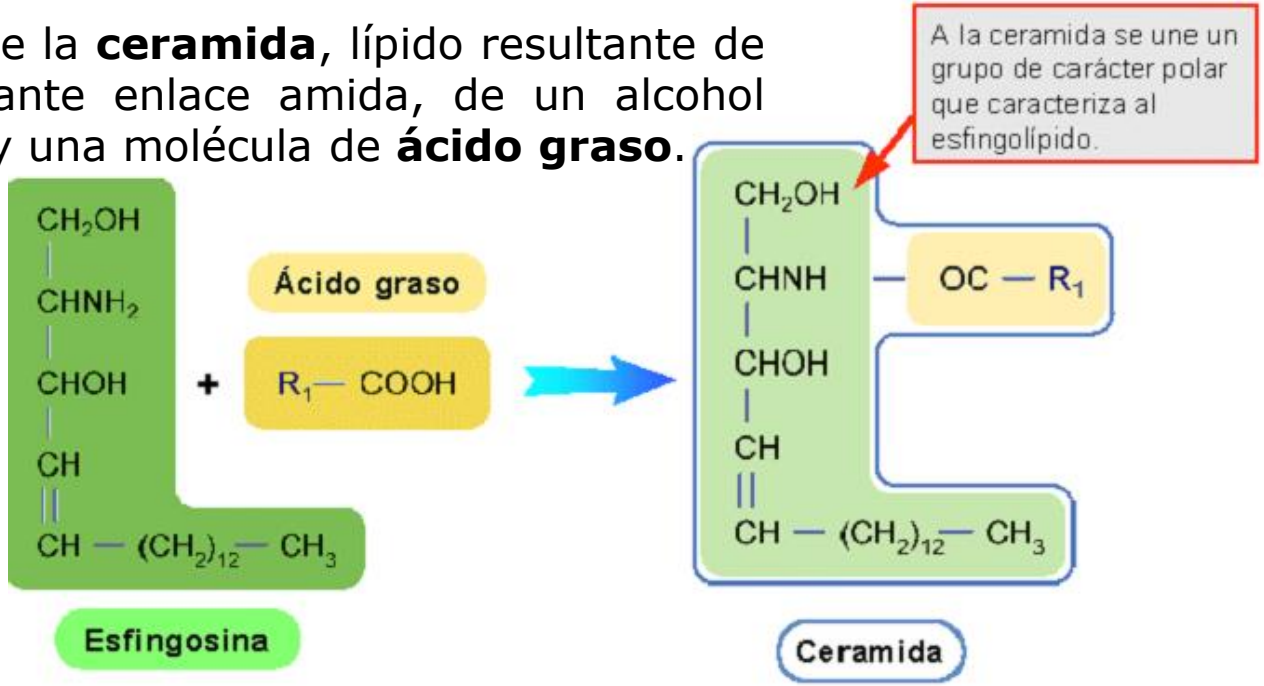
Separan dos medios acuosos.

En el laboratorio se pueden obtener **liposomas** que dejan en el interior un compartimento acuoso.

- Todas las membranas biológicas (plasmática, nuclear, mitocondrial, Golgi, etc.) están formadas por **bicapas de lípidos**.

Lípidos saponificables complejos: Esfingolípidos

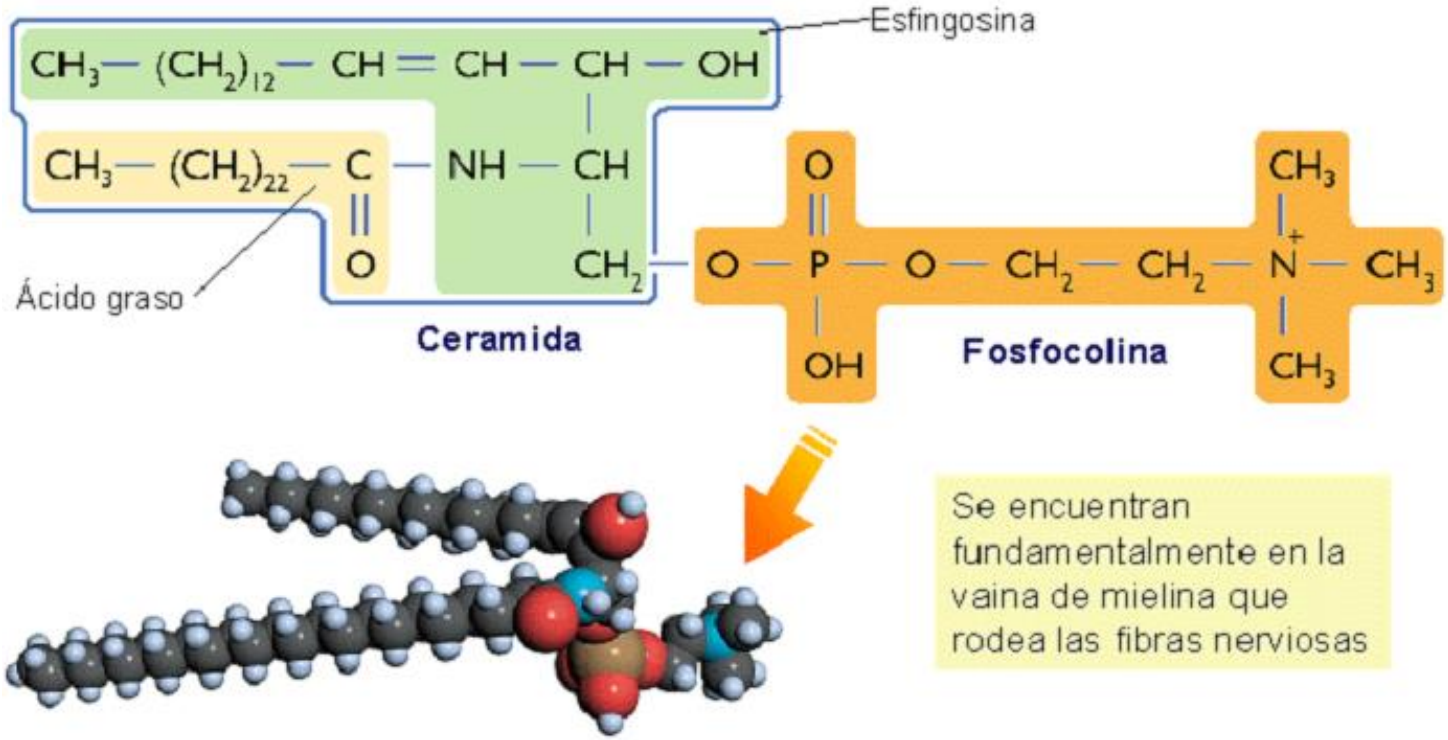
- Aunque los glicerofosfolípidos son los lípidos más abundantes en las membranas celulares, en las de animales y plantas se pueden también encontrar **esfingolípidos**.
- Todos derivan de la **ceramida**, lípido resultante de la unión, mediante enlace amida, de un alcohol (**esfingosina**) y una molécula de **ácido graso**.



- Existen **dos grupos de esfingolípidos**, los esfingofosfolípidos (esfingomielinas) y los esfingoglucolípidos (cerebrósidos y gangliósidos), que se diferencian por el grupo polar que se une a la ceramida.

Lípidos saponificables complejos: Esfingofosfolípidos

- Todos ellos derivan de la **ceramida**, lípido que resulta de la unión entre un aminoalcohol (la esfingosina) y una molécula de ácido graso. Si a la ceramida se le une un ácido fosfórico y la colina o la etanolamina, se originan las **esfingomielinas**, componentes mayoritarios en el tejido nervioso donde forman las **vainas de mielina**.



Lípidos insaponificables

- **Concepto:** Grupo de lípidos que no contienen ácidos grasos (tampoco son ésteres) por lo que no llevan a cabo la reacción de saponificación.
- Se clasifican en **terpenos** (**carotenoides**), **esteroides** y las hormonas locales eicosanoides (**prostaglandinas**).

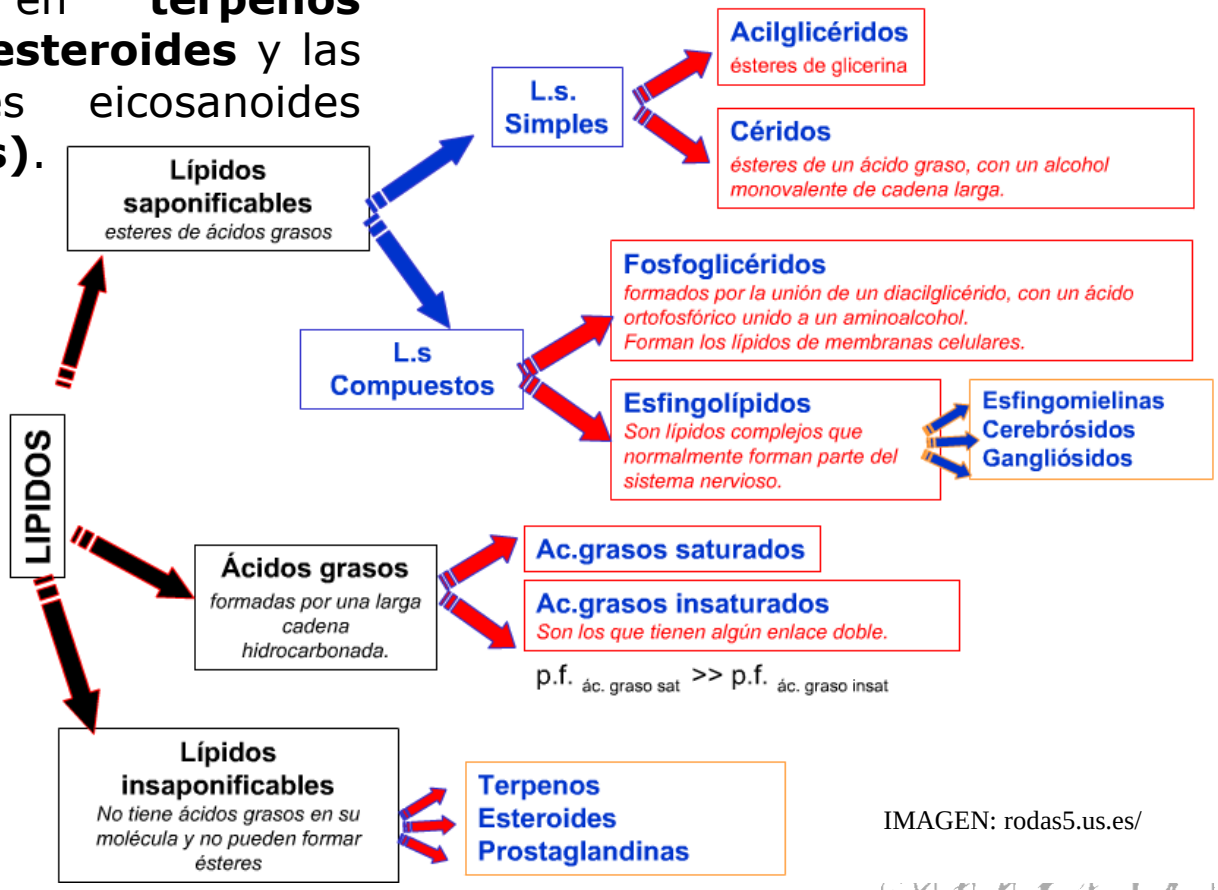
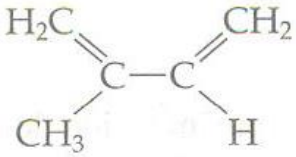


IMAGEN: rodas5.us.es/

Lípidos insaponificables: Terpenos

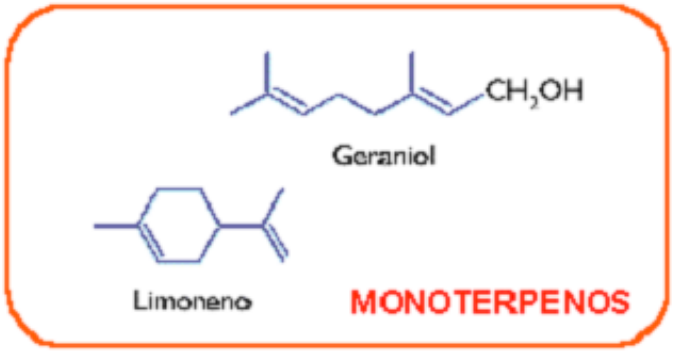
- También denominados isoprenoides, ya que son polímeros de la molécula de 5C **isopreno**, que se encuentra en los vegetales.

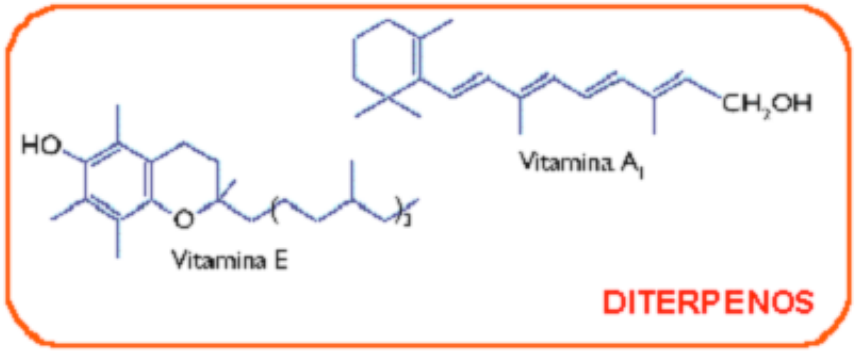


Isopreno

- Se clasifican según el número de moléculas de terperno:

  - **Monoterpenos**: Formados por la unión de 2 isoprenos (10 Carbonos). Forman los aceites esenciales que dan olor y sabor característicos.

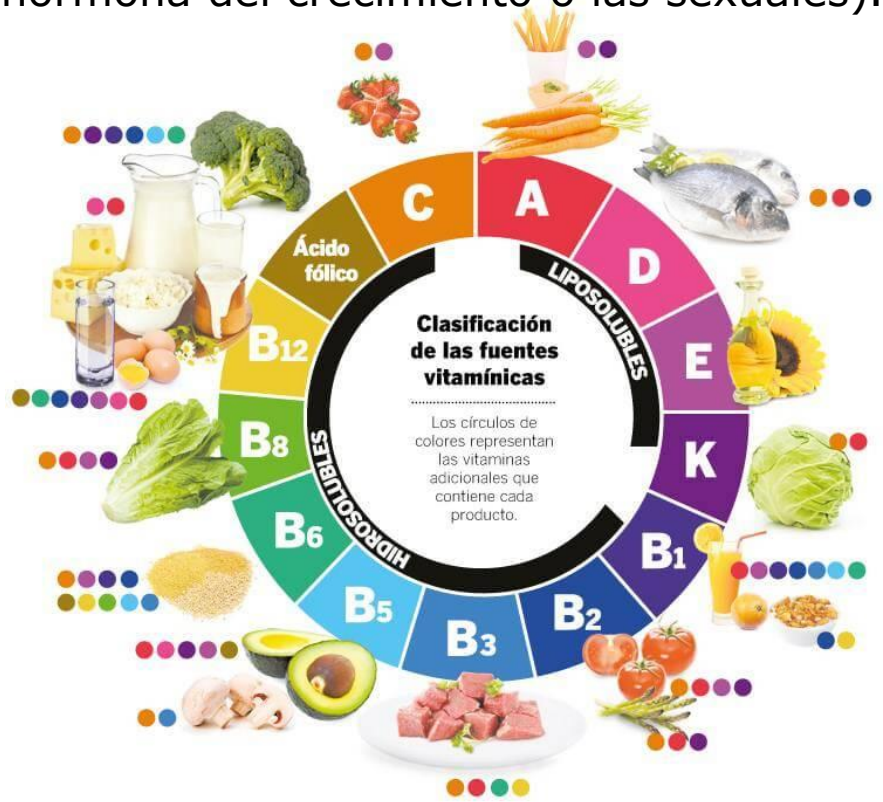




  - **Diterpenos**: Formados por la unión de 4 isoprenos (20C). Destaca el **fitol**, que forma parte de la clorofila. Otros son **vitaminas**, al ser imprescindibles y necesitarse en pequeñas cantidades. Los más importantes son la **vitamina A**, interviene en la visión y mantenimiento de los epitelios; la **vitamina E**, de acción antioxidante y la **vitamina K**, que participa en la coagulación sanguínea.

Vitaminas liposolubles: Lípidos insaponificables tipo terpenos

- Las vitaminas, al igual que la enzimas y las hormonas, son **biocatalizadores**, es decir, catalizadores orgánicos que regulan procesos biológicos en los seres vivos (ya sean muy específicos, como los enzimas, que catalizan reacciones individuales, o como las hormonas, que controlan procesos más generales, como la hormona del crecimiento o las sexuales).
- Las vitaminas son **sustancias orgánicas heterogéneas** (químicamente variables, al contrario que las enzimas, que son proteínas).
- Son **indispensables** para el correcto funcionamiento del metabolismo y **no los sintetiza el organismo** en cuestión, es decir, deben ingerirlas en la dieta.



Vitaminas liposolubles: Lípidos insaponificables tipo terpenos

- **Se necesitan en pequeñas cantidades**. Esto las diferencia de los *compuestos orgánicos esenciales* (como los aminoácidos esenciales o los ácidos grasos esenciales), que se necesitan en mayor cantidad. Algunas vitaminas (B5 y K…) las producen las bacterias intestinales, por lo que se necesitan en menor cantidad todavía.

- Las 13 vitaminas se clasifican según su solubilidad en agua. Las **hidrosolubles** (8 del complejo B y la vitamina C) se disuelven fácilmente en agua y, por lo general, se eliminan fácilmente por la orina, es decir, no se almacenan, por lo que hay que ingerirlas regularmente. Las **liposolubles** (A, D, E y K) no se disuelven en agua y sí en grasas, aceites y otros disolventes orgánicos como benceno.

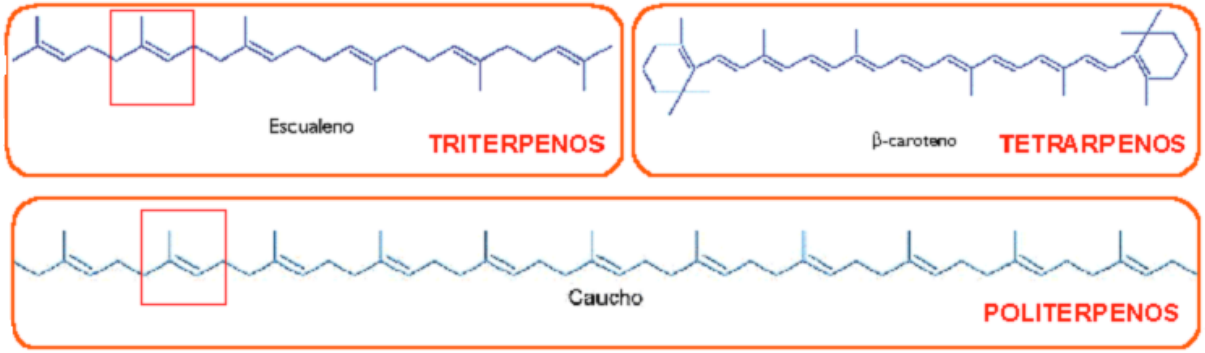
Vitaminas liposolubles: Lípidos insaponificables tipo terpenos

- Las hidrosolubles son todas **coenzimas** o precursores de coenzimas. Las liposolubles, exceptuando la K, no lo son.
- La carencia en la dieta de vitaminas produce **hipovitaminosis** (o **avitaminosis**), que puede originar enfermedades carenciales, como el escorbuto. Su exceso origina **hipervitaminosis**, que puede tener efectos secundarios graves y son más frecuentes en las liposolubles (ya que tienden a acumularse en el organismo).

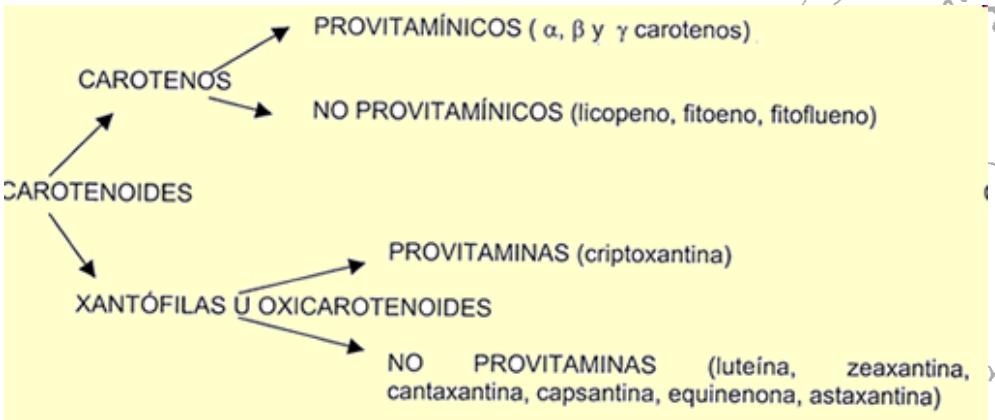
VITAMINA	FUNCIÓN Y AVITAMINOSIS
C **Ácido ascórbico**	Coenzima de algunas peptidasas. Antioxidante. Síntesis de colágeno. Formación de capilares. Aumento de defensas. Funcionamiento de hormonas antiestrés. Escorbuto: encías sangrantes, anemia, infecciones…
B_1 **Tiamina**	Coenzima de descarboxilasas y transferasas. Producción de energía. Beriberi: Fatiga, alteraciones nerviosas
A **Retinol**	Interviene en la visión. Estimula las defensas. Formación de epitelios. Ceguera nocturna. Xeroftalmia (queratinización del epitelio de la conjuntiva del ojo). Su exceso puede producir alteraciones óseas, hemorragias…
D **Calciferoles**	Absorción intestinal del calcio (y metabolización del mismo). Raquitismo en niños (deficiente osificación). En adultos descalcificación y fracturas óseas. Caries severas.
E **Tocoferoles**	Antioxidante. Interviene en la fertilidad. Esterilidad masculina. Oxidación por los radicales libres.
K **Naftoquinonas**	Síntesis de factores de coagulación sanguínea. Hemorragias.

Lípidos insaponificables: Terpenos

- **Triterpenos**: Formados por la unión de 6 isoprenos (30C), como el **escualeno**, precursor del colesterol.



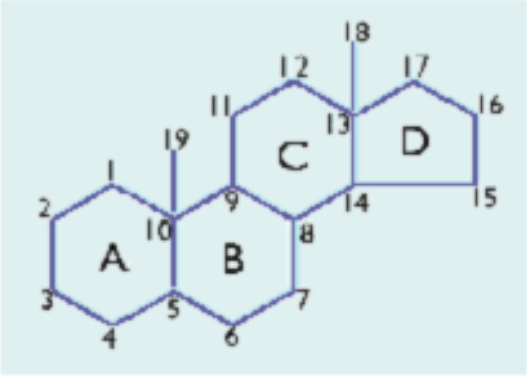
- **Tetraterpenos**: Formados por la unión de 8 isoprenos (40C). Aquí se encuentran los **carotenoides**, que son **pigmentos fotosintéticos** que funcionan como pigmentos antena. Descan los **carotenos** (naranjas), **xantofilas** (amarillos) y **licopenos** (rojos).



Lípidos insaponificables: Esteroides

- Son compuestos policíclicos derivados del ciclopentano-perhidrofenantreno, también llamado **esterano** o **gonano**.

- Se diferencian entre sí por el número, el tipo y la localización de sustituyentes en el gonano, y por la presencia de dobles enlaces en los anillos.



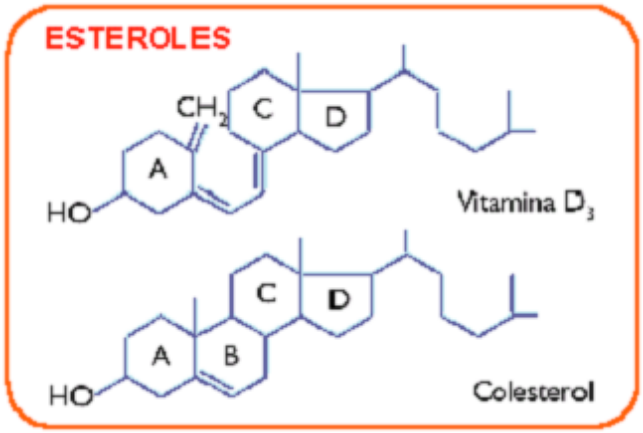
- Entre los esteroides más importantes destacan los **esteroles**, donde el gonano lleva un grupo hidroxilo en el carbono 3. El esterol más importante es el **colesterol**, especialmente importante por:

  * Componente de las **membranas plasmáticas** de células animales donde aporta fluidez.

  * De él derivan los **ácidos biliares**, cuyas sales emulsionan las grasas en la digestión.

  * También deriva de él la **provitamina D**, que puede convertirse en vitamina D al tomar el sol, y es indispensable para la absorción de calcio.

  * Las **hormonas sexuales** (testosterona, estrógeno y progesterona) y las de la **corteza suprarrenal** (cortisona y aldosterona) también derivan de él.

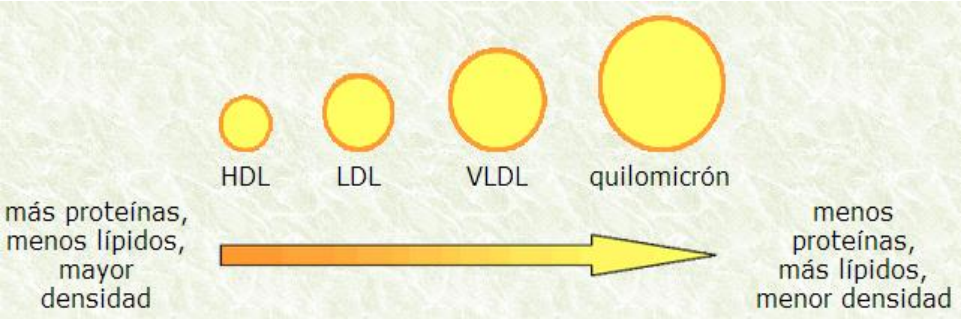


Lípidos insaponificables: Esteroides

- El colesterol es muy insoluble en el agua del plasma sanguíneo, por lo que necesita ser transpotado por un tipo de proteínas, las liproteínas, que se clasifican en función de su densidad:

  - **Quilomicrones**: son lipoproteínas grandes con densidad extremadamente baja que transportan los lípidos de la dieta desde el intestino a los tejidos.

  - **Lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL)**: se sintetizan en el hígado y transportan lípidos a los tejidos.



  - **Lipoproteínas de baja densidad (LDL)**, transportan colesterol desde el hígado a los tejidos donde hay receptores de LDL. Cuando hay un exceso de ellas liberan el colesterol (y otros lípidos) que se depositan en las paredes arteriales y forman placas o ateromas, provocando coágulos.

  - **Lipoproteínas de alta densidad (HDL)**, también se producen en el hígado y eliminan de las células el exceso de colesterol llevándolo al hígado, único órgano que puede desprenderse de éste convirtiéndolo en ácidos biliares.

Resumen de funciones biológicas de los lípidos

1. Función energética. El 40% de las calorías totales proceden de las grasas. Además, los hidratos de carbono que no se necesitan se transforman en grasas y se almacenan como tales en los adipocitos. Cuando estas grasas se necesitan se hidrolizan en glicerina y ácidos grasos. La glicerina, se transforma enzimáticamente en gliceraldehído, metabolito de la glucólisis, por lo que puede incorporarse directamente a la respiración (aeróbica o anaeróbica). Por otro lado, los ácidos grasos, mediante la **beta-oxidación**, se rompen en acético que entra en el **ciclo de Krebs** en la respiración aeróbica.

2. Función estructural. Debido a su carácter anfipático, muchos lípidos **forman parte de las membranas biológicas**, y se colocan formando **bicapas**. De esta manera separan distintos compartimentos acuosos dentro de las propias células, así como a la célula del medio externo.

3. Función vitamínica. Existen muchos lípidos con esta función, como las vitaminas liposolubles A, E, K y D.

4. Función hormonal. Hormonas sexuales, suprarrenales y prostaglandinas.

5. Aislente térmico. Las ceras forman una capa protectora e impermeabilizante sobre muchas estructuras biológicas.

Resumen de funciones biológicas de los lípidos

	TIPO	NATURALEZA QUÍMICA	FUNCIÓN
	ÁCIDOS GRASOS	*Ácidos orgánicos monocarboxílicos saturados o insaturados.*	*Precursores de otros lípidos.*
SAPONIFICABLES	ACILGLICÉRIDOS	*Glicerina esterificada con uno, dos o tres ácidos grasos.*	*Reserva energética y aislante.*
SAPONIFICABLES	CERAS	*Ésteres de un ácido graso y un monoalcohol ambos de cadena larga.*	*Protección y revestimiento.*
SAPONIFICABLES	FOSFOLÍPIDOS	*Glicerina esterificada con un grupo fosfato, unido a su vez a un aminoalcohol o polialcohol y dos ácidos grasos.*	*Formación de membranas biológicas.*
SAPONIFICABLES	ESFINGOLÍPIDOS	*Una ceramida unida a un grupo polar.*	*Membranas biológicas, especialmente en el sistema nervioso.*
INSAPONIFICABLES	TERPENOS	*Derivados de la polimerización del isopreno.*	*Pigmentos y vitaminas.*
INSAPONIFICABLES	ESTEROIDES	*Derivados del ciclopentanoperhidrofenantreno.*	*Vitaminas, hormonas y ácidos biliares*
INSAPONIFICABLES	PROSTAGLANDINAS	*Derivados de fosfolípidos con ácidos grasos poliinsaturados.*	*Muy diversas.*