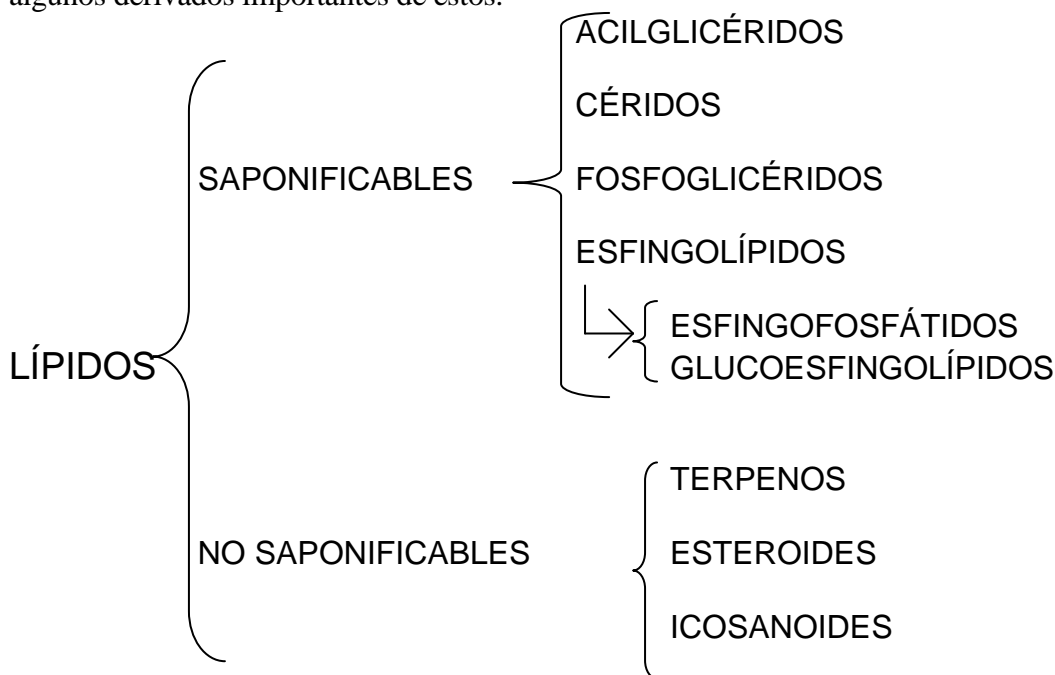


TEMA 6: LÍPIDOS.

1.-CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN.

Así como para otras biomoléculas resulta fácil establecer una definición desde el punto de vista químico, en el caso de los lípidos esta tarea entraña una mayor dificultad, ya que constituyen un grupo de sustancias químicamente muy heterogéneo que no se caracteriza, como otras biomoléculas, por la posesión de un determinado conjunto de grupos funcionales. Por ello, resulta mucho más conveniente identificarlos sobre la base de una de sus propiedades físicas: su mayor o menor solubilidad en distintos tipos de disolventes. Así, se considera que **los lípidos son un grupo de biomoléculas que se caracterizan por ser poco o nada solubles en agua y, por el contrario, muy solubles en disolventes orgánicos no polares.** Aunque químicamente heterogéneos, todos presenten un denominador común estructural: la totalidad, o al menos una parte significativa, de su molécula es de naturaleza hidrocarbonada, y por lo tanto apolar. Este rasgo estructural común es el responsable de su insolubilidad en agua y de su solubilidad en disolventes no polares. Los lípidos desempeñan en las células vivas una gran variedad de funciones, entre las que destacan las de carácter energético y estructural.

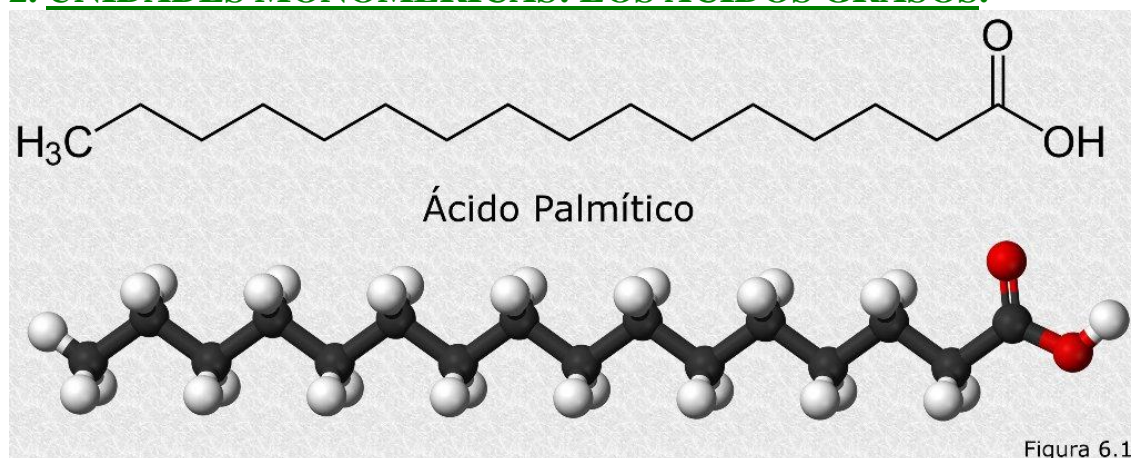
La clasificación de los lípidos también resulta problemática, dadas las características químicas tan diversas que poseen. Adoptaremos una de las más comunes, que divide a los lípidos en dos grandes categorías: lípidos saponificables, que contienen ácidos grasos unidos a algún otro componente, generalmente mediante un enlace tipo éster, y lípidos no saponificables, que no contienen ácidos grasos, aunque también incluyen algunos derivados importantes de éstos.



Aunque la mayoría de los lípidos tienen pesos moleculares relativamente bajos, se suelen incluir, de una manera un tanto arbitraria, entre las macromoléculas. Debemos recordar que las macromoléculas están formadas por unidades monoméricas relativamente simples llamadas sillares estructurales. Las unidades monoméricas o sillares estructurales que con más frecuencia aparecen formando parte de los lípidos, aunque no están presentes en todos ellos, son los **ácidos grasos**. En la anterior clasificación no se han incluido los

ácidos grasos, ya que éstos apenas se encuentran en la naturaleza en estado libre, sino formando parte de distintos tipos de lípidos.

2. UNIDADES MONOMÉRICAS: LOS ÁCIDOS GRASOS.



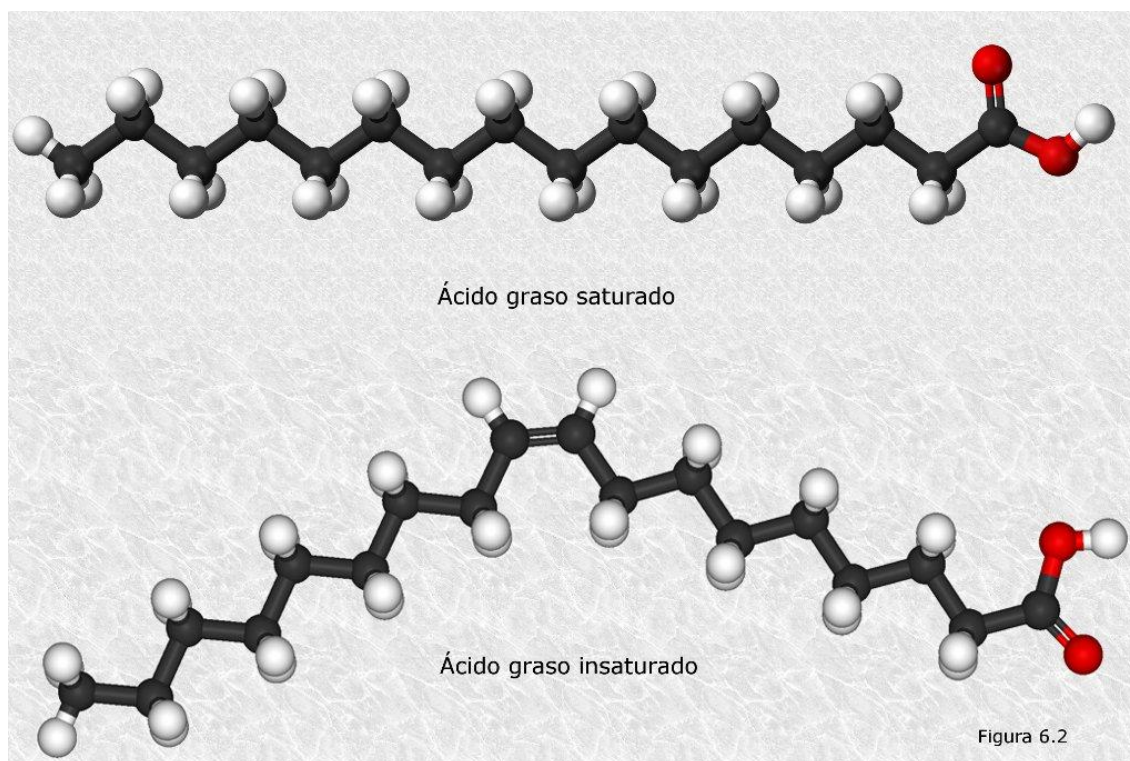
Los ácidos grasos son compuestos orgánicos que poseen un grupo funcional **carboxilo** y una **cadena hidrocarbonada larga** que puede tener entre 4 y 36 átomos de carbono (Figura 6.1). La mayoría de los ácidos grasos naturales tiene un número par de átomos de carbono que oscila entre 12 y 24, siendo especialmente abundantes los de 16 y 18. El predominio de los ácidos grasos con número par de átomos de carbono se debe a que estos compuestos se sintetizan en las células a partir de unidades de dos carbonos. En la Tabla 6.1 aparecen los ácidos grasos naturales más importantes.

Nombre trivial	Nº de átomos de carbono	Estructura	Punto de fusión
		<i>Ácidos grasos saturados</i>	°C
Ácido láurico	12	CH ₃ -(CH ₂) ₁₀ -COOH	44,2
Ácido mirístico	14	CH ₃ -(CH ₂) ₁₂ -COOH	54,0
Ácido palmítico	16	CH ₃ -(CH ₂) ₁₄ -COOH	63,0
Ácido esteárico	18	CH ₃ -(CH ₂) ₁₆ -COOH	69,6
Ácido araquídico	20	CH ₃ -(CH ₂) ₁₈ -COOH	76,5
Ácido lignocérico	24	CH ₃ -(CH ₂) ₂₂ -COOH	86,0
		<i>Ácidos grasos insaturados</i>	°C
Ácido palmitoleico	16	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH=CH-(CH ₂) ₇ -COOH	-0,5
Ácido oleico	18	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH=CH-(CH ₂) ₇ -COOH	13,4
Ácido linoleico	18	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-(CH ₂) ₇ -COOH	-3,0
Ácido linolénico	18	CH ₃ -CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-(CH ₂) ₇ -COOH	-11,0
Ácido araquidónico	20	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-(CH ₂) ₃ -COOH	-49,5

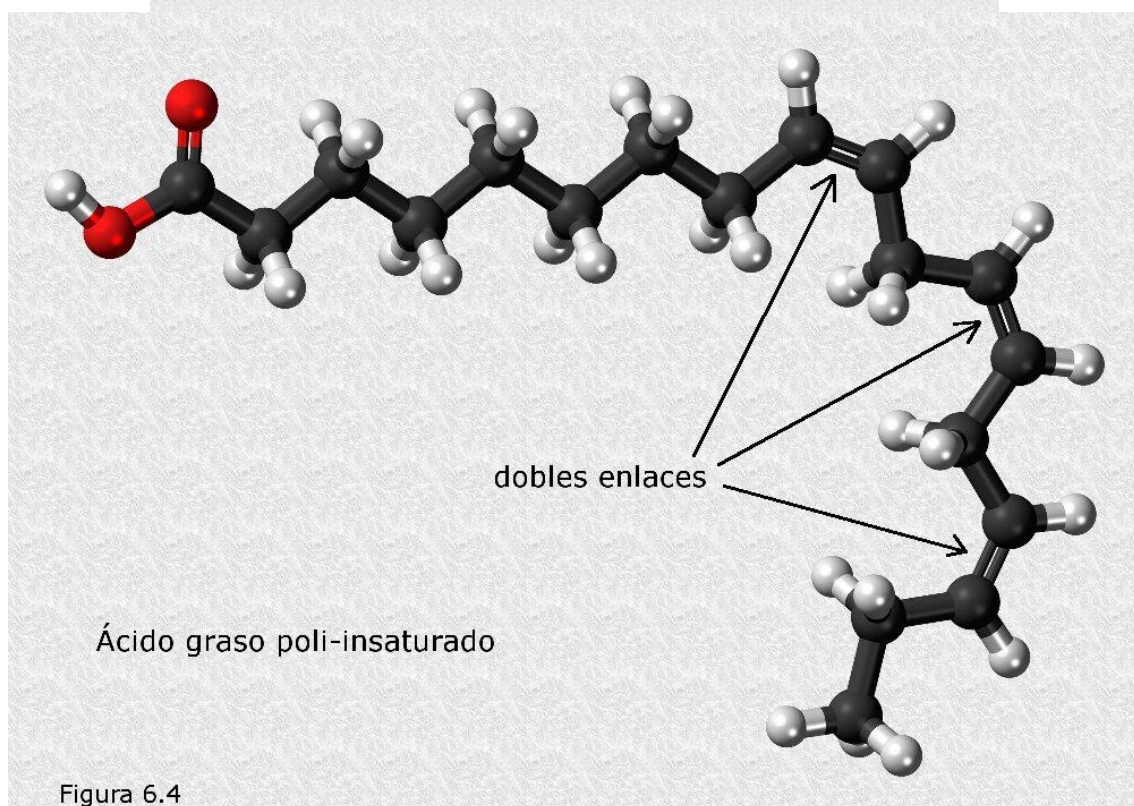
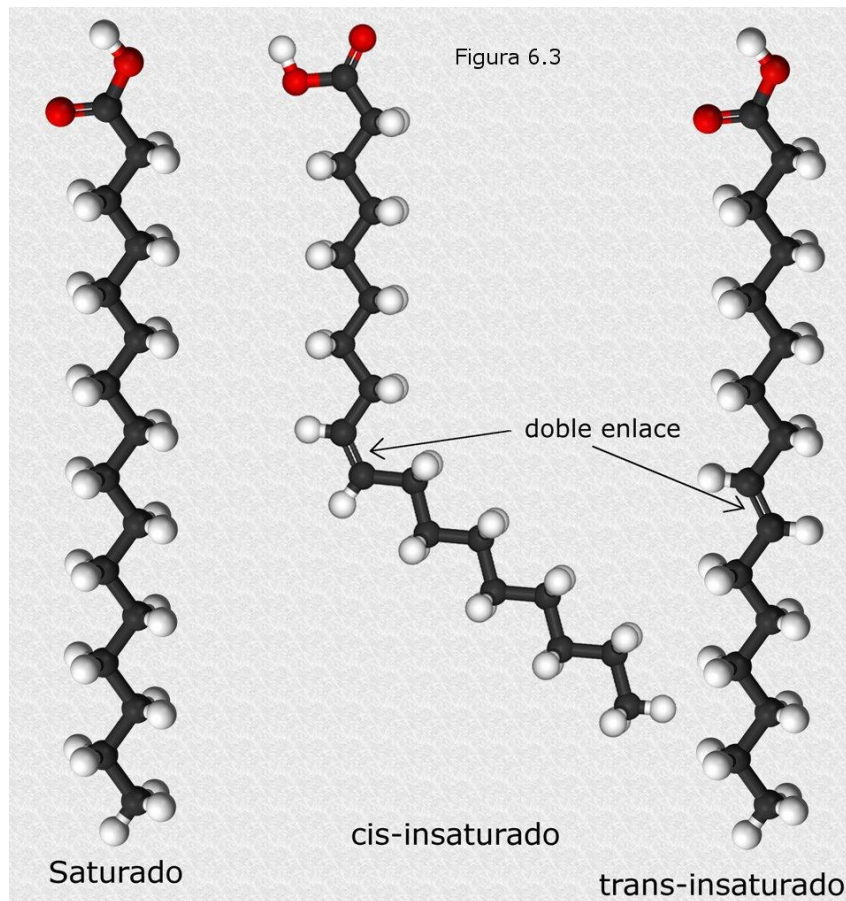
Tabla 6.1

Existen dos tipos principales de ácidos grasos: los **saturados**, que no poseen dobles enlaces, y los **insaturados**, que poseen uno o más dobles enlaces a lo largo de su cadena hidrocarbonada (Figura 6.2). Entre los insaturados los más abundantes son monoinsaturados, con un solo doble enlace entre los carbonos 9 y 10. Los ácidos grasos poliinsaturados suelen tener un doble enlace entre los carbonos 9 y 10 y los dobles enlaces

adicionales situados entre éste y el extremo metilo terminal de la cadena hidrocarbonada. La existencia de dobles enlaces implica la existencia de isómeros geométricos (*cis-trans*) según sea la disposición de los sustituyentes a ambos lados del doble enlace. La mayoría de los ácidos grasos insaturados que existen en la naturaleza presentan configuración *cis*.



La geometría tetraédrica de los orbitales del carbono determina que las cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos adopten una característica disposición en *zig-zag* tal y como se aprecia en la Figura 6.2. Sin embargo, los ácidos grasos saturados e insaturados difieren significativamente en cuanto a la disposición espacial de sus cadenas hidrocarbonadas. En los saturados, aunque la libre rotación de los sustituyentes alrededor de los enlaces sencillos proporciona una gran flexibilidad a la cadena, la conformación más estable es aquella en la que dicha cadena se encuentra lo más extendida posible, minimizando así las interacciones repulsivas entre átomos vecinos (Figura 6.2). En los insaturados, por otra parte, la tendencia de la cadena hidrocarbonada a adoptar la conformación más extendida se ve limitada por la rigidez de los dobles enlaces, que impide que los distintos sustituyentes de los carbonos implicados en ellos puedan rotar a su alrededor. Esto determina la aparición de cambios de orientación en la dirección de la cadena hidrocarbonada de los ácidos grasos insaturados, no pudiendo adoptar ésta una conformación totalmente extendida. En concreto, en los ácidos grasos *cis*-monoinsaturados, que son los más abundantes, la cadena presenta dos tramos rectilíneos, separados por un doble enlace, que forman entre sí un ángulo de unos 120° (Figura 6.2). Los poliinsaturados presentan estructuras complejas con varios tramos rectilíneos separados por dobles enlaces (Figura 6.4). Los dobles enlaces *trans* (muy raros en la naturaleza) apenas determinan una ligera sinuosidad en la cadena sin que ello suponga un cambio significativo en la orientación de la misma: los ácidos grasos *trans*-insaturados presentan conformaciones espaciales muy similares a las de los saturados (Figura 6.3). Estas diferencias en cuanto a la conformación espacial de los distintos tipos de ácidos grasos influyen considerablemente en sus propiedades físicas y tienen notables implicaciones biológicas.



Las propiedades físicas de los ácidos grasos vienen determinadas en gran medida por la longitud y grado de insaturación de su cadena hidrocarbonada. Entre estas propiedades cabe destacar, por su importancia biológica, dos de ellas:

1) **Punto de fusión.**- El punto de fusión de los ácidos grasos aumenta

gradualmente con la longitud de su cadena hidrocarbonada (Tabla 6.1). Cuando los ácidos grasos se solidifican sus moléculas se empaquetan formando un retículo regular en el que cada una de ellas se encuentra unida a sus vecinas mediante interacciones de *Van der Waals* entre las respectivas cadenas hidrocarbonadas. Cuanto más largas sean dichas cadenas mayor será el número de interacciones que se podrán establecer entre ellas y, por lo tanto, más cantidad de energía térmica habrá que emplear para romperlas y pasar así del estado sólido al estado líquido, es decir, mayor será el punto de fusión.

Los ácidos grasos saturados tienen puntos de fusión significativamente mayores que los insaturados de igual número de átomos de carbono (ver Tabla 6.1). Esto se debe a que la conformación extendida de los ácidos grasos saturados permite que sus moléculas se empaqueten muy estrechamente estableciéndose interacciones de *Van der Waals* todo a lo largo de sus cadenas hidrocarbonadas; por el contrario, los cambios de orientación existentes en las cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos insaturados impiden que sus moléculas se empaqueten tan estrechamente dificultando la formación de interacciones de *Van der Waals*. Así, al existir entre las cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos saturados un mayor número de interacciones de *Van der Waals*, la energía térmica necesaria para romper estas interacciones es mayor, lo que se traduce en un mayor punto de fusión.

El punto de fusión de los ácidos grasos determina el de los lípidos que los contienen. Es muy importante que determinadas estructuras lipídicas, como las membranas celulares, permanezcan fluidas, y por ello los distintos tipos de organismos deben regular la composición en ácidos grasos de sus lípidos constituyentes. Así, en los vegetales y los animales poiquilotermos, que no mantienen una temperatura corporal constante, abundan los ácidos grasos insaturados, que tienen un punto de fusión bajo, mientras que los animales homeotermos, que mantienen una temperatura corporal constante y elevada, pueden recurrir en mayor medida a los ácidos grasos saturados sin correr el riesgo de que sus membranas "cristalicen" cuando la temperatura exterior es muy baja.

2) Comportamiento en disolución.- Los ácidos grasos son **sustancias anfipáticas**: el grupo carboxilo, que a pH 7 se encuentra ionizado, es netamente polar, mientras que la cadena hidrocarbonada es totalmente no polar. Por lo tanto, en medio acuoso los ácidos grasos tenderán a formar **micelas** y otras estructuras afines.

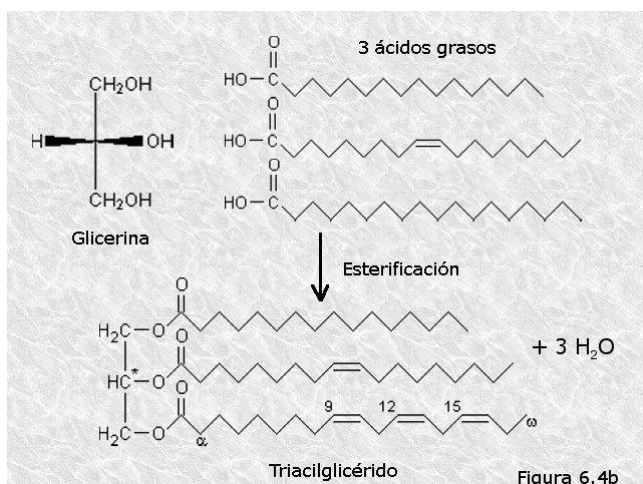


Figura 6.4b

3.-ACILGLICÉRIDOS.

Los **acilglicéridos** son ésteres de la **glicerina**, un polialcohol de tres átomos de carbono, con los ácidos grasos (Figura 6.4b). La glicerina (o glicerol) puede considerarse como un azúcar-alcohol que deriva biológicamente de la dihidroxiacetona (una cetotriosa); sus tres grupos hidroxilo pueden reaccionar con uno, con dos o con tres ácidos grasos para dar lugar respectivamente a los **monoacilglicéridos**, **diacilglicéridos**

y **triacilglicéridos**. Los mono~ y diacilglicéridos sólo aparecen en la naturaleza en pequeñas cantidades, generalmente como productos intermedios de la síntesis o

degradación de los triacilglicéridos, que son mucho más abundantes y de mayor importancia biológica por lo que en lo sucesivo nos referiremos exclusivamente a ellos. Los triacilglicéridos se denominan también triacilglicerole; la denominación *triglicéridos*, mucho más popular, es químicamente incorrecta, por lo que no se recomienda su uso.

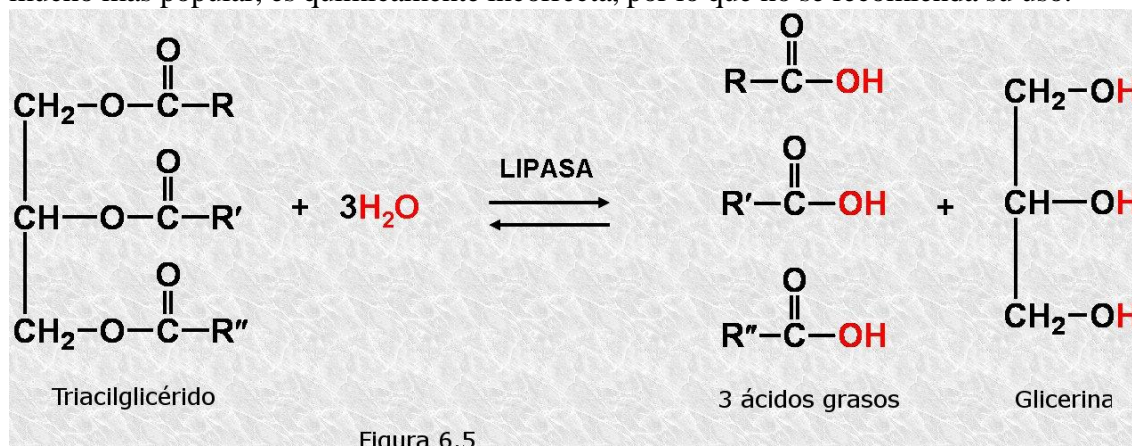


Figura 6.5

Cuando la glicerina reacciona con tres ácidos grasos para dar lugar a un triacilglicérido (ver Figura 6.4b) se liberan tres moléculas de agua. Esta reacción de *esterificación* es reversible en determinadas condiciones, es decir, los triacilglicéridos pueden sufrir *hidrólisis* cuando reaccionan con el agua para rendir de nuevo la glicerina y los ácidos grasos libres, tal y como sucede durante la digestión de las grasas en el intestino delgado por acción de la *lipasa pancreática* (Figura 6.5). Por otra parte, los triacilglicéridos pueden sufrir *saponificación* cuando reaccionan con álcalis como el hidróxido sódico para dar lugar a la glicerina libre y a las correspondientes sales sódicas de los ácidos grasos que se conocen con el nombre de jabones (Figura 6.6). Esta reacción no es exclusiva de los triacilglicéridos, sino que la sufren en general todos los lípidos que contienen ácidos grasos unidos, mediante enlace éster o similar, a otro componente; por ello, el carácter saponificable o no de los distintos tipos de lípidos se utiliza como criterio para clasificarlos. La reacción de saponificación se utiliza industrialmente en la fabricación de jabones.

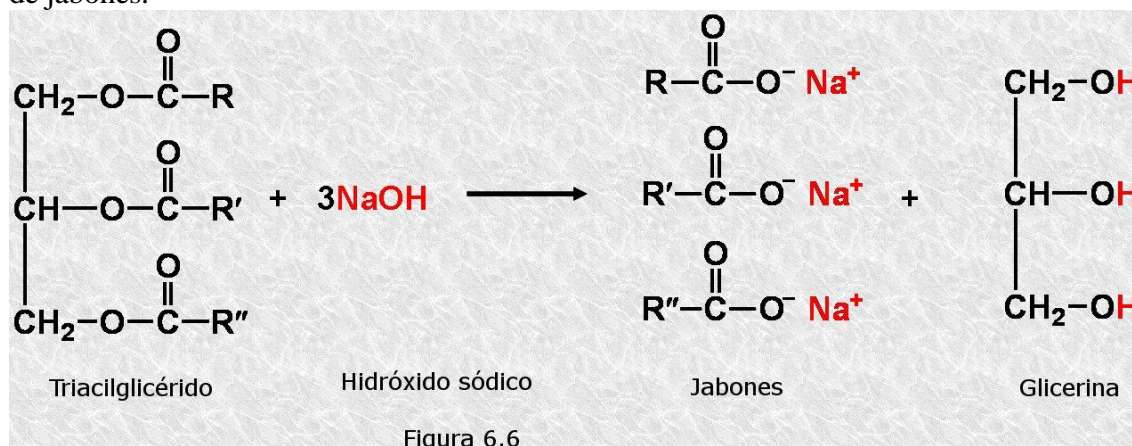
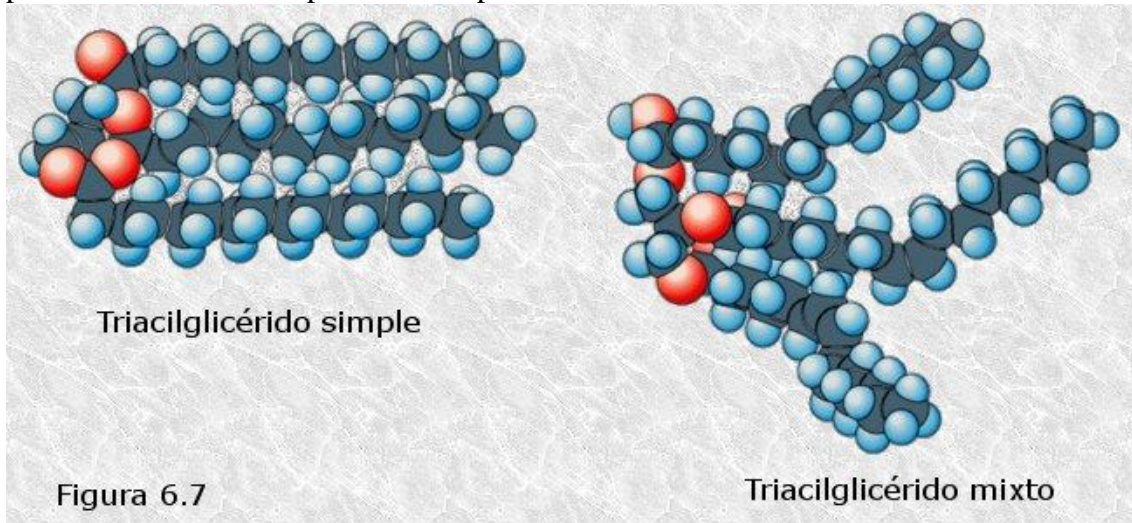


Figura 6.6

Los triacilglicéridos pueden ser **simples**, si contienen un sólo tipo de ácido graso, o **mixtos**, si contienen más de un tipo. Los triacilglicéridos naturales suelen ser mezclas complejas de triacilglicéridos simples y mixtos. Por otra parte, los triacilglicéridos ricos en ácidos grasos saturados se encuentran en estado sólido a temperatura ambiente y se denominan **sebos**, mientras que los ricos en ácidos grasos insaturados permanecen líquidos a temperatura ambiente y se denominan **aceites**.

La polaridad típica de los grupos hidroxilo de la glicerina y carboxilo de los ácidos grasos desaparece por completo cuando éstos reaccionan para formar un enlace éster. Por ello, aunque la glicerina es una sustancia polar y los ácidos grasos son sustancias

anfipáticas, los triacilglicéridos son totalmente apolares y por lo tanto **insolubles en agua**. Esta insolubilidad se pone claramente de manifiesto en las mezclas agua-aceite, que presentan dos fases completamente separadas.



La función de los triacilglicéridos en las células vivas es de naturaleza energética: constituyen depósitos de combustible metabólico rico en energía al que la célula puede recurrir en períodos en los que escasean los nutrientes procedentes de su entorno. Se almacenan en forma de gotículas microscópicas que forman un fase separada del citosol acuoso circundante. Como sustancias de reserva los triacilglicéridos presentan dos ventajas significativas con respecto a los polisacáridos como el almidón o el glucógeno, que comparten con ellos esta función. En primer lugar, por ser sustancias altamente reducidas (o hidrogenadas), su oxidación libera más del doble de energía que una cantidad equivalente de glúcidos, que presentan un grado de oxidación mayor y por lo tanto no son tan ricos en energía. En segundo lugar, por ser sustancias hidrofóbicas, pueden almacenarse en forma anhidra, sin que el organismo tenga que soportar el peso adicional del agua de hidratación de los polisacáridos, mucho más hidrofílicos. Por esta razón, los animales, que dependen en gran medida de la locomoción para desarrollar sus funciones vitales, recurren preferentemente a los lípidos como material de reserva, ya que la misma cantidad de energía en forma de polisacáridos hidratados dificultaría sus movimientos debido al exceso de peso; los vegetales, por ser estáticos, no tienen este problema, por lo que pueden recurrir en mayor medida a los polisacáridos para almacenar su combustible metabólico.

En algunos animales los triacilglicéridos no actúan sólo como sustancias de reserva energética, sino que, por encontrarse almacenados preferentemente en el panículo adiposo existente bajo la piel, desempeñan también la función de aislante térmico para proteger al organismo de las bajas temperaturas.

4.-CÉRIDOS.



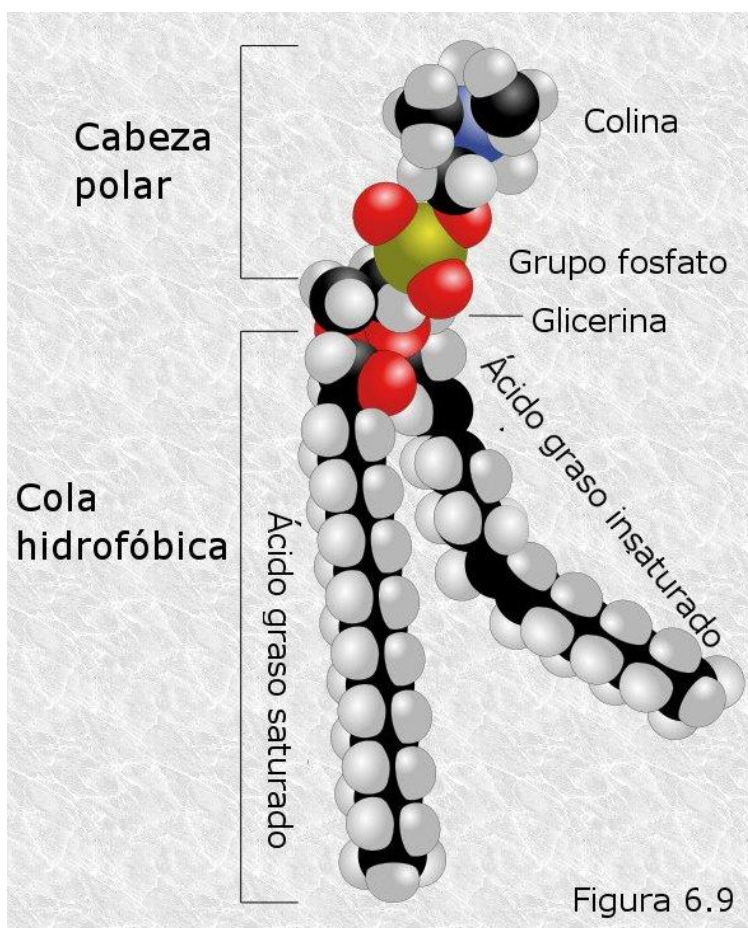
Los **céridos**, también llamados *ceras*, son ésteres de los ácidos grasos con alcoholes monohidroxílicos de cadena larga (16 a 30 átomos de carbono), que también se denominan alcoholes grasos. El éster formado por el ácido palmítico (16 C) y el triacontanol (alcohol graso de 30 C) es el componente principal de la cera que fabrican las abejas. En la Figura 6.8 se representa la reacción de esterificación mediante la cual se

obtiene un cérido a partir de un ácido graso y un alcohol graso.

Al igual que los triacilglicéridos, los céridos son sustancias netamente hidrofóbicas y por lo tanto **insolubles** en agua. Esta insolubilidad en agua junto con su elevada consistencia constituyen la base físico-química de su principal función biológica que consiste en actuar como **sustancias impermeabilizantes**. Así, ciertas glándulas de la piel de los vertebrados secretan ceras para proteger el pelo y la piel manteniéndolos flexibles, lubricados e impermeables; los pájaros, especialmente las aves acuáticas, secretan ceras gracias a las cuales sus plumas pueden repeler el agua; en muchas plantas, sobre todo las que viven en ambientes secos, las hojas y los frutos están protegidas contra la excesiva evaporación de agua por películas cerasas que les dan además un aspecto brillante característico. Por otra parte, algunos microorganismos utilizan céridos como material de reserva energética.

Las ceras naturales tienen diversas aplicaciones en las industrias farmacéutica y cosmética.

5.-FOSFOGLICÉRIDOS.

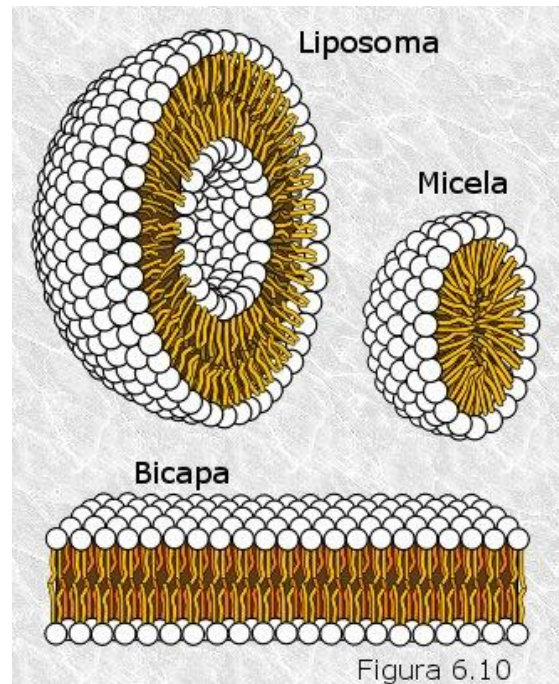


Los **fosfoglicéridos**, también llamados *glicerofosfátidos*, son un grupo de lípidos con un denominador estructural común que es la molécula de **ácido fosfatídico**. El ácido fosfatídico está formado por una molécula de **glicerina**, **dos ácidos grasos** y una molécula de **ácido fosfórico**. Los grupos hidroxilo de los átomos de carbono 1 y 2 de la glicerina están unidos mediante enlace éster a los dos ácidos grasos, el hidroxilo del carbono 3 está unido, también mediante enlace éster, al ácido fosfórico. El ácido fosfatídico apenas se encuentra como tal en la naturaleza, sino unido a través de su molécula de ácido fosfórico a diferentes **compuestos de naturaleza**

polar, dando así lugar a los diferentes fosfoglicéridos. La unión entre el ácido fosfatídico y el compuesto polar también es de tipo éster. Los fosfoglicéridos presentan una cierta similitud con los triacilglicéridos: se podría concebir un fosfoglicérido como un triacilglicérido en el que uno de los ácidos grasos ha sido sustituido por una molécula de ácido fosfórico y un compuesto polar unido a él (Figura 6.9). Los compuestos polares que forman parte de los fosfoglicéridos son de naturaleza variada; entre ellos cabe citar algunas bases nitrogenadas como la *colina* y la *etanolamina*, algún aminoácido como la *serina*, la propia *glicerina* o el azúcar-alcohol cíclico *inositol*. Todos ellos tienen en común su

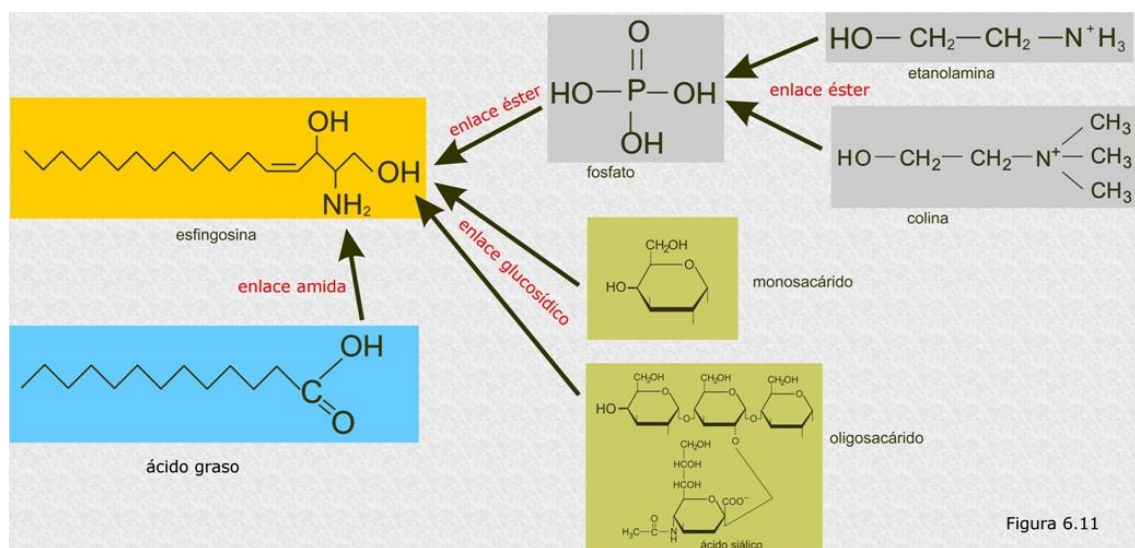
carácter acusadamente polar.

Los fosfoglicéridos son **sustancias anfipáticas**: tienen en su molécula una parte no polar, representada por las cadenas hidrocarbonadas de los dos ácidos grasos y el esqueleto de la glicerina, y una parte polar formada por el ácido fosfórico y el compuesto polar. Es habitual representar a los fosfoglicéridos mediante una "cabeza" polar y dos "colas" no polares. El carácter anfipático de los fosfoglicéridos constituye la base físico-química de su principal función biológica, que es la de ser componentes esenciales de las membranas celulares. Otras sustancias anfipáticas más simples, como los ácidos grasos, son de forma aproximadamente cónica, por lo que tienden a formar micelas en medio acuoso; sin embargo, los fosfoglicéridos, por tener dos "colas" hidrocarbonadas, son de forma aproximadamente cilíndrica, y por ello



tienden a formar en medio acuoso estructuras más complejas como las **bicapas**, las cuales a su vez pueden doblarse sobre sí mismas dando lugar a estructuras cerradas, con un compartimento acuoso interior, que se denominan **liposomas** (ver Figura 6.10). La estructura de las membranas celulares está basada en una bicapa formada por lípidos con carácter anfipático. Es probable que las primeras células que existieron en el océano primitivo se parecieran mucho a los liposomas, estando aisladas de su entorno por una simple bicapa lipídica que posteriormente evolucionó dando lugar a las actuales membranas.

6.-ESFINGOLÍPIDOS.



Los **esfingolípidos** son un grupo de lípidos que contienen formando parte de su molécula al aminoalcohol graso llamado **esfingosina** (Figura 6.11). El grupo amino de la esfingosina puede reaccionar con el grupo carboxilo de un ácido graso para formar entre ellos un enlace tipo *amida* dando lugar a un compuesto denominado **ceramida**, que es la

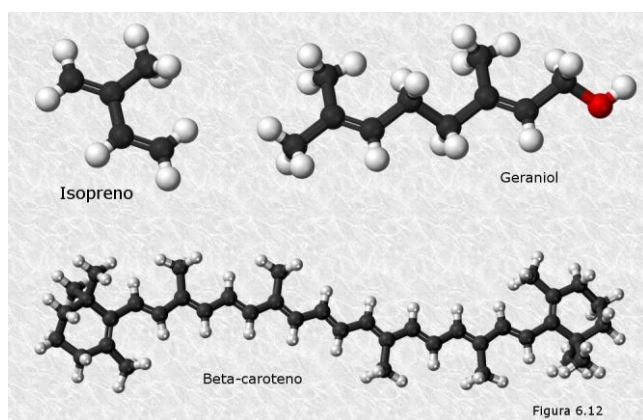
base estructural común de todos los esfingolípidos de manera análoga a como el ácido fosfatídico lo es de los fosfoglicéridos. Los distintos tipos de esfingolípidos se obtienen mediante la unión de la ceramida con distintos tipos de compuestos de naturaleza polar. Hay dos tipos principales de esfingolípidos: los **esfingofosfátidos** y los **glucoesfingolípidos**.

1) Esfingofosfátidos.- También llamados *esfingomielinas*. Se obtienen al unirse la *ceramida* mediante enlace *éster* a una molécula de *ácido fosfórico* y ésta a su vez, también mediante enlace *éster*, a una *base nitrogenada* de carácter polar como la colina o la etanolamina, también presentes en los fosfoglicéridos.

2) Glucoesfingolípidos.- Se obtienen al unirse la *ceramida* a un *azúcar* mediante *enlace glucosídico*. Así pues, la unión de la ceramida al compuesto polar se realiza directamente y no a través de una molécula de ácido fosfórico como en los esfingofosfátidos; los glucoesfingolípidos no contienen fósforo. Se distinguen dos tipos de glucoesfingolípidos según la naturaleza del azúcar componente: los **cerebrósidos**, que incorporan un azúcar sencillo tal como la glucosa o la galactosa, y los **gangliósidos**, que incorporan azúcares complejos formados por varios monosacáridos y derivados de éstos unidos entre sí.

Los esfingolípidos presentan claras similitudes estructurales con los fosfoglicéridos: el papel del esqueleto de glicerina que éstos poseen es sustituido aquí por los tres primeros carbonos de la esfingosina; también presentan una "cabeza" polar (fosfato-base nitrogenada o azúcar) y dos "colas" no polares, que aquí corresponden a la cadena hidrocarbonada de la esfingosina y a la del ácido graso unido a ella. Estas similitudes afectan también a sus propiedades: los esfingolípidos también presentan **carácter anfipático** y, por las mismas razones que los fosfoglicéridos, también son componentes esenciales de las membranas celulares. Abundan especialmente en las membranas de las células del tejido nervioso. Sin embargo, en los últimos años se ha descubierto que los esfingolípidos no son meros componentes estructurales de las membranas sino que tienen un importante papel en diversos procesos de reconocimiento de la superficie celular, por ejemplo, los determinantes de los grupos sanguíneos humanos (ABO) son glucoesfingolípidos. Por otra parte, diversas enfermedades graves que afectan al sistema nervioso están relacionadas con anomalías en el metabolismo de los esfingolípidos.

6.7.-TERPENOS.



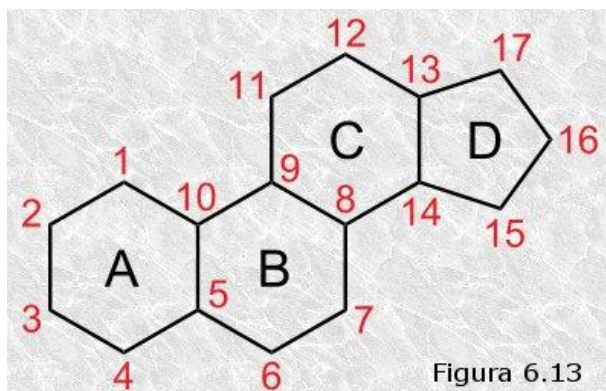
Los **terpenos** son un grupo de lípidos que no contienen ácidos grasos y son por lo tanto **no saponificables**. Están formados por la polimerización de un hidrocarburo de 5 átomos de carbono llamado **isopreno (2-metil-1,3-butadieno)** (ver Figura 6.12). Los terpenos existentes en la naturaleza contienen un número variable de unidades de isopreno polimerizadas. Generalmente la "cabeza" de cada unidad de isopreno

está unida con la "cola" de la siguiente. Debido a su naturaleza hidrocarbonada son sustancias netamente hidrofóbicas y por lo tanto **insolubles en agua**.

Son especialmente abundantes en el mundo vegetal. Gracias a que presentan un sistema de dobles enlaces conjugados tienen la propiedad de absorber luz de diferentes

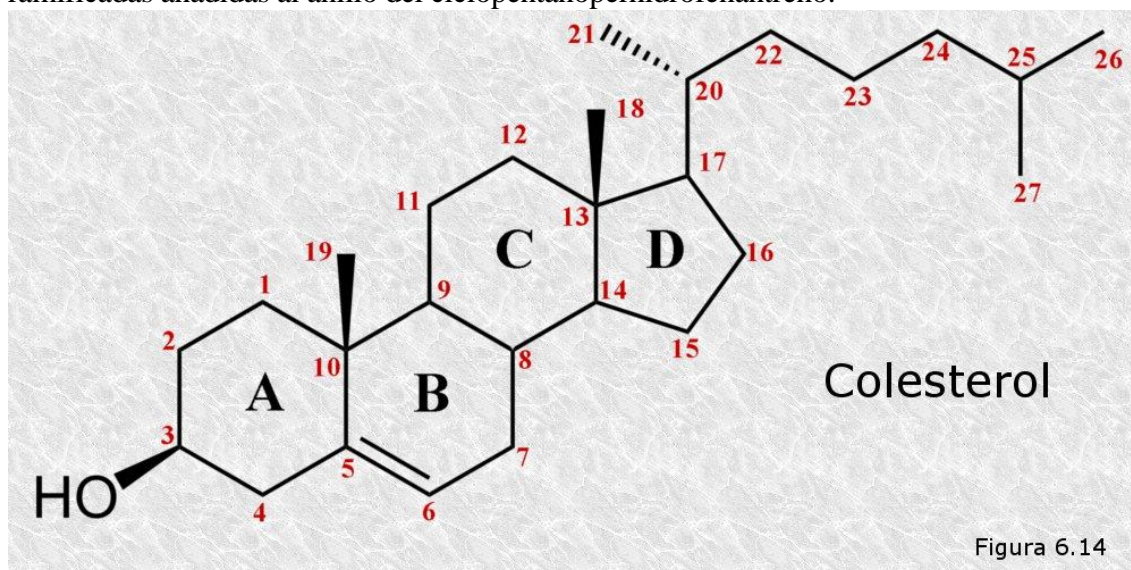
longitudes de onda, por lo que pueden actuar como *pigmentos*; así, algunos terpenos como los *carotenos* y *xantofilas* son los responsables de la coloración característica de muchos frutos, y el fitol, un alcohol terpenoide, forma parte de la clorofila, el pigmento vegetal por excelencia. Muchos *aromas* de origen vegetal, como el alcanfor, el mentol y el geraniol son de naturaleza terpenoide, como también lo son algunos productos vegetales de interés económico como el *caucho*. La *vitamina A*, que deriva biológicamente de los carotenos, también es un terpeno (Figura 6.10).

8.-ESTEROIDES.



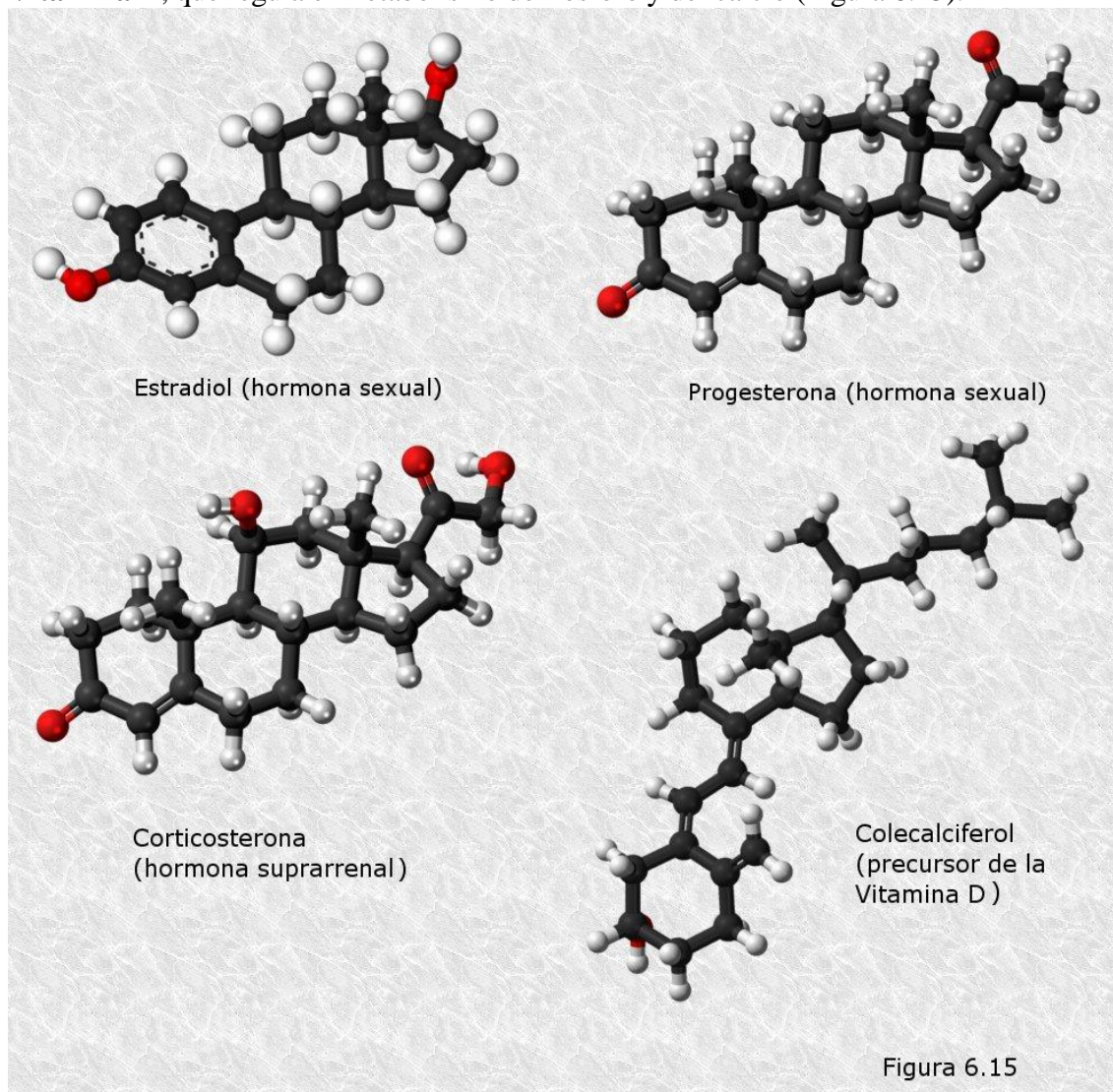
Los **esteroides** son un grupo de lípidos de estructura compleja que tampoco contienen ácidos grasos y por lo tanto también son *no saponificables*. Están relacionados estructuralmente con el hidrocarburo tetracíclico denominado **ciclohexanoperhidrofenantreno** (Figura 6.13). Biológicamente están relacionados con los terpenos, de los cuales derivan. Los diferentes esteroides se diferencian en la naturaleza y

posición de diversos grupos funcionales, dobles enlaces y cadenas alifáticas lineales o ramificadas añadidas al anillo del ciclohexanoperhidrofenantreno.



Entre los esteroides se encuentran los **esteroles**, que poseen un grupo hidroxilo en el carbono 3; son los más abundantes e incluyen muchas moléculas de interés biológico entre las que destaca el **colesterol** (Figura 6.14). El colesterol desempeña importantes funciones biológicas en las células animales. En primer lugar, gracias a su moderado carácter anfipático, es un componente esencial de las membranas celulares, a las que proporciona fluidez intercalándose entre los demás lípidos de membrana para impedir que se agreguen y "solidifiquen". En segundo lugar, el colesterol actúa como precursor de un amplio grupo de sustancias con actividades biológicas importantes entre las que cabe citar: **a) Hormonas sexuales** como la *testosterona* (hormona sexual masculina), el *estradiol* (hormona sexual femenina), y la *progesterona* (hormona progestágena). **b) Hormonas adrenocorticales** como la *aldosterona* y el *cortisol*, que regulan diferentes aspectos del

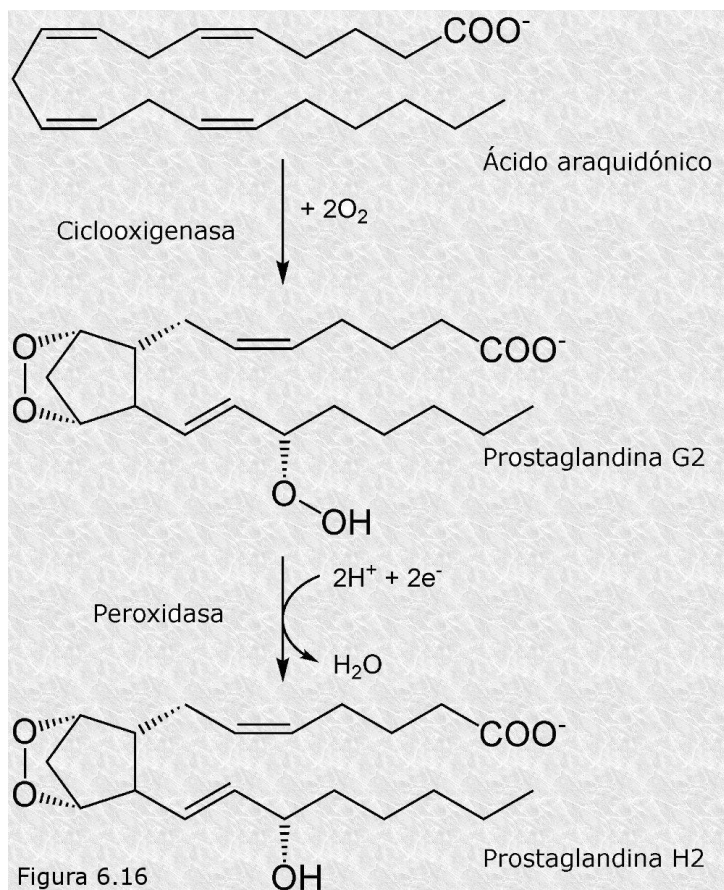
metabolismo. c) **Ácidos biliares**, principales componentes de la *bilis*, cuya función es emulsionar las grasas en el intestino delgado para facilitar la acción de las lipasas. d) **Vitamina D**, que regula el metabolismo del fósforo y del calcio (Figura 6.15).



El colesterol es el principal esteroide de los tejidos animales. En otros organismos existen esteroides semejantes, como el *estigmasterol* en las plantas y el *ergosterol* en los hongos. Con pocas excepciones las bacterias carecen de esteroides.

9.-ICOSANOIDES: LAS PROSTAGLANDINAS.

Los icosanoides son un grupo de lípidos que derivan de la ciclación de un ácido graso poliinsaturado de 20 átomos de carbono, el *ácido araquidónico* (Figura 6.16). Entre ellos los más importantes son las **prostaglandinas**. Hasta hace relativamente poco tiempo se desconocía su función biológica de estas biomoléculas, sin embargo hoy se sabe que desarrollan una serie de actividades muy potentes de naturaleza hormonal y reguladora. Por ejemplo algunas prostaglandinas estimulan la contracción del músculo liso del útero durante el parto o la menstruación, otras afectan al flujo sanguíneo, al ciclo sueño-vigilia, y otras son las responsables de la fiebre y el dolor asociados a los procesos inflamatorios. El conocido fármaco *ácido acetilsalicílico* (*aspirina*) actúa inhibiendo la síntesis de prostaglandinas, de ahí su acción analgésica y antipirética.



10.-FUNCIONES DE LOS LÍPIDOS.

Aunque a lo largo del presente tema se han ido analizando las funciones características de los distintos grupos de lípidos es conveniente finalizar con una breve recapitulación acerca de las funciones biológicas de los lípidos.

Los lípidos en los seres vivos desempeñan tres tipos de funciones: energéticas, estructurales y dinámicas.

- Función energética.-** Aunque debido a su insolubilidad en agua, con la consiguiente dificultad para ser transportados en medio acuoso, los lípidos no pueden ser utilizados como combustible metabólico para un uso inmediato, constituyen (sobre todo los triacilglicéridos) un excelente *almacén de combustible metabólico a largo plazo*.
- Funciones estructurales.-** Algunos tipos de lípidos (fosfoglicéridos, esfingolípidos y colesterol) son componentes esenciales de las membranas celulares. Otros como las ceras desempeñan funciones de protección y revestimiento de determinadas superficies, o de aislamiento térmico del organismo, como los triacilglicéridos almacenados en el tejido adiposo.
- Funciones dinámicas.-** Los lípidos más abundantes desempeñan en las células papeles relativamente "pasivos" como servir de combustible o formar parte de las membranas. Sin embargo, otros lípidos más escasos realizan importantes funciones de control y regulación del metabolismo celular. Así, algunas vitaminas y coenzimas son de naturaleza lipídica, como lo son también algunas hormonas, pigmentos fotosintéticos y otras biomoléculas de especial relevancia para la vida de las células.