

# 3



## LÍPIDOS

### Introducción

Comienza esta unidad didáctica con la definición del concepto de lípido que, a diferencia de otras biomoléculas, no está formado por un grupo químico homogéneo, sino por un conjunto de moléculas distintas que poseen unas propiedades físicas similares. Debido a su misma heterogeneidad, existen diversos criterios para clasificar estas biomoléculas. El más aceptado actualmente, distingue entre lípidos saponificables e insaponificables atendiendo a la posibilidad de que al ser hidrolizados liberen o no ácidos grasos.

Se aborda a continuación el estudio de los lípidos saponificables con una descripción somera de sus características más notables, seguida de un análisis detallado de cada uno de los grupos que incluyen: composición y estructura química, propiedades, funciones y ejemplos más importantes.

En cuanto a los lípidos insaponificables, agrupados bajo esta denominación únicamente por la imposibilidad de liberar ácidos grasos por hidrólisis, la descripción de los tres grupos principales (terpenos, esteroides y prostaglandinas) recibe un tratamiento similar al de los lípidos saponificables, ya que se comentan composición química, propiedades, funciones y ejemplos más significativos.

Para finalizar la unidad, se exponen brevemente los principales métodos utilizados para identificar los lípidos.

### Objetivos

- Describir las características físicas comunes a todos los lípidos.
- Clasificar los lípidos según el criterio más utilizado actualmente.
- Explicar los procesos de saponificación y esterificación aplicándolos a ejemplos concretos de lípidos.
- Conocer las características, las propiedades y la nomenclatura de los ácidos grasos.
- Comprender la relación existente entre la estructura química y las propiedades de los ácidos grasos.
- Describir correctamente la estructura química de los diferentes lípidos saponificables e insaponificables.
- Enumerar las funciones biológicas de los lípidos saponificables e insaponificables.
- Explicar la importancia de algunos lípidos en la constitución de las membranas celulares.
- Citar casos de lípidos con funciones vitamínicas y hormonales.
- Aplicar los métodos habituales de identificación de lípidos.

### Temporalización

El tiempo aproximado que debería dedicarse a esta unidad es de tres sesiones teóricas y una más para la realización de la práctica de laboratorio.

## PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA DE LA UNIDAD

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje	Relación de actividades del LA*	Competencias clave
<b>Características generales y clasificación de los lípidos</b>	1. Definir el concepto de lípido haciendo hincapié en el carácter heterogéneo de este grupo de biomoléculas.	1.1. Describe las propiedades físicas que poseen los lípidos.	1, 2, 3 AF 1, 2	CCL CMCCT CD
<b>Lípidos saponificables</b> ■ Los ácidos grasos ■ Clasificación de los lípidos saponificables	2. Comprender la importancia de los ácidos grasos como componentes de los lípidos saponificables.	2.1. Explica la estructura y propiedades de los ácidos grasos.	4, 5, 6, 7	CCL CMCCT CD CAA
	3. Conocer la estructura química de los distintos grupos de lípidos saponificables y la función biológica que desempeñan.	3.1. Formula las reacciones de saponificación y esterificación; y describe la composición y propiedades de los distintos grupos de lípidos saponificables.	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 AF 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	CCL CMCCT CD CAA
<b>Lípidos insaponificables</b> ■ Terpenos ■ Esteroides ■ Lípidos eicosanoides <b>Métodos de identificación de los lípidos</b>	4. Conocer la estructura química de los distintos grupos de lípidos insaponificables	4.1. Explica las funciones y la localización de los diferentes grupos de lípidos insaponificables.	15, 16 AF 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32	CCL CMCCT CD CAA CSIEE

\*Libro del alumno (**LA**), actividades finales (**AF**); comunicación lingüística (**CCL**); competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (**CMCCT**); competencia digital (**CD**); aprender a aprender (**CAA**); competencias sociales y cívicas (**CSC**); sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (**CSIEE**); conciencia y expresiones culturales (**CCEC**).

## MAPA DE CONTENIDOS DE LA UNIDAD

PARA EL ALUMNO

**Vídeo:** Lípidos

**Vídeo:** Esterificación y formación de triacilglicéridos  
**Vídeo:** Lípidos y bicapa lipídica  
**Animación:** Lípidos saponificables

**Documento:** El colesterol  
**Documento:** Cara y cruz de los estrógenos  
**Vídeo:** Eicosanoides  
**Animación:** Lípidos insaponificables

### Unidad 3: Lípidos

#### 1. Características generales y clasificación de los lípidos

#### 2. Lípidos saponificables

- 2.1. Los ácidos grasos
- 2.2. Clasificación de los lípidos saponificables

#### 3. Lípidos insaponificables

- 3.1. Terpenos
- 3.2. Esteroides
- 3.3. Lípidos eicosanoides

**Presentación**

PARA EL PROFESOR

**Práctica:** Fabricación de jabón

**4. Métodos de identificación de los lípidos**

**Técnicas de trabajo e investigación**  
Detección de lípidos

**Síntesis de la unidad**  
**Actividades y tareas**

**Presentación**  
**Pruebas de evaluación**

#### WEBGRAFÍA

**Colesterol: Riesgo de colesterol alto.**  
Información muy completa sobre el colesterol. Incluye un vídeo.  
<http://www.fundaciondelcorazon.com/prevencion/riesgo-cardiovascular/colesterol.html>

**Curso de biomoléculas del Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular de la EHU.**  
Este vídeo se puede emplear en el resto de las Unidades de Bioquímica. Con esquemas y animaciones.  
<http://www.ehu.eus/biomoleculas/homepage.htm>

## SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

Para introducir la unidad se pueden proponer las cuestiones planteadas en el apartado *Comprueba lo que sabes*, ya que permiten hacer una planificación del desarrollo de la Unidad.

Se comienza la unidad con las características generales y la clasificación de los lípidos. Se señala que la principal característica que identifica a este grupo de biomoléculas son sus propiedades físicas y no su composición química. Esto hace que englobe a moléculas diversas.

Los lípidos saponificables tienen una característica común: son triésteres. Por ello, se comienza su estudio describiendo los ácidos grasos que se esterifican con un alcohol. El concepto de ácido graso resulta sencillo, pero hay que relacionar su estructura con su propiedad fundamental: la existencia de una parte apolar larga y una cabeza polar constituida por el grupo carboxilo. Es necesario que los alumnos sepan identificar y formular los ácidos grasos por su nomenclatura. Acaba la exposición de los ácidos grasos definiendo los ácidos grasos esenciales y los omega.

La clasificación de los lípidos saponificables se hace en base al alcohol que esterifica a los ácidos grasos. Se pueden distinguir dos tipos. Por una parte, triglicéridos y ceras son totalmente apolares, mientras que fosfoglicéridos y esfingolípidos son anfipáticos. Este último concepto ya ha debido ser tratado al desarrollar el epígrafe de los ácidos grasos.

Es importante relacionar la estructura de cada uno de los grupos de lípidos con su función biológica. En el caso de los lípidos anfipáticos hay que resaltar su papel fundamental en la constitución de las membranas celulares. Las grasas y las ceras tienen otras funciones, descritas en el texto.

El otro grupo de lípidos, los insaponificables, solo tienen una característica en común, y es que no son saponificables. Por ello no son ésteres ni se forman con ácidos grasos.

Dos características identifican a los terpenos: se forman por polimerización del isopreno (de ahí que también se denominen lípidos insaponificables) y poseen dobles enlaces conjugados. Debido a esto último son moléculas coloreadas, algunas de ellas de gran importancia biológica, como captadores de energía lumínica.

En cuanto a los esteroides, derivan del ciclopentano perhidrofenantreno, una molécula policíclica característica. Existen ejemplos muy conocidos que pertenecen a este grupo. Se hablará en primer lugar del colesterol, destacando su papel en las membranas celulares. Es una buena ocasión para corregir errores frecuentes como considerar a esta molécula como dañina. Otras moléculas pertenecientes a los esteroides tienen funciones muy distintas, como vitamínica u hormonal.

Los eicosanoides son el grupo menos conocido de los lípidos. Sin embargo, las moléculas que incluyen, citadas en el texto, desempeñan funciones importantes y variadas.

La unidad finaliza con los métodos de identificación. Las características físicas dan lugar a pruebas sencillas para diferenciar a estas moléculas de otras. En el apartado *Técnicas de trabajo e investigación* se pueden experimentar estas.

### Vídeo: LÍPIDOS

Vídeo que sirve para introducir los contenidos que se verán en la unidad.

### Vídeo: ESTERIFICACIÓN Y FORMACIÓN DE TRIACILGLICÉRIDOS

Sencillo y muy interesante para la comprensión de la esterificación.

### Animación: LÍPIDOS SAPONIFICABLES

Se presenta de manera esquemática cómo se constituyen los lípidos saponificables.

### Vídeo: LÍPIDOS Y BICAPA LIPÍDICA

Interesante vídeo con animaciones didácticas y útiles para la comprensión de la estructura de las membranas.

### Documento: EL COLESTEROL

Texto aclaratorio sobre el papel fundamental que desempeña el colesterol.

### Documento: CARA Y CRUZ DE LOS ESTRÓGENOS

Textos sobre estas hormonas y sus efectos beneficiosos y nocivos para las mujeres.

### Vídeo: EICOSANOIDES

Vídeo que completa la información dada en el texto sobre este grupo de lípidos.

### Animación: LÍPIDOS INSAPONIFICABLES

Se presenta de manera esquemática cómo se constituyen los lípidos insaponificables.

### Práctica: FABRICACIÓN DE JABÓN

Fabricar jabón de una forma sencilla, aplicando los conocimientos adquiridos sobre las características de los lípidos.

## SOLUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES (páginas 46-61)

### Comprueba lo que sabes

#### 1. ¿Qué propiedades tienen los lípidos?

Los lípidos son biomoléculas heterogéneas desde el punto de vista químico. No obstante, comparten una serie de propiedades, lo que hace posible estudiarlos en el mismo grupo.

Estas propiedades se basan, principalmente, en su solubilidad:

- Todos ellos son insolubles en el agua y otros disolventes polares.
- Son solubles en disolventes orgánicos como el benceno, el éter o la acetona.
- Presentan aspecto graso, es decir, tienen un brillo característico (como la grasa) y son untuosos al tacto.
- Están formados, principalmente, por átomos de C, H, O y a veces P y N.

#### 2. ¿Sabes en qué consisten las reacciones de esterificación y de saponificación?

La hidrólisis de un éster se conoce como saponificación, y en los seres vivos se realiza con la intervención de unas enzimas llamadas lipasas. El proceso inverso, es decir, la síntesis de estos lípidos mediante la unión del alcohol y el ácido, con liberación de una molécula de agua, se denomina esterificación.

#### 3. ¿Qué grupos de lípidos existen?

Los lípidos se dividen en dos grandes grupos atendiendo a su composición química:

1. Lípidos saponificables. Son aquellos en cuya composición hay ácidos grasos y que tienen como propias la reacción de esterificación y saponificación. Estos se dividen, a su vez, en:
  - a) Grasas o triacilglicéridos.
  - b) Fosfolípidos.
  - c) Esfingolípidos.
  - d) Ceras.
2. Lípidos insaponificables. Son aquellos que no tienen ácidos grasos en su molécula y que, por tanto, carecen de la reacción de saponificación. Se dividen, a su vez, en:
  - a) Terpenos o isoprenoides.
  - b) Esteroides.
  - c) Prostaglandinas

#### 4. ¿Puedes describir la relación que existe entre los lípidos y las membranas celulares?

Gracias a su insolubilidad, los lípidos son parte fundamental de la composición química de las membranas celulares. En la estructura molecular de las membranas se encuentran capas dobles de lípidos anfipáticos. En estos se encuentran enfrentadas las partes apolares quedando expuestos los grupos polares hacia el interior celular y hacia el medio externo, ambos acuosos. Estos lípidos anfipáticos son los fosfolípidos y los esfingolípidos.

#### 5. Cita algunas de las funciones biológicas de los lípidos.

Los alumnos pueden citar:

- Función energética. Esta función la realizan, principalmente, las grasas que producen 9 kcal por gramo en su catabolismo, más del doble que la misma cantidad que produce un glúcido.
- Función estructural. Las membranas celulares están formadas por lípidos de membrana (fosfolípidos, esfingolípidos, colesterol...) que forman una doble capa con las cabezas polares en contacto con los medios extracelulares e intracelulares y las colas lipófilas enfrentadas.
- Otros lípidos, como las ceras, recubren estructuras vegetales (hojas) o animales (plumas, etc.) que necesitan ser protegidos de la evaporización o el exceso de humedad, pues se trata de lípidos totalmente insolubles en el agua y, por tanto, impermeabilizantes.
- Ciertos lípidos, como algunos esteroides, tienen función hormonal.
- Otros, como algunos isoprenoides, son pigmentos fotosintéticos como la carotina, la xantofila, etc., que se encuentran en flores, hojas y frutos.
- Otros lípidos isoprenoides y esteroides son parte de coenzimas y forman parte de las vitaminas liposolubles como la A, D, E y K.
- Algunos, como las prostaglandinas, tienen funciones reguladoras.
- Otros desempeñan funciones digestivas: es el caso de los ácidos biliares que se producen en el hígado.
- En los camellos y dromedarios, las jibas son acúmulos de grasa que, al catabolizarse, producen agua que estos animales utilizan como aporte hídrico.
- Otros lípidos son aromas vegetales.

### Actividades

#### 1 ¿Qué diferencias existen entre los lípidos y los glúcidos?

■ Los glúcidos son un grupo de biomoléculas químicamente bastante homogéneas. Están constituidos por uno, dos o muchos monómeros formados por polihidroxialdehídos o cetonas.

Los lípidos son moléculas químicamente bastante heterogéneas; algunos están formados por ésteres de ácidos grasos y otros no tienen estos ácidos grasos en su composición.

■ Los glúcidos tienen grupos polares o hidrófilos y, excepto las macromoléculas, son solubles en el agua.

Los lípidos se caracterizan por poseer radicales apolares o lipófilos que hacen que sean bien insolubles en el agua o bien anfipáticos, con una parte de la molécula polar y la otra apolar.

■ Los lípidos son, pues, insolubles en el agua y solubles en disolventes orgánicos.

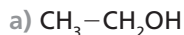
Los glúcidos pueden constituir macromoléculas de un elevado peso molecular, como los polisacáridos formados por la polimerización de monómeros.

Los lípidos no forman macromoléculas.

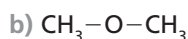
#### 2 Cita los alimentos que conozcas que contienen gran cantidad de lípidos, indicando en qué se apoya tu elección.

Simplemente observando el aspecto de un alimento puede deducirse que contiene muchos lípidos. Entre ellos, el aceite, la mantequilla y muchos quesos.

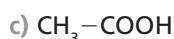
3 Una regla básica en el estudio de mezclas y disoluciones es que «semejante disuelve a semejante». Según esta regla, las moléculas polares se disuelven entre sí. Lo mismo ocurre con las moléculas apolares. Indica cuáles de las siguientes moléculas pueden disolverse en agua y cuáles no:



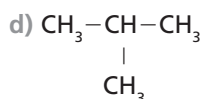
Es soluble en el agua. Es el etanol y el grupo OH es polar e hidrófilo.



Es insoluble, pues posee en ambos extremos de la molécula dos grupos apolares  $\text{CH}_3$ .



El grupo carboxilo COOH es hidrófilo y, por lo tanto, la molécula, el ácido etanoico, es soluble en el agua.



Es insoluble por la misma razón expuesta en el apartado b), pues todos sus radicales son lipófilos.

### Investiga (página 48)

Con el tiempo las grasas en contacto con el aire sufren un proceso conocido como enranciamiento, el cual ocasiona su deterioro y es el responsable de un sabor y olor desagradables.

Investiga cómo se produce este proceso y cómo se puede prevenir.

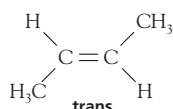
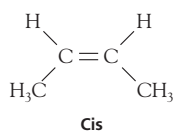
El enranciamiento de las grasas se puede producir de dos formas:

- Debido a la oxidación de los dobles enlaces presentes en los ácidos grasos insaturados. Se forman peróxidos que después se polimerizan y se descomponen. En el proceso interviene el oxígeno del aire y se ve favorecido por la luz.
- Debido a la hidrólisis de la grasa. En este caso no se producen sustancias malolientes o desagradables.

La prevención del enranciamiento se puede realizar evitando el contacto de la grasa con el aire y con la luz. Además si el material biológico del que proceden, por ejemplo aceitunas, no tiene daños, las enzimas lipasas actúan más despacio. También se retarda el proceso al añadir a la grasa sustancias antioxidantes.

4 Recuerda la isomería *cis-trans* y pon algún ejemplo.

Esta actividad interdisciplinaria tiene por objeto que los alumnos y alumnas recuerden algunos conceptos químicos esenciales para la comprensión de la estructura de los ácidos grasos. La isomería *cis-trans* se da cuando existen dobles enlaces, ya que estos no permiten el giro de los átomos de carbono implicados. De este modo, si los grupos que se unen a ellos son distintos, aparecen dos moléculas isómeras. En el isómero *cis*, los grupos de tamaño semejante se localizan a un mismo lado del plano que pasa por el doble enlace. En el isómero *trans*, se sitúan en lados distintos. Se pueden proponer infinidad de ejemplos parecidos a este:



5 Compara la estructura espacial de un ácido graso monoinsaturado y de otro diinsaturado.

Los ácidos grasos monoinsaturados tienen un solo doble enlace y, como sabemos, la cadena hidrocarbonada se acoda en ese punto, por tanto, tiene solo una angulación.

Los ácidos grasos diinsaturados, al poseer dos dobles enlaces, presentan una cadena hidrocarbonada con dos angulaciones.

Esta característica influye en el punto de fusión, pues las cadenas están menos empaquetadas, las atracciones de Van der Waals que se producen entre ellas son menores y, por tanto, se necesita menos energía para separarlas, lo que hace que los lípidos con ácidos grasos insaturados y mayor número de dobles enlaces tengan un punto de fusión más bajo.

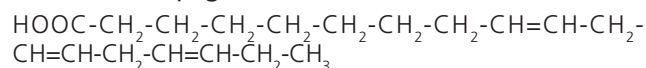
6 Indica la diferencia química entre grasas saturadas e insaturadas.

Las grasas o triglicéridos son triésteres de glicerina con ácidos grasos saturados o insaturados.

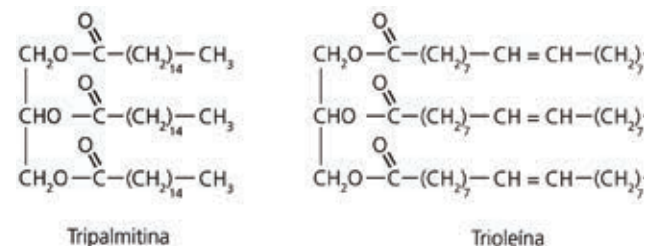
Las grasas saturadas tienen puntos de fusión superiores a 40°C y son sólidas a temperatura ambiente. La causa es el empaquetamiento que se produce entre las cadenas de ácidos grasos paralelos, que se atraen con las fuerzas o enlaces de Van der Waals o atracciones lipófilas. Estos enlaces, aunque débiles, oponen resistencia si se intentan romper o fundir y su punto de fusión es más alto. Se trata, casi siempre, de grasas de origen animal y forman las mantecas y los sebos.

Las grasas mono o poliinsaturadas presentan dobles enlaces en las cadenas hidrocarbonadas de sus ácidos grasos, por lo que pierden su paralelismo y se separan sin que se formen entre ellas enlaces de Van der Waals. Por esta razón su punto de fusión es más bajo y son líquidas a temperatura ambiente. A mayor número de dobles enlaces en las cadenas de ácidos grasos insaturados, menor punto de fusión de la grasa. Son los aceites. Suelen ser de origen vegetal.

7 Formula el ácido alfa-linolénico, con los datos de las tablas de esta página.



8 Con los datos que figuran en la página 49 formula la tripalmitina y la trioleína. ¿Cuál tendrá un punto de fusión mayor? Razona tu respuesta.



9 En las plantas, las moléculas de reserva energética suelen ser polisacáridos (almidón) en lugar de grasas. Los animales, por el contrario, acumulan mayores cantidades de grasas que del polisacárido glucógeno. ¿A qué se debe esta diferencia entre ambos grupos de seres vivos?

Las grasas no requieren agua para ser acumuladas y, por tanto, ocupan poco espacio. Esto es importante para los animales, ya que, debido a su movilidad, deben evitar un peso



excesivo. Como en las plantas, aunque también contienen grasas, no existe este problema, la molécula de reserva energética más importante para ellos es el almidón.

- 10 La mordedura de algunas serpientes venenosas causa la ruptura de los glóbulos rojos. Se sabe, además, que en estos casos el veneno inoculado contiene enzimas que provocan la hidrólisis de los fosfoglicéridos. Relaciona ambos datos y elabora una explicación del proceso.

Las enzimas que provocan la hidrólisis de los fosfoglicéridos harán que estos se deshagan en sus componentes y, por lo tanto, pierdan su estructura. Los fosfoglicéridos son lípidos de membrana que forman la doble capa lipídica de las membranas celulares.

Los glóbulos rojos son células de la sangre cuya membrana está formada por fosfoglicéridos. Al hidrolizarse estos debido a la acción del veneno se desorganizan y provocan la ruptura y muerte de las células.

- 11 Las margarinas son productos alimenticios que se obtienen por hidrogenación industrial de aceites vegetales. Por esta razón, los ácidos grasos insaturados que contienen son tanto isómeros *cis* como isómeros *trans*. ¿Crees que este hecho guarda alguna relación con la acusación de ciertas asociaciones de consumidores de que puedan provocar alteraciones estructurales de las membranas celulares?

Los lípidos de membrana poseen ácidos grasos que habitualmente son isómeros *cis*.

Al introducir ácidos grasos isómeros *trans*, que tienen otra forma molecular y están acodados de otra manera, se producirá un desorden en el empaquetamiento de las membranas celulares.

Por esa razón podría pensarse que las membranas celulares se deterioran con el consumo elevado de esta grasa manipulada artificialmente.

- 12 Ayudándote de la información de la página anterior formula la lecitina.

La lecitina es la fosfatidil-colina, es decir, un fosfoglicérido en el que el amino alcohol es la colina.

El ácido fosfatídico-colina es la lecitina.

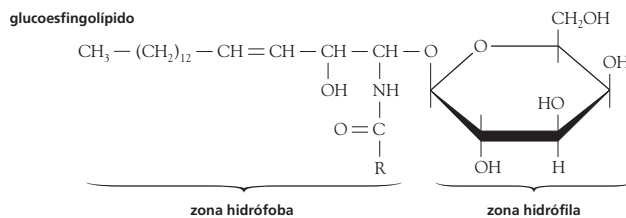
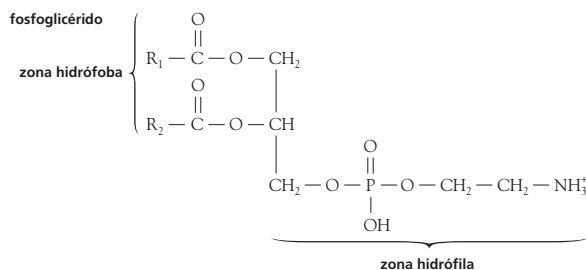
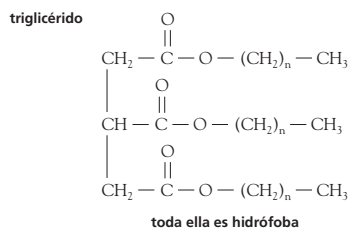
El ácido fosfatídico es un triéster de la glicerina con dos moléculas de ácidos grasos y una molécula de ácido ortofosfórico, que es donde se une el amino alcohol, es decir, la colina en este caso.

- 13 Busca información sobre la sustancia conocida como lanolina.

La lanolina es una sustancia aceitosa segregada por las glándulas sebáceas de los animales que producen lana, en especial las ovejas. De composición química similar a la de la cera, se emplea como impermeabilizante y como tratamiento para la piel.

La lanolina se segrega en las glándulas sebáceas de los animales lanudos y actúa como impermeabilizante para proteger la lana y evitar que acumule humedad. Algunas razas de oveja son particularmente generosas en su producción. Se extrae de la lana antes de procesarla para elaborar tejidos, simplemente prensándola entre rodillos. Está compuesta, principalmente, por colesterol y ésteres de varios ácidos grasos.

- 14 Realiza un esquema comparativo de las fórmulas de un triglicérido, un fosfoglicérido y un glucoesfingolípido, y señala en cada caso las zonas hidrófilas e hidrófobas.



### Investiga (página 55)

El β-caroteno se considera una provitamina porque de una forma muy sencilla origina vitamina A.

Recopila información sobre esta vitamina y elabora un pequeño informe sobre sus acciones bioquímicas y metabólicas, así como sobre las consecuencias de su carencia.

La vitamina A interviene en varios procesos biológicos: mantenimiento adecuado de las mucosas y de las células epiteliales, visión correcta en condiciones de poca luminosidad, funcionamiento de la retina y antioxidante celular.

Su déficit ocasiona problemas oculares, en ocasiones graves: sequedad de la conjuntiva, queratinización y finalmente ceguera. También aparece un incremento de las infecciones y alteraciones cutáneas.

### Investiga (página 56)

La vitamina D se puede obtener a partir del colesterol.

Recopila información sobre esta vitamina y elabora un pequeño informe sobre otras formas de conseguirla, sus acciones bioquímicas y metabólicas, así como las consecuencias de su carencia.

La vitamina D, (en realidad existe dos formas semejantes D2 y D3) se encuentra, sobre todo, en el hígado de animales, en la leche y en los pescados grasos.

Interviene en la absorción intestinal y el metabolismo del calcio de manera que es imprescindible para la calcificación de los huesos. Por ello su carencia ocasiona huesos poco mineralizados con facilidad para la rotura. Cuando el individuo está creciendo, se produce el raquitismo.



También es necesaria la vitamina D para regular los niveles de calcio y fósforo en la sangre. Asimismo interviene de forma importante en los procesos inmunitarios.

**15** Si el colesterol es una molécula imprescindible en la estructura de las membranas celulares, ¿por qué tiene fama de molécula muy perjudicial?

El colesterol es una biomolécula lipídica que resulta imprescindible para el funcionamiento de las células animales, pues una de sus principales funciones es la de estabilizar las membranas.

Además, el colesterol es precursor de otras muchas moléculas esteroides, como las hormonas sexuales y corticosteroides, los ácidos biliares y la vitamina D3.

El colesterol circula por la sangre unido a proteínas transportadoras del plasma. Estas lipoproteínas que llevan el colesterol son de dos clases:

- La LDL tiende a depositarse en la cara interna de los vasos sanguíneos, que puede obstruir y originar enfermedades cardiovasculares como la arterioesclerosis, la aterosclerosis y la trombosis, todas ellas muy graves.
- La HDL, al contrario que la LDL, retira el colesterol sanguíneo y lo conduce al hígado, desde donde es eliminado por vía biliar.

Como las dos lipoproteínas tienen efectos opuestos sobre el depósito del colesterol arterial y, por lo tanto, sobre el desarrollo de las enfermedades citadas, se suele llamar a la LDL colesterol «malo» y a la HDL colesterol «bueno».

La práctica de ejercicio físico y el consumo de grasas poliinsaturadas favorecen el incremento de HDL y, por lo tanto, disminuyen los niveles de colesterol en la sangre.

La vida sedentaria y el consumo de grasas saturadas aumentan el colesterol LDL y, en consecuencia, la aparición de enfermedades cardiovasculares.

**16** La aspirina es un medicamento cuya acción es bien conocida. ¿De qué forma se podría relacionar este fármaco con las prostaglandinas?

La aspirina provoca una serie de acciones bien conocidas por los alumnos (antiagregante plaquetario, reduce la temperatura corporal y la inflamación, y disminuye el mucus gástrico), opuestas por completo a las funciones que llevan a cabo las prostaglandinas. Por tanto, podrán deducir fácilmente que la aspirina inhibe la síntesis de las prostaglandinas.

## SOLUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES TÉCNICAS DE TRABAJO Y EXPERIMENTACIÓN (página 58)

### Cuestiones

**1** ¿Cómo se explican las diferencias observadas en la tinción con sudán III y con tinta roja?

El Sudán III es un colorante específico de grasas y en contacto con estas da lugar a una coloración más intensa que la que tiene el propio colorante. En cambio la tinta roja no intensifica su color pues no reacciona con las grasas.

**2** ¿Es idéntica la saponificación realizada en el laboratorio a la que se lleva a cabo en un ser vivo?

En el laboratorio y en la industria se emplea hidróxido de sodio lo que permite la saponificación sin enzimas. En cambio en los seres vivos se emplea agua y enzimas lipasas.

**3** ¿Qué productos se obtienen en cada una de las fases que aparecen en la saponificación realizada?

En la fase superior aparece el aceite no utilizado. Por debajo queda otra capa con los ácidos grasos y en la parte más inferior la disolución de NaOH y la glicerina.

**4** Realiza un informe sobre lo realizado en las prácticas y expón sus resultados.

En el informe se señalarán por separado las tres prácticas. Los resultados se darán siempre justificándolos y, en caso de que no sean los esperados se aportará una explicación para justificarlos.



Los ácidos grasos saturados no tienen dobles enlaces. Los ácidos grasos insaturados sí tienen uno o varios dobles enlaces.

**8** Explica cuál es la estructura fundamental de una grasa.

Una grasa es un triacilglicérido, es decir, es un triéster del alcohol glicerina (propanotriol) y tres ácidos grasos. Como todos los grupos -OH están esterificados es una molécula apolar y, por tanto, insoluble en agua.

**9** Los fosfoglicéridos son lípidos que poseen un comportamiento anfipático.

**a)** Explica su composición química y haz referencia al tipo de enlaces entre sus componentes.

Los fosfoglicéridos son triésteres de glicerina con dos ácidos y un ácido ortofosfórico.

Esta molécula se denomina ácido fosfatídico. Su unión con un aminoalcohol origina el fosfoglicérido completo. Todos estos componentes están unidos por enlaces covalentes.

**b)** ¿En qué estructura celular se localizan de manera mayoritaria los fosfoglicéridos? Explica el «comportamiento anfipático» y su importancia en la organización de esa estructura.

Los fosfoglicéridos se localizan en las membranas celulares. Tienen unas colas apolares y una cabeza polar por lo que pueden disponerse en doble capa en cuyo interior se localizan estas últimas.

**c)** ¿Qué otros lípidos anfipáticos conoces?

Son también anfipáticos los esfingolípidos.

**10** Las ceras actúan como impermeabilizante en la superficie externa de muchas estructuras vegetales. ¿Qué sucedería si no existiera este recubrimiento?

La existencia de una cubierta externa impermeable resulta imprescindible para los vegetales. Si carecieran de ella, cuando cayera agua sobre la superficie del vegetal (por ejemplo de lluvia) se produciría la entrada de esta en las células debido a procesos osmóticos, lo cual provocaría la turgencia de las células y, en último término, la lisis celular.

**11** La publicidad de cierto producto lácteo dice «Si está preocupado por el colesterol y los triglicéridos, le interesa saber que existen dos tipos de grasas: las saturadas y las insaturadas, siendo estas últimas más saludables, por lo que el producto está enriquecido con ácidos grasos omega-3 para el control de los niveles...».

**a)** ¿Qué semejanzas y qué diferencias existen entre el colesterol y los triglicéridos?

Ambas moléculas son lípidos compuestos por C, H y O, pero el colesterol es un lípido insaponificable que se encuentra en las membranas celulares y los triglicéridos son saponificables y no forman parte de las membranas.

**b)** ¿Qué son los ácidos grasos omega-3?

Los ácidos grasos omega 3 son ácidos grasos que tienen un doble enlace en posición 3, empezando a contar desde el último carbono.

**c)** ¿Qué significa que las grasas pueden ser saturadas o insaturadas?

Las grasas saturadas son triésteres de ácidos grasos de cadena saturada. Las grasas insaturadas, por el contrario, poseen ácidos grasos con insaturaciones.

**12** ¿Qué propiedad permite a algunos lípidos formar membranas celulares?

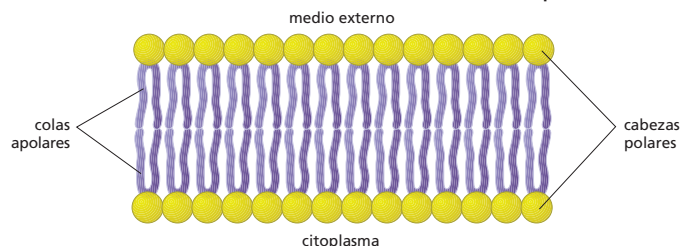
Se trata de lípidos anfipáticos que tienen una parte polar y otra apolar. Pueden originar bicapas en las que la parte polar de ambas capas se encuentra en contacto con los medios acuosos interno y externo celular. Las partes apolares están enfrentadas entre sí.

**13** La saponificación de una cera produce:

- a) Ceramida y un ácido graso.
- b) Jabón y glicerina.
- c) Un ácido graso y glicerina.
- d) Un ácido graso y un monoalcohol.

La respuesta correcta es la d).

**14** Dibuja la estructura de una bicapa lipídica en medio acuoso. ¿Qué tipos de biomoléculas son capaces de formar estas estructuras? ¿Cómo sería la bicapa en el caso de que se formase en medio hidrófobo? Razona tu respuesta.

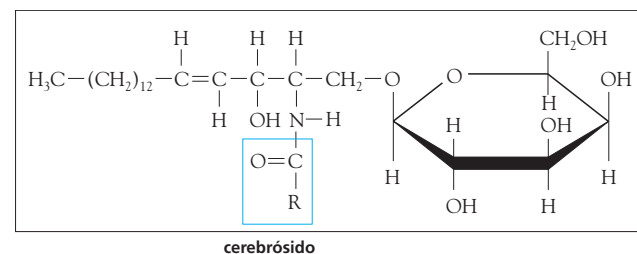


Las moléculas que forman estas bicapas son anfipáticas, concretamente fosfolípidos y esfingolípidos.

Si el medio fuera hidrófobo la bicapa se formaría al revés de como se sitúan las dos zonas de cadena molécula anfipática. Los grupos polares estarían hacia el interior de la bicapa y las colas apolares hacia las partes externas. Así se conseguiría proteger las zonas polares del medio hidrófobo.

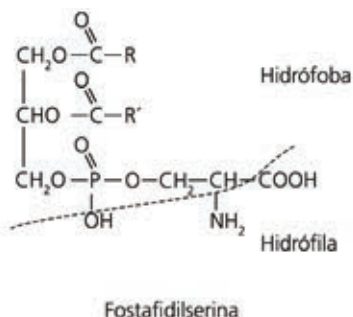
**15** Haz un esquema comparativo de las fórmulas de un cerebrósido, una fosfatidilserina y una cera, señalando en cada caso las zonas hidrófilas e hidrófobas.

Cerebrósido.

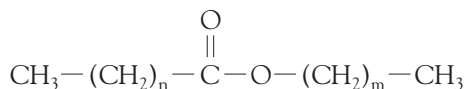


La parte hidrófila del cerebrósido corresponde al monosacárido. El resto es hidrófobo.

Fosfatidilserina

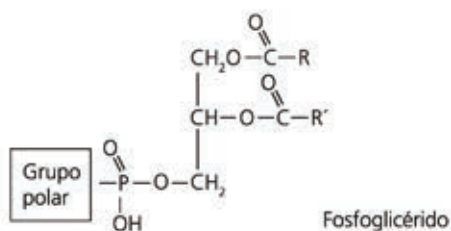
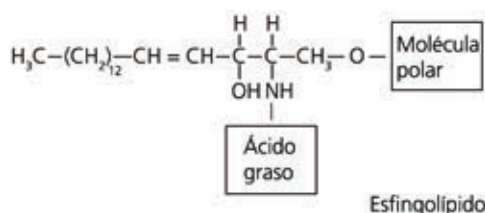
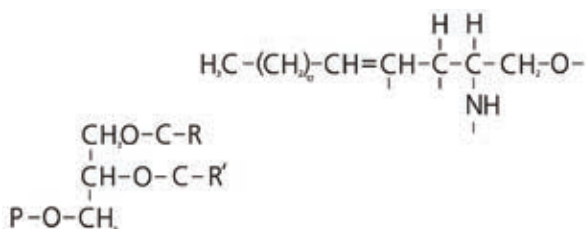


Cera



La cera no tiene ningún grupo hidrófilo.

16 Completa las siguientes fórmulas en tu cuaderno:



a) ¿A qué grupos de moléculas corresponden?

La molécula situada arriba es un esfingolípido y la de abajo es un fosfolípido.

b) ¿Qué relación existe entre ellas?

Ambas son moléculas anfipáticas y ambas pertenecen a los lípidos saponificables.

17 Una de las estrategias para introducir ADN exógeno en una célula eucariota es rodearlo de una bicapa lipídica. Propón una hipótesis para explicar por qué así se facilita la entrada de ADN en la célula eucariota. Explica con qué proceso biológico guarda relación. Razona las respuestas.

Para poder atravesar la membrana celular es necesaria la existencia de una estructura semejante a ella. Lo más idóneo es emplear una bicapa lipídica que puede coalescer con ella.

Guarda relación con la endocitosis, proceso por el que se produce una invaginación en la membrana celular en la que se introducen moléculas del medio externo.

18 ¿Cómo explicarías el hecho de que el aceite refinado de oliva se enrancie antes que el aceite virgen de oliva? ¿Cómo será el grado de enranciamiento del aceite puro de oliva?

El aceite de oliva virgen se obtiene directamente mediante presión de las aceitunas y contiene vitamina E. Esta es una vitamina con acción antioxidante. Por el contrario, el aceite refinado se extrae utilizando disolventes que luego hay que eliminar. En esta operación se pierden algunas sustancias, como las vitaminas A y E. Como es sabido, el enranciamiento está provocado por el oxígeno y, por ello, este aceite sufre este proceso con más facilidad.

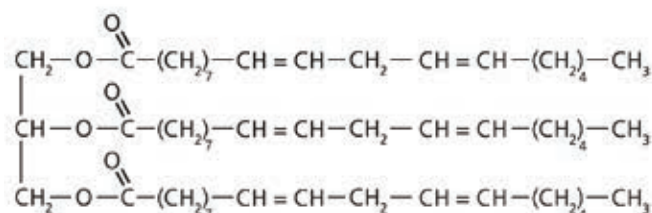
En el caso del aceite puro de oliva, al ser una mezcla de ambos tipos de aceites, también contiene una pequeña cantidad de vitamina E y su grado de enranciamiento es intermedio entre los dos tipos anteriores.

19 En el tubo de ensayo A hay una grasa sólida y en el tubo B una grasa líquida. Sabemos que una de ellas es trilinoleína, y la otra, trilignocerina. ¿Sabrías decir cuál es la grasa del tubo A y la del tubo B? Formula ambas grasas.

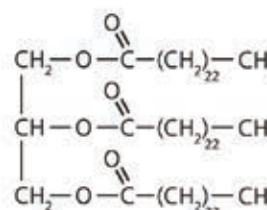
La resolución de esta actividad permitirá comprobar el grado de comprensión de la relación existente entre la estructura química de las biomoléculas y las propiedades físicas que manifiestan. La trilinoleína es una grasa formada por tres ácidos linoleicos, y la trilignocerina, por tres ácidos lignocéricos.

Según se indica en el texto, el punto de fusión de los ácidos grasos es mayor cuanto más larga y saturada sea la cadena carbonada. Por tanto, la trilinoleína tendrá un punto de fusión más bajo que la trilignocerina y corresponderá a la grasa líquida del tubo B. La trilignocerina, cuyo ácido graso componente presenta una cadena más larga y ninguna insaturación, será la grasa sólida del tubo A.

Sus fórmulas correspondientes son:



Trilinoleína



## Lípidos insaponificables

- 20** A veces no se considera que la vitamina D sea una verdadera vitamina ¿Por qué se dice esto?

El concepto de vitamina implica que no puede ser sintetizada en un individuo y hay que tomarla de otro organismo. En este sentido la vitamina D no sería una verdadera vitamina porque puede ser sintetizada a partir del colesterol del propio individuo por acción de la luz ultravioleta.

- 21** No es preciso tomar las vitaminas con composición lipídica (A y D) con tanta frecuencia como las hidrosolubles (por ejemplo la C), para evitar una hipovitaminosis. ¿Cómo se explica esto?

Las vitaminas liposolubles, como la A y la D, se acumulan en el hígado. Por ello si existen reservas en este órgano, pueden pasar periodos de tiempo largos sin necesidad de ingerir estas vitaminas y sin padecer hipovitaminosis.

- 22** ¿Dónde se encuentran las siguientes moléculas?

a) Ergosterol.

Las membranas celulares de levaduras y hongos.

b) Fitol.

Clorofila.

c) Licopeno.

Las células fotosintéticas.

d) Prostaglandinas.

Muchos tejidos animales.

- 23** Establece las semejanzas y las diferencias entre los siguientes pares de moléculas:

a) Colesterol y escualeno.

Semejanzas: Colesterol y escualeno son lípidos insaponificables.

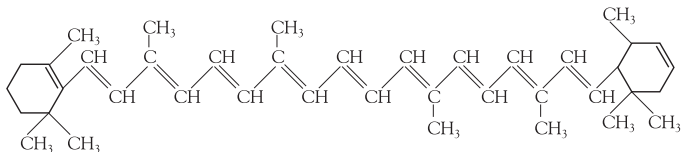
Diferencias: El colesterol es un esteroide y el escualeno un terpeno.

b) Escualeno y  $\beta$ -caroteno.

Semejanzas: Escualeno y  $\beta$ -caroteno son terpenos.

Diferencias: El escualeno es un triterpeno y el  $\beta$ -caroteno un tetraterpeno.

- 24** ¿Qué tipo de molécula representa la siguiente fórmula? ¿En qué proceso interviene?



Se trata del  $\beta$ -caroteno.

Capta energía lumínica de longitudes de onda distintas a las de la clorofila. Por ello interviene en la fotosíntesis.

- 25** Define qué son los esteroides. Cita tres ejemplos de moléculas esteroideas. Describe las funciones biológicas fundamentales de los esteroides.

Son un grupo lipídico importante. Sus moléculas derivan del ciclopentano perhidrofenantreno o esterano. Entre ellas se incluyen moléculas biológicamente muy activas.

Son esteroides el colesterol, la vitamina D y los ácidos biliares, entre otras moléculas.

- 26** Busca información sobre el «colesterol bueno» y «el colesterol malo».

a) ¿Qué diferencia existe entre ambos?

b) ¿Por qué se denominan «bueno» y «malo»?

La diferencia entre las HDL (lipoproteínas de alta densidad) y las LDL (lipoproteínas de baja densidad) radica en las proteínas unidas al colesterol. En el primer caso son recogidas por el hígado, donde el colesterol puede ser eliminado por la bilis. En cambio, las LDL tienen tendencia a depositarse en las paredes arteriales. Por este motivo, las HDL se conocen popularmente como «colesterol bueno» y las LDL como «colesterol malo», aunque en ambos casos el colesterol es el mismo.

c) ¿Por qué es recomendable seguir una dieta rica en grasas poliinsaturadas? ¿Podrías citar algún alimento que contenga este tipo de grasas?

Las grasas poliinsaturadas favorecen la formación de HDL y, por tanto, la eliminación de colesterol. El consumo habitual de grasas poliinsaturadas reduce el nivel sanguíneo de colesterol y dificulta la aparición de las graves enfermedades originadas por su depósito en las arterias. Los ácidos grasos poliinsaturados presentes en estas grasas se pueden encontrar en los aceites de pescado azul (atún, sardinas...).

- 27** Se suele decir que es muy beneficioso tomar el sol con moderación. ¿Crees que es cierto? ¿Por qué?

Un efecto bien conocido de los baños solares es la síntesis de vitamina D, que se produce por la acción de los rayos ultravioleta sobre el 7-deshidrocolesterol. Si bien es cierto que tomar el sol con moderación resulta muy beneficioso, se debe recordar a los alumnos que la exposición solar durante periodos prolongados aumenta considerablemente el riesgo de desarrollar cáncer de piel.

- 28** Identifica la molécula que se corresponde con cada frase:

a) Tiene dobles enlaces conjugados y, a partir de ella, se obtiene vitamina A.

$\beta$ -caroteno.

b) Se acumula en el interior de los adipocitos.

Triglicéridos.

c) Se encuentra entre los fosfolípidos, estabilizando las membranas celulares.

Colesterol.

d) Es un componente de la mielina.

Esfingomielinas.



## Métodos de identificación de los lípidos

- 29 Se han extraído tres sustancias lipídicas de una planta. Según los datos que se muestren, completa el siguiente cuadro en tu cuaderno:

Molécula	Elementos químicos constituyentes	Color intenso	Localización
Fosfolípidos	C, H, O, P	No	Membrana celular
Ceras	C; H, O	No	Exterior de frutos, hojas, etc.
Licopeno	C; H, O	Rojo	Células fotosintéticas

- 30 Copia y relaciona en tu cuaderno cada molécula con un proceso o con una estructura biológica:

Esfingolípidos ----- nervios

Prostaglandinas ----- inflamación

Terpenos ----- hojas

Lecitina ----- membrana celular

- 31 Se realiza la siguiente experiencia en el laboratorio. Se vierten 3 mL de aceite de oliva en cuatro tubos de ensayo.

- En el primero se añaden 3 gotas de Lugol (yodo en una solución de yoduro de potasio).
- En el segundo 6 gotas.
- En el tercero 9 gotas.
- En el último, 12 gotas.
- Después de agitar los tubos se calientan unos minutos a la llama del mechero.

- Posteriormente se dejan enfriar y se agregan 2 mL de una solución de almidón soluble en cada tubo.

Sabiendo que el yodo se une a los dobles y triples enlaces de una cadena carbonada originando derivados yodados, responde a las siguientes cuestiones:

- a) ¿Qué se observará en los tubos de ensayo? Razona tu respuesta.

- b) Si se realizara el experimento con mantequilla y una grasa sólida. ¿Se obtendrían los mismos resultados?

¿Por qué?

Como ya se debe saber, el almidón se tiñe de color azul oscuro en contacto con el yodo. El objetivo de esta cuestión, sin embargo, no consiste en identificar esa molécula, sino en estudiar el grado de insaturación de una grasa mediante el llamado índice de yodo.

- a) Los tubos de ensayo se teñirán de un color azul progresivamente más oscuro a medida que aumenta la cantidad de Lugol.

- b) Cuantas más insaturaciones haya en la grasa más yodo se fijará a ellas y menos quedará libre para unirse al almidón. De esta forma, la mantequilla, y mucho más la grasa sólida, que tienen muchas menos insaturaciones, fijarán menos yodo, por lo que este podrá unirse con el almidón y originará un color azul más oscuro.

- 32 Indica con cuáles de los siguientes alimentos se obtendría una solución roja al realizar la prueba de sudán III:

- |                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| a) Nueces           | b) Leche entera |
| c) Terrón de azúcar | d) Uvas         |
| e) Arroz            | e) Salmón       |
- a) b) y e).

## RÚBRICA DE ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE

Estándares de aprendizaje	Relación de actividades del LA*	Excelente 3	Satisfactorio 2	En proceso 1	No logrado 0	Puntos
1.1. Describe las propiedades físicas que poseen los lípidos.	1, 2, 3 AF 1, 2	Conoce los conceptos básicos.	Conoce los conceptos básicos cometiendo pocos errores.	Conoce los conceptos básicos cometiendo muchos errores.	No responde o lo hace de forma errónea.	
2.1. Explica la estructura y propiedades de los ácidos grasos.	4, 5, 6, 7	Explica de manera adecuada los conceptos, identificando todos los elementos importantes y sus relaciones.	Explica los conceptos de manera algo incompleta, aunque válida, identificando bastantes de los elementos importantes y sus relaciones.	Explica los conceptos con errores, identificando pocos de los elementos importantes y sus relaciones.	No responde o lo hace de forma errónea.	
3.1. Formula las reacciones de saponificación y esterificación; y describe la composición y propiedades de los distintos grupos de lípidos saponificables.	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 AF 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	Identifica los elementos y resuelve las actividades sin cometer errores.	Identifica los elementos y resuelve las actividades cometiendo pocos errores.	Identifica los elementos y resuelve las actividades cometiendo muchos errores.	No responde o lo hace de forma errónea.	
4.1. Explica las funciones y localización de los diferentes grupos de lípidos insaponificables.	15, 16 AF 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32	Identifica los distintos tipos de lípidos insaponificables.	Identifica bastantes tipos de lípidos insaponificables.	Identifica algún tipo de lípidos insaponificables.	No responde o lo hace de forma errónea.	

\*LA: Libro del alumno, AF: Actividades finales



## PRUEBA DE EVALUACIÓN A

1. El ergosterol es:
  - a) Un terpeno.
  - b) Un esfingolípido.
  - c) Un lípido insaponificable.
  - d) Un lípido saponificable.
2. Existen átomos de C, H, O y N en:
  - a) Esfingomielina.
  - b) Triglicéridos.
  - c) Ceras.
  - d) Carotenoides.
3. Un ácido graso poliinsaturado puede ser:
  - a) 20:1  $\Delta^{10}$
  - b) 20:2  $\Delta^{7, 14}$
  - c) 21:2  $\Delta^{7, 14}$
  - d) 21:3  $\Delta^{5, 10, 15}$
4. El punto de fusión de un ácido graso es mayor:
  - a) Cuanto más larga es su cadena de carbonos.
  - b) Cuanto más corta es su cadena de carbonos.
  - c) Si es isómero cis.
  - d) Si es isómero trans.
5. ¿Cuál de los siguientes no es un lípido anfipático?
  - a) Cefalina.
  - b) Lecitina.
  - c) Esfingomielina.
  - d) Licopeno.

## PRUEBA DE EVALUACIÓN B

1. ¿A qué grupo pertenecen cada una de las siguientes moléculas?

a) Colesterol.

Esteroides.

b) Vitamina A.

Terpenos.

c) Leucotrienos.

Eicosanoides.

d) Lecitina.

Fosfoglicéridos.

e) Fitol.

Terpenos.

2. ¿Cuáles son los lípidos saponificables?

Los lípidos saponificables son los triglicéridos, los fosfoglicéridos, los esfingolípidos y las ceras.

3. ¿Qué quiere decir que una molécula es anfipática?

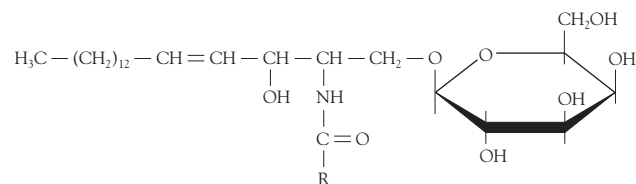
Una molécula anfipática es aquella que tiene una zona polar y otra apolar. Por ello presenta cierto grado de solubilidad tanto en agua y disoluciones acuosas como en lípidos y otros compuestos hidrófobos.

4. Relaciona cada molécula con su función:

$\beta$ -caroteno	↘	↗	Energética
Colesterol	↘	↗	Fijación del calcio en los huesos
Vitamina D	↘	↗	Fotosíntesis
Triestearina	↘	↗	Constituyente de membranas celulares

5. ¿A qué moléculas corresponden las siguientes fórmulas?

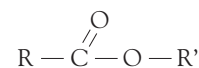
a)



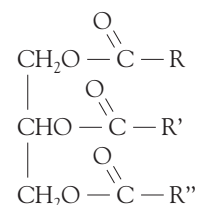
b)



c)



d)



a) Galactocerebroside.

b) Monoterpeno.

c) Cera.

d) Grasa.

