

SERIE Nº 3. Lípidos

Lípidos

Denominamos **lípidos** a un conjunto muy heterogéneo de biomoléculas cuya característica distintiva aunque no exclusiva ni general es la insolubilidad en agua, siendo por el contrario, solubles en disolventes orgánicos (benceno, cloroformo, éter, hexano, etc.).

En muchos lípidos, esta definición se aplica únicamente a **una parte de la molécula**, y en otros casos, existen otras biomoléculas insolubles en agua y que no son lípidos (carbohidratos como la quitina y la celulosa).

Una característica básica de los lípidos, y de la que derivan sus principales propiedades biológicas es la **hidrofobicidad**. La baja solubilidad de los lípidos se debe a que su estructura química es fundamentalmente hidrocarbonada, con gran cantidad de enlaces C-H y C-C. El agua, al ser una molécula muy polar, con gran facilidad para formar puentes de hidrógeno, no es capaz de interactuar con estas moléculas.

Los lípidos llevan a cabo **múltiples funciones en el organismo**, como: almacenamiento de energía, de transporte, cumplir funciones hormonales, actuar como vitaminas, formar parte de las membranas celulares confiriéndoles la propiedad de permeabilidad selectiva, al permitir el paso o no de algunas sustancias y en determinada dirección, así como la conducción nerviosa y el transporte activo como la bomba de Na^+/K^+ . A diferencia de los carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos, **no forman polímeros**, son más bien moléculas pequeñas que presentan una fuerte tendencia a asociarse.

Clasificación

De acuerdo con la complejidad de su molécula, se distinguen dos categorías de lípidos, **simples y complejos**. Existen además otras sustancias que comparten las propiedades de solubilidad de los lípidos y se asocian a ellos en la naturaleza.

Son lípidos simples los **acilglicérols** y las **ceras**. Los lípidos complejos comprenden **glicerolípidos y esfingolípidos**. Entre las **sustancias asociadas a lípidos** se consideran diversos compuestos, como esteroides, terpenos, vitaminas liposolubles, etc.

Lípidos Simples

➤ **Acilglicéridos** (grasas simples o neutras): son lípidos saponificables formados por la esterificación de uno, dos o tres ácidos grasos y una molécula de glicerol (propanotriol). Su principal función es de reserva energética ya que se acumulan en el tejido adiposo de animales o en las semillas de frutos vegetales. También sirven como aislantes térmicos.

Son sustancias untuosas al tacto, tienen brillo graso, son menos densas que el agua y malas conductoras del calor.

El **punto de fusión** de los acilglicéridos viene determinado por la naturaleza de los ácidos grasos que lo forman. A mayor número de átomos de carbono mayor punto de

fusión y se debe tener presente que la presencia de dobles enlaces disminuye el punto de fusión.

Los acilglicéridos que son sólidos a temperatura ambiente reciben el nombre de **grasas (poseen mayor número de grupos acilos saturados)**, mientras que los que son líquidos a esta temperatura reciben el nombre de **aceites (poseen mayor número de acilos insaturados)**. La presencia mayor o menor presencia de ácidos grasos saturados es responsable de un empaquetamiento más compacto o más débil, dando lugar a grasas o aceites, respectivamente.

Una de las reacciones más importantes es su hidrólisis, que puede ser alcalina (bajo el punto de vista industrial) o enzimática (por lipasas, en el organismo). La hidrólisis alcalina o **saponificación**, es el proceso base para la **fabricación de los jabones**, mientras que la hidrólisis enzimática se produce en la **degradación de las grasas** ingeridas como alimentos.

Los **jabones** se obtienen calentando grasas naturales con una disolución alcalina (de carbonato de sodio o hidróxido de sodio). Tras la hidrólisis, el jabón (sales sódicas de ácidos grasos) se separa del resto mediante precipitación al añadir sal a la mezcla de reacción, tras lo cual se lava y purifica. El jabón así obtenido es el de tipo industrial. Estos, al igual que otros lípidos polares, **forman micelas** en contacto con el agua. Esta propiedad explica su capacidad limpiadora, pues actúan disgregando la mancha de grasa o aceite formando pequeñas micelas en las que las partes hidrofóbicas (apolares) rodean la grasa y las partes hidrofílicas (polares, debido al grupo carboxilato) quedan expuestas hacia el agua. De esta manera, se forma una **emulsión** (gotas cargadas negativamente) que son arrastradas por el agua en forma de diminutas partículas.

Otra reacción importante de los acilglicéridos es la **hidrogenación** catalítica de los grupos acilo insaturados existentes en los aceites vegetales. Mediante este proceso los acilglicéridos con grupos acilos insaturados se transforman en acilglicéridos saturados. Esta reacción se viene realizando en la industria desde hace muchos años para la producción de **margarinas** de uso culinario, a partir de aceites vegetales abundantes y baratos (como el de soja y el de maíz).

Los acilglicéridos pueden **autooxidarse** con el oxígeno del aire. Es una **reacción espontánea** en la que se producen radicales peróxido y radicales libres, muy reactivos, que provocan en conjunto el fenómeno de **enranciamiento de grasas y aceites**, que resulta en la formación de una compleja mezcla de compuestos de olor desagradable.

➤ **Ceras**: son ésteres de un ácido graso de cadena larga con un monoalcohol de cadena larga. Las ceras son blandas y moldeables en caliente, pero duras en frío. En las plantas se encuentran en la superficie de los tallos y de las hojas protegiéndolas de la pérdida de humedad y de los ataques de los insectos. En los animales también actúan como cubiertas protectoras y se encuentran en la superficie de las plumas, del pelo y de la piel.

Lípidos Complejos

➤ **Glicerolípidos**: los fosfolípidos son componentes esenciales de las membranas biológicas. Se trata también de **ésteres del glicerol**, pero sólo poseen **dos grupos acilo** unidos a los átomos de oxígeno de los carbonos 1 y 2 del glicerol, mientras que el tercer hidróxido está esterificado con el **ácido fosfórico**, el cual a su vez se encuentra unido a un resto X de distinta naturaleza.

Los diferentes fosfolípidos difieren en el tamaño, forma y carga eléctrica de los grupos (X) de la cabeza polar. A su vez, cada tipo de fosfolípido puede existir en muchas especies químicas distintas que se diferencian en sus grupos acilos (parte apolar). Habitualmente hay un grupo acilo saturado y otro insaturado. Los fosfolípidos más abundantes en las membranas de las células de animales y de plantas superiores son la **fosfatidiletanolamina (cefalinas)** y la **fosfatidilcolina (lecitinas)**, mientras que el fosfatidilglicerol y el difosfatidilglicerol son más frecuentes en membranas bacterianas.

Los fosfolípidos poseen una **cabeza polar** y una **cola apolar** (cadena hidrocarbonada); este tipo de compuestos reciben el nombre de **anfipáticos** (también lo son los ácidos grasos). Esta característica estructural posee una gran importancia, pues gracias a ello los fosfolípidos pueden agruparse al interaccionar las partes apolares, dando lugar a estructuras más complejas como las membranas biológicas celulares.

➤ **Esfingolípidos**: son lípidos complejos cuyo esqueleto está constituido por la **esfingosina** en lugar de glicerol. Son también componentes importantes de las membranas celulares, debido a su naturaleza anfipática. Bajo el punto de vista estructural, todos los esfingolípidos contienen tres componentes básicos: un **grupo acilo** (procedente de un ácido graso), una molécula de **esfingosina** (o su derivado hidrogenado) y una **cabeza polar**. La zona polar puede estar formada por un grupo fosfato unido a un resto X (de similar naturaleza que el presente en los fosfoglicéridos), dando lugar a los **fosfoesfingolípidos**, ó a una molécula de azúcar, dando lugar a los **glicoesfingolípidos**.

Los *fosfoesfingolípidos* se encuentran presentes en cantidades importantes en el tejido nervioso y cerebral. En ellos, un grupo hidróxido del fosfórico está esterificado con colina o etanolamina y se conocen con el nombre general de **esfingomielinas**, el fosfoesfingolípidos más abundante en las vainas membranosas que envuelven y aíslan eléctricamente los axones de las neuronas.

En los *glicoesfingolípidos*, la cabeza polar la forma un carbohidrato. Así, los denominados **galactocerebrósidos** son los más abundantes en las membranas de las células neuronales del cerebro y tienen un grupo de cabeza polar que es la β -D-galactosa.

Sustancias Asociadas a Lípidos

➤ **Terpenos**: son lípidos insaponificables, formados por dos o más unidades de isopreno (2-metil-1,3-butadieno).

En los vegetales se han identificado un gran número de terpenos, muchos de los cuales poseen olores o sabores característicos, y son **componentes principales de los aceites esenciales** obtenidos de las plantas (limoneno, geraniol, mentol o alcanfor). Por su parte el **fitol** (diterpeno) es un componente esencial de la clorofila, molécula esencial en la fotosíntesis y, por tanto, situada en la base química de la vida.

Entre los terpenos superiores más importantes figuran el **escualeno** (triterpeno, encontrado en grandes cantidades en los escualos), precursor del colesterol (que es un esteroide) y el **β -caroteno**, que junto a otros carotenos es el responsable del color amarillo-anaranjado asociado a determinadas membranas celulares (zanahoria, tomate, etc) y también actúa como precursor de la **Vitamina A o retinol**.

➤ **Esteroides:** son otro tipo de lípidos no saponificables, que poseen un núcleo común formado por cuatro anillos condensados, tres de los cuales poseen seis átomos de carbono y el cuarto únicamente cinco. El nombre de dicha estructura común es **ciclopentanoperhidrofenantreno**.

Aunque los distintos tipos de esteroides se diferencian en la naturaleza y la posición de los sustituyentes. La mayoría de los esteroides se generan (en los seres vivos) a partir de la ciclación del escualeno (un triterpeno lineal); así, el primer esteroide formado en este proceso es el **lanosterol** que posteriormente se transforma en otros muchos esteroides de interés. Uno de ellos es el colesterol.

El **colesterol** es el esteroide mejor conocido y más abundante en el cuerpo humano. Forma parte de las membranas biológicas y es precursor de ácidos biliares, de las hormonas esteroides y de la Vitamina D. Es también muy abundante en **lipoproteínas** del plasma sanguíneo, entre ellas la **LDL**, en las que alrededor del 70 % se encuentra esterificado con ácidos grasos de cadena larga. Por desgracia, es también conocido por su nivel en la sangre y ciertos tipos de enfermedades cardíacas, como la arterosclerosis. Esta enfermedad se debe a un exceso de LDL (provocado por varias causas) que se deposita en la superficie interna de las arterias, disminuyendo así su diámetro, produciendo un aumento de la presión sanguínea y, por tanto, un mayor riesgo a sufrir la formación de ateromas, causantes en último término de los problemas cardiovasculares que determinan los infartos de miocardio.

El colesterol es también el precursor de otros muchos esteroides. La **vitamina D**, cuya ausencia produce el raquitismo (enfermedad en el crecimiento de los huesos), se sintetiza a partir de un derivado del colesterol (7-dehidrocolesterol) mediante una reacción que requiere irradiación de la piel por la luz solar. Los **ácidos biliares** son compuestos, sintetizados a partir del colesterol, que a modo de detergente ayudan a la emulsión de los lípidos y a su absorción intestinal. Por su parte, los **andrógenos** son hormonas sexuales masculinas y los **estrógenos** hormonas sexuales femeninas, también derivados del colesterol.

➤ **Prostaglandinas:** son lípidos insaponificables que poseen una gran variedad de actividades biológicas de naturaleza hormonal y reguladora, así median en: la respuesta antiinflamatoria, la producción de dolor y fiebre, la regulación de la presión sanguínea, la inducción de la coagulación de la sangre, la inducción al parto, y la regulación del ciclo sueño/vigilia.

La prostaglandinas, se encuentran en cantidades muy pequeñas en tejidos y fluidos corporales, entre ellos los fluidos menstruales y seminales. Todas las prostaglandinas son derivados de la ciclación de ácidos grasos insaturados de 20 carbonos (**ácido araquidónico**).

EJERCITACIÓN

- 1) ¿Es lo mismo decir "lípidos" que "grasa"? ¿O "aceite" y "grasa"? Justifique ambas respuestas.
- 2) Escriba la reacción de saponificación de un triacilglicérido y la reacción de esterificación de un ácido graso. En cada caso nombre las sustancias participantes.

3) Indique si las siguientes afirmaciones son Verdaderas (V) o Falsas (F). En caso de responder falso, explique porque lo son.

- a) Un fosfolípido está formado por un lípido y un glúcido.
- b) En la lecitina el alcohol es la colina.
- c) Los esteroides derivan del colesterol.
- d) Las prostaglandinas es insolubles en agua.

4) Reconozca y nombre los siguientes ácidos grasos:

- a) 16:0.
- b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$.
- c) 18:2 ω 6.
- d) 18:3 ω 3.
- e) 18:1 $\Delta^{9,15}$.

5) En la estructura de la Figura N° 1 marque:

- a) Un fosfato.
- b) Un glicerol.
- c) Un enlace éster.
- d) Un enlace éster fosfato.
- e) La parte más polar de la molécula.
- f) La parte no polar de la molécula.
- g) Un grupo carboxilo y un grupo amino.

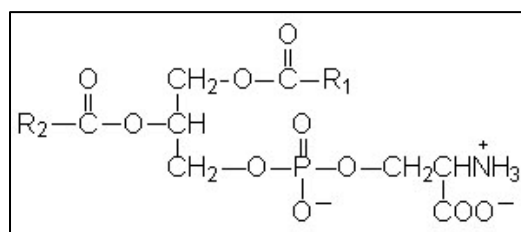


Figura N° 1

6) Teniendo en cuenta la estructura de la Figura N° 1, responda:

- a) ¿Cómo puede clasificarse?
- b) ¿Qué nombre recibe?
- c) ¿En qué lugar de la célula se encuentra de acuerdo a su estructura?
- d) ¿Cuál es su función?
- e) Las prostaglandinas es insolubles en agua.

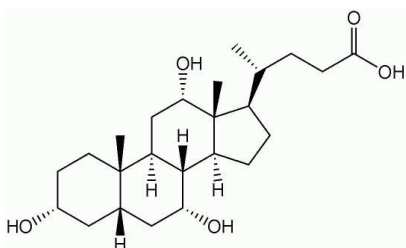
7) Escriba la fórmula e indique el tipo de lípido:

- a) Glicerol.
- b) Ácido esteárico.
- c) 1,2-dipalmitoil-3-linoleil glicerol.
- d) Galactosil-ceramida.
- e) 1,2-dioleil fosfatidil etanolamina.
- f) Ácido fosfatídico.

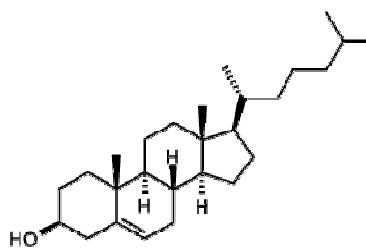
8) Los lípidos complejos:

- a) Están formados sólo por glicerol y ácidos grasos.
- b) Son los menos solubles en agua.
- c) Su función principal es formar membranas.
- d) El alcohol que forma parte de su estructura puede ser glicerol ó esfingosina.

9) Indique el tipo de compuesto que muestra cada figura y su función biológica.

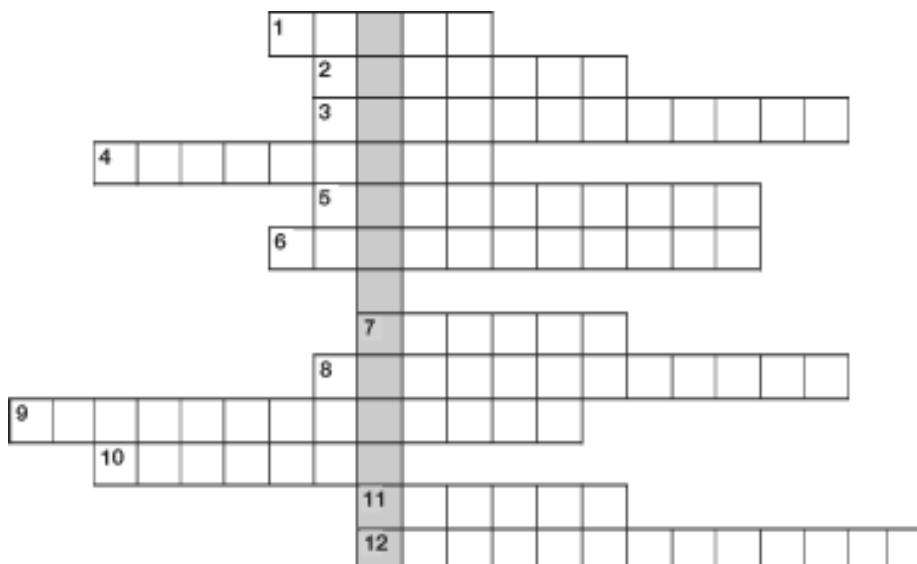


(a)



(b)

10) Completar el siguiente crucigrama a partir de los conceptos explicados en el texto, y de las definiciones que figuran abajo. Una vez completado, explicar el término formado en la columna sombreada.



Definiciones:

1. Isómero geométrico de los ácidos grasos dañino para la salud.
2. Tipo de lípidos de consistencia líquida, presentes en plantas y pescados.
3. Tipos de sustancias constituidas por lípidos y proteínas que transportan colesterol en la sangre.
4. Tipo de ácidos grasos que poseen un enlace simple entre cada átomo de carbono, y en los cuales cada átomo de carbono está unido a dos átomos de hidrógeno.
5. Lípido de origen animal, fabricado en el organismo e incorporado en la alimentación, de estructura de anillos, que, en exceso, puede causar enfermedades cardiovasculares.
6. Ácidos grasos que poseen uno o más enlaces dobles en su cadena.
7. Tipos de lípidos de consistencia sólida, de origen animal.
8. Tipo de lípido constituido por la unión de tres ácidos grasos con una molécula de glicerol. Su principal función es la reserva energética.

9. Procedimiento empleado para la conservación de aceites que añade átomos de hidrógeno.
10. Grupo de moléculas orgánicas, constituidas básicamente por carbono e hidrógeno, incluyen grasas y aceites, de origen vegetal y animal, e insolubles en agua.
11. Principal ácido graso insaturado que constituye el aceite de oliva.
12. Reacción característica del grupo de lípidos que se caracteriza por la presencia de ácidos grasos y alcohol en su estructura química.