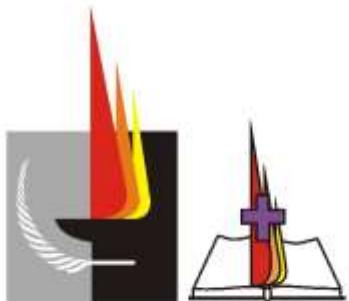
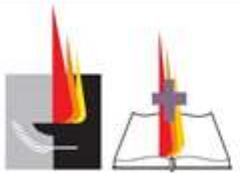


2026



FACULTAD DE
CIENCIAS VETERINARIAS
Universidad Nacional de La Pampa

[CUADERNILLO
BIOLOGÍA]



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

CÁTEDRA BIOLOGÍA GENERAL

GUÍA DE ESTUDIO Y EJERCITACIÓN COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA CÉLULA

PROFESORAS ADJUNTAS:

Williamson, Delia María. M.V. Dra. Cs. Veterinarias.

Gómez, María Bettina. M.V. Esp. Sanidad Animal. Dra. Cs Agropecuarias.

JEFE DE TRABAJOS PRÁCTICOS:

Bruni, María de los Ángeles. Lic. Cs. Biológicas. Prof. Cs. Naturales. Esp. Doc. Univ.

AYUDANTES DE PRIMERA:

Castillo, Melina. M.V. Esp. Sanidad animal. Mg. en Biotecnología.

Clauzure, Mariángelos. Lic. Biotecnología. Esp. Doc. Univ. Dra. Biología Molecular.

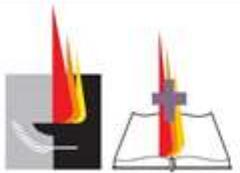


TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO N°1

SUSTANCIAS INORGÁNICAS: AGUA Y SALES	3
--------------------------------------	---

ACTIVIDAD PRÁCTICA

COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA CÉLULA. Agua y Sales	17
--	----

CAPITULO N°2

SUSTANCIAS ORGÁNICAS: HIDRATOS DE CARBONO	19
---	----

ACTIVIDAD PRÁCTICA

COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA CÉLULA. Hidratos de Carbono	32
---	----

CAPITULO N°3

SUSTANCIAS ORGÁNICAS: LÍPIDOS	34
-------------------------------	----

ACTIVIDAD PRÁCTICA

COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA CÉLULA. Lípidos	45
---	----

CAPITULO N°3

SUSTANCIAS ORGÁNICAS: PROTEÍNAS	48
---------------------------------	----

ACTIVIDAD PRÁCTICA

COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA CÉLULA. Proteínas	59
---	----

CAPITULO N°3

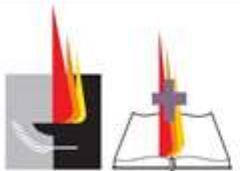
SUSTANCIAS ORGÁNICAS: ÁCIDOS NUCLEICOS	62
--	----

ACTIVIDAD PRÁCTICA

COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA CÉLULA. Ácidos Nucleicos	70
--	----

BIBLIOGRAFÍA

72



CAPÍTULO I. SUSTANCIAS INORGÁNICAS: AGUA Y SALES

Autor: Esp. María de los Ángeles Bruni

Resumen

El agua es una sustancia inorgánica de importancia para la vida con propiedades que son consecuencia de su composición y estructura. Es una molécula sencilla formada por tres átomos, uno de oxígeno y dos de hidrógeno, con enlaces polares que permiten establecer puentes de hidrógeno entre moléculas adyacentes. Este enlace le confiere al agua diversas propiedades como sus elevados puntos de fusión y ebullición, imprescindibles para que el agua se encuentre en estado líquido a la temperatura de la Tierra. Su alto calor específico la convierte en un excepcional amortiguador y regulador de los cambios térmicos, manteniendo la temperatura corporal constante. El alto valor del calor de vaporización permite eliminar, por medio del sudor, grandes cantidades de calor preservándonos de los «golpes de calor». Otra propiedad que hace que esta molécula sea única es su amplia capacidad como disolvente de sustancias. Teniendo en cuenta que los seres vivos son mayoritariamente agua, la casi totalidad de las reacciones químicas producidas en el interior del individuo se realizan en medio acuoso.

Bioelementos:

Todos los seres vivos están constituidos por los mismos elementos (átomos) químicos denominados bioelementos. Se pueden clasificar en:

Bioelementos primarios o principales: C, H, O, N. Son los elementos mayoritarios de la materia viva, constituyen el 95% de la masa total.

Bioelementos secundarios: S, P, Mg, Ca, Na, K, Cl. Se encuentran formando parte de todos los seres vivos, y en una proporción del 4,5%.

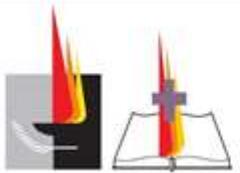
Oligoelementos: Fe, Mn, Cu, Zn, F, I, Si, Cr, Co. Presentes en pequeñas cantidades (hasta 0,5%) en los seres vivos.

Las partículas formadas por dos o más átomos se conocen como moléculas y se mantienen juntas por enlaces químicos. Los más comunes son el enlace iónico y el enlace covalente. Existen otras fuerzas de atracción entre moléculas, por ej: los enlaces de hidrógeno (o puente hidrógeno).

El ser vivo está compuesto por sustancias **inorgánicas** y **orgánicas**.

Agua

El agua es la más abundante molécula **inorgánica** que componen a los seres vivos, constituyendo entre el 50 y el 95% de su peso, variable de una especie a otra (Fig 1). Ha sido descrita desde los comienzos del origen de la vida, ya que la mayoría de las **reacciones químicas** en un ser vivo



necesitan del medio acuoso para llevarse a cabo como la **hidrólisis**, donde se rompen enlaces químicos mediante la adición de agua.

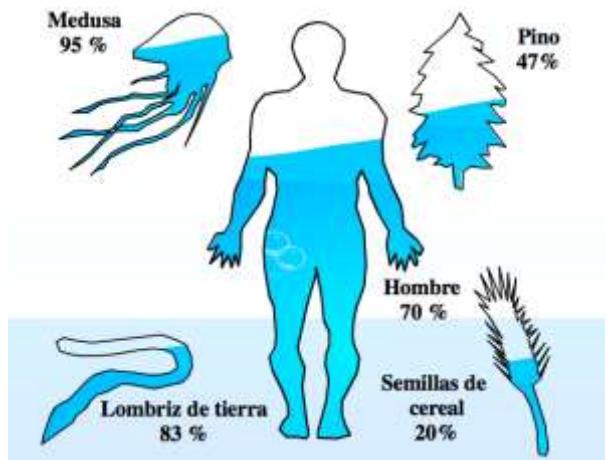


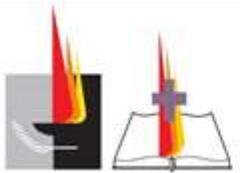
Fig 1

https://1.bp.blogspot.com/-9XXMLHfqC0I/Vsguli8g3gI/AAAAAAAABI/_IGkFddqxAc/s1600/agua.png

Es un **solviente** altamente efectivo debido a su polaridad. Esto significa que tiene la capacidad de disolver una amplia variedad de sustancias. Esto permite que los nutrientes, minerales, gases y otras moléculas esenciales sean transportados y utilizados por las células.

Tiene una gran **capacidad térmica**, es decir puede absorber y retener calor antes de que su temperatura aumente significativamente. Algunos seres vivos, por ejemplo, pueden regular su temperatura corporal dentro de ciertos rangos adecuados para el funcionamiento óptimo de las enzimas y de sus procesos metabólicos. El sudor es un ejemplo de cómo el agua ayuda a enfriar el cuerpo al liberar calor a través de la evaporación. También ayuda a los ecosistemas acuáticos a mantener temperaturas relativamente estables a lo largo de las estaciones del año. Esto es esencial para la supervivencia de muchas especies de peces, invertebrados y otras formas de vida acuática, ya que evita cambios bruscos en la temperatura del agua que podrían ser perjudiciales para estos organismos.

El agua en los sistemas biológicos actúa como un medio de **transporte** para nutrientes, gases respiratorios y desechos. En el sistema circulatorio de los organismos superiores, el plasma sanguíneo, que es principalmente agua, transporta nutrientes y oxígeno a las células y elimina los desechos metabólicos. En las células nerviosas, el agua actúa como un **aislante** eléctrico en las membranas celulares, permitiendo la transmisión eficiente de señales eléctricas a lo largo de las neuronas y como **lubricante** en las articulaciones y otros tejidos en los organismos superiores, permitiendo un movimiento suave y reduciendo el desgaste de las superficies articulares.



Todas estas funciones que hacen al agua un compuesto fundamental para la vida en la tierra se debe en gran parte a su estructura molecular y a la formación de enlaces de hidrógeno entre sus moléculas.

Estructura del agua

El agua (H_2O), está compuesta por dos átomos de hidrógeno (H) y un átomo de oxígeno (O) unidos covalentemente (comparten un par de electrones en sus órbitas exteriores), dispuestos en una estructura en forma de V dibujando un ángulo de $104,5^\circ$ entre sí (Fig. 2).

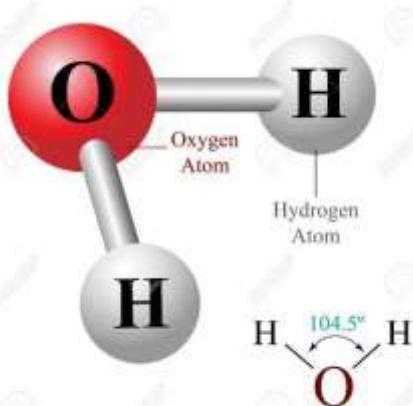


Fig. 2

<https://previews.123rf.com/images/7gengrafik/7gengrafik1703/7gengrafik170300007/74074120-h2o-mol%C3%A9cula-de-agua-ilustraci%C3%B3n.jpg>

Como el oxígeno atrae los electrones compartidos con mayor fuerza que el hidrógeno, crea una región parcialmente negativa a su alrededor y regiones parcialmente positivas alrededor de los hidrógenos. (Fig. 3). Por esta distribución asimétrica de cargas se dice que la molécula de agua es **polar**. Esta polaridad permite formar **enlaces de hidrógeno (o puente de hidrógeno)** con otras moléculas de agua y con otras sustancias polares. Los enlaces de hidrógeno son fuerzas de atracción débiles entre el oxígeno de una molécula de agua y el hidrógeno de otra, pero que requieren de una cantidad significativa de energía para romperse. Debido a la disposición espacial de las moléculas de agua, cada una de ellas puede establecer puentes de hidrógeno con otras cuatro, lo que contribuye a mantener el agua en estado líquido (Fig. 4).

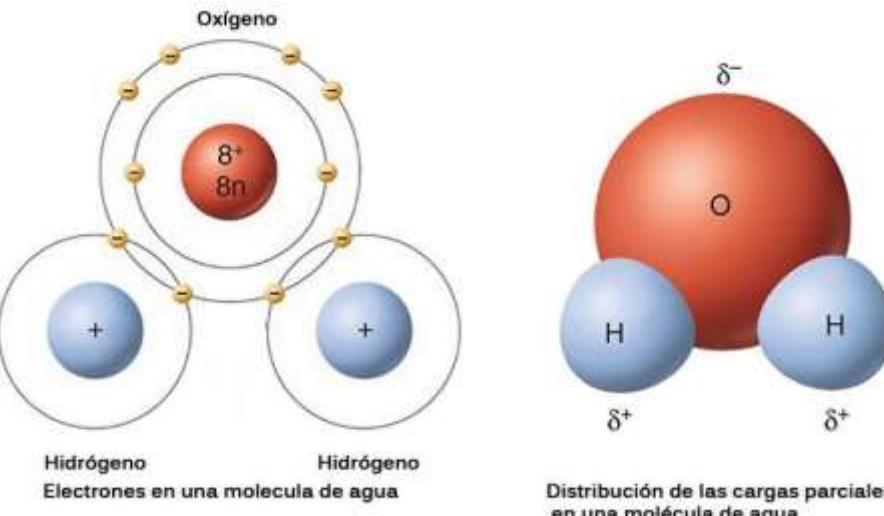
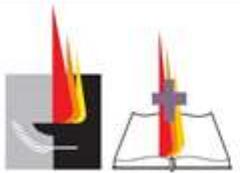


Fig. 3

<https://gori-gori.blogspot.com/2016/10/tema-1-y-2-preguntas-de-selectividad.html>

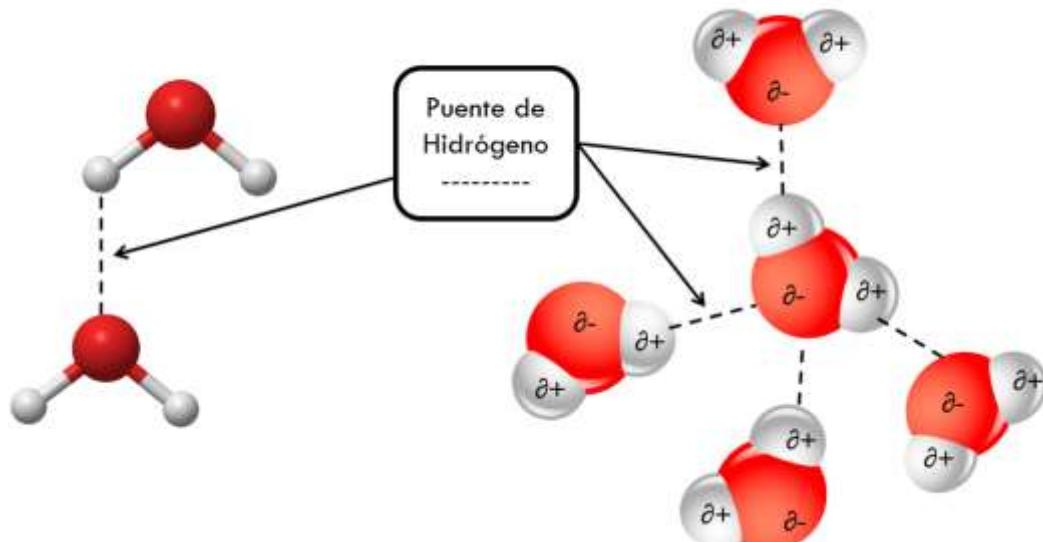
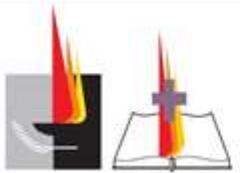


Fig. 4

<https://pixabay.com/es/illustrations/puentes-hidr%C3%A3geno-agua-cohesi%C3%B3n-5295950/>

Propiedades físico-químicas

Solvente universal: Como se menciona más arriba, el agua es un excelente solvente debido a su polaridad. Puede disolver una amplia variedad de sustancias, incluyendo sales (Fig. 5), azúcares, gases, ácidos y muchas moléculas orgánicas como alcoholes y cetonas (Fig. 6). Esto es



esencial para los procesos biológicos y químicos en la Tierra. Los compuestos **apolares** como los hidrocarburos son insolubles en agua y se las llama sustancias **hidrofóbicas**. Existen otras sustancias como los fosfolípidos (componentes de las membranas biológicas) que se denominan **anfipáticos**, porque en esa misma molécula, parte de ella tiene afinidad con el agua (**hidrofílica**) y otra parte no tiene afinidad con ella (**hidrofóbica**) (Fig. 7).

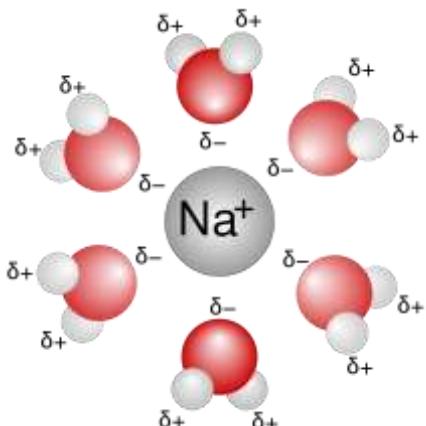


Fig. 5

<https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/download/65732/60256>

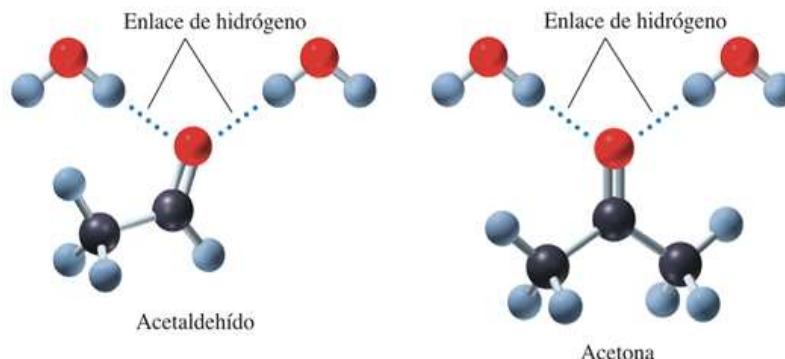


Fig 6

<https://www.guatequimica.com/tutoriales/carbonilo/image29.png>

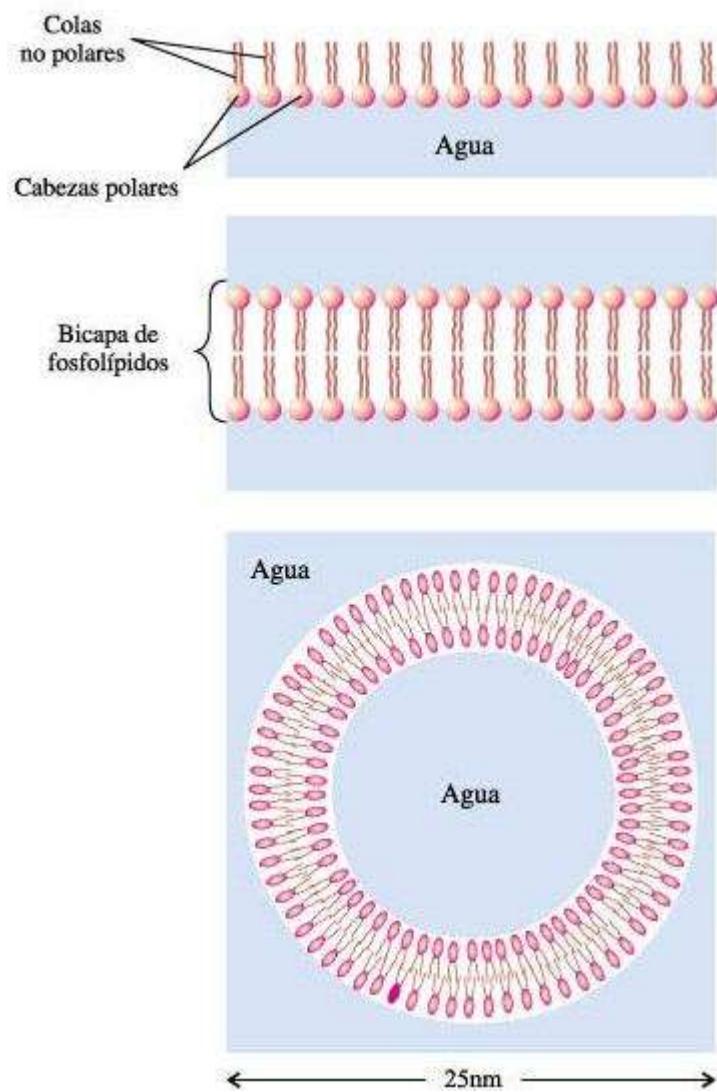


Fig 7

https://mail.colegiolaesperanza.com/libros_digitales/curtis/libro/img/3-15.jpg

Elevada fuerza de cohesión y adhesión: Las fuerzas de cohesión entre las moléculas de agua hacen que estas se unan entre sí, lo que resulta en la **tensión superficial** del agua y en su capacidad para formar gotas. Esta “película elástica” permite a muchos insectos voladores aterrizar sobre ella y flotar (Fig 8). Las fuerzas de **adhesión** permiten que el agua se adhiera a superficies que la contienen como por ejemplo el vidrio o tejidos vegetales, lo que es importante para el transporte de agua en las plantas. La función que se deriva de esta propiedad, es el fenómeno de la **capilaridad**, que depende tanto de la adhesión de las moléculas de agua a las paredes de los conductos como de la cohesión de las moléculas de agua entre sí (Fig 9).



Fig 8

<https://1.bp.blogspot.com/-4oCpqiy1Jno/WEHlrvPTAFI/AAAAAAAEM/e0vy4SibSF0WHwJlzpQQERh3Zmsoq0pEQCLcB/s1600/zapatero.jpg>

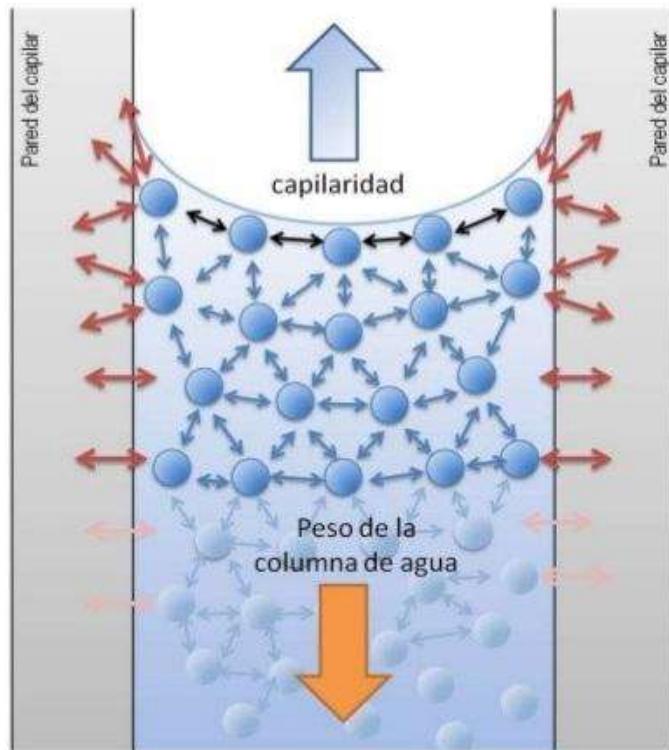


Fig 9

Modificada de
<https://www.iagua.es/sites/default/files/images/capilaridad%20del%20agua%20y%20del%20mercurio.jpg>

Elevado calor específico: El calor específico es la cantidad de calor que es necesario entregar a 1 gramo de agua para elevar 1°C su temperatura. El calor específico del agua es mucho mayor que el de otros materiales de la biosfera como las rocas o el aire. Su importancia biológica fue explicada cuando se habló de capacidad térmica.

Altos puntos de fusión y evaporación: Esta propiedad, determina que a temperaturas moderadas se mantenga como un sistema líquido, lo que es más adecuado para el desarrollo de muchas reacciones químicas.

El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4°C. A temperaturas más frías, los puentes de hidrógeno resisten a la ruptura y unen las moléculas de agua en un enrejado abierto, que es la estructura que posee el hielo (Fig 10). Al ser menos denso que el agua, el hielo flota en ella. Esta propiedad es importante para la vida acuática, ya que evita que los cuerpos de agua se congelen desde abajo y protege a los organismos en invierno (Fig 11).

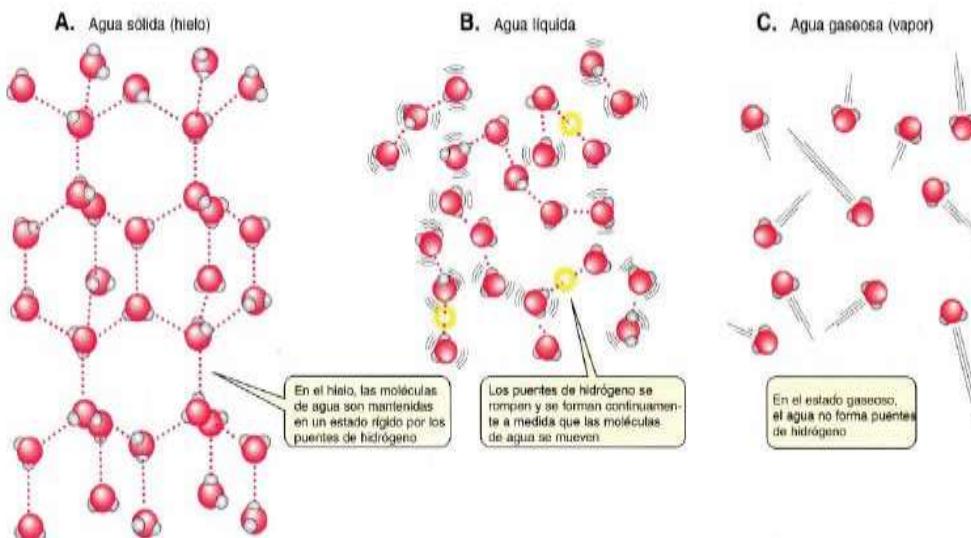
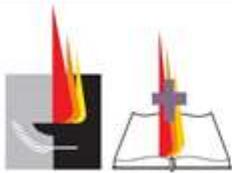


Fig 10

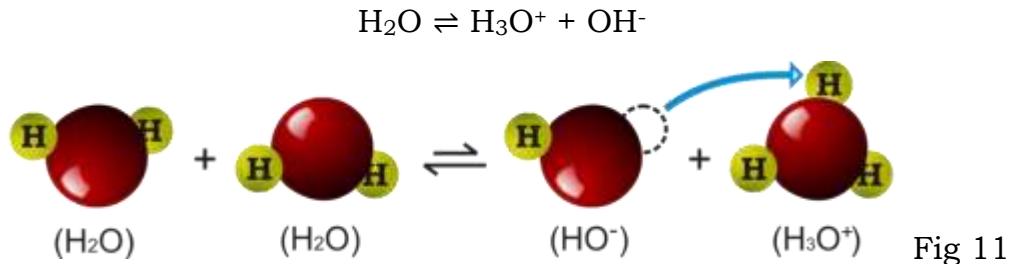
<https://www.blogdebiologia.com/wp-content/uploads/2014/12/img-5.jpg>

Transparencia y capacidad para absorber radiación infrarroja: El agua es transparente a la luz visible, lo que permite la fotosíntesis en los organismos acuáticos y permite la penetración de la luz en los cuerpos de agua, esencial para los ecosistemas acuáticos. También puede absorber radiación infrarroja, importante para el efecto invernadero natural y el equilibrio térmico de la Tierra.

Bajo grado de ionización: Esto significa, que una pequeña proporción de sus moléculas (en el agua pura, de cada 10^7 moléculas de agua, sólo una se encuentra ionizada), se disocian en iones cuando está en estado líquido. Esto se debe principalmente a la tendencia del agua a formar enlaces de hidrógeno entre sus moléculas, lo que limita la ionización, es por eso que el agua pura es un mal conductor de la electricidad. Cuando las moléculas

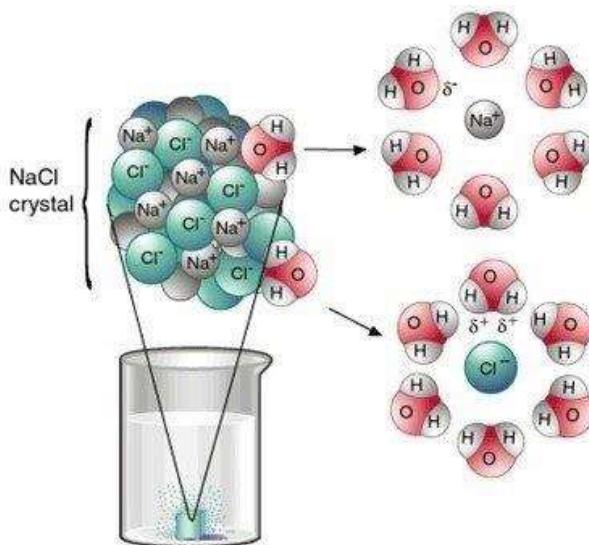


de agua se disocian, se forman **iones hidronio (H_3O^+)** (generalmente se utiliza el símbolo H^+ , en lugar de H_3O^+) e **iones hidróxido u oxidrilos (OH^-)** de la siguiente manera (Fig 11):



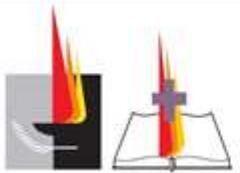
<https://www.crcinfrared.com/wp-content/uploads/2022/12/ionizacion2.png>

Sin embargo, es importante destacar que la ionización del agua puede aumentar significativamente cuando se agregan solutos iónicos o sustancias ácidas o básicas. Por ejemplo, cuando se disuelve sal de mesa ($NaCl$, cloruro de sodio) en agua, los iones de sodio (Na^+) y cloruro (Cl^-) se separan y aumentan la conductividad eléctrica del agua (Fig 12). Del mismo modo, cuando se agrega un ácido fuerte como el ácido clorhídrico (HCl), se incrementa la concentración de iones hidronio (H_3O^+), lo que también aumenta la conductividad eléctrica.



<https://qph.cf2.quoracdn.net/main-qimg-dde1a9e09a595c1241e2cc42be519236-lq>

pH: Una solución es neutra cuando su concentración de iones H^+ es igual a la de iones OH^- , por ejemplo, el agua pura. Pero el agua no es un líquido químicamente puro, ya que se trata de una solución iónica que siempre contiene algunos iones H^+ y OH^- .



El producto $[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$, se denomina producto iónico del agua, y constituye la base para establecer la escala de pH, que mide la acidez o alcalinidad de una disolución acuosa, es decir, su concentración de iones H^+ o OH^- respectivamente. Cuando en una solución la concentración de H^+ es mayor que la de OH^- se dice que es ácida y, al contrario, básica. El pH del agua pura es 7 y se considera neutro. Valores mayores serán básicos o alcalinos y valores menores ácidos (Fig. 13).

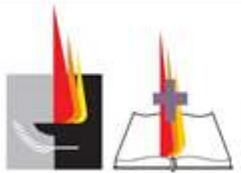


Fig 13

<https://culturacientifica.com/app/uploads/2021/12/2.png>

Buffer: El agua en sí misma no es un tampón o buffer. Una solución tamponadora, amortiguadora o buffer es aquella que puede resistir cambios significativos en su pH cuando se le agregan ácidos o bases fuertes.

El agua, en su forma pura, no tiene esta propiedad de resistencia al cambio de pH. Entonces, frente a variaciones de pH se puede afectar, por ejemplo, la estabilidad de las enzimas y modificar su actividad biológica. Sin embargo, el agua puede estar involucrada en sistemas tampón junto con otras sustancias que ayudan a mantener el pH en un rango específico

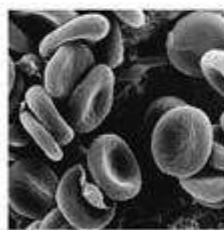
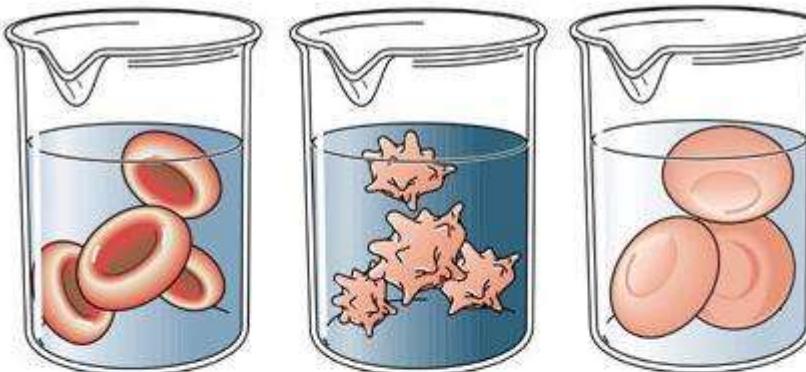


y son esenciales para mantener un ambiente químico adecuado para procesos biológicos y ecológicos. Por ejemplo:

-en sistemas acuosos biológicos el agua se encuentra en combinación con mezclas de ácidos débiles y sus bases conjugadas. Estas soluciones amortiguadoras consisten en un par ácido-base conjugada que actúan como dador y acceptor de protones, respectivamente (por ejemplo, el par carbonato-bicarbonato, fosfato monosódico-fosfato disódico) ayudando a mantener el pH de los fluidos corporales dentro de un rango específico (plasma sanguíneo 7,4; saliva:6,35-6,95; Orina 5,8; jugo gástrico:2,1 etc.) y regulan la acidez o alcalinidad.

-en cuerpos de agua naturales, como ríos y lagos, existen sistemas tampón naturales debido a la presencia de ácidos débiles, bases débiles y sales disueltas en el agua que ayudan a mantener el pH del agua relativamente constante, lo que es importante para la vida acuática.

Ósmosis y presión osmótica: Se define ósmosis como el paso del agua (solvente), a través de una membrana semipermeable (como la de la célula), hacia una solución de mayor concentración de solutos (sustancias disueltas), es decir, desde la solución más diluida a la más concentrada. Presión osmótica es aquella presión necesaria para detener el flujo de agua a través de la membrana semipermeable. Cuanto mayor sea la concentración de solutos en una solución, mayor será la presión osmótica que se debe aplicar para detener la entrada de agua en esa solución. Al considerar como semipermeable a la membrana plasmática, las células de los organismos pluricelulares deben permanecer en equilibrio osmótico con los líquidos tisulares que los bañan. Cuando la presión osmótica en ambos lados de la membrana es igual, se alcanza el **equilibrio osmótico** y el flujo neto de agua se detiene. Esto significa que la concentración de solutos en ambos lados de la membrana es igual. Si los líquidos extracelulares aumentan su concentración de solutos, se haría **hipertónica** respecto a las células, como consecuencia se originan pérdida de agua y deshidratación (**plasmólisis**). En el caso de los eritrocitos (glóbulos rojos) sanguíneos la plasmólisis se denomina **crenación**. De igual forma, si los líquidos extracelulares se diluyen, se hacen **hipotónicos** respecto a las células. El agua tiende a pasar al citoplasma y las células se hinchan y se vuelven **turgentes**, pudiendo estallar (**hemólisis**) (Fig 14).



A.

Isotonic solution
(equal concentration
of ions in solution
and cell)



B.

Hypertonic solution
(higher concentration
of ions in solution
than in cell)



C.

Hypotonic solution
(lower concentration
of ions in solution
than in cell)

Fig 14

<https://inakiresa.files.wordpress.com/2010/09/osmosis.jpg>

Sales minerales

Las sales minerales son sustancias inorgánicas que contienen iones y minerales esenciales para el funcionamiento adecuado de los seres vivos. Estas sales son importantes en una variedad de procesos biológicos y desempeñan un papel importante en la homeostasis y el mantenimiento de la salud de los organismos. En función de su solubilidad en agua se distinguen dos tipos de sales: insolubles y solubles.

Sales inorgánicas insolubles en agua: Forman estructuras sólidas, que suelen tener función de sostén o protectoras como:

- Esqueleto interno de vertebrados, en el que se encuentran: fosfatos, cloruros y carbonatos de calcio (Fig 15).
- Caparazones de carbonatos cálcicos de crustáceos y moluscos (Fig 16).
- Endurecimiento de células vegetales, como gramíneas (impregnación con sílice).
- Otolitos del oído interno, formados por cristales de carbonato cálcico (equilibrio).

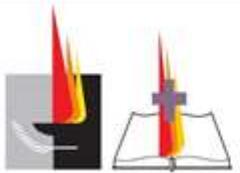


Fig 15

<https://ulnaebones.files.wordpress.com/2017/02/aus-e1486711629556.png>



Fig 16

<https://www.concienciaeco.com/wp-content/uploads/2018/10/conchas-marinas.jpg>

Sales inorgánicas solubles en agua: La actividad biológica que proporcionan se debe a sus iones. Algunas de las más comunes en los seres vivos incluyen:

Iones como el manganeso (Mn^{+2}), cobre (Cu^{+2}), magnesio (Mg^{+2}), zinc (Zn^{+2}), actúan como **cofactores enzimáticos** siendo necesarios para el desarrollo de la actividad catalítica de ciertas enzimas.

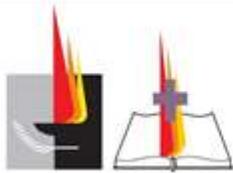
El yodo (I^-) es un componente esencial de las hormonas tiroideas producidas por la glándula tiroides, que regulan el metabolismo y el crecimiento en los seres vivos.

El flúor (F^-) es importante para la formación y fortaleza de los dientes y huesos.

El ion ferroso-férrico (Fe^{2+} y Fe^{3+}) forma parte del grupo hemo de la hemoglobina y mioglobina, proteínas encargadas del transporte de oxígeno a través del cuerpo. También es necesario para muchas enzimas y procesos de transporte de electrones en la respiración celular.

El ion magnesio (Mg^{+2}) se encuentra en el centro de la molécula de clorofila y, por lo tanto, es esencial para la fotosíntesis en las plantas.

El ión calcio (Ca^{+2}) interviene en la contracción muscular, la transmisión de señales nerviosas y en los procesos relacionados con la coagulación de



la sangre. Es esencial para la formación y mantenimiento de huesos y dientes.

Los iones sodio (Na^+), potasio (K^+), cloro (Cl^-), calcio (Ca^{+2}), participan en la generación de gradientes electroquímicos, que son imprescindibles en el potencial de membrana y del potencial de acción en los procesos de la sinapsis neuronal, transmisión del impulso nervioso y contracción muscular (Fig 17). El sodio (Na^+), además, es importante en la regulación de la presión sanguínea, el potasio (K^+) es esencial para el funcionamiento de los músculos y el cloro (Cl^-) para la formación de ácido clorhídrico en el estómago, para digerir los alimentos. También juega un papel en la regulación del equilibrio de los fluidos y la presión osmótica.

El fosfato (PO_4^{3-}) es un componente importante de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) y de los fosfolípidos, que son componentes de las membranas celulares. También está involucrado en el almacenamiento y transferencia de energía en forma de ATP (adenosina trifosfato).

La obtención y el equilibrio adecuados de estas sales son esenciales para la salud y el funcionamiento de los organismos.

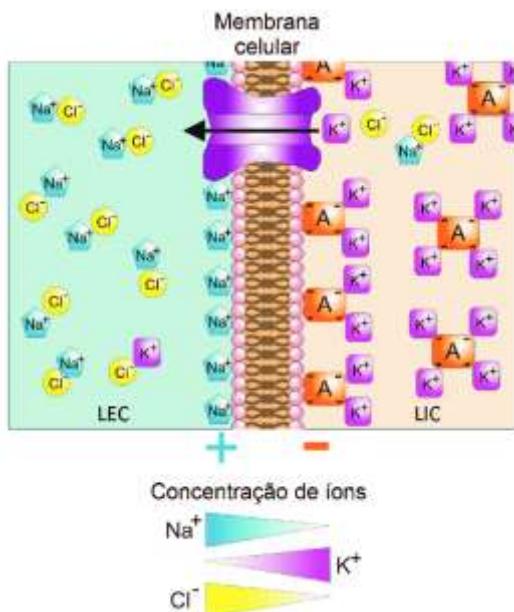
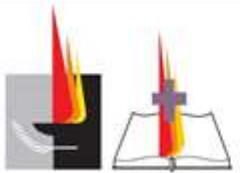


Fig 17

<https://www.researchgate.net/profile/Diogo-Freitas-11/publication/334067723/figure/fig4/AS:774501671374850@1561666996736/Figura-23-Esquema-mostrando-a-diferenca-de-concentracao-dos-principais-ions-no-LIC-e.png>

ACTIVIDAD PRÁCTICA

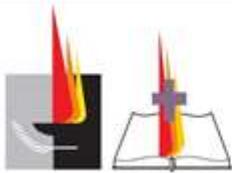


COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA CÉLULA **Aqua y Sales**

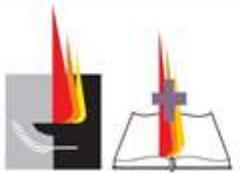
La célula es la unidad básica de la vida, y son sus componentes químicos los que confieren a ésta características especiales. Es de vital importancia analizarla desde un punto de vista químico y físico, ya que estos parámetros determinarán el comportamiento y funcionamiento de la célula. En términos generales, las células se componen de gran cantidad de agua e iones (componentes inorgánicos) y grandes moléculas que contienen carbono, los componentes orgánicos (hidratos de carbono, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos).

Sustancias inorgánicas: Agua y sales minerales

- 1- a) Teniendo en cuenta la composición química y la estructura tridimensional de la molécula de agua, ¿qué tipos de enlace pueden formarse entre sus moléculas? Esquematice las moléculas de agua en estado líquido y marque los enlaces presentes.
b) ¿Por qué el agua es una molécula polar?
- 2- ¿Cuál es la ventaja de que los seres vivos estén formados en su mayor parte por agua?
- 3- La sangre es un fluido cuyo pH se mantiene siempre dentro de límites relativamente estrechos. ¿Qué mecanismos podrían contribuir a este fenómeno?
- 4- Todos los seres vivos están constituidos por los mismos elementos químicos, denominados **bioelementos**.
 - a) La alta o la baja concentración de algunos elementos esenciales, determina patologías como la que se observa en el pelaje de los bovinos que habitan suelos deficientes en cobre. Investigue y anote las características observables en estos animales.
 - b) Nombre otras enfermedades (al menos 4) presentes en los animales debido a deficiencia de minerales e indique a qué mineral hace referencia.
- 5- Con ayuda de la bibliografía, complete el cuadro que se presenta a continuación, indicando las funciones más importantes de los elementos en los seres vivos.



<i>Clasificación</i>	<i>Elemento</i>	<i>Símbolo químico</i>	<i>Funciones más importantes en los seres vivos</i>
	<i>Carbono</i>		
	<i>Hidrógeno</i>		
	<i>Oxígeno</i>		
	<i>Nitrógeno</i>		
<i>Secundarios</i>		<i>S</i>	
		<i>P</i>	
		<i>Mg</i>	
		<i>Ca</i>	
		<i>Na</i>	
		<i>Cl</i>	
		<i>k</i>	
<i>Oligoelementos</i>	<i>Hierro</i>		
		<i>Mn</i>	
	<i>Cobre</i>		
		<i>Zn</i>	
	<i>Fluor</i>		
		<i>Si</i>	
	<i>Iodo</i>		
		<i>Cr</i>	
	<i>Cobalto</i>		



CAPÍTULO II. SUSTANCIAS ORGÁNICAS: HIDRATOS DE CARBONO

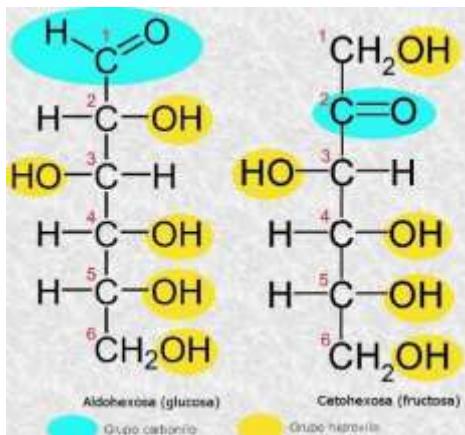
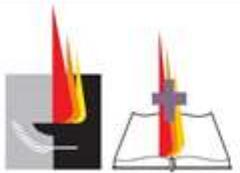
Autor: Dra. Delia María Williamson

Resumen

Los hidratos de carbono o glúcidos son biomoléculas formadas por C, H y O. Los átomos de H y O se hallan en proporción 2 a 1, igual que en la molécula de agua, de ahí el nombre de “hidratos”. Se clasifican en monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. Los monosacáridos tienen sabor dulce, son pequeños, solubles en agua, por lo que pueden ser transportados a todo el organismo para actuar como fuente rápida de energía. Si es necesario almacenarlos, se polimerizan una vez llegados al órgano de reserva. Los oligosacáridos están compuestos por la unión de dos a diez monosacáridos. Se designan como disacáridos, trisacáridos, tetrasacáridos etc., según el número de monosacáridos que componen la molécula. Dentro de los oligosacáridos las moléculas más abundantes en la naturaleza son los disacáridos, que están formados por la unión de dos monosacáridos, mediante un enlace glicosídico. Los polisacáridos están formados por la unión de muchos monosacáridos, mediante enlace glicosídico. Tienen pesos moleculares muy elevados y pueden desempeñar funciones de reserva energética o estructural. El almidón y el glucógeno son polisacáridos de reserva, de los vegetales y de los animales, respectivamente. Entre los polisacáridos estructurales, se destaca la celulosa, que forma la pared celular de la célula vegetal.

Hidratos de Carbono o glúcidos

Los hidratos de carbono, carbohidratos o “azúcares” son macromoléculas conformadas por C, H y O. Su nombre se debe a que, por cada átomo de C, el H y O están en la misma proporción que la molécula de agua (H_2O). Su fórmula general es $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$ donde n puede ser tan pequeño como tres (3) o llegar a ocho (8). Los hidratos de carbono presentan como grupo principal al grupo carbonilo, pueden ser polihidroxialdehídos donde el grupo funcional principal es el grupo aldehído (HC=O) en el carbono primario (C1) y en el resto de los C encontramos grupos funcionales oxhidrilos (C-OH) o hidroxilos (Ej. en la fig. 1 la aldohexosa: glucosa). O polihidroxicetonas donde el grupo funcional principal es el grupo cetona (C=O) en un carbono secundario y en el resto de los C grupos funcionales oxhidrilos o hidroxilos (Ej. en la Fig. 1 la cetohexosa: fructosa).



<https://www.bionova.org.es/biocast/documentos/figura/figtem07/figurat0701.jpg>

Los hidratos de carbonos son moléculas orgánicas poliméricas, los polímeros se denominan polisacáridos y los monómeros son los monosacáridos.

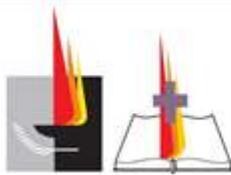
Se clasifican según el número de monómeros que poseen en

1- **monosacáridos**: es la unidad mínima o monómeros de los glúcidos, que puede ser un polihidroxialdehído como el gliceraldehído (3 C), la ribosa (5 C) o la glucosa (6 C) o una polihidroxicetona como la dihidroxicetona (3 C) o la fructosa (6 C).

2- **oligosacáridos** (unión de 2 hasta 10 monosacáridos) los ejemplos más comunes son los disacáridos como la maltosa (unión de 2 glucosas por enlace $\alpha 1-4$), lactosa (unión de glucosa y galactosa por enlace $\beta 1-4$), celobiosa (unión de 2 glucosas por enlace $\beta 1-4$) y sacarosa (unión de glucosa y fructosa por enlace $\alpha 1-\beta 2$).

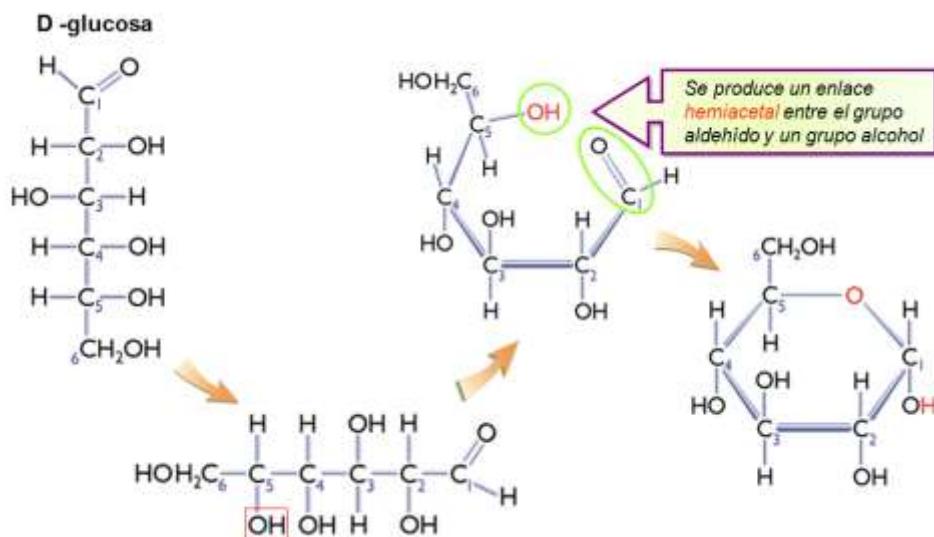
3- **polisacáridos** (unión de más de 10 monosacáridos hasta cientos de monómeros) pueden ser monosacáridos idénticos y se denominan homopolisacáridos como el glucógeno, almidón, celulosa y quitina. O por monómeros distintos y se denominan heteropolisacáridos como la heparina, glicosaminoglicanos, proteoglicanos y hemicelulosa.

Monosacáridos: Son los azúcares más simples, solubles en agua, de sabor dulce, no hidrolizables. Son los monómeros de los glúcidos y pueden ser polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas. Los ejemplos clásicos son la glucosa (6C con grupo aldehido), galactosa (6C con grupo aldehido), fructosa (6C con grupo cetona), ribosa (5C con grupo cetona) y desoxirribosa (5C con grupo cetona). En la naturaleza encontramos a los monosacáridos generalmente en forma de anillos o cíclicas en una solución, y una baja proporción en forma lineal. Para ciclarse sufren la reacción hemiacetal si reacciona el grupo aldehido con el grupo oxhidrilo (fig 2) y hemicetal si reacciona el grupo cetona con el grupo oxhidrilo (fig



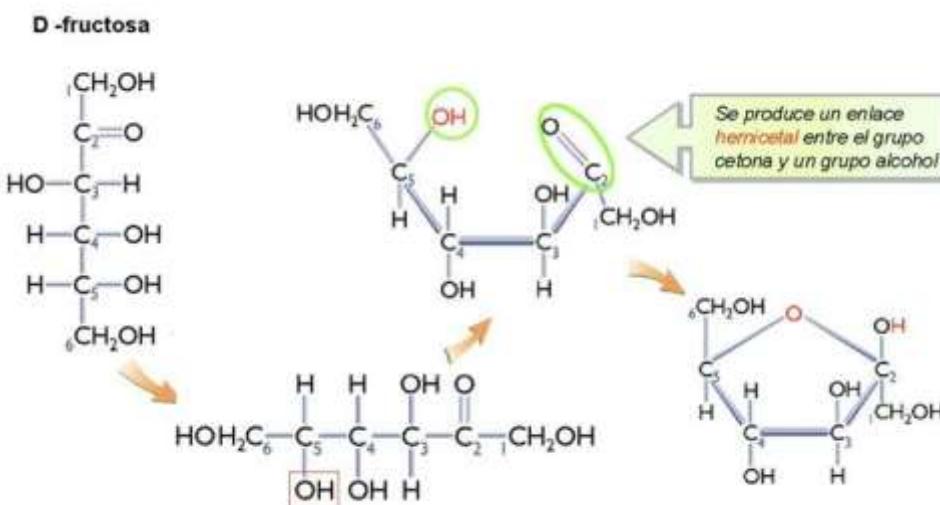
3). En estas reacciones se reacomodan los átomos y no hay pérdida de ninguno de ellos.

Reacción hemiacetal



[https://cienciasbiologiasafaa.files.wordpress.com/2018/11/aa.png \(fig 2\)](https://cienciasbiologiasafaa.files.wordpress.com/2018/11/aa.png)

Reacción hemicetal



[https://lidiaconlaquimica.files.wordpress.com/2015/06/ciclacion-fructosa.jpg \(fig 3\)](https://lidiaconlaquimica.files.wordpress.com/2015/06/ciclacion-fructosa.jpg)

Al ciclarse los monosacáridos pueden tener forma hexagonal (pirano) denominándose de forma piranosa o forma de pentágono (furanos) denominándose de forma furanosa. Al sufrir este proceso de ciclación se genera un nuevo carbono (C) anomérico, el C1 en las aldosas y el C2 en las cetosas. El oxhidrilo de ese C anomérico se denomina alfa (α) si queda para abajo o beta (β) si queda para arriba (fig 4).

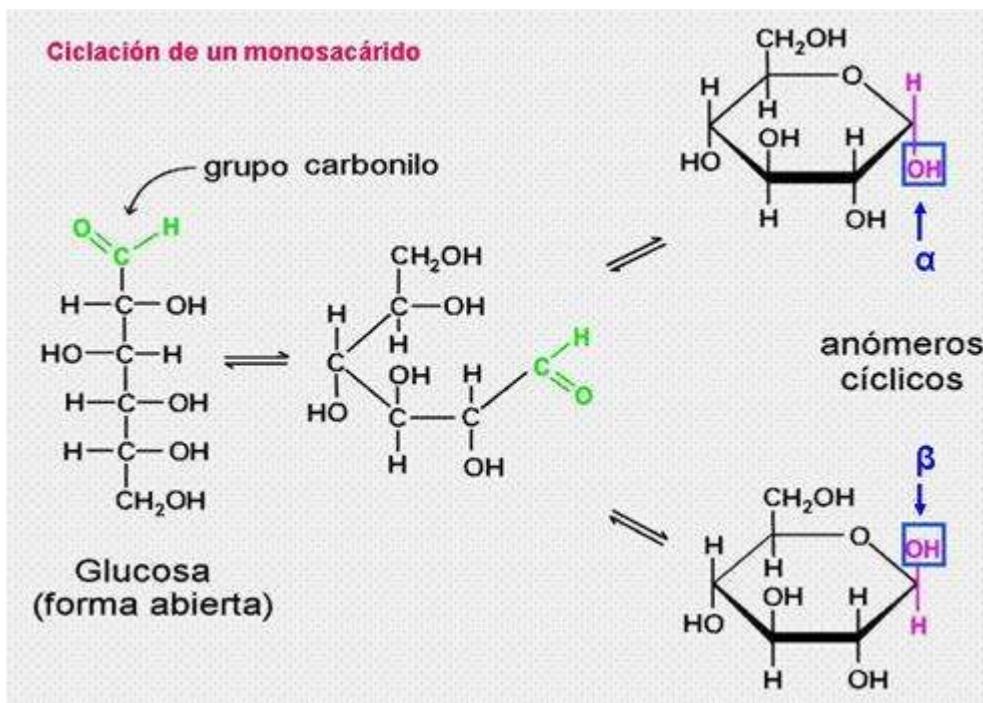
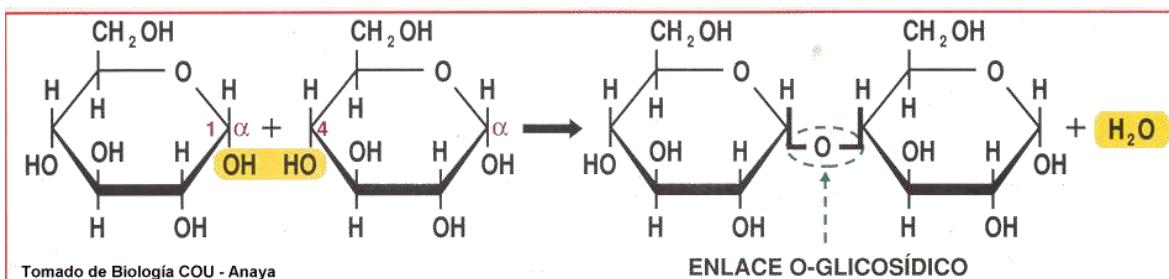
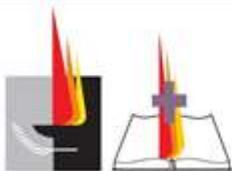


Fig 4

http://cienciasvirtual.com/apuntesbach/bio2bach/01_biomoleculas/glucidos/imagenesglucidos/image023.jpg

La glucosa se considera la fuente rápida de energía, la galactosa forma parte de la lactosa (azúcar de la leche), la fructosa de la sacarosa (azúcar de las frutas) y las pentosas ribosa y desoxirribosa se encuentran en los ácidos nucleicos ARN (ácido ribonucleico) y ADN (ácido desoxirribonucleico) respectivamente.

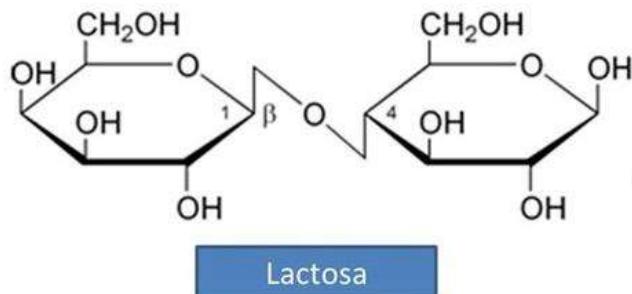
Oligosacáridos: Formados por la unión de 2 a 10 monosacáridos por uniones glicosídicas. Por cada unión glicosídica se pierde una molécula de agua (fig 5).



<https://www.um.es/molecula/gragluci/o-gluco2.gif> (Fig 5)

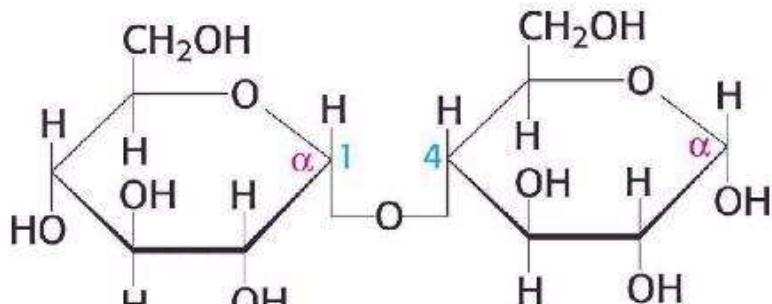
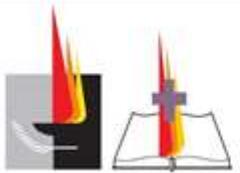
Los **disacáridos** son los oligosacáridos formados por la unión de dos monosacáridos. Son solubles en agua, cristalizables, de sabor dulce. Pueden hidrolizarse liberando los monosacáridos que lo conforman. Son reductores si queda libre el oxhidrilo del C anomérico nuevo que se forma al ciclarse los monosacáridos que lo conforman y no forman parte de la unión glicosídica.

Dentro de los disacáridos encontramos a la **lactosa** o azúcar de la leche, es la única fuente natural, conformada por la unión de galactosa y glucosa con unión glicosídica $\beta 1-4$ (fig 6). Azúcar reductor.



Modificado de <https://cdnb.20m.es/el-nutricionista-de-la-general/files/2012/04/Lactosa1.jpg> (fig 6)

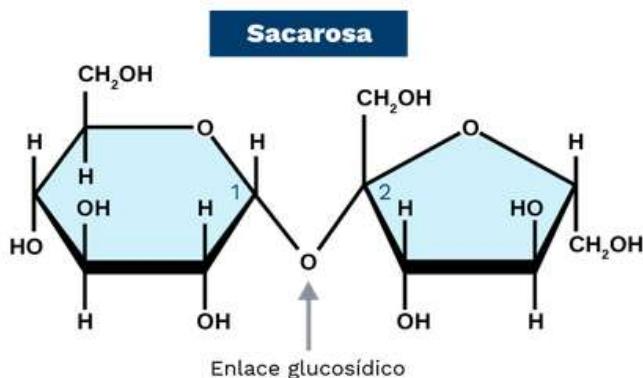
La maltosa o azúcar de malta, conformada por la unión de dos moléculas de glucosa, se obtiene de la hidrólisis del almidón y del glucógeno. Presenta unión $\alpha 1-4$ (fig 7). Es un azúcar reductor.



Maltosa

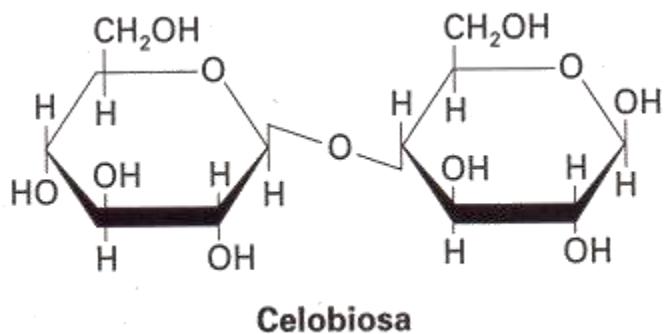
<https://3.bp.blogspot.com/-6hHEdyF0Zps/VIHSQ5ZqKDI/AAAAAAAALhg/62jiMCWx0js/s1600/maltosa.jpg> (fig 7)

La sacarosa es un disacárido formado por glucosa y fructosa por enlace glucosídico $\alpha 1-\beta 2$, siendo un azúcar no reductor ya que los oxhidrilos de los C anoméricos nuevos participan del enlace glicosídico (fig 8). Es el azúcar que normalmente consumimos y obtenemos de la caña de azúcar o de la remolacha.



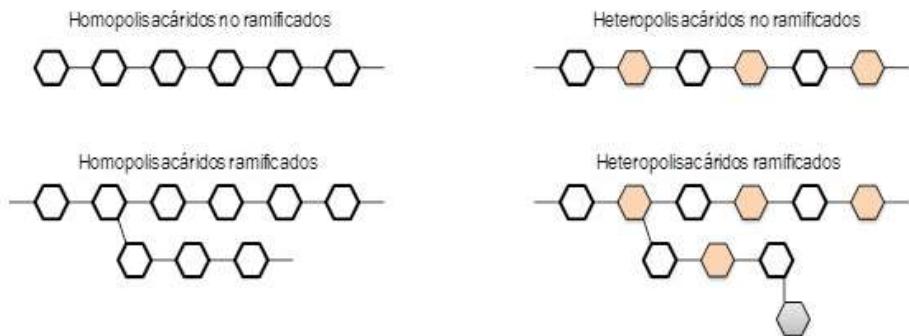
Modificado de <https://theory.labster.com/disaccharides-es/> (fig 8)

La **cellobiosa** es producto de la hidrólisis de la celulosa, no se encuentra libre en la naturaleza. Formada por la unión de dos glucosas por enlaces $\beta 1-4$ (fig 9). Con poder reductor.



<https://www.um.es/molecula/gragluci/celobios.gif> (fig 9)

Polisacáridos: Son polímeros formados por la unión de muchos monosacáridos unidos por enlaces glicosídicos, pueden estar constituidos por unidades repetitivas iguales o distintas, ser lineales o ramificados (fig 10). Son insoluble en el agua, sin sabor (insípidos) y amorfos. No tienen poder reductor. Y pueden poseer función estructural o de reserva de energía.



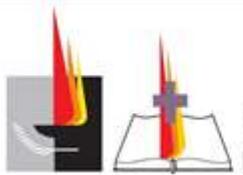
<https://oushia.com/wp-content/uploads/2019/05/Tipos-de-homo-y-heteropolisac%C3%A1ridos-1.png> (fig 10)

Homopolisacáridos:

Dentro de los homopolisacáridos que están constituidos por el monosacárido glucosa, los más estudiados con función de reserva energética son el **glucógeno** (animales) y el **almidón** (vegetal). Y la **celulosa** en vegetales con función estructural.

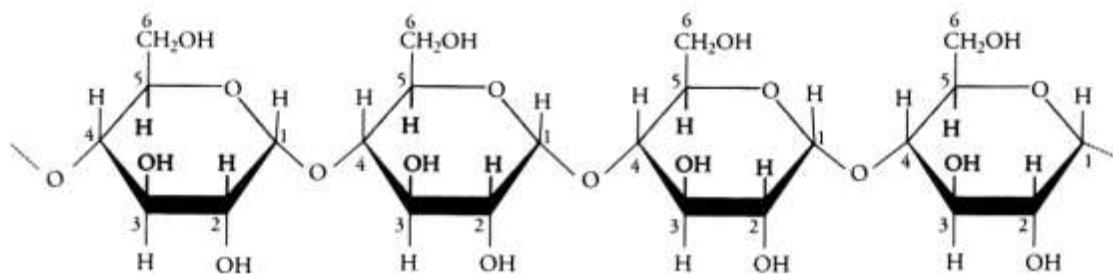
La **quitina** de los hongos, artrópodos y otros animales es un homopolisacárido estructural formado por N-acetilglucosamina.

Los polisacáridos con función de reserva energética poseen enlaces glicosídicos tipo α . Y los de función estructural enlaces glucosídicos tipo β . El almidón es un homopolisacárido conformado por el monómero glucosa. Posee dos tipos de componentes la amilosa y la amilopectina. La amilosa es lineal, soluble, formado por glucosas unidas con enlace glicosídico $\alpha 1-4$,



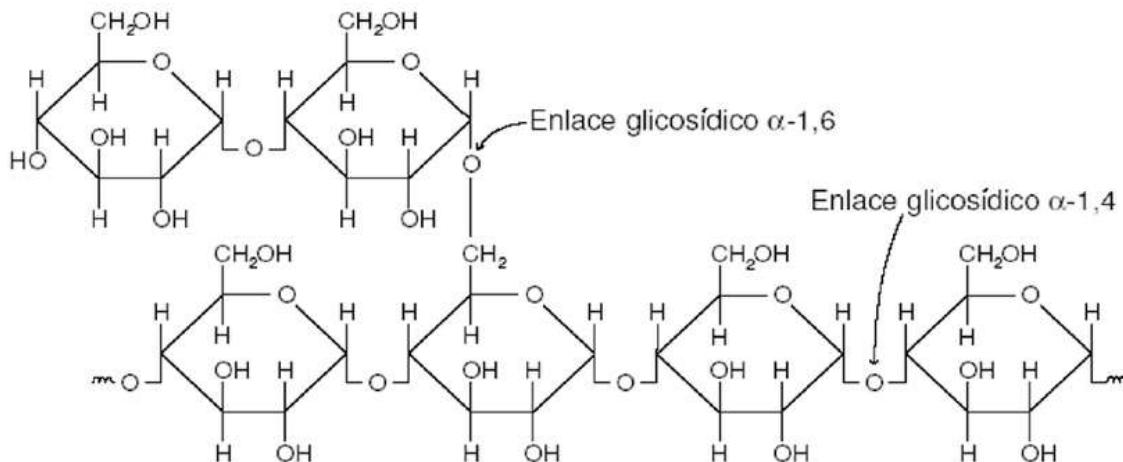
constituye una proporción de entre 15-25% del almidón se encuentra en forma de hélice, y la amilopectina es ramificada, insoluble, formada por glucosas unidas por enlaces glicosídicos α 1-4 y cada 15 o 20 residuos presenta las ramificaciones con enlaces α 1-6.

Amilosa



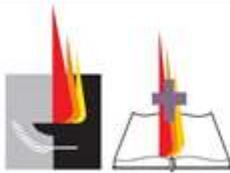
<https://biologialosalpes.files.wordpress.com/2010/07/02-28-g.gif>

Amilopectina



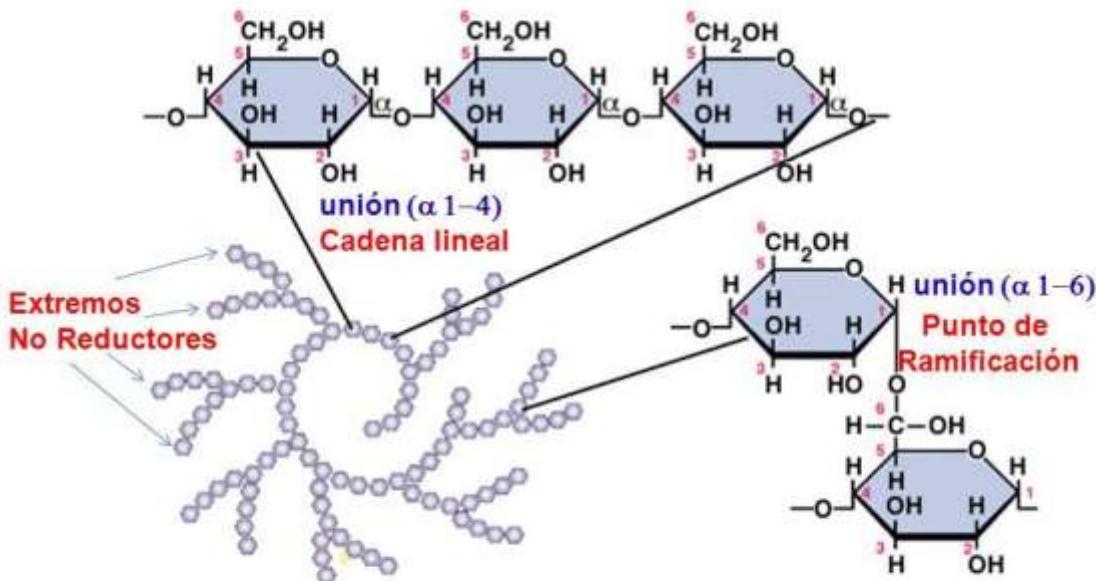
https://www.researchgate.net/publication/237024766/figure/fig1/AS:34169706307996_1@1458478336944/Figura-2-Estructura-de-molecula-de-amilopectina.png

El almidón se encuentra presente en muchas células vegetales como sustancia de **reserva energética**, en forma de gránulos microscópicos constituidos por capas concéntricas, situados sobre todo en semillas, frutos, raíces y en los tubérculos.



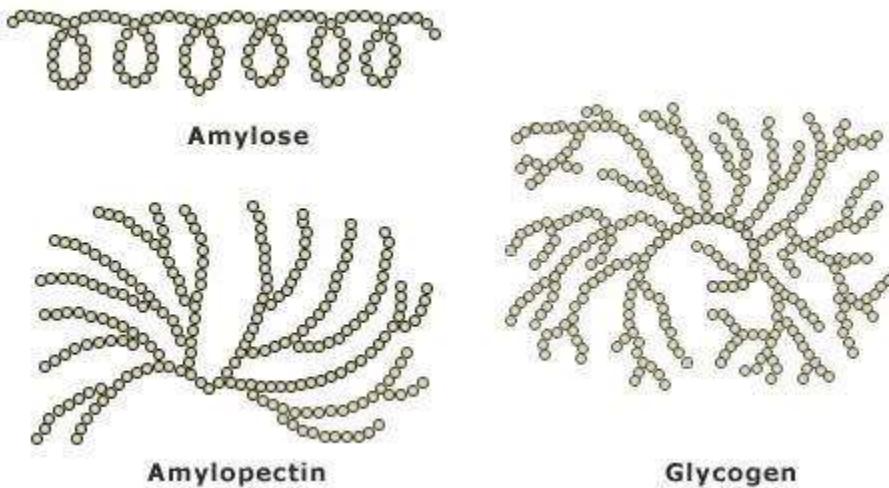
El **glucógeno** es similar al almidón, químicamente, se diferencia en que tiene un grado de ramificación bastante mayor, cada 8-15 residuos hay un enlace $\alpha 1-6$. Tiene un peso molecular elevado. El glucógeno es el polisacárido de reserva energética en los animales que se almacena en el hígado (10% de la masa hepática) y en los músculos (1% de la masa muscular) de los vertebrados. Además, pueden encontrarse pequeñas cantidades de glucógeno en ciertas células gliales del cerebro.

Estructura del Glucógeno



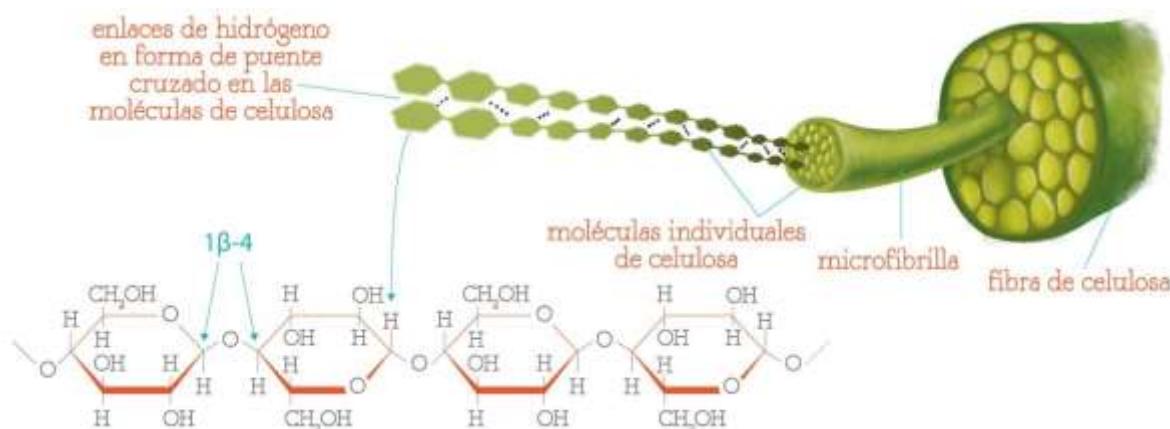
<https://slideplayer.es/slide/4880337/16/images/6/Estructura+del+Gluc%C3%B3geno.jpg>

Diferencias estructurales entre amilosa, amilopectina y glucógeno.



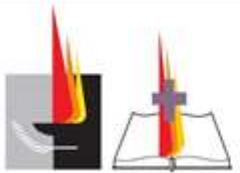
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6338566.pdf>

La **celulosa** es un polisacárido lineal, rígido, insoluble en agua, conformado por la unión de glucosas por enlaces glicosídicos β 1-4. La celulosa tiene función estructural en las plantas ya que forma parte de los tejidos de sostén. La pared de una célula vegetal joven contiene aproximadamente un 40% de celulosa; la madera un 50 %, mientras que el ejemplo más puro de celulosa es el algodón con un porcentaje mayor al 90%.



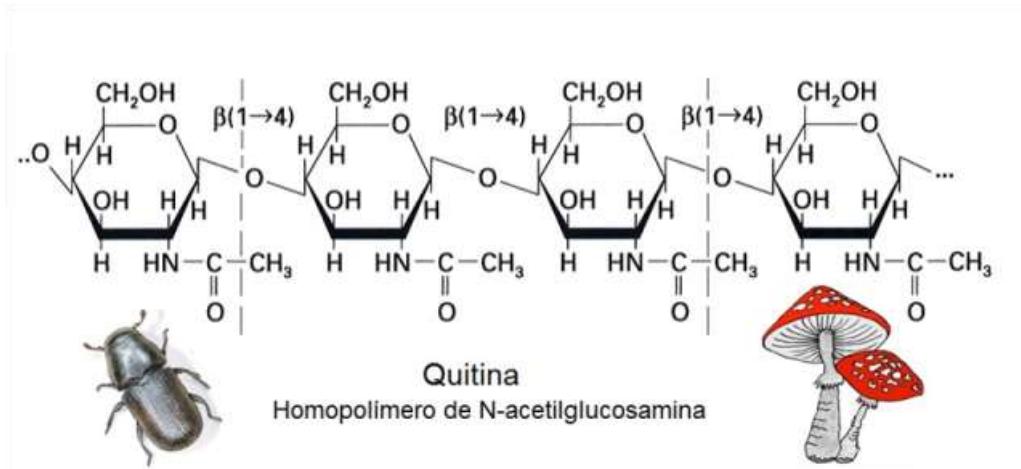
https://portalacademico.cch.unam.mx/sites/default/files/q2u2oa16p08_2.jpg

A pesar de que está formada por glucosas, los animales monogástricos no pueden utilizar la celulosa como fuente de energía, ya que no cuentan con la enzima necesaria para romper los enlaces β -1,4-glicosídicos. En el intestino de los rumiantes, de otros herbívoros y de termitas, existen microorganismos, muchos metanógenos, que poseen una enzima llamada



celulasa que rompe el enlace β -1,4-glicosídico y al hidrolizarse la molécula de celulosa quedan disponibles las glucosas como fuente de energía. En cambio, las enzimas capaces de degradar al almidón y al glucógeno se encuentran en la mayoría de los seres vivos, por ejemplo, las enzimas que hidrolizan el almidón, cuyos enlaces son del tipo llamado $\alpha(1 \rightarrow 4)$, no pueden descomponer la celulosa.

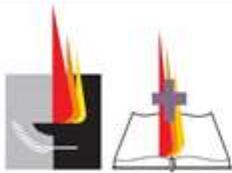
La **quitina** es un homopolisacárido lineal unidas por N-acetilglucosamina unidas por enlaces β 1-4. Se encuentra en la estructura de muchos organismos, incluyendo los exoesqueletos de los artrópodos, las paredes celulares de los hongos y el tracto gastrointestinal de algunos insectos y nematodos. Luego de la celulosa la quitina es el segundo polisacárido más abundante de la naturaleza. La quitina ofrece protección, soporte y sustentación al cuerpo de los insectos, a través del exoesqueleto. En el caso de los hongos, es parte constituyente de la pared celular que le proporciona rigidez a las células. Además, la quitina también evita la pérdida de agua.



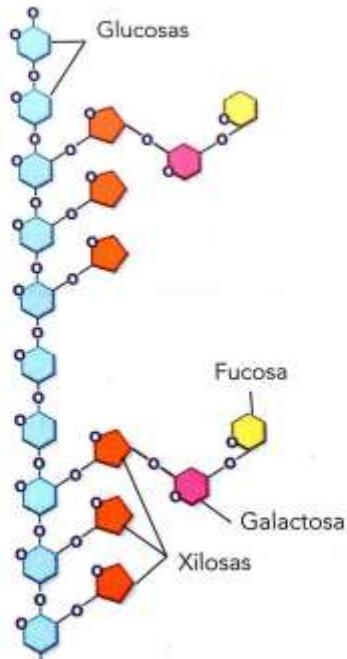
http://www.genomasur.com/lecturas/Guia_2/Fig_2-39.png

Heteropolisacáridos:

Son hidratos de carbono que por hidrólisis dan lugar a distintos tipos de monosacáridos o derivados de estos. Algunos heteropolisacáridos participan junto a polipéptidos (cadenas de aminoácidos) de diversos polímeros mixtos llamados peptidoglucanos, mucopolisacáridos o proteoglucanos. Se trata esencialmente de componentes estructurales de los tejidos, relacionados con paredes celulares y matrices extracelulares.

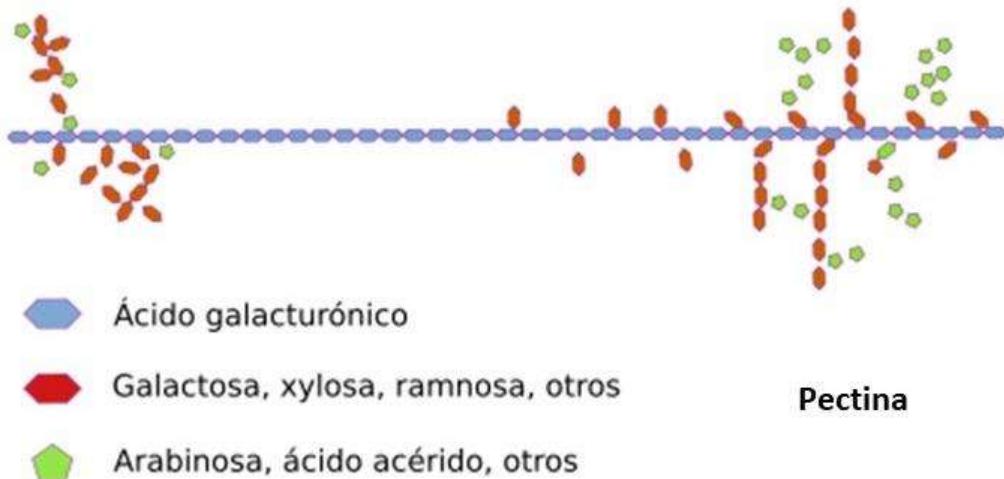


La **hemicelulosa** incluye en su estructura monosacáridos como glucosa, xilosa, manosa, galactosa, etc. Es abundante en la pared celular de los vegetales. La **pectina** presente en la pared celular de los vegetales está compuesta por muchas unidades de ácido D-galacturónico unido a Lramnosa, galactosa, arabinosa, glucosa y xilosa. La **heparina** es un anticoagulante que se produce en la sangre y en varios órganos como los pulmones, los riñones, el hígado y el bazo de los animales. Se compone de 12 a 50 repeticiones de ácido D-glucurónico o ácido L-idurónico y N-acetil-D-glucosamina. El **ácido hialurónico** es un polímero perteneciente al grupo de los **glicosaminoglicanos** y está compuesto por ácido-D-glucurónico y N-acetil-D-glucosamina. Se encuentra en casi todas las células procariotas y eucariotas, especialmente en los tejidos conectivos y la piel de los animales. Cuando los glicosaminoglicanos se unen a proteínas forman otro heteropolisacárido denominado **proteoglicano** (condroitin sulfato, dermatan sulfato, queratán sulfato, etc).

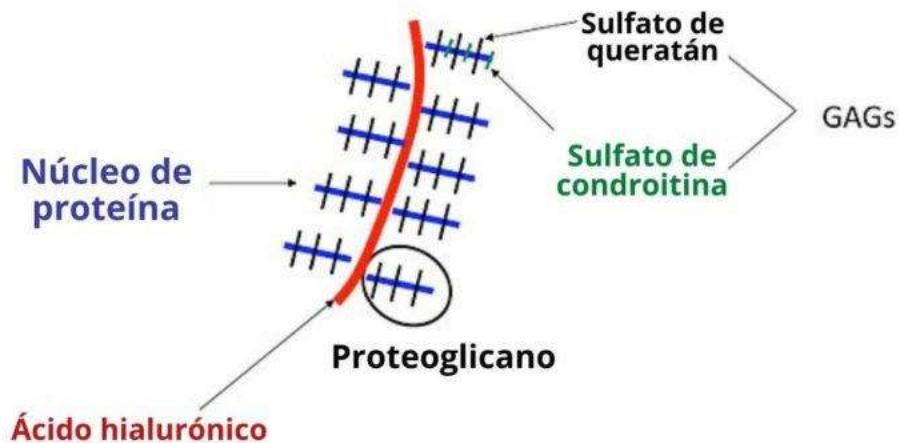


Estructura de la hemicelulosa
en angiospermas dicotiledóneas.

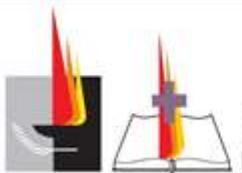
<https://profedebioantoniaherrera.files.wordpress.com/2016/10/hemicelulosa.jpg>



Modificado de <https://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/ampliaciones/imagenes/2-pared-cellular-pectina.png>



<https://www.lifeder.com/wp-content/uploads/2020/02/Sulfato-de-queratan-1-696x523.jpg>



ACTIVIDAD PRÁCTICA
COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA CÉLULA
Hidratos de Carbono

Sustancias orgánicas

1- Los hidratos de carbono, así como los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos pueden ser degradados por hidrólisis.

- a) ¿Qué entiende por hidrólisis?
- b) ¿Nombre los monómeros que se obtienen al hidrolizar una proteína, un hidrato de carbono y un ácido nucleico?

Hidratos de carbono

2- a) Clasifique los hidratos de carbono según el número de monómeros que lo componen.

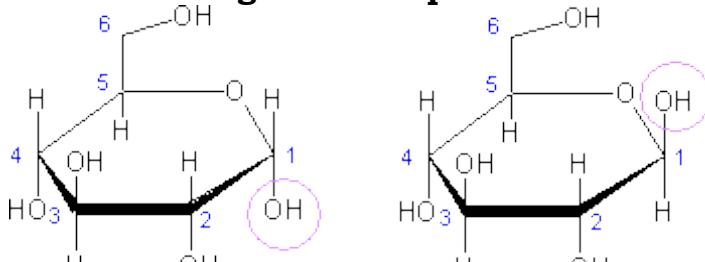
b) Ejemplifique los hidratos de carbono mencionados en el apartado anterior (a) y señale su función biológica.

3- Debido a la presencia de sus grupos funcionales polares (alcohol, aldehído o cetona), los monosacáridos son solubles en agua.

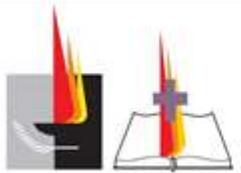
En solución acuosa, estos compuestos experimentan una reacción química intramolecular (dentro de la misma molécula). Esta reacción conduce a la formación de una estructura cíclica. Por ejemplo, el grupo carbonilo del C1 (-C=O) y el grupo oxhidrilo (-OH) del C5 de la glucosa, conducen a la formación de un anillo de 6 miembros (piranosa). En cambio, en la fructosa la reacción entre el grupo carbonilo (-C=O) que pertenece al C2 y el grupo oxhidrilo (-OH) de C5 genera un anillo de 5 miembros (furanosa).

- a) Esquematice dicho proceso de ciclación.
- b) Investigue en qué se diferencian las 2 hexosas de la siguiente figura e indique la importancia biológica.

Estructura cíclica de la glucosa. Representación de Haworth



<https://www.educ.ar/app/files/repositorio/html/42/32/962a0e33-68a2-4eb2-bf49-5f7c2750fff4/15005-edi/15005-edi/data/a27ff8cf-c850-11e0-828d-e7f760fda940/imagenes/image003.gif>



4- Un ejemplo de oligosacárido son los disacáridos, moléculas formadas por la unión de 2 monosacáridos mediante una **unión glicosídica**.

a) Investigue cuáles son los disacáridos de mayor importancia biológica, indique los monosacáridos constituyentes, el tipo de unión que poseen y su función biológica (puede hacerlo a modo de cuadro de doble entrada).

5- La celulosa prácticamente pura que se extrae de las semillas de algodón es resistente, fibrosa y completamente insoluble en agua. En contraste, el glucógeno extraído del músculo o hígado se disuelve rápidamente en agua caliente para dar una solución turbia. Aunque estos dos polisacáridos tienen propiedades físicas marcadamente diferentes, ambos son polímeros de peso molecular comparable, formados por moléculas de glucosa con enlaces glicosídicos.

a) ¿Qué características en su estructura química hacen que estos polisacáridos difieran en sus propiedades? Esquematice.

b) ¿Cuáles son las ventajas biológicas de sus respectivas propiedades físicas?

CAPÍTULO III. SUSTANCIAS ORGÁNICAS: LÍPIDOS

Autor: Mg. Melina Castillo

Resumen

Los lípidos son biomoléculas, formadas por los elementos carbono, hidrógeno y oxígeno, que también pueden tener fósforo, azufre y/o nitrógeno. No forman polímeros y son insolubles en agua o lo que es lo mismo no polares. Una sustancia para adquirir la identidad de lípido debe contener en su conformación un alcohol y al menos un ácido graso, a excepción de las sustancias asociadas a los lípidos. Sobre esta base, se clasifican en lípidos simples: acilglicerídos y ceras; lípidos complejos: fosfolípidos, glicolípidos y lipoproteínas; y sustancias asociadas a los lípidos: esteroides y terpenos. Los lípidos tienen función de constituir las membranas celulares, reserva de energía y luego fuente de energía, hormonal, vitamínica y de protección física.

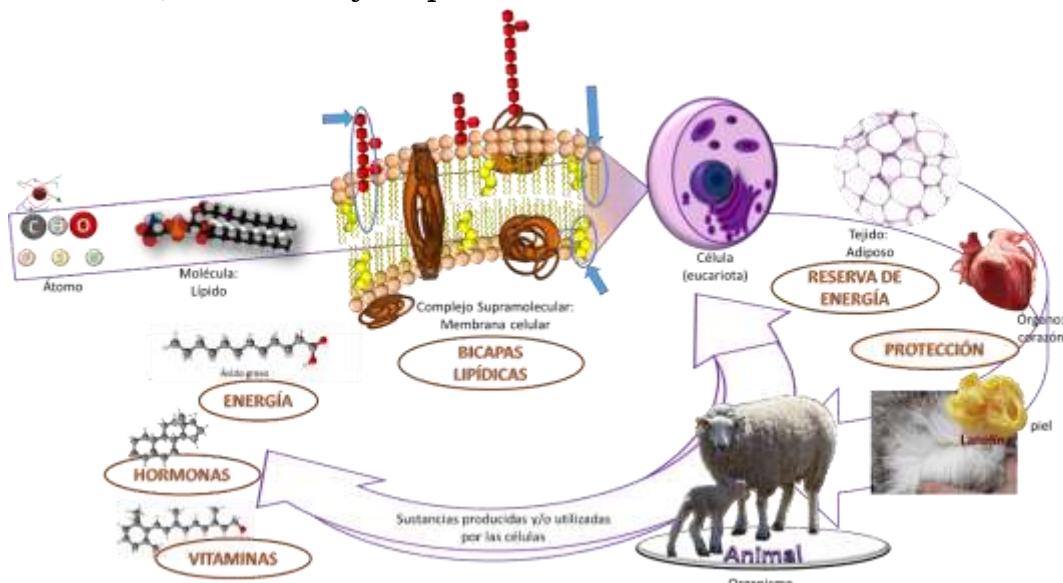
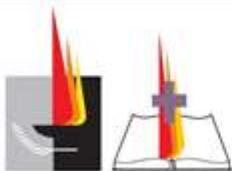


Figura 1. Organización y funciones de los lípidos.

Castillo, Melina. Cátedra de Biología General FCV-UNLPam

Lípidos

Los lípidos son moléculas formadas por los elementos químicos carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O), que pueden contener también fósforo (P), azufre (S) y nitrógeno (N). De acuerdo a su complejidad los lípidos, se clasifican en simples y complejos, además se incluye la de sustancias asociadas a los lípidos, para las que comparten propiedades de solubilidad con estos. Los lípidos, para ser tales deben contener en su conformación



un alcohol y al menos un ácido graso, a excepción de las sustancias asociadas a lípidos.

Alcohol

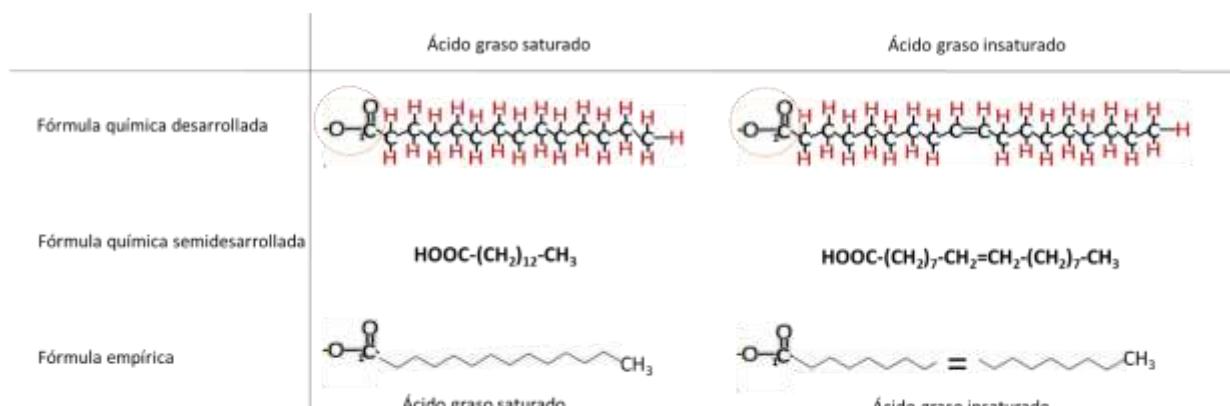
Depende del tipo de lípido, el alcohol que pueden contener es glicerol o glicerina que, en forma aislada, consta de tres carbonos unidos covalentemente en forma lineal, cada uno de los cuales está unido también a una función alcohólica (grupo químico funcional hidroxilo: -OH) y completa sus valencias (cuatro) con hidrógenos. Pueden tener sino, un alcohol monovalente (una sola función alcohólica) de cadena larga (Figura 5).

Otro alcohol que puede formar parte de un lípido es el esfingol o esfingosina, que tiene 18 carbonos, de los cuales en el C₁ tienen una función alcohólica, en el C₂ una función amina y en el C₃ un alcohol secundario, entre el C₄ y el C₅ una doble ligadura, el resto es una cadena carbonada lineal y los carbonos y completa sus valencias con hidrógenos.

Ácidos Grasos

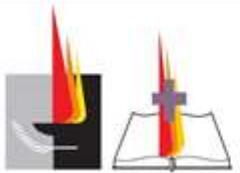
Los ácidos grasos, en forma aislada, son cadenas carbonadas largas, unidas covalentemente en forma lineal (los hay cílicos en algunos microorganismos y semillas, y ramificados en algunas ceras); con una función ácida (grupo químico funcional carboxilo: -COOH) que tiene el carbono número 1.

Los ácidos grasos animales, poseen en general una cantidad par de átomos de carbono (4 a 26) y pueden ser saturados, cuando los enlaces covalentes entre sus carbonos son todos simples, o insaturados cuando existe uno o más doble enlace. Los carbonos completan sus valencias con hidrógenos.



El círculo naranja señala el grupo químico funcional carboxilo, que es la función ácida.

Figura 2. Formas de expresar a los ácidos grasos
Castillo, Melina. Cátedra de Biología General FCV-UNLPam



El grupo químico funcional carboxilo se puede expresar completo: **-COOH** o disociado como se encuentra en el agua **-COO⁻**.

El carbono adyacente al carboxilo (C_2) se llama α y el último carbono, sin importar cuál sea el total, se llama ω .

Los animales pueden sintetizar ácidos grasos, sin embargo, hay algunos que no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser incorporados con la dieta, como su función es fundamental se llaman **ácidos grasos esenciales**, que son poliinsaturados, con todos los dobles enlaces en posición *cis*, como el *a-linolénico* (18:3 ω -3) y el *linoleico* (18:2 ω -6).

Ejemplo: ácido linolénico (18:3 ω -3), significa que tiene 18 átomos de C, el primer doble enlace en la posición 3 a partir del último carbono, que es el ω .

Propiedades físicas de los ácidos grasos

Solubilidad:

El grupo funcional carboxilo (o función ácida) es polar (hidrófilo) y el resto de la cadena carbonada es apolar (hidrófoba), por lo tanto, a mayor longitud de la cadena, disminuye la solubilidad de dicha molécula.

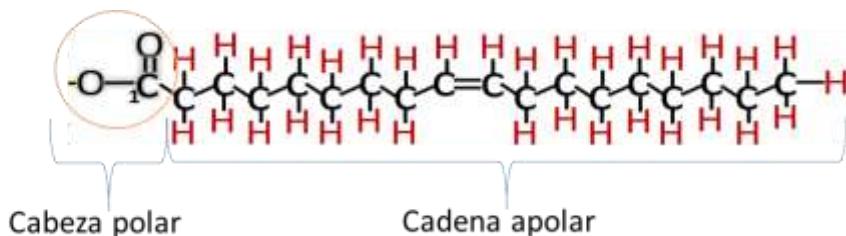


Figura 3. Polaridad del ácido graso
Castillo, Melina. Cátedra de Biología General FCV-UNLPam

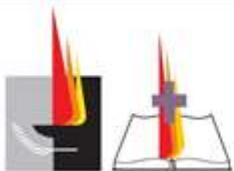
Ácidos grasos de más de seis carbonos, son insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos.

Punto de fusión y ebullición:

Cuanto más larga es la cadena carbonada, mayor es el punto de fusión y también el de ebullición.

Cuanto mayor cantidad de dobles enlaces tiene, menor es el punto de fusión.

(El punto de fusión es la temperatura a la que una sustancia cambia del estado sólido a líquido. El punto de ebullición es la temperatura a la que una sustancia cambia del estado líquido a gaseoso).



Isomería geométrica:

Los enlaces simples entre carbonos permiten libre rotación, por lo tanto, los ácidos grasos saturados adoptan diferentes disposiciones espaciales. Pero los hidrógenos unidos a los carbonos, hacen más estable la conformación lineal extendida formando un zigzag (ángulo de 109° entre dos enlaces sucesivos). Los dobles enlaces, fijan los dos carbonos que los componen y no les permite rotar, por lo tanto, los ácidos grasos insaturados tienen posibilidad de isomería geométrica, y según el plano determinado por la doble ligadura, el resto de la cadena puede adquirir disposición espacial *cis* o *trans* (en la naturaleza la mayoría son *cis*).

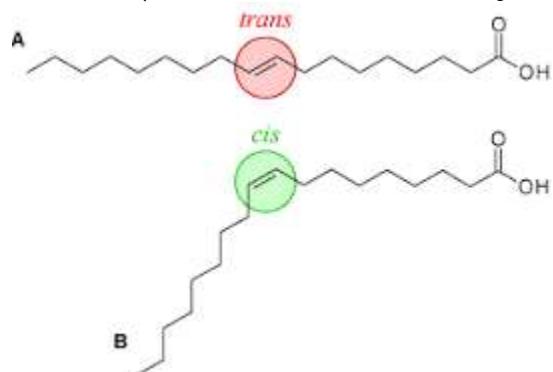


Figura 4. Isomería geométrica de los ácidos grasos
Extraído de:

<https://onlinestores.2023cheap.com/content?c=acidos+grasos+cis&id=1>

Propiedades químicas de los ácidos grasos

Dependientes del grupo carboxilo:

Tiene carácter ácido. $-\text{COOH}$ se disocia en agua en $-\text{COO}^- + \text{H}^+$

Al reemplazar el H del grupo carboxilo por un metal se forma una sal (jabón).

El grupo carboxilo en unión con alcoholes, forma ésteres.

Dependientes de la cadena carbonada:

Oxidación, hidrogenación y halogenación.

LÍPIDOS SIMPLES

Se clasifican así, porque poseen solo los dos componentes fundamentales para adquirir la identidad de lípido que son: aun alcohol y al menos un ácido graso.

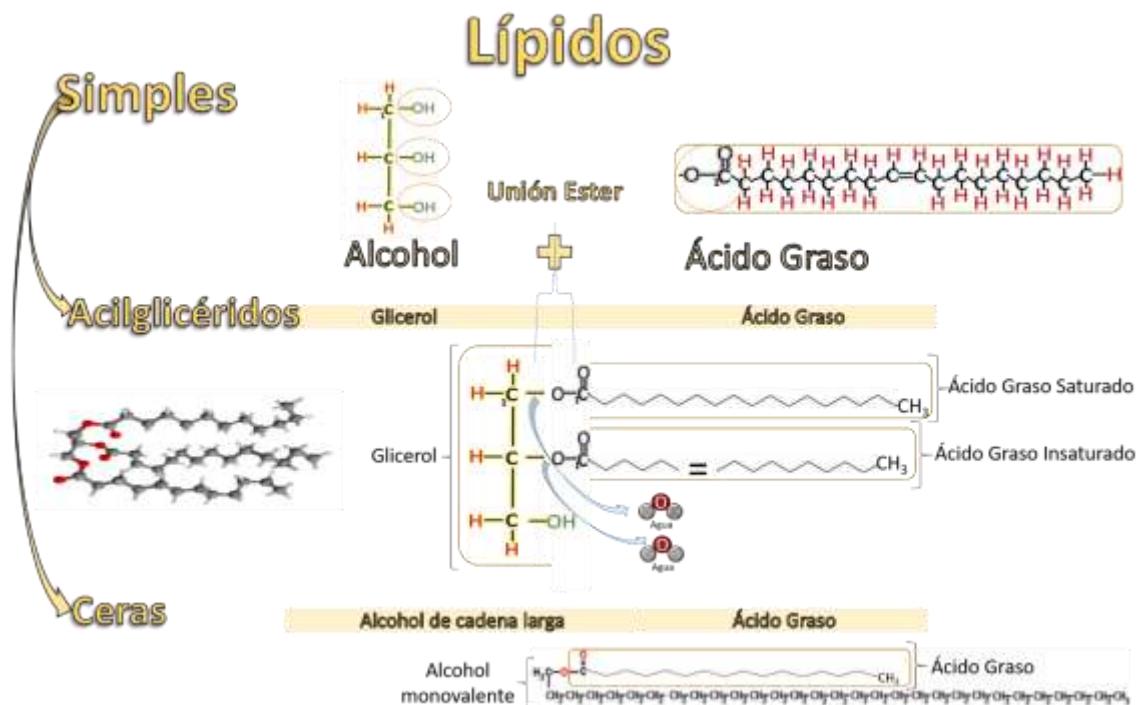


Figura 5. Lípidos simples
Castillo, Melina. Cátedra de Biología General FCV-UNLPam

ACILGLICÉRIDOS

Estructura

Según el número de funciones alcohólica esterificadas por ácidos grasos, se obtienen:

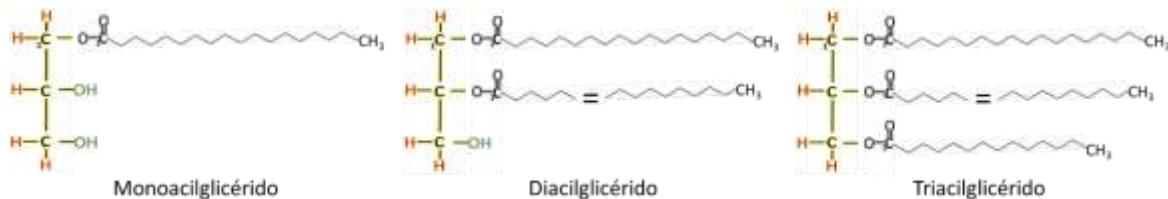


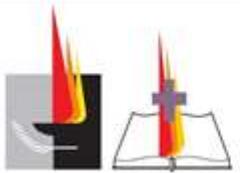
Figura 6. Acilglicéridos
Castillo, Melina. Cátedra de Biología General FCV-UNLPam

Los triglicéridos son los denominados también como grasas neutras.

Funciones

Reserva de energía:

Todos los animales poseen grasas neutras como reserva de energía. Los lípidos rinden más energía que otras moléculas combustibles (oxidación



hasta CO_2 y H_2O) para el organismo (como los hidratos de carbono, que además en el ayuno se agotan rápidamente).

La forma en que los lípidos ofician para almacenar energía es la de triacilglicéridos. Como son hidrofóbicos no retiene agua asociada, en consecuencia, almacenan más energía en menos peso.

En los **animales**, la composición de esta **grasa**, está influenciada por la composición de grasa de la dieta. El ácido graso predominante es *oleico*.

En los **vegetales**, la composición de los **aceites** es abundante en ácido *oleico*, pero algunos tienen elevados porcentajes de ácidos grasos polietilénicos (insaturados), como ácido *linoleico*.

Protección y sostén:

Las grasas que sostienen órganos como la perirrenal, tienen predominio de ácidos grasos saturados de cadena larga y son semisólidas.

CERAS

Estructura

Son ésteres de alcoholes monovalentes de cadena larga y ácidos grasos superiores. Son sólidas a temperatura ambiente.

Ejemplos: cera de abejas, formada entre otras cosas por alcohol de 30 carbonos y ácido *palmítico*. La lanolina, producida por las glándulas sebáceas de algunos mamíferos, especialmente de los ovinos, es una mezcla de ésteres de ácidos grasos (cera) y colesterol.

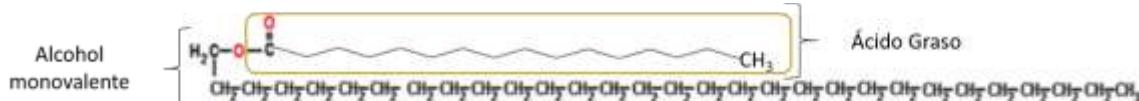


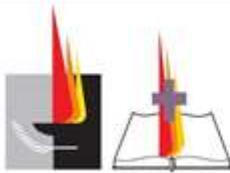
Figura 7. Cera
Castillo, Melina. Cátedra de Biología General FCV-UNLPam

Funciones

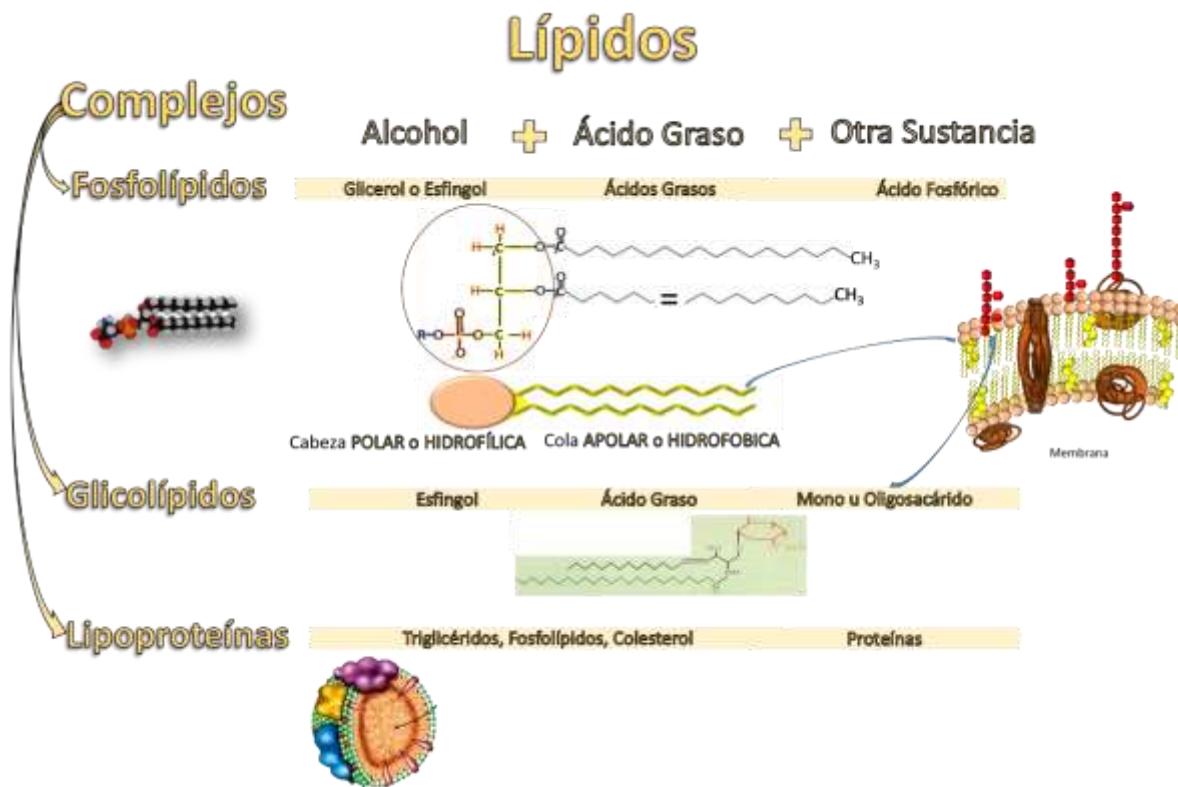
Tienen funciones de protección y lubricación.

En animales, las abejas las utilizan para construir sus colmenas. Contribuyen a lubricar la piel e impermeabilizar pelos y plumas. En animales marinos de regiones frías son reservas de energía (derivan del plancton del que se alimentan).

En vegetales, recubren hojas y frutos.



LÍPIDOS COMPLEJOS



R-: representa una sustancia, como colina, etanolamina, serina o inositol.

Figura 8. Lípidos complejos
Castillo, Melina. Cátedra de Biología General FCV-UNLPam.

Modificado de: <https://temas-selectos-de-ciencias.blogspot.com/p/lipidos.html>
<https://slideplayer.es/slide/3123759/>

FOSFOLÍPIDOS

Estructura

Constituidos por alcohol, ácidos grasos y ácido ortofosfórico (Figura 8).

Glicerofosfolípidos: el alcohol que contienen es el glicerol, dos ácidos grasos unidos a este por *unión éster*, un ácido fosfórico y, una sustancia agregada (sustancia R-) (Figura 8), que si es: colina se tiene el glicerofosfolípido fosfatidilcolina (lecitina), con etanolamina se tiene fosfatidiletanolamina (cefalina), con serina se obtiene fosfatidilserina y con inositol fosfatidilinositol.

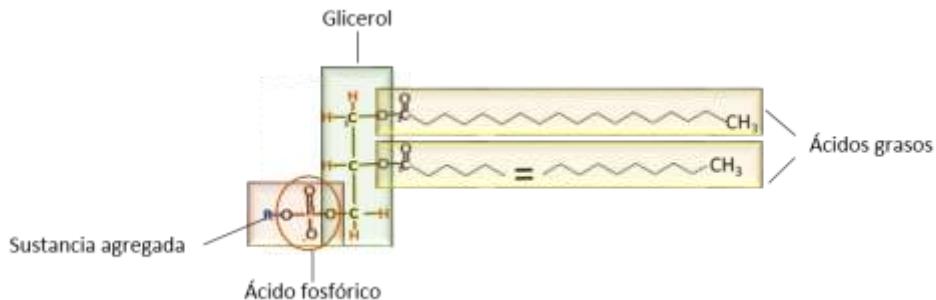


Figura 9. Glicerofosfolípido
Castillo, Melina. Cátedra de Biología General FCV-UNLPam.

Esfingofosfolípidos: el alcohol es el esfingol, un ácido graso, un ácido fosfórico y por ejemplo colina que es la sustancia que contiene el más abundante que es la esfingomielina.
Se diferencian de los glicerofosfolípidos en el esfingol mediante la amina de su C2 y el ácido graso, se unen por unión amídica.

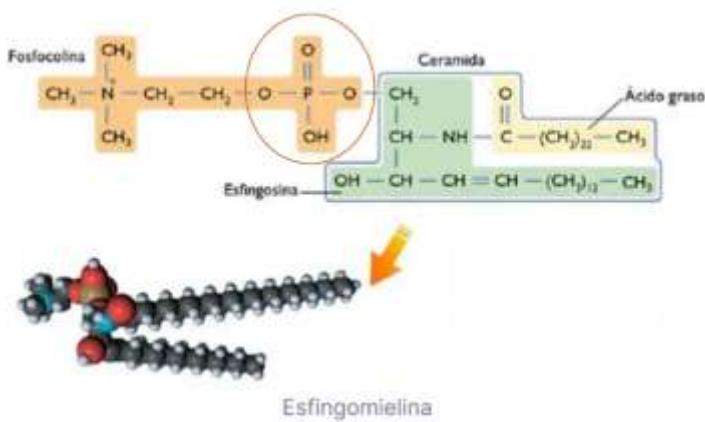
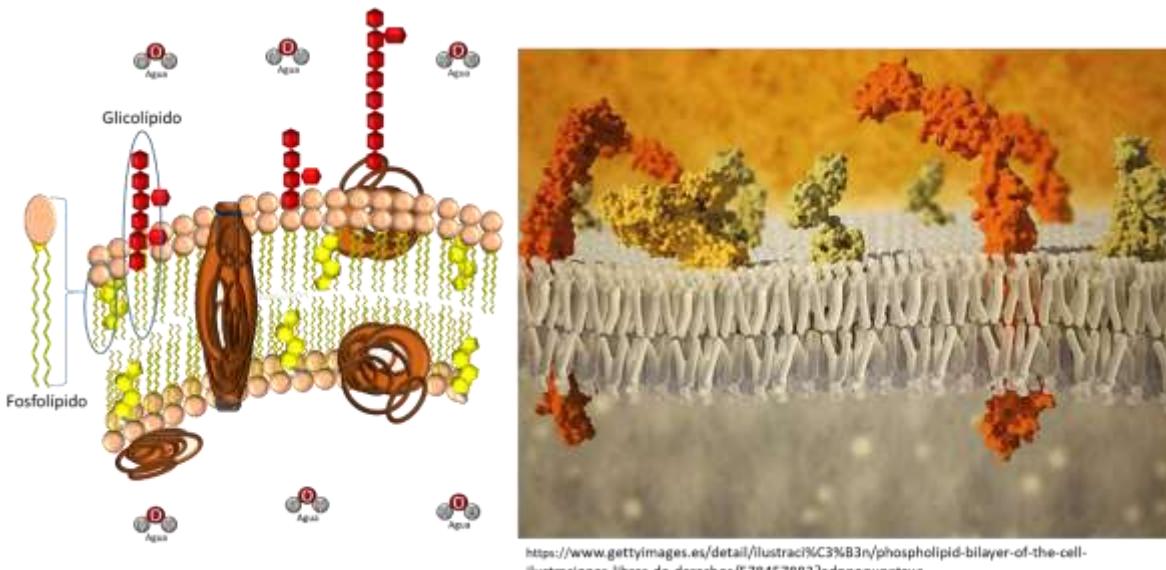


Figura 10. Esfingofosfolípido (esfingomielina)
Modificado de: <https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/lipidos/esfingolipidos>

Los fosfolípidos, presentan una zona o cabeza polar que comprende la sustancia asociada (R), el grupo fosfato, el alcohol (solo en el caso del glicerol, porque el esfingol es apolar) y la cola apolar que está compuesta por ácido/s graso/s (Figura 8), por lo cual son compuestos anfipáticos.

Funciones

Forman las membranas celulares. Hay tejidos como el cerebro que tienen 30 % de su peso seco de fosfolípidos y el muscular 2 %.



<https://www.gettyimages.es/detail/ilustraci%C3%B3n/phospholipid-bilayer-of-the-cell-ilustraciones-libres-de-derechos/578457883?adppopup=true>

Figura 11. Lípidos complejos: fosfolípidos y glicolípidos en la membrana celular
Castillo, Melina. Cátedra de Biología General FCV-UNLPam;
<https://www.gettyimages.es/detail/ilustraci%C3%B3n/phospholipid-bilayer-of-the-cell-ilustraciones-libres-de-derechos/578457883?adppopup=true>

Los glicerofosfolípidos son los más abundantes, se encuentran predominantemente en las membranas celulares, donde le confieren soporte estructural, actúan como dispositivos de anclaje de proteínas de membrana y participan en sistemas de transmisión de señales.

Los esfingofosfolípidos, puntualmente la esfingomielina es un componente importante de las membranas del tejido nervioso, en especial de las vainas de mielina.

GLICOLÍPIDOS

Estructura

Constituidos por un alcohol que en general es el esfingol, un ácido graso y un carbohidrato (Figura 8).

Cerebrósidos: formados por una ceramida (esfingol y ácido graso) y un monosacárido (que frecuentemente es galactosa), unido por enlace glicosídico β al C1 de esfingol.

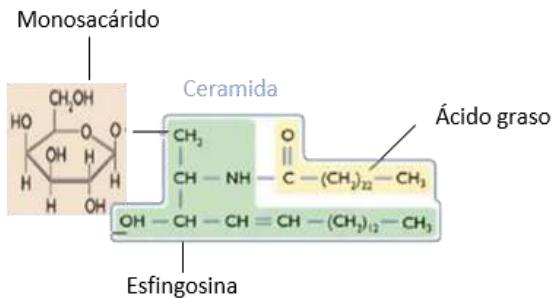


Figura 12. Cerebrósido

Modificado de: <https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/lipidos/esfingolipidos>

Gangliósidos: formados por una ceramida (esfingol y ácido graso) y un oligosacárido, compuesto por varias hexosas (glucosa, galactosa) y 1 a 3 restos de ácido acetil-neuramínico o siálico), unido por enlace glicosídico β y entre ellas al C1 de esfingol.

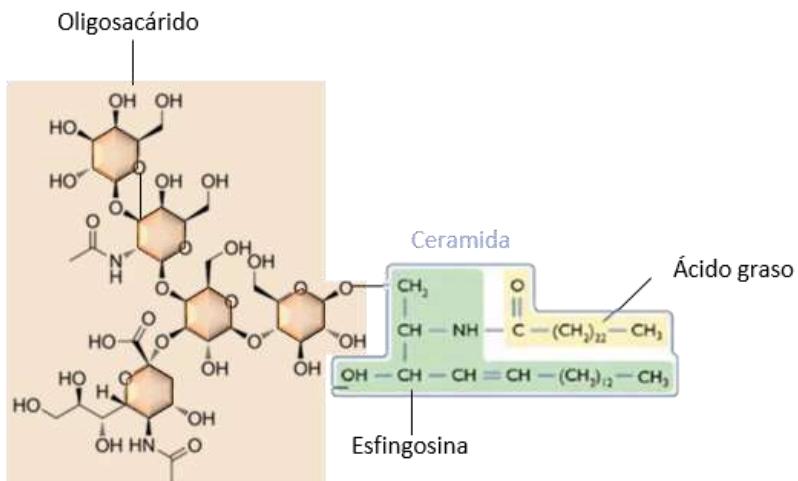


Figura 13. Gangliósido

Modificado de: https://biologia-geologia.com/biologia2/32222_glucolipidos.html

Funciones

Cerebrósidos: abundan en la sustancia blanca del cerebro y en las vainas de mielina.

Gangliósidos: componentes estructurales de las membranas celulares. Los de la superficie de la membrana, sirven como sitio de fijación específicos para otras moléculas (como interferones y toxinas).

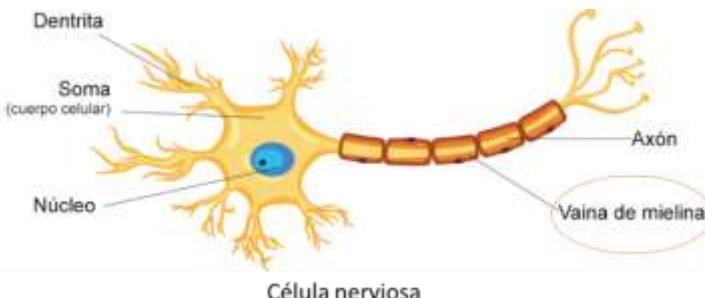


Figura 14. Célula nerviosa con vaina de mielina

Modificado de: <https://esclerosismultiple.com/mielina-en-esclerosis-multiple/>

LIPOPROTEÍNAS

Estructura

Son agrupaciones moleculares de proteínas y lípidos. Los triacilglicéridos y colesterol esterificado al ser hidrófobos se ubican hacia el interior y las partes polares de las proteínas, lípidos complejos y colesterol se disponen hacia la superficie exterior (en contacto con agua).

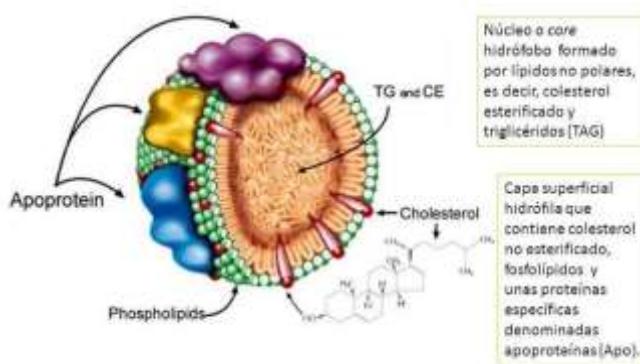


Figura 15. Estructura de la lipoproteína

Modificado de: <https://slideplayer.es/slide/3123759/>

Funciones

Vehiculan los lípidos que llegan al torrente sanguíneo.

SUSTANCIAS ASOCIADAS A LÍPIDOS

Son sustancias que comparten propiedades de solubilidad con los lípidos, o sea que son solubles en estos.

Lípidos

Sustancias Asociadas

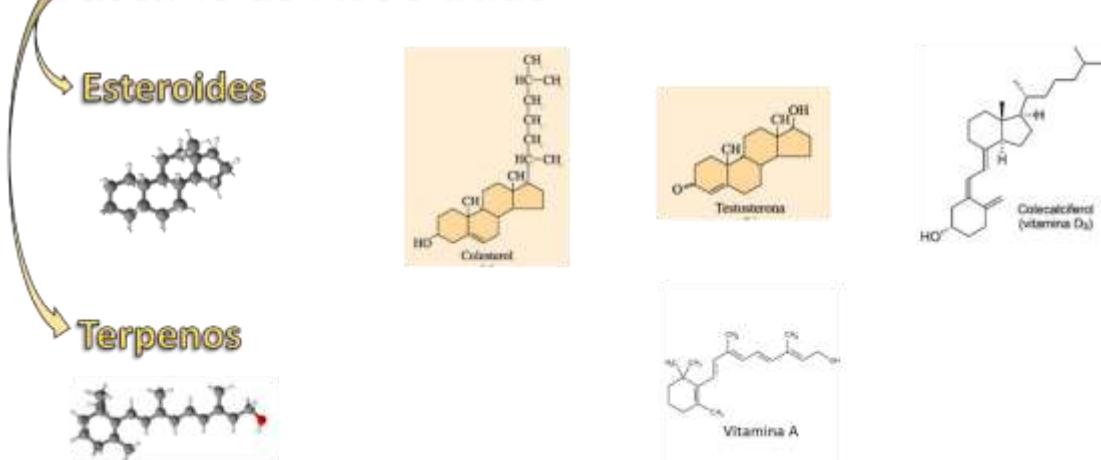


Figura 16. Lípidos complejos

Castillo, Melina. Cátedra de Biología General FCV-UNLPam.

Modificado de: <https://www.pinterest.es/pin/764767580458402329/>
<https://www.alamy.es/foto-la-vitamina-a-retinol-molecula-formula-esqueletica-estructura-quimica-137143189.html>

ESTEROIDES

Estructura

Derivados del ciclopentanoperhidrofenantreno (Figura 16). El organismo animal tiene como materia prima para su síntesis el colesterol.

Hormonas sexuales: tetosterona, estrógenos, progeserona.

Hormonas adrenocorticales: glucocorticoides (cortisol), mineralocorticoides (aldosterona).

Ácidos biliares (derivados del colesterol conjugados con glicina o taurina): ácido cólico y el ácido quenodesoxicólico.

Vitamina D: En animales vitamina D₃ (colecalciferol).

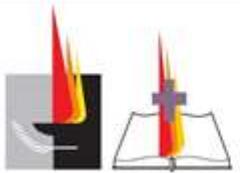
En plantas, hongos y levaduras vitamina D₂ (ergocalciferol).

Esteroles: En animales, por ejemplo, colesterol (es el principal). En vegetales (los esteroles que derivan de estos son los fitoesteroles), por ejemplo, sitosterol. En hongos y levaduras, por ejemplo, ergosterol.

Funciones

Hormonal: las hormonas sexuales, regulan la expresión de caracteres y ciclos sexuales.

El cortisol participa en la regulación del metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas y suprime el sistema inmunológico.



La aldosterona actúa en el riñón para controlar los niveles de sodio y de potasio en el organismo. Ayuda a mantener el volumen sanguíneo y la presión arterial.

Digestiva: los ácidos biliares, componen la bilis, en la que se encuentra formando sales que actúan como detergentes en el intestino delgado, exponiendo las grasas a la acción de las enzimas digestivas (lipasas). Son necesarios para la absorción de las vitaminas liposolubles.

Vitamínica: la vitamina D, interviene en el metabolismo del calcio y del fósforo para la integridad de huesos y dientes, la regulación inmune, la función endocrina del páncreas, la piel, la función muscular y el desarrollo cerebral.

TERPENOS

Estructura

Derivados del hidrocarburo isopreno, cuyas unidades se unen (Figura 16).

Vitamina A: En animales, incluye a retinoides preformados como el retinol y sus derivados retinal y ácido retinoico; y varios carotenoides provitamina A (especialmente, el beta-caroteno) derivados por ejemplo de vegetales.

Carotenos: son pigmentos fotosintéticos (no contienen átomos de oxígeno), importantes para la fotosíntesis.

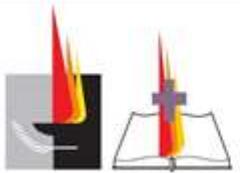
Ubiquinona: es un antioxidante.

Funciones

Vitamínica: la vitamina A presente en el tejido animal, participa de procesos importantes para la visión, la división celular, el crecimiento, la división celular, la reproducción y la inmunidad.

Antioxidante: la vitamina A, la ubiquinona, etc., ayudan a prevenir el daño que los radicales libres (sustancias químicas altamente reactivas) provocan en las células.

Biosíntesis de glicoproteínas: el dolicol participa en la síntesis de glicoproteínas no citosólicas, en las células eucariotas.



ACTIVIDAD PRÁCTICA
COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA CÉLULA
Lípidos

1- Con respecto a los ácidos grasos:

- Defina y dibuje la fórmula de un ácido graso indicando el grupo funcional. ¿Cuál es su función biológica en un organismo?
- Ubique en el esquema anterior las zonas hidrófilas y lipófilas.
- Clasifique y esquematice a los ácidos grasos según el tipo de enlace que poseen.

2- Realice un cuadro sinóptico con la clasificación y función de los lípidos.

Lípidos Simples

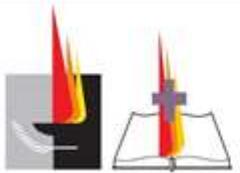
- Esquematice un triacilglicérido. Señale la unión éster.
- Enumere las funciones biológicas de los triacilglicéridos.
- Defina químicamente a las ceras y cite ejemplos de organismos donde las pueda encontrar.
- Enumere las funciones biológicas de las ceras.

Lípidos Complejos

- Esquematice un glicerofosfolípido y un esfingofosfolípido, luego señala diferencias e importancia biológica de los mismos.
- Los glicolípidos, ¿qué características tienen, cómo se clasifican y en qué región celular se los encuentra? Esquematícelos.
- ¿Cuál es la importancia biológica de las lipoproteínas?

Sustancias Asociadas a los Lípidos

- ¿Por qué se las denominan sustancias asociadas a los lípidos?
- Cite ejemplos e indique qué funciones cumplen en el organismo.



CAPÍTULO IV. SUSTANCIAS ORGÁNICAS: PROTEINAS

Autor: Dra María Betina Gómez

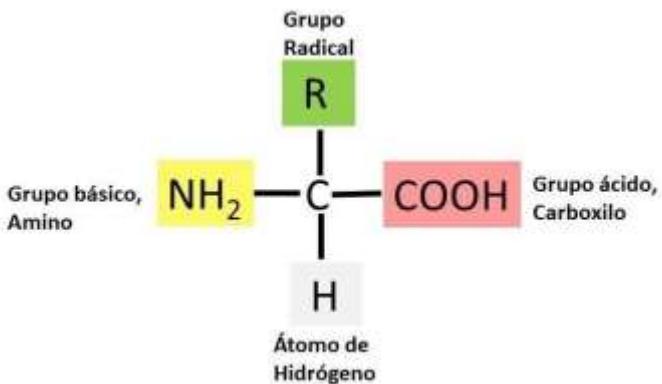
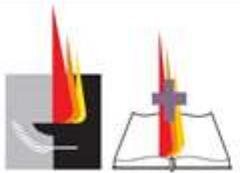
Resumen

Las proteínas son los compuestos orgánicos más abundantes, de una célula, están formadas básicamente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno (C, H, O y N respectivamente), pueden además contener azufre (S) y en algunos tipos de proteínas, fósforo (P), hierro (Fe), magnesio (Mg) y cobre (Cu) entre otros elementos. Pueden considerarse polímeros de unas pequeñas moléculas que reciben el nombre de aminoácidos y son sus monómeros. Por tanto, las proteínas son cadenas de aminoácidos que se pliegan adquiriendo una estructura tridimensional que les permite llevar a cabo miles de funciones.

Las proteínas están codificadas en el material genético de cada organismo, donde se especifica su secuencia de aminoácidos, y luego son sintetizadas por los ribosomas. Las proteínas desempeñan un papel fundamental en los seres vivos y son las biomoléculas más versátiles y diversas. Prácticamente todos los procesos biológicos dependen de la presencia y/o actividad de este tipo de biomoléculas. Son proteínas casi todas las enzimas, catalizadores de reacciones químicas; muchas hormonas, reguladores de actividades celulares; la hemoglobina y otras moléculas con funciones de transporte en la sangre; anticuerpos, con función de defensa; algunos receptores celulares, a los cuales se fijan moléculas capaces de desencadenar una respuesta determinada; la actina y tubulina, constituyentes de los filamentos del citoesqueleto; el colágeno, integrante de fibras altamente resistentes del tejido de sostén; la queratina, componente de la lana en los ovinos, la misma que en otras condiciones permite la formación de las uñas, pezuñas, plumas, pelo y cuernos en los animales y en el ser humano; toxinas: proteínas que elaboran las bacterias, como la toxina botulínica o la toxina de la difteria.

Aminoácidos

La fórmula general de un aminoácido es:



Como su nombre refiere, los aminoácidos se caracterizan por poseer como grupos funcionales: un grupo amino (-NH_2) y grupo carboxilo (-COOH), ácido y se unen a un carbono (-C). Las otras dos valencias de ese carbono quedan saturadas con un átomo de hidrógeno (-H) y con un grupo químico variable al que se denomina cadena lateral o grupo.

Elaborado por la cátedra

El grupo R de la cadena lateral es variable. Según ésta variación, aunque en la naturaleza existen más de 500 aminoácidos, **sólo 20 aminoácidos están incorporados a las proteínas** y codificados directamente en el ADN del organismo. Cada tipo de proteína tiene una secuencia única de aminoácidos.

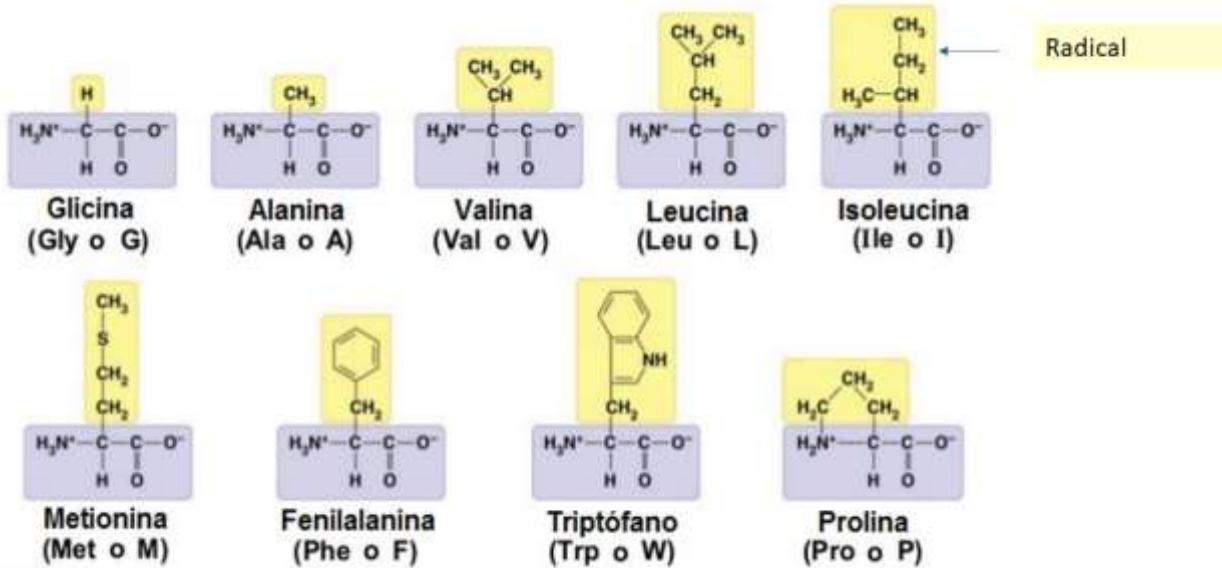
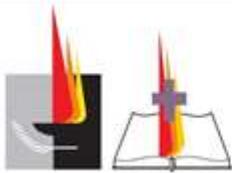
Los aminoácidos se pueden clasificar de acuerdo a las características de sus Cadenas Laterales, en:

- Aminoácidos alifáticos neutros con cadena no polar
- Aminoácidos alifáticos neutros con cadena polar
- Aminoácidos neutros aromáticos
- Aminoácidos con azufre
- Aminoácidos ácidos (dicarboxílicos)
- Aminoácidos básicos

Además, permiten agrupar los aminoácidos en:

- Polares
- Apolares

Algunos de los 20 aminoácidos son:



Extraído de: <https://biologiacompartida.files.wordpress.com/2020/10/image-11.png>

Nótese en amarillo la cadena lateral o grupo Radical R, porción que los diferencia entre sí, y en celeste la porción común a todos los aminoácidos.

Algunos aminoácidos los obtenemos a partir del alimento y otros se sintetizan en el organismo. Aquellos aminoácidos **que el organismo no sintetiza** y deben ser incorporados con los alimentos se denominan **aminoácidos esenciales** y varían según la especie.

Péptidos y enlace peptídico

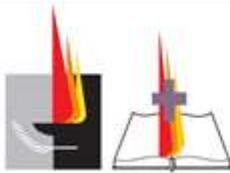
Los péptidos son cadenas lineales de aminoácidos enlazados por enlaces químicos de tipo covalente a los que se denomina enlace peptídico. Para formar péptidos los aminoácidos se van enlazando entre sí formando cadenas de longitud y secuencia variable. Para denominar a estas cadenas se utilizan prefijos convencionales como:

Dipéptido: si el nº de aminoácidos es 2

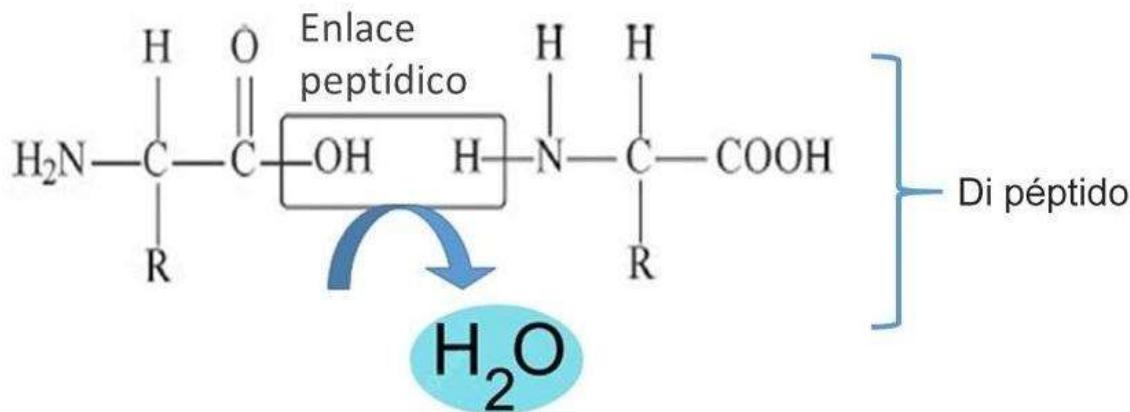
Tripéptido: si el nº de aminoácidos es 3

Polipéptido: si el nº de aminoácidos es mayor a 10

Una larga cadena no ramificada de aminoácidos, forma la proteína, cada aminoácido se une a su vecino mediante un enlace covalente peptídico. Los enlaces peptídicos se forman entre el grupo carboxilo de un



aminoácido y el grupo amino del otro con pérdida de una molécula de agua.



Cátedra Biología general FCV-UNLPam

Forma y estructura molecular de las proteínas

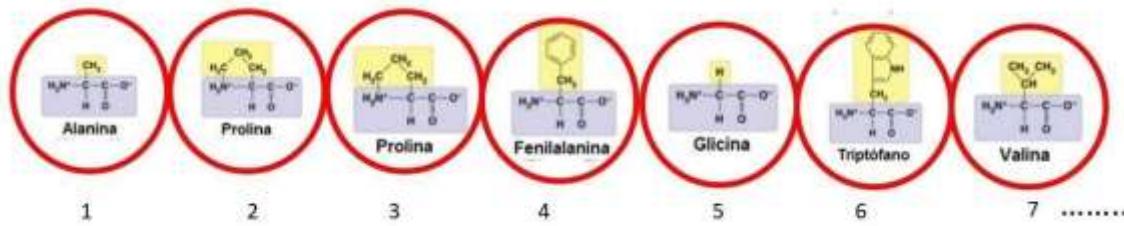
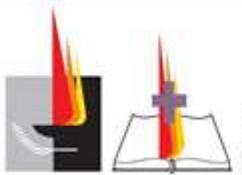
La secuencia repetida de átomos a lo largo de la cadena se conoce como esqueleto polipeptídico, unidas a esta cadena repetitiva, están aquellas partes de los aminoácidos que no participan en la formación del enlace peptídico y que confieren a cada uno de los aminoácidos sus propiedades características, estas son las 20 cadenas laterales o grupos radicales de los aminoácidos. Algunas de estas cadenas laterales son apolares o hidrofóbicas (odian el agua), otras están cargadas positiva o negativamente, algunas forman enlaces covalentes etc.

En la organización de una proteína existen cuatro niveles moleculares estructurales denominados: **estructura primaria, estructura secundaria, estructura terciaria y estructura cuaternaria.**

1) Estructura molecular primaria

La estructura molecular primaria es la **secuencia lineal de aminoácidos** de la proteína.

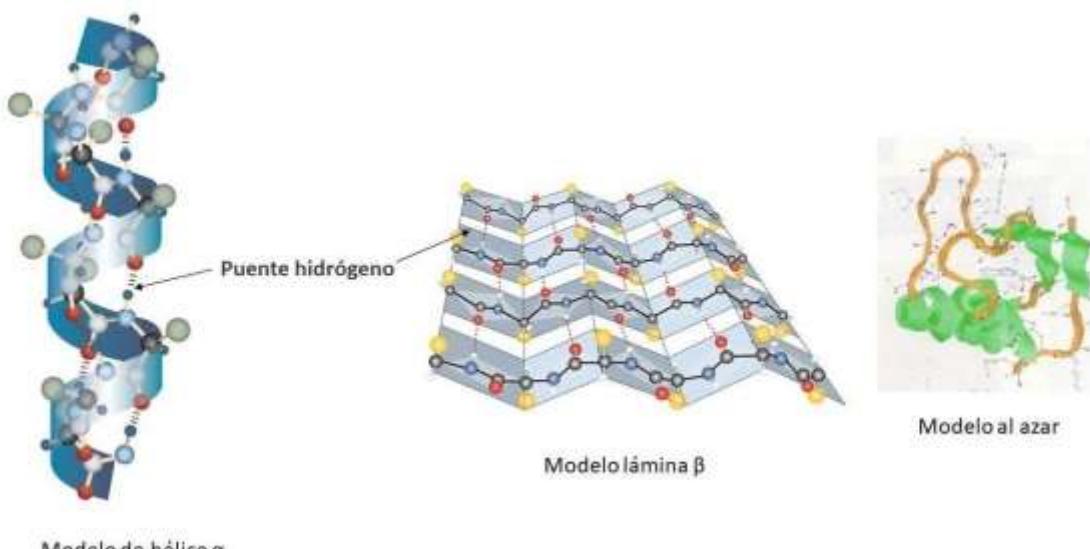
Indica qué aminoácidos componen a la cadena polipeptídica y en qué orden dichos aminoácidos se encuentran. Como existen 20 aminoácidos diferentes, el número de estructuras posibles viene dado por las variaciones con repetición de los mismos. La función de una proteína depende de su secuencia y de la forma que ésta adopte.



Modificada de <https://biologiacompartida.files.wordpress.com/2020/10/image-11.png>

2) Estructura molecular secundaria

La estructura secundaria de las proteínas es el plegamiento que la cadena polipeptídica adopta gracias a la formación de puentes de hidrógeno entre los átomos que forman el enlace peptídico. Los puentes de hidrógeno se establecen entre los grupos -CO- y -NH- del enlace peptídico (el primero como aceptor de H, y el segundo como donador de H). De esta forma, la cadena polipeptídica es capaz de adoptar conformaciones de menor energía libre, y por tanto, más estables. Se pueden encontrar tres tipos de estructura molecular secundaria: la **a (alfa)-hélice**, la **conformación β (beta)** y **al azar**.



Extraído y modificado por cátedra de Biología FCV-UNLPam de:
https://espanol.libretexts.org/Quimica/Qu%C3%ADmica_Introductoria%2C_Conceptual_y_GOB/Qu%C3%ADmica_para_Tiempos_Cambiantes

3) Estructura molecular terciaria

La estructura molecular terciaria indica la disposición tridimensional de la proteína en el espacio, originando una conformación **globular o fibrilar**.

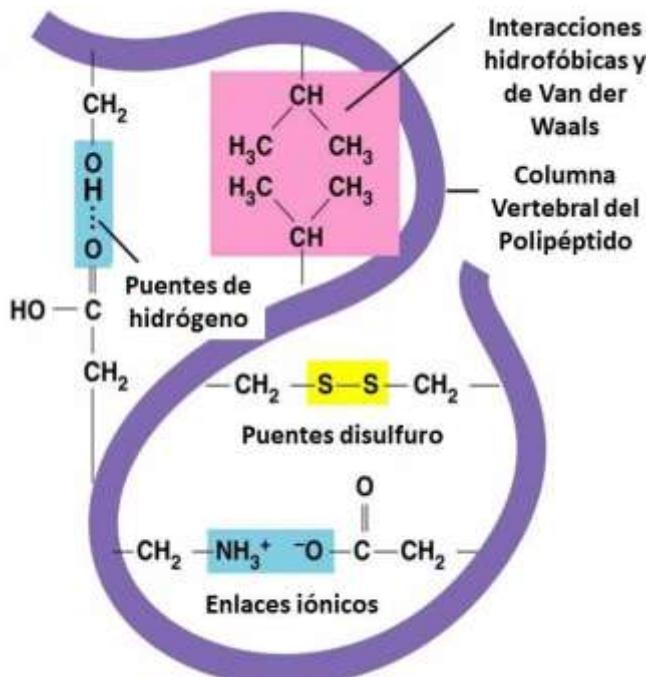
Proteínas Globulares: poseen forma esférica u ovoide, con sus tres ejes de similar longitud. Posee actividad funcional: como, por ejemplo, enzimas, anticuerpos, hormonas, hemoglobina. Son solubles en medios acuosos.

Proteínas fibrilares o fibrosas: las cadenas se ordenan paralelamente, formando fibras o láminas extendidas. Participan en la constitución de estructuras de sostén. Son poco solubles o insolubles en agua.

Las fuerzas que estabilizan la estructura terciaria de una proteína se establecen entre las distintas cadenas laterales de los aminoácidos que la componen. Los enlaces propios de la estructura terciaria pueden ser de dos tipos: covalentes y no covalentes.

Los enlaces covalentes pueden deberse a la formación de un puente disulfuro entre dos cadenas laterales de Cisteína, o a la formación de un enlace amida (-CO-NH-) entre las cadenas laterales de la Lisina y un aminoácido dicarboxílico (Glu o Asp).

Los enlaces no covalentes pueden ser de cuatro tipos: fuerzas electrostáticas entre cadenas laterales ionizadas, con cargas de signo opuesto, puentes de hidrógeno, entre las cadenas laterales de aa polares, interacciones hidrofóbicas entre cadenas laterales apolares y/o fuerzas de polaridad debidas a interacciones dipolo-dipolo.

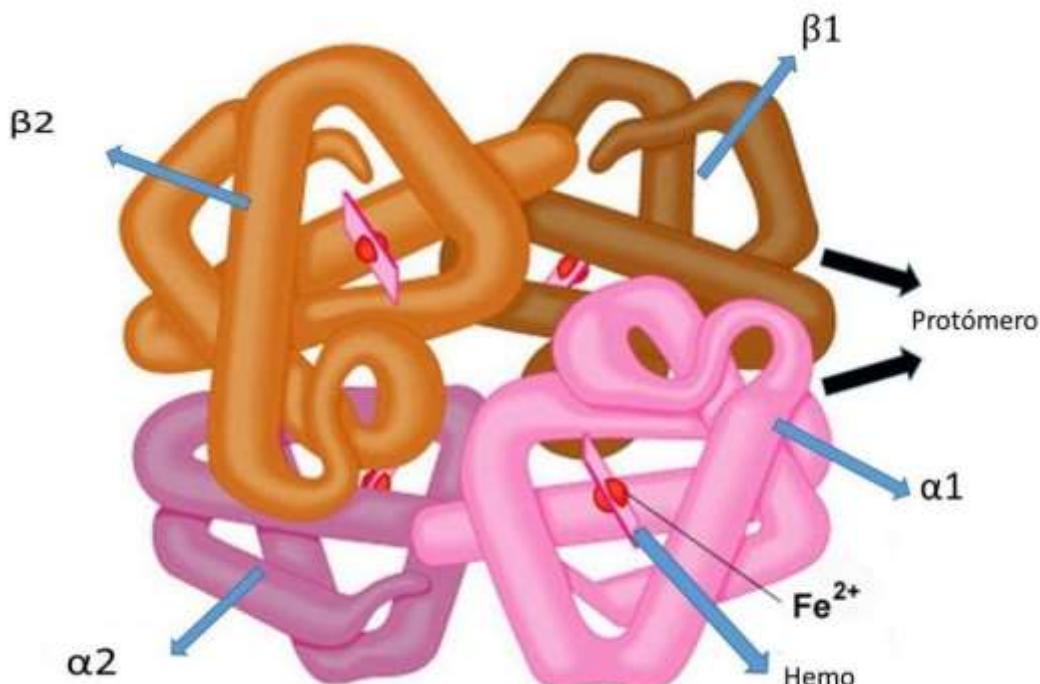


Extraído y modificado por cátedra de Biología FCV-UNLPam de:
<https://studymind.co.uk/notes/protein-structures-tertiary-and-quaternary-structures/>

4) Estructura molecular cuaternaria

Varias cadenas polipeptídicas con estructura molecular terciaria a través de enlaces débiles (no covalentes), conforman un complejo proteico. Cada una de estas cadenas polipeptídicas recibe el nombre de **protómero**.

Un ejemplo es la hemoglobina, proteína que le da la coloración roja a la sangre de los mamíferos.

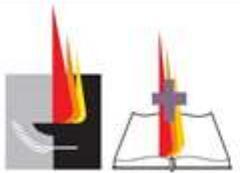


Extraído y modificado por cátedra de Biología FCV-UNLPam de:
<http://cienciasescabezas.blogspot.com/2011/12/fwd-actividad-8-de-las-proteinas.html>
<http://cienciasescabezas.blogspot.com/2011/12/fwd-actividad-8-de-las-proteinas.html>

Propiedades de las proteínas

✓ **Especificidad:** se refiere a su función, está determinada por la estructura primaria y la conformación espacial que adopta la proteína. Un cambio en la estructura de la proteína puede significar una pérdida de la función.

✓ **Desnaturalización:** Consiste en la ruptura de los puentes que conforman las estructuras cuaternarias, terciaria, o secundaria dando como consecuencia la pérdida de la función de la proteína. Una proteína soluble en agua cuando se desnaturaliza se hace insoluble y precipita. La



desnaturalización se puede producir por cambios extremos de temperatura, variaciones del pH, etc.

Funciones y ejemplos de proteínas

· **Estructural:** algunas proteínas constituyen estructuras celulares, como ciertas glicoproteínas que forman parte de las membranas celulares y actúan como receptores. Otras facilitan el transporte de sustancias como las proteínas transmembranas proporcionando un canal a través del cual las moléculas y los iones pueden pasar a la célula. Las proteínas transmembrana también facilitan la comunicación entre las células al interactuar con mensajeros químicos.

Las histonas, forman parte de la estructura de los cromosomas y otras como el colágeno, la queratina y la elastina le confieren elasticidad y resistencia a tejidos y órganos.

Las arañas y los gusanos de seda segregan fibroína para fabricar las telas de araña y los capullos de seda, respectivamente.

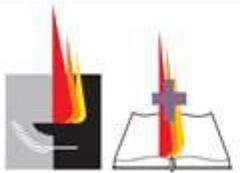
· **Enzimática:** la mayoría de las enzimas son proteínas. Son capaces de acelerar las reacciones químicas de un organismo. Se dice que son catalizadores, porque cada reacción química necesita una enzima para que se realice, es decir, todo lo que se transforma lo hace gracias a una enzima. Cada enzima actúa sobre una sustancia concreta. Algunos ejemplos son: amilasa, tripsina, hialuronidasa, helicasa, ADN polimerasa, etc.

· **Transporte:** La hemoglobina transporta oxígeno en la sangre de los vertebrados. La mioglobina transporta oxígeno en los músculos. Las lipoproteínas transportan lípidos en la sangre. Los citocromos transportan electrones etc.

· **Defensiva:** Las inmunoglobulinas actúan como anticuerpos frente a posibles抗原s. La trombina y el fibrinógeno contribuyen a la formación de coágulos sanguíneos para evitar hemorragias. Las mucinas tienen efecto germicida y protegen a las mucosas. Algunas toxinas bacterianas, como la del botulismo, o venenos de serpientes, son proteínas fabricadas con funciones defensivas.

· **Hormonal:** algunas hormonas son de naturaleza proteica, como la insulina y el glucagón, que regulan los niveles de glucosa en sangre, o las hormonas segregadas por la hipófisis como la del crecimiento conocida como somatotropina. Otros ejemplos como la adrenocorticotrópina (ACTH), que regula la síntesis de corticosteroides o la calcitonina, que regula el metabolismo del calcio.

· **Reguladora:** algunas proteínas regulan la expresión de ciertos genes y otras regulan la división celular como la ciclina.



- **Contráctil:** la actina y la miosina constituyen las miofibrillas responsables de la contracción muscular. La dineína está relacionada con el movimiento de cilios y flagelos.
- **Reserva alimenticia:** no es función de las proteínas actuar como reserva energética salvo algunas excepciones como la ovoalbúmina de la clara de huevo donde se la denomina como reserva alimenticia.

ENZIMAS

Químicamente, la mayoría de las enzimas son proteínas, pero existen ARN (ácidos ribonucleicos) que se comportan como enzimas denominadas **ribozimas**. Se componen de proteínas globulares de tamaño muy variable. Son proteínas “especialistas” sintetizadas por las células para controlar las reacciones bioquímicas de un organismo.

Nomenclatura de las enzimas

Se nombran según el sustrato sobre el cual actúan con la terminación: **asa**
Ejemplos: la lactasa que desdobra la lactosa (el glúcido de la leche) en sus dos azúcares simples, glucosa y galactosa; la lipasa transforma los lípidos (el triacilglicerol en glicerol y sus tres ácidos grasos), etc.

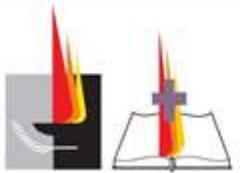
En algunos casos el nombre no está relacionado ni con el sustrato ni con la reacción catalizada.

Ejemplos: la ptialina de la saliva o la pepsina del estómago.

Se clasifican según el tipo de reacción en la que participan en 6 grupos:

- 1- **Oxidorreductasas:** catalizan la transferencia de electrones desde una molécula donadora, el agente reductor a otra aceptora, el agente oxidante.
- 2- **Transferasas:** Transfieren grupos activos (obtenidos de la ruptura de ciertas moléculas) a otras sustancias receptoras.
- 3- **Hidrolasas:** es una enzima capaz de hidrolizar un enlace químico
- 4- **Liasas:** Catalizan la ruptura de enlaces químicos en compuestos orgánicos por un mecanismo distinto a la hidrólisis u oxidación. Como resultado del proceso de ruptura se forman nuevos dobles enlaces.
- 5- **Isomerasas:** Actúan sobre determinadas moléculas obteniendo de ellas sus isómeros de función o de posición.
- 6- **Ligasas:** son enzimas capaces de catalizar la unión entre dos moléculas, dando lugar a un nuevo enlace químico.

Las enzimas son sensibles: necesitan unas condiciones adecuadas para poder ejercer sus funciones, actúan en pequeña cantidad y se recuperan al finalizar la reacción. Es decir, son capaces de acelerar una reacción química sin participar de los productos finales ni desgastarse en el proceso.



Algunas de las **características enzimáticas** son:

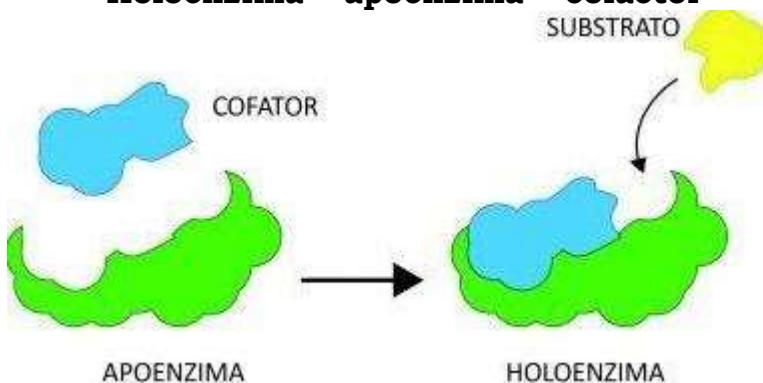
- Tener gran poder catalítico
- Ser altamente específicas
- Funcionar en soluciones acuosas
- Funcionar a pH y temperaturas fisiológicas
- Permanecer inalteradas luego de la catálisis
- Estar reguladas

Los factores que regulan la actividad enzimática son: temperatura, pH, concentración enzimática, concentración de sustrato.

Algunas enzimas están formadas por:

- Una parte proteica o **apoenzima** que es inactiva
- Una parte no proteica o **cofactor** o **grupo prostético** que se une a la apoenzima formando la **holoenzima**.

$$\text{Holoenzima} = \text{apoenzima} + \text{cofactor}$$



Extraído de: <https://knoow.net/es/ciencias-tierra-vida/biologia-es/apoenzima/>

Especificidad y poder catalítico

La especificidad de la enzima reside en el centro de fijación del sustrato, es decir el lugar donde se fija el sustrato a la enzima. Es una región que se encuentra en la superficie de la enzima denominada "sitio activo". Ciertos aminoácidos de la proteína que están en el sitio activo tienen afinidad química por determinados grupos funcionales presentes en el sustrato. La estructura terciaria de la proteína permite un plegamiento de la misma de manera tal que le confiere una región con las dimensiones moleculares idóneas, "sitio activo", para acomodar un sustrato específico.

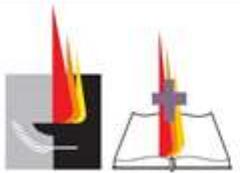
Mecanismos de acción enzimática

La acción enzimática se caracteriza por la formación de un complejo enzima-sustrato que representa el estado de transición (ES).



E: Enzima; S: Sustrato; ES: Complejo Enzima-Sustrato y P: Producto.

Al finalizar la reacción entre el sustrato y la enzima, el producto (P) que ya no se adapta adecuadamente al sitio activo es expulsado. La enzima (E) está lista para aceptar otro sustrato nuevamente.



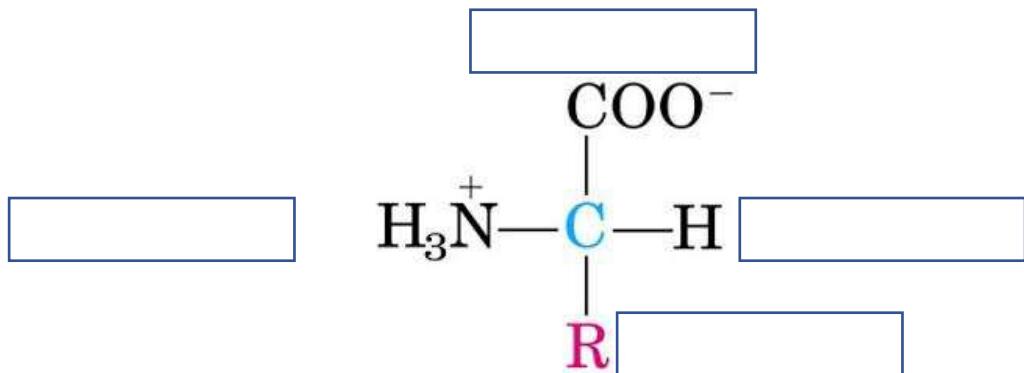
ACTIVIDAD PRÁCTICA
COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA CÉLULA
Proteínas

Proteínas

1- El siguiente es un listado de los aminoácidos que forman parte de las proteínas:

Alanina, Asparagina, Glutamina, Glicina, Histidina, Serina, Prolina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Triptofano, Treonina, Ac. Aspártico, Ac. Glutámico, Valina, Arginina, Tirosina y Cisteína.

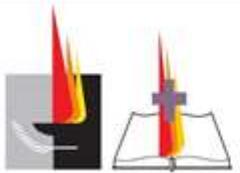
a) La figura a continuación representa un aminoácido. Señale sus partes e indique el componente que le otorga la variabilidad a los aminoácidos entre sí.



Esquema modificado de:
<https://bioquibi.webs.ull.es/bioquimica%20estructural/Marisol/aminoacidos.pdf>

b) Seleccione dos de los aminoácidos nombrados en el enunciado anterior y realice una unión peptídica entre ellos.

Dos puntos cruciales que se deben tener en cuenta para el correcto funcionamiento de una proteína son, el “protein code”, la secuencia de aminoácidos que la conforman y el “protein folder” o plegamiento de la proteína. De acuerdo a su plegamiento, será su destino y función.



- c) Explique la clasificación de las proteínas según sus estructuras moleculares y según su forma.
- d) Si la forma de la proteína se altera por algún factor externo (por ejemplo, aplicando calor, ácidos o álcalis), no es capaz de cumplir su función celular. Este proceso es llamado desnaturalización. Investigue qué tipo de desnaturalizaciones existen y describa qué estructuras moleculares de las proteínas se ven afectadas. Cite ejemplos.
- e) Enumere las funciones de las proteínas y ejemplifique cada una.

Enzimas

2- Las enzimas son catalizadores biológicos. Químicamente, son proteínas, pero existen ARN que se comportan como enzimas, denominadas ribozimas. Actúan en pequeña cantidad y se recuperan al finalizar la reacción.

- a) Explique la importancia de la función que desempeñan las enzimas como catalizadores biológicos.
- b) Investigue qué diferencia existe entre las enzimas intracelulares y extracelulares. Dé ejemplos de cada una.

3- La acción enzimática se caracteriza por la formación de un complejo enzima-sustrato que representa el estado de transición. Al finalizar la reacción entre el sustrato y la enzima, el producto que ya no se adapta adecuadamente al sitio activo es expulsado y la enzima está lista para aceptar otro sustrato nuevamente.

- a) Observe la siguiente imagen, luego describa los acontecimientos de cada paso por el que atraviesa un sustrato hasta convertirse en producto.

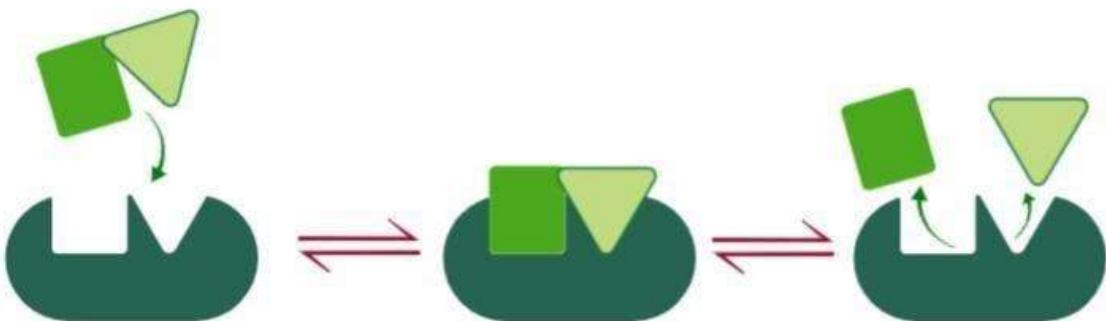
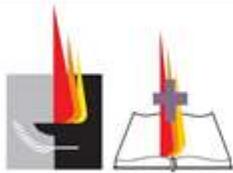


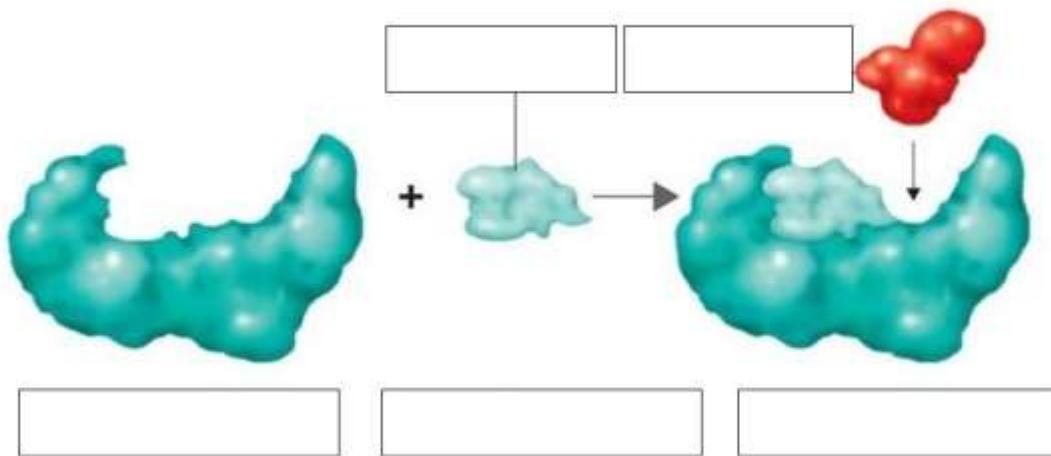
Figura: Clauzure Mariángelos. Cátedra Biología general. FCV-UNLPam. 2019.

- b) ¿Cuál es la importancia del sitio activo?
- c) ¿Cuáles son los factores que modifican la actividad enzimática?

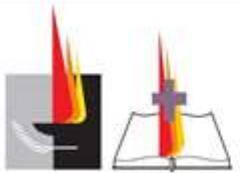


d) Nombre e indique el mecanismo de acción de los inhibidores enzimáticos.

e) ¿Cuál es la función biológica de una holoenzima? En relación a su constitución, complete el siguiente esquema.



Esquema modificado: <https://www.lifeder.com/apoenzima/>



CAPÍTULO V. SUSTANCIAS ORGÁNICAS: ÁCIDOS NUCLEICOS

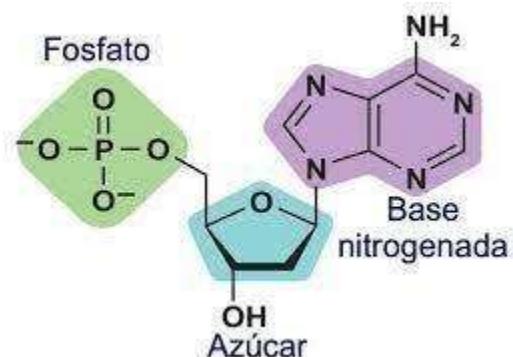
Autor: Dra Mariángel Clauzure

Resumen

Los ácidos nucleicos son polímeros formados por la repetición de unidades estructurales llamadas nucleótidos enlazados entre sí por el grupo fosfato. Están compuestos por C, H, O, N y P. Los ácidos nucleicos tienen funciones esenciales para la vida celular, entre ellas ser depósitos de la información genética y responsables de su transmisión de una generación a otra. También tienen un papel fundamental en la síntesis de proteínas en las células y dirigen el ensamblaje correcto de aminoácidos en secuencias bien definidas.

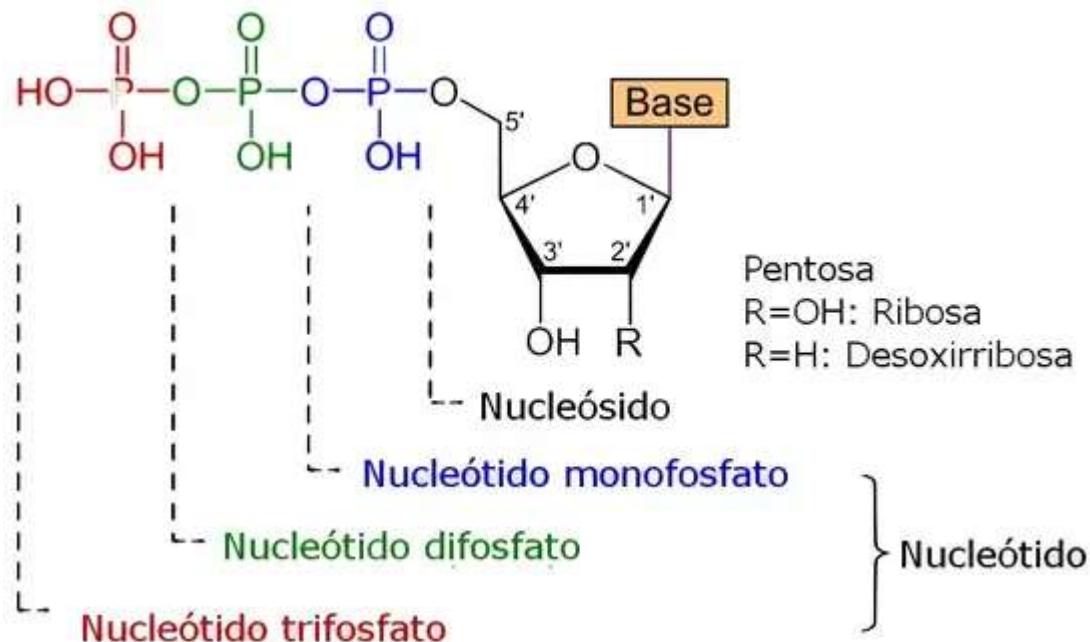
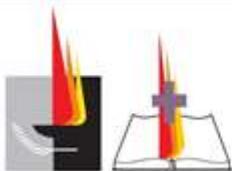
Nucleótidos

El nucleótido es una molécula compuesta por la unión de una pentosa (ribosa o desoxirribosa), una base nitrogenada (adenina, timina, guanina, citosina o uracilo) y un grupo fosfato.



"Qué es un nucleótido". En: Significados.com. Disponible en:
<https://www.significados.com/nucleotido/> Consultado: 26 de octubre de 2023, 10:31 am.

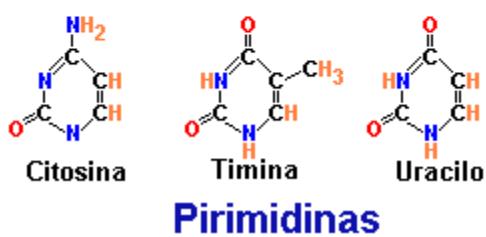
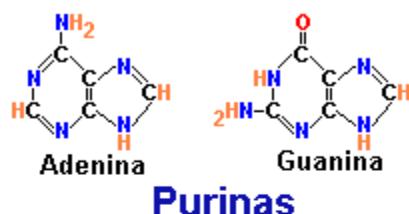
Las pentosas son monosacáridos de 5 C. Según la pentosa presente, se distinguen los tipos de ácidos nucleicos: si la pentosa que compone el nucleótido es la desoxirribosa el ácido nucleico que se forma será el ácido desoxirribonucleico (ADN). Si la pentosa que compone el nucleótido es la ribosa el ácido nucleico que se forma será el ácido ribonucleico (ARN).

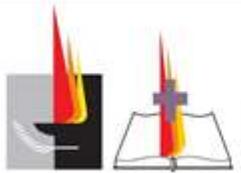


Curso de biología Alejandro Porto Andión. Tema 9: nucleótidos y ácidos nucleicos.
<https://www.bionova.org.es/biocast/tema09.htm>

Las bases nitrogenadas son sustancias heterocíclicas, formadas por átomos de C, H, O y N. Las bases púricas están formadas por un anillo doble, siendo las más abundantes en las células la adenina y la guanina. Las bases pirimidínicas, compuestas por un anillo simple, son la citosina, la timina y el uracilo.

El compuesto formado por una base nitrogenada, púrica o pirimídica, y la pentosa, sin el grupo fosfato, se llama **nucleósido**.



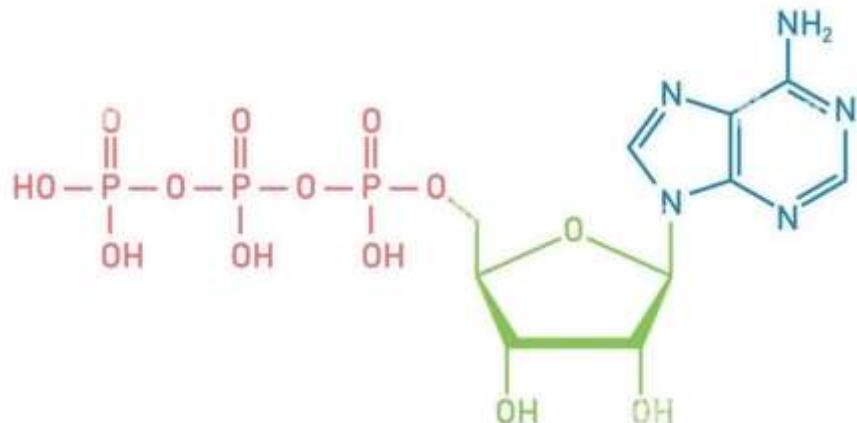


Ácidos Nucleicos. <http://www.biologia.edu.ar/macromoleculas/adn.htm>

Los nucleótidos al unirse con otras moléculas cumplen funciones esenciales como:

1) Transporte de energía

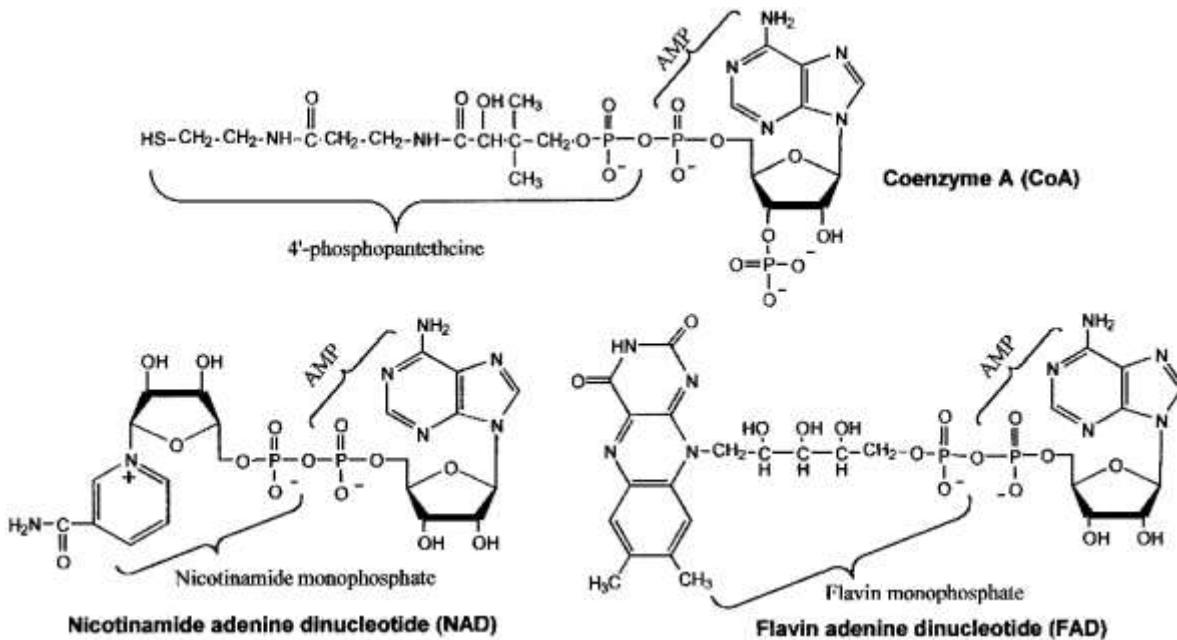
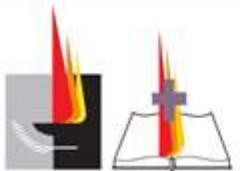
Toda célula realiza en su actividad metabólica dos tipos de reacciones: **catabólica** con liberación de energía (**exergónicas**) y **anabólicas** con utilización de energía (**endergónicas**). La energía liberada en las primeras de estas reacciones debe ser almacenada hasta que sea utilizada en las segundas. Para almacenar energía, las células poseen nucleótidos como la **adenosina monofosfato (AMP)** que tiene la propiedad de poder adicionar a su molécula dos nuevos grupos fosfatos libres en la célula, constituyendo **ATP (adenosina trifosfato)**. La unión de **AMP** con cada **grupo fosfato** requiere gran cantidad de energía, la cual queda contenida en los enlaces covalentes formados.



Modificado de : <https://concepto.de/atp-2/>

2) Transporte de átomos o moléculas

Algunas enzimas sólo pueden cumplir su función catalítica asociadas con otras moléculas no proteicas llamadas **coenzimas**. Son ejemplo de nucleótidos con función coenzimática la **coenzima A (CoA)**, el **nicotinamida adenina dinucléotido (NAD)** y el **flavin adenina dinucleótido (FAD)**.

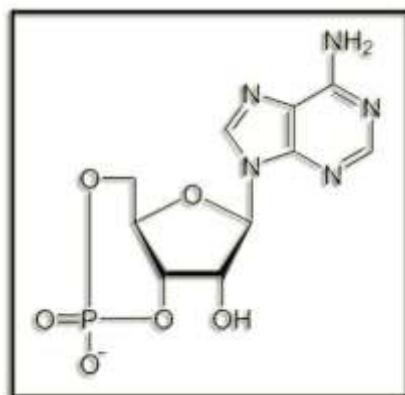


Biochemistry 2000, 39, 50, 15548–15555. Publication Date: November 23, 2000.

<https://doi.org/10.1021/bi002061f>

3) Segundos mensajeros

Amplifican y conducen señales químicas desde el exterior de la célula al interior de la misma. Un ejemplo de segundo mensajero es el **AMPcíclico (AMPc)** que difunde por el citoplasma generando la activación de una proteína (proteína quinasa) la cual activa en cascada a otras enzimas para producir una respuesta.



<https://www.biologiasur.org/index.php/entrada/variadas-19/101-variadas/184-variadas-19-soluciones>



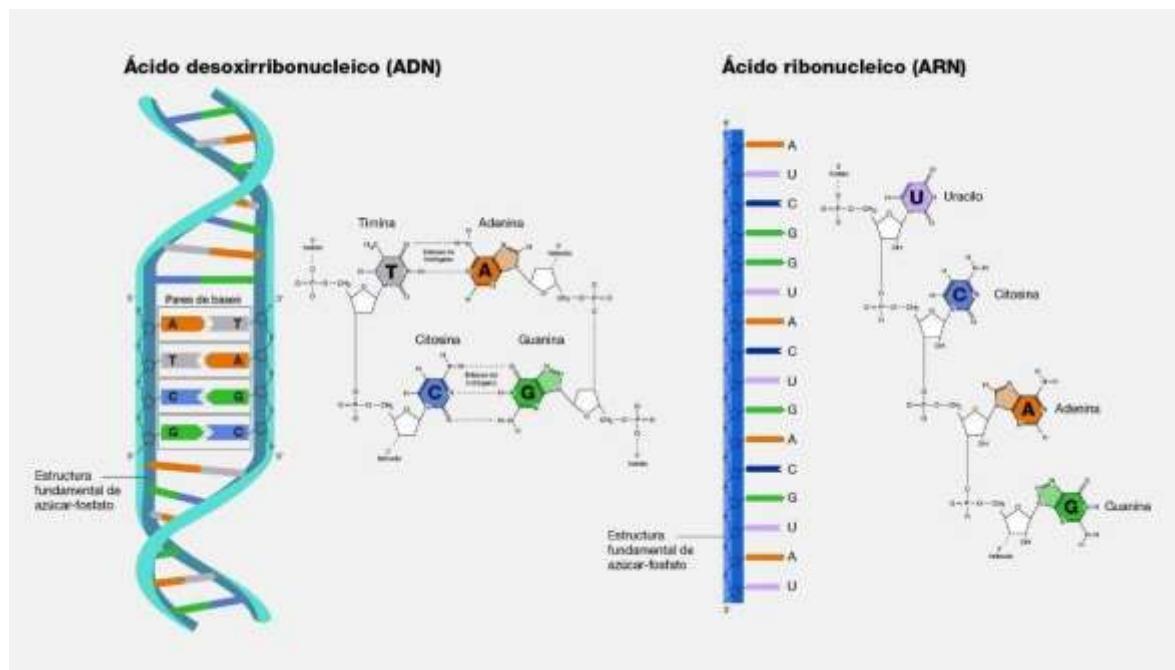
4) Transporte de caracteres hereditarios

Los nucleótidos para cumplir esta función deben polymerizarse en **ácidos nucleicos**.

Ácidos nucleicos

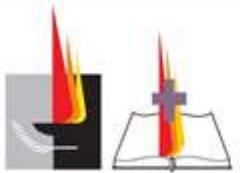
Los ácidos nucleicos son las moléculas que contienen la información genética de los organismos siendo las responsables de su transmisión hereditaria.

Los nucleótidos se unen entre sí por enlaces éster: el fosfato forma un puente desde el carbono 5' de la pentosa de un nucleótido al carbono 3' de la pentosa del nucleótido anterior. La primera unidad de la cadena tiene libre su fosfato, mientras la pentosa del último nucleótido tiene libre el oxhidrilo de carbono 3'. Se habla así de extremos 5' y 3' de la cadena.



Ácidos nucleicos, <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/acido-nucleico>

Existen dos tipos de ácidos nucleicos: **ADN** (ácido desoxirribonucleico) y **ARN** (ácido ribonucleico), que se diferencian por el **azúcar** (pentosa) que llevan: **desoxirribosa** y **ribosa**, respectivamente. Además, se diferencian por las **bases nitrogenadas** que contienen, **adenina**, **guanina**, **citosina** y **timina**, en el ADN; y se reemplaza la **timina** por el **uracilo** en el ARN. El ADN es una cadena doble (bicatenaria) mientras que el ARN es una cadena sencilla (monocatenaria).



El ADN es portador de la información genética de la célula, la mayor proporción del mismo se encuentra dentro del núcleo celular en la célula eucariota.

La molécula de ADN está constituida por dos largas cadenas de nucleótidos en forma de doble hélice, unidas entre sí por enlaces entre las bases nitrogenadas de ambas cadenas. La unión de las bases se realiza mediante **puentes de hidrógeno**, apareamiento condicionado químicamente, de forma que la adenina (A) sólo puede unirse con la timina (T) y la guanina (G) con la citosina (C). Las bases púricas y pirimídicas de cada cadena se dirigen perpendicularmente hacia el eje central y se aparean con los de la otra. La doble hélice es una estructura muy estable gracias a los enlaces puentes de hidrógeno entre las bases. Estas fuerzas, individualmente débiles, resultan significativas al multiplicarse a lo largo de la molécula, constituida por enorme número de pares de bases.

En el ADN las dos cadenas son antiparalelas, ambas siguen una dirección opuesta. Mientras que en una de ellas las uniones fosfato van de carbono 5' a carbono 3' de las pentosas, la otra está orientada en sentido opuesto (de carbono 3' a carbono 5'). En cada punta de la molécula se encuentra el extremo 5' de una cadena y el 3' de la otra. El enrollamiento de las dos cadenas de desoxirribosas y fosfatos forma dos surcos en la superficie de la molécula, siendo uno de ellos mayor que el otro. En el fondo de esos surcos quedan expuestos átomos componentes de las bases púricas y pirimídicas, lo que permite la interacción con proteínas u otras sustancias.

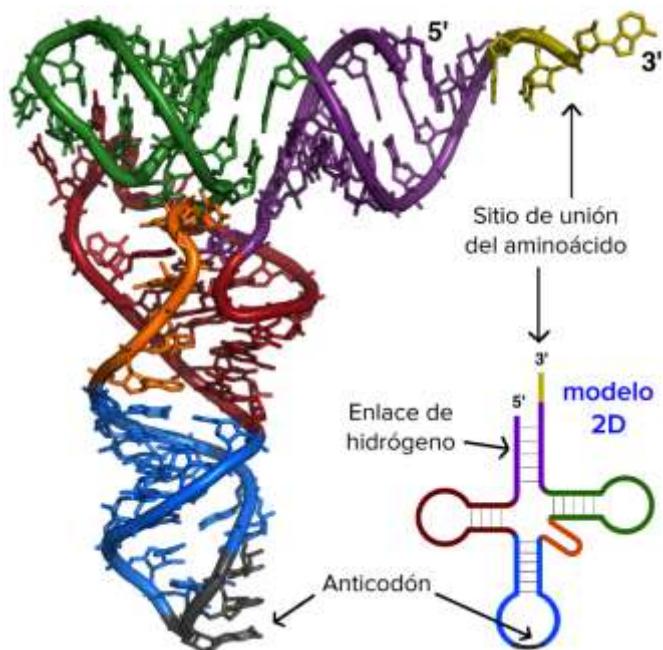
La secuencia de bases del ADN es la que define la información genética de un ser vivo. El orden en el que aparecen las cuatro bases a lo largo de una cadena de ADN es, por tanto, fundamental para la célula, ya que este orden es el que constituye las instrucciones del programa genético de los organismos. Conocer esta secuencia de bases, es decir, **secuenciar un ADN equivale a descifrar su mensaje genético**. Las cadenas de ADN son **complementarias** ya que el orden o secuencia de bases de una de las cadenas delimita automáticamente el orden de la otra. Una vez conocida la secuencia de las bases de una cadena, se deduce inmediatamente la secuencia de bases de la complementaria.

El ARN se encuentra en mayor proporción en el citoplasma celular, es el encargado de dirigir la síntesis proteica. La molécula de ARN está formada por una cadena polinucleotídica. Todas las moléculas de ARN se forman a partir del ADN con la intervención de enzimas específicas para tal fin. En la célula existen varios tipos de ARN, entre ellos, el **ARN mensajero (ARNm)** que lleva la información de la proteína que se va a sintetizar, el

ARN transferencia (ARNt) que transporta los aminoácidos libres y el **ARN ribosomal (ARNr)** que forma parte estructural de los ribosomas.

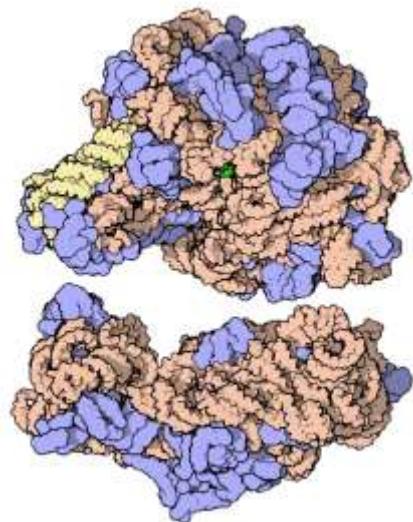
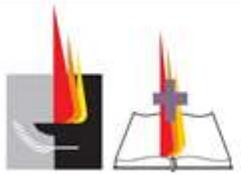
El ARNm se encuentra distribuido en el núcleo y citoplasma de una célula eucariota. Su función es transmitir información genética desde ADN nuclear hacia el sistema de síntesis de proteínas en citoplasma, y servir de guía para el ensamblaje de aminoácidos en el orden correcto. Son heterogéneos en cuanto a su tamaño, el cual se relaciona con la longitud de la cadena polipeptídica que codifican.

El ARNt participa en la síntesis de proteínas transportando aminoácidos libres del citosol hasta el lugar de ensamblaje. Actúa como molécula adaptadora que asegura la ubicación de cada aminoácido en el sitio correspondiente. La molécula de ARNt es monocatenaria con zonas complementarias que se aparean y le dan una estructura bidimensional característica de forma de "hoja de trébol". A su vez, esta estructura sufre otro plegamiento adquiriendo una conformación tridimensional en forma de L.

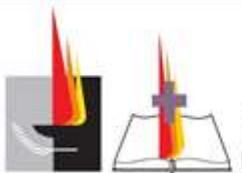


Los ARNt y los ribosomas, Khan Academy, Imagen modificada de "[TRNA-Phe yeast](#)".

El ARNr forma parte de los ribosomas, pequeños gránulos localizados en el citoplasma, donde se producen la síntesis de las proteínas. Las moléculas de ARNr presentan un complicado plegamiento.



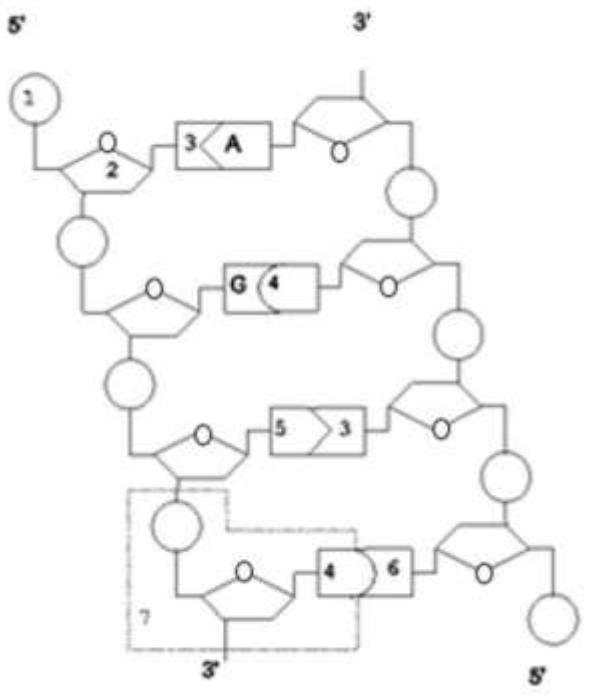
Los ARNt y los ribosomas, Khan Academy (*Imagen modificada de "Ribosome", por Redondoself (CC BY 2.0).*)



ACTIVIDAD PRÁCTICA
COMPUESTOS QUÍMICOS DE LA CÉLULA
Ácidos Nucleicos

1- En un laboratorio de biología molecular se ha obtenido la siguiente estructura de un fragmento de ácido nucleico.

a) Complete las referencias numéricas de la siguiente figura.



1:
2:
3:
4:
5:
6:
7:

Esquema modificado: <http://cyberbioinformatics.blogspot.com/2017/03/adn-la-molecula-del-mensaje-hereditario.html>

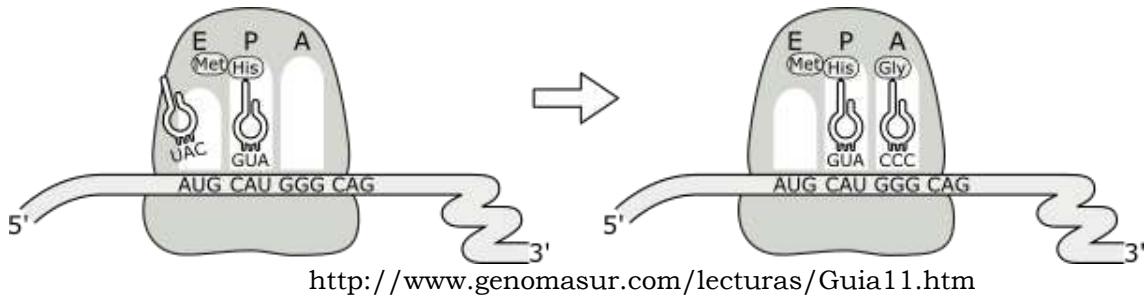
- b) Esquematice un nucleótido y referencia sus componentes. ¿Qué diferencia encuentra con un nucleósido?
- c) Busque un esquema de las bases púricas y pirimídicas, luego investigue y explique en qué se diferencian.
- d) Enumere las funciones de los nucleótidos.
- e) Indique cómo está constituido un ribonucleótido y un desoxirribonucleótido.

2- Compare en un cuadro las diferencias estructurales y funcionales entre el ADN y el ARN.

3- Complete el siguiente cuadro comparativo entre ADN eucariota, procariota y mitocondrial.

	ADN eucariota	ADN procariota	ADN mitocondrial
Estructura			
Función			

4- En la siguiente figura que representa sintéticamente la síntesis de proteínas, identifique los 3 tipos de ARN y señale sus funciones en este proceso.



BIBLIOGRAFÍA

Alberts, B.; Johnson, A.; Lewis, J.; Morgan, D.; Raff, M.; Roberts, K.; Walter, P. 2016. Biología Molecular de la Célula. 6° edición. Ed. Omega. Barcelona, España.

Blanco, A. 2016. Química Biológica. 10° edición. Ed. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina.

Curtis, H.; Barnes, N.S. 2006. Biología. 6° edición. Ed. Médica Panamericana. Madrid, España. Pp 48235, 271-301, 347-416, 443-464, 1383-1449.

De Robertis, E. 2004. Fundamentos de Biología Celular y Molecular. 4° edición. Ed. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina.

Ifrán, S.; Fernández, N.; Sabbatino, V. y Márquez, S. Composición química de los seres vivos. <http://www.genomasur.com/lecturas/guia02-nueva.htm>