

# BIOQUÍMICA

## I. BIOELEMENTOS

### A. Concepto

- Se denominan elementos biogénicos o bioelementos a aquellos elementos químicos que forman parte de los seres vivos.

### B. Clasificación

#### 1. Elementos mayoritarios

- Están presentes en porcentajes superiores al 0,1 % y aparecen en todos los seres vivos.

##### a. Bioelementos primarios (C, H, O, N // P, S)

- Principales constituyentes de las biomoléculas. En conjunto 95% de la materia viva (C 20 %, H 9.5 %, O 62 % y N 2,5 %).

##### b. Bioelementos secundarios (Na, K, Ca, Mg, Cl)

- En conjunto 4,5% de la materia viva.

#### 2. Oligoelementos (Fe, Mn, I, F, Co, Si, Cr, Zn, Li, Mo)

- Presentes en porcentajes inferiores al 0,1%, no son los mismos en todos los seres vivos. Son indispensables para el desarrollo armónico del organismo.
- Se han aislado unos 60 oligoelementos en los seres vivos, pero solamente 14 de ellos pueden considerarse comunes para casi todos.

## II. BIOMOLÉCULAS

- Las biomoléculas o principios inmediatos, son las moléculas que forman parte de los seres vivos.

Biomoléculas	Inorgánicas	Agua Sales minerales
	Orgánica	Glúcidos Lípidos Proteínas Ácidos nucleicos

## III. BIOMOLÉCULAS INORGÁNICAS

### A. El agua

- El agua - 60-90% de la materia viva. Su abundancia depende de la especie, la edad (menor proporción en individuos más viejos) y la actividad fisiológica del tejido (mayor porcentaje los que tiene mayor actividad como tejido nervioso o muscular). Aparece en el interior de las células, en el líquido tisular y en los líquidos circulantes.

#### 1. Estructura

- El agua es una molécula dipolar: los electrones que comparten el O y el H están desplazados hacia el O por su mayor electronegatividad por lo que esa zona de la molécula tiene una ligera carga negativa y la de los H es ligeramente positiva. Cuando dos moléculas de agua se aproximan, la zona positiva de una molécula y la negativa de otra se atraen. Estas interacciones intermoleculares se conocen como puentes de hidrógeno.

#### 2. Propiedades y funciones biológicas

- A diferencia de otras sustancias de peso molecular semejante, el agua es líquida a temperatura ambiente. Debido a su polaridad el agua es buen disolvente de los compuestos iónicos y polares. Los líquidos orgánicos (citoplasma, líquido tisular, plasma, linfa, savia, ...) son disoluciones acuosas que sirven para el transporte de sustancias y como medio en el que se producen las reacciones metabólicas.
- El agua no sólo es el medio en el que transcurren las reacciones del metabolismo sino que interviene en muchas de ellas como en la fotosíntesis, en las hidrólisis y en las condensaciones.
- El calor específico (calor necesario para elevar 1°C la temperatura de 1 g) es relativamente elevado, así como el calor de vaporización. Gracias a estas dos propiedades el agua interviene en la termorregulación.
- Máxima densidad a 4°C. Como consecuencia el hielo flota sobre el agua líquida, lo que impide los océanos y otras masas menores de agua se congelen de abajo a arriba.
- En el agua son elevadas las fuerzas de cohesión (atracción entre las moléculas de agua) y de adhesión (atracción entre el agua y una superficie) lo cual origina los fenómenos de capilaridad por los que el agua asciende en contra de la gravedad por conductos de diámetro muy fino (capilares). Estos fenómenos contribuyen al transporte de sustancias en los vegetales.
- Igual que otros líquidos el agua es incompresible y actúa como amortiguador mecánico (líquido amniótico, líquido sinovial) o como esqueleto hidrostático (líquido celómico en anélidos).

## B. Las sales minerales

### 1. Sales con función estructural

- Aparecen precipitadas formando estructuras esqueléticas, como el carbonato de calcio (caparazones calcáreos) o el fosfato de calcio (esqueleto de vertebrados).

### 2. Sales con función reguladora

- Se encuentran ionizadas, disueltas en un medio acuoso.

#### a. Fenómenos osmóticos

- Osmosis: difusión a través de una membrana semipermeable (solo permite el paso del disolvente).
- Medios hipertónico (el de mayor concentración), hipotónico (el de menor) o isotónico (cuando los dos medios separados por la membrana semipermeable tienen la misma concentración de solutos).
- A través de una membrana semipermeable el agua pasa siempre del medio hipotónico al hipertónico.
- Plasmólisis (pérdida de agua de una célula en un medio hipertónico) y turgencia (la célula se hincha en un medio hipotónico, pudiendo llegar a estallar (lisis) si carece de pared celular y la diferencia de concentraciones es grande).

#### b. Regulación del pH

- Soluciones amortiguadoras formados por un ácido débil y su base conjugada (o viceversa).
- El equilibrio  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$  es responsable del mantenimiento del pH en la sangre. Si el pH tiende a acidificarse el exceso de  $\text{H}^+$  se une al  $\text{HCO}_3^-$  (que actúa como base) formándose  $\text{H}_2\text{CO}_3$  recuperándose el pH inicial. Ante una basificación del medio el equilibrio se desplaza hacia la derecha liberándose  $\text{H}^+$  por disociación del  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (un ácido débil) recuperándose también el pH inicial. La regulación es más precisa porque el  $\text{H}_2\text{CO}_3$  se encuentra en equilibrio con el  $\text{CO}_2$  disuelto en el plasma ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ ).

#### c. Cationes que realizan acciones específicas

- $\text{Na}^+$  - Impulso nervioso y equilibrio hídrico. Abundante en los medios extracelulares.
- $\text{K}^+$  - Transmisión del impulso nervioso. Contracción muscular.
- $\text{Ca}^{2+}$  - Contracción muscular. Coagulación sanguínea. Sinapsis. Cofactor. Estructural.
- $\text{Mg}^{2+}$  - Cofactor. Contracción muscular.

## IV. BIOMOLÉCULAS ORGÁNICAS

Grupos Funcionales Hidrófilos		Grupos Funcionales Hidrófobos	
Carboxilo	- $\text{COOH}$	Radical Alquílico	- $\text{CH}_2 - \text{R}$
Hidroxilo o Alcohol	- $\text{OH}$	Radical etilénico	- $\text{CH} = \text{R}$
Carbonilo	> $\text{C} = \text{O}$	Radical fenilo	- $\text{C}_6\text{H}_5$
Amino	- $\text{NH}_2$		

Los grupos funcionales polares son solubles en agua o hidrófilos. Los no polares son insolubles o hidrófobos.

## A. Glúcidos

### 1. Concepto

- Biomoléculas orgánicas formadas por C, H y O
- Químicamente se pueden definir como polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas
- Funciones biológicas: energética y estructural
- Se pueden clasificar en glúcidos sencillos (monosacáridos), que no se pueden descomponer por hidrólisis en otros glúcidos, y complejos que sí se pueden descomponer. Los glúcidos complejos comprenden a los disacáridos (dos monosacáridos unidos), a los oligosacáridos (entre tres y diez monosacáridos) y a los polisacáridos (más de diez).

### 2. Monosacáridos

#### a. Concepto y clasificación

- Azúcares sencillos, no hidrolizables, de 3 a 7 átomos de C (triosas, tetrosas, pentosas, hexosas). Si tienen un grupo aldehído se llaman aldosas y si tienen un grupo cetona cetosas

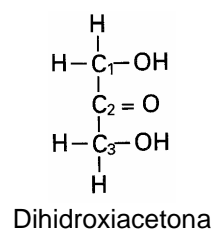
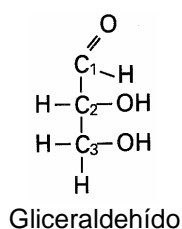
#### b. Propiedades físicas

- Sólidos, blancos, cristalizables. Solubles en agua (compuestos polares). Generalmente dulces.

#### c. Principales monosacáridos

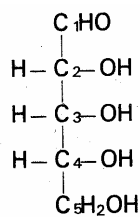
##### Triosas

- Gliceraldehído y dihidroxiacetona – importantes intermediarios metabólicos.

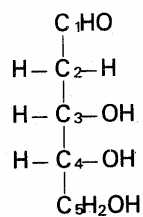


### Pentosas

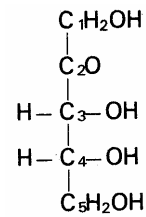
- Ribosa – componente de ribonucleótidos (ATP, nucleótidos del ARN).
- Desoxirribosa (falta un –OH en el carbono 2) – componente de desoxirribonucleótidos (nucleótidos del ADN)
- Ribulosa – un derivado, la ribulosa-1,5-difosfato, es responsable de la fijación del CO<sub>2</sub> en la fotosíntesis.



Ribosa



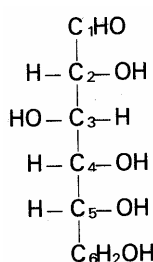
Desoxirribosa



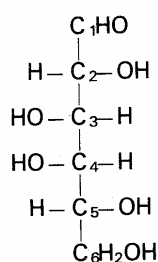
Ribulosa

### Hexosas

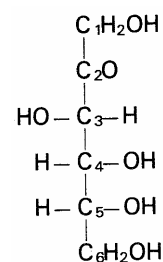
- Glucosa – función energética: principal combustible metabólico. Componente de polisacáridos estructurales y energéticos.
- Galactosa – Combustible metabólico. Forma parte de la lactosa (azúcar de la leche).
- Fructosa – Combustible metabólico. Forma parte de la sacarosa. Aparece en frutas y líquidos seminales.



Glucosa



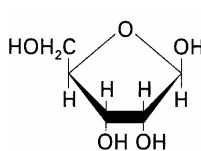
Galactosa



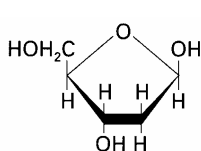
Fructosa

### 3. Estructura de las pentosas y hexosas en disolución

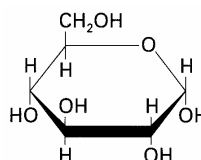
- Estructura lineal (proyección de Fischer). No explica el comportamiento de los monosacáridos en disolución.
- Estructura cíclica (proyección de Haworth)  
Formación de un hemiacetal (aldosas) o hemicetal (cetosas) intramolecular (entre un grupo carbonilo y otro hidroxilo).



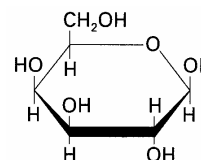
Ribosa



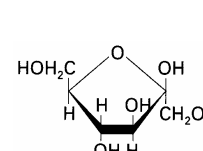
Desoxirribosa



Glucosa



Galactosa



Fructosa

### 4. Disacáridos

#### a. Concepto

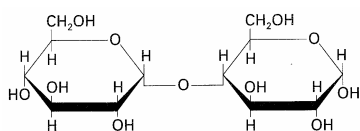
- Oligosacáridos formados por la unión de dos monosacáridos mediante un enlace O-glucosídico que se produce al interactuar un grupo OH de cada uno de los monosacáridos, liberándose una molécula de agua y quedando un O como puente de unión entre ambos monosacáridos.

#### b. Propiedades

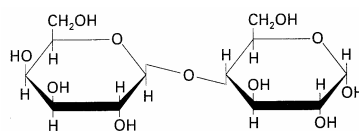
- Cristalizables, dulces, solubles.
- Mediante hidrólisis se desdoblan en monosacáridos.

#### c. Principales disacáridos

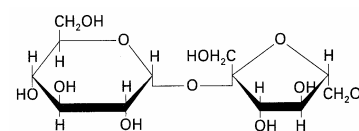
- Maltosa (glucosa - glucosa). Producto de la hidrólisis del almidón y el glucógeno.
- Celobiosa (glucosa - glucosa). Producto de la hidrólisis de la celulosa.
- Lactosa (glucosa - galactosa). Combustible metabólico. Se encuentra en la leche.
- Sacarosa (glucosa - fructosa). Combustible metabólico. Azúcar común que se extrae de la caña de azúcar y de la remolacha azucarera.



Maltosa



Lactosa



Sacarosa

## 5. Polisacáridos

### a. Concepto

- Macromoléculas formadas por polimerización\* de monosacáridos unidos entre sí mediante enlaces O-glucosídicos.

\* Un polímero es una macromolécula formada por la repetición de una subunidad básica conocida como monómero. En este caso los monómeros son los monosacáridos.

### b. Propiedades

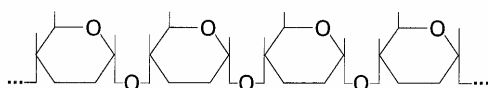
- Peso molecular elevado (son macromoléculas).
- Hidrolizables (por hidrólisis generan monosacáridos)
- No dulces. Insolubles

### c. Principales polisacáridos

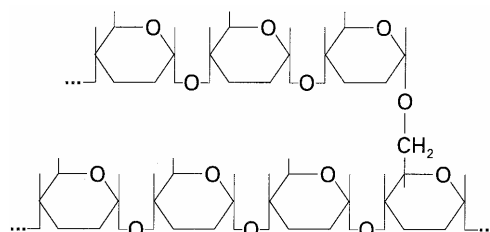
- El almidón y el glucógeno actúan como reservas energéticas y son hidrolizados en glucosas cuando ésta es necesaria. La acumulación de glucosa libre en las células generaría problemas osmóticos.
- La celulosa y la quitina son polisacáridos estructurales. Los enlaces entre los monosacáridos son más resistentes a la hidrólisis.

#### Almidón

- Polímero de la glucosa. Presenta dos formas estructurales: amilasa (forma helicoidal no ramificada) y amilopectina (forma helicoidal ramificada).
- Reserva energética en vegetales. Aparecen formando gránulos característicos: amiloplastos. Abundante en la patata y en muchas semillas.



Amilosa



Amilopectina

#### - Glucógeno

- Semejante a la amilopectina pero con más ramificaciones.
- Reserva energética en animales. Se acumula en el hígado y en los músculos.

#### - Celulosa

- Polímero de la glucosa. Estructura lineal no ramificada. Es la molécula más abundante en la naturaleza.
- Función estructural en vegetales: principal componente de la pared celular. Su estructura lineal favorece la disposición en paralelo de varias moléculas que se unen mediante puentes de hidrógeno.
- Difícilmente digerible, solo ciertas bacterias (como las que viven en simbiosis en el estómago de los rumiantes) producen enzimas capaces de hidrolizar la celulosa.

#### - Quitina

- Polímero de un derivado de la glucosa: la N-acetilglucosamina
- Función estructural: principal componente de la pared celular de los hongos y del exoesqueleto de artrópodos.

## B. Lípidos

### 1. Concepto

- Biomoléculas orgánicas formadas por C, H y O; en algunos casos también P y N.
- Químicamente heterogéneos.
- Insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos apolares.
- Presentan un brillo característico y son untuosos al tacto.

### 2. Ácidos grasos

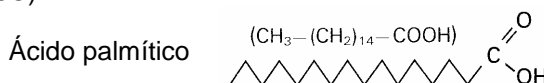
#### a. Concepto

- Ácidos monocarboxílicos de cadena larga (14 - 22C, siempre nº par). Los ácidos grasos son componentes de muchos lípidos y precursores de otros.

#### b. Tipos

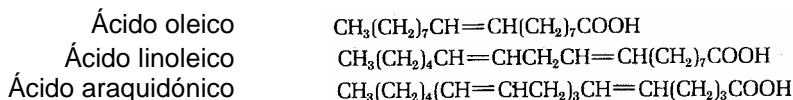
##### Saturados

- No presentan dobles enlaces en la cadena hidrocarbonada.
- Puntos de fusión más altos que los insaturados del mismo número de carbonos. Son más abundantes en grasas de animales.
- Palmítico (16C), Esteárico (18C).



## Insaturados

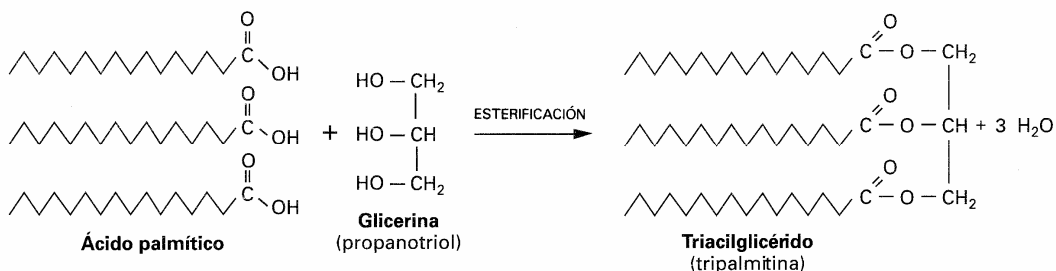
- Presentan uno o más dobles enlaces en la cadena hidrocarbonada.
- Puntos de fusión más bajos que los saturados del mismo número de carbonos. Predominan en grasas de origen vegetal.
- Oleico (18:1<sup>Δ9</sup>), Linoleico (18:2<sup>Δ9,12</sup>), Araquidónico (20:4<sup>Δ5,8,11,14</sup>)



## 3. Esterificación y saponificación

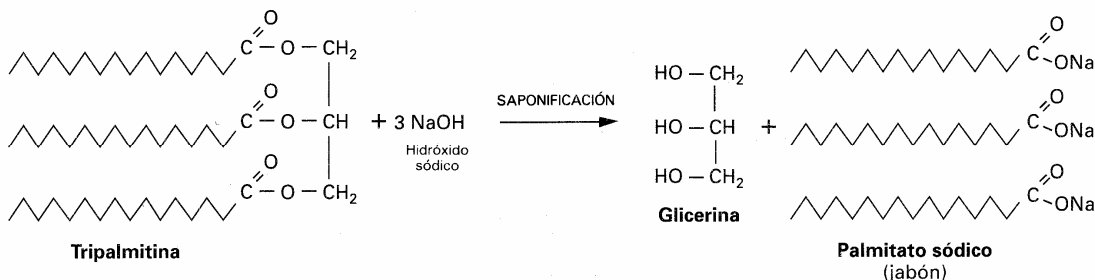
### a. Esterificación

- La esterificación es la reacción de formación de ésteres. Como veremos, los lípidos saponificables que vamos a estudiar este año son ésteres de ácidos grasos.
- Reacción de un grupo carboxilo con un grupo hidroxilo (ácido + alcohol  $\rightarrow$  éster + agua). Existen también ésteres en los que el ácido que reacciona con el alcohol es inorgánico (ésteres fosfóricos, sulfúricos, ...)



### b. Saponificación

- Hidrólisis de un éster en un medio alcalino (éster + álcali  $\rightarrow$  jabón + alcohol).
- Jabón: sal del ácido orgánico que resulta de la hidrólisis en medio alcalino de un éster.



## 4. Clasificación

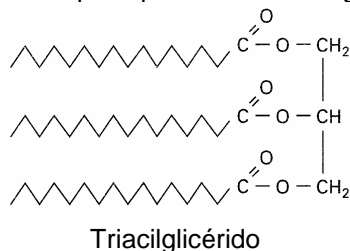
### a. Lípidos saponificables (lípidos complejos)

- Esteres formados por un alcohol y ácidos grasos.

#### Grasas neutras (acilglicéridos)

##### Estructura

- Glicerina + 1-3 ácidos grasos. Los más importantes son los triacilglicéridos (triglicéridos). Pueden ser grasas simples (ácidos grasos iguales) o mixtas (ácidos grasos diferentes).
- Sebos (grasas sólidas), mantecas (semisólidas) y aceites (líquidas). Los sebos y mantecas son característicos de los animales y tiene predominio de ácidos grasos saturados. Los aceites son característicos de los vegetales y contiene principalmente ácidos grasos insaturados.



##### Funciones

- Reserva energética en animales y vegetales (producen más calorías por gramo que los glúcidos y las proteínas), protección, aislamiento térmico (se depositan bajo la piel de los animales de sangre caliente y evitan las pérdidas de calor).

## Ceras

### Estructura

- Monoalcohol de cadena larga + ácido graso. Moléculas fuertemente hidrófobas.

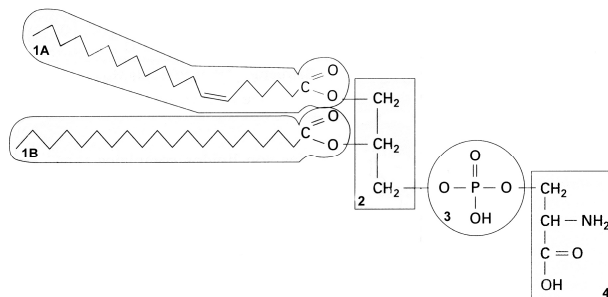
### Funciones

- Estructural y protectora. Forman la película que impermeabiliza la superficie de las hojas y frutos de las plantas. En los animales forman cubiertas protectoras de la piel, pelo y plumas, así como del exoesqueleto de muchos insectos.

## Fosfolípidos

### Estructura

- Glicerina + 2 ác. grasos + ácido fosfórico. + aminoalcohol



Fosfolípido

### Función

- Moléculas anfipáticas: zona polar (glicerina, ác. fosfórico y aminoalcohol); zona apolar (ác. grasos).  
- Función estructural: son uno de los principales componentes de todas las membranas de todas las células, en las que se disponen formando bicapas.

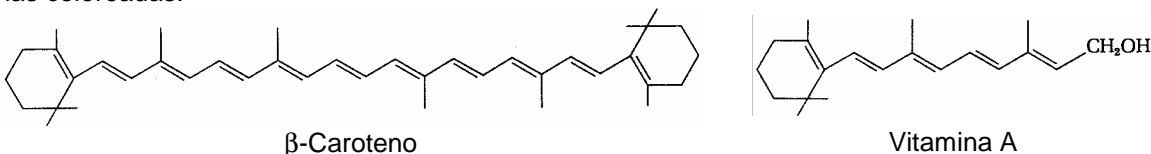
## b. Lípidos no saponificables (lípidos simples)

- No contienen ácidos grasos y no son ésteres. Constituyen un grupo de moléculas con gran actividad biológica que desempeña funciones muy variadas.

## Terpenos

### Estructura

- Polímeros del isopreno. Presentan dobles enlaces alternos por lo que frecuentemente son moléculas coloreadas.



$\beta$ -Caroteno

Vitamina A

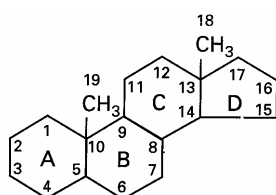
### Funciones

- Esencias vegetales (mentol, geraniol, limoneno, alcanfor...)  
- Vitaminas A, K y E.  
- Carotenoides (licopeno -rojo-,  $\beta$ -caroteno -anaranjado-, xantofila -amarillo-, ...). Son pigmentos fotosintéticos que complementan a la clorofila. El  $\beta$ -caroteno es el precursor de la vitamina A.

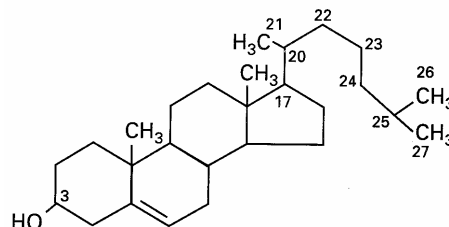
## Esteroides

### Estructura

- Derivados del esterano (hidrocarburo policíclico). Se diferencian unos de otros en el número y posición de dobles enlaces y en el tipo, número y posición de los grupos funcionales sustituyentes.



Esterano



Colesterol

### Funciones

- Estructural: el colesterol se encuentra en las membranas celulares de muchos animales y en las lipoproteínas del plasma sanguíneo. Es además precursor de otros esteroides.  
Su acumulación en las paredes de los vasos sanguíneos es responsable de la arteriosclerosis.  
- Los ácidos biliares son derivados del colesterol que facilitan la emulsión de las grasas.  
- Vitamínica: el ergosterol es precursor de la vitamina D; se transforma en ella en la piel por acción de la luz ultravioleta.  
- Hormonal: progesterona y estradiol (hormonas sexuales femeninas); testosterona (hormona sexual masculina); Aldosterona (corticoide).

## C. Proteínas

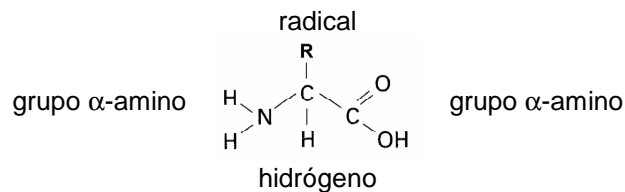
### 1. Concepto

- Biomoléculas orgánicas formadas por C, H, O, N y S. También pueden aparecer otros elementos en menores proporciones. Son macromoléculas de elevado peso molecular (5.000 - 1.000.000) formadas por la polimerización de aminoácidos.
- Constituyen un 50% del peso seco de un organismo.
- Son específicas de cada especie e incluso de cada organismo.
- Biológicamente muy activas. Desempeñan una gran diversidad de funciones.

### 2. Aminoácidos

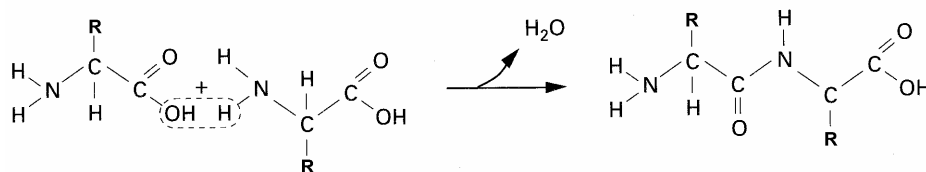
#### a. Concepto ( $\alpha$ -aminoácidos)

- Parte común: carbono  $\alpha$ , grupo  $\alpha$ -amino, grupo  $\alpha$ -carboxilo y H-. Parte variable: radical. Existen veinte radicales distintos en los aminoácidos que constituyen las proteínas de los seres vivos.



#### b. El enlace peptídico

- Enlace entre el grupo  $\alpha$ -carboxilo de un aminoácido y el  $\alpha$ -amino de otro, liberándose una molécula de agua.
- La unión de dos aminoácidos mediante un enlace peptídico se denomina dipéptido. Si el nº de aminoácidos es menor de cien se denomina polipéptido y con más de cien es una proteína.



### 3. Estructura

- La función de las proteínas está relacionada con su estructura tridimensional. Se pueden distinguir cuatro niveles de complejidad estructural creciente:

#### a. Estructura primaria

- Cada proteína se caracteriza por el número, tipo y orden de los aa que la componen.
- Esta secuencia de aa condiciona los niveles estructurales siguientes.

#### b. Estructura secundaria

- Todos los enlaces de la cadena polipeptídica, excepto los enlaces peptídicos, permiten la rotación de la molécula. De todas las conformaciones posibles solo algunas son estables. La mayoría de las proteínas presentan una estructura conjunta.
- Hélice alfa: la cadena de aminoácidos adopta una estructura helicoidal mantenida por puentes de H entre el grupo  $-\text{NH}$  de un aa y el  $-\text{C}=\text{O}$  del cuarto aa que sigue en la secuencia. Los R quedan hacia afuera.
- Lámina plegada  $\beta$ : cadena plegada sobre sí misma y en zig-zag. Se estabiliza también mediante puentes de H entre distintas zonas de la cadena polipeptídica. Los grupos R se alternan hacia arriba y abajo.
- Algunas proteínas no adquieren una mayor complejidad estructural. En este caso reciben el nombre de proteínas fibrosas

#### c. Estructura terciaria (Globular)

- Replegamiento tridimensional de una proteína con estructura secundaria. Determina la actividad de la proteína. Las proteínas con estructura terciaria son más activas, las fibrosas suelen ser estructurales. Se producen interacciones entre radicales de aa que se encuentran separados en la cadena polipeptídica.

#### d. Estructura cuaternaria (Proteínas oligoméricas)

- Proteínas oligoméricas, formadas por la asociación de varias subunidades proteicas iguales o diferentes mediante enlaces débiles. Un ejemplo de proteína oligomérica es la hemoglobina, formada por cuatro subunidades iguales dos a dos.

#### e. Desnaturalización y renaturalización

- Pérdida de la actividad de una proteína al perder su estructura terciaria por algún cambio en el medio (temperatura, pH, salinidad, composición, radiaciones, ...). Si el cambio no ha sido muy drástico se puede producir la renaturalización de la proteína, recuperando su estructura y su actividad.

#### 4. Clasificación

- Ver cuadro.

#### 5. Enzimas

##### a. Concepto

- Biocatalizadores. Proteínas globulares que aceleran las reacciones bioquímicas (unas  $10^7$  veces). Cada reacción que se produce en el organismo es catalizada por un enzima.
- Pueden ser holo- o heteroproteínas. En este último caso, la parte constituida por aminoácidos se denomina Apoenzima (no activo), el grupo prostético se denomina cofactor y la unión de ambos es el Holoenzima (activo).
- Los reactivos sobre los cuales actúan los enzimas se conocen como sustratos.

##### b. Propiedades

- Gran poder catalítico: son muy activas. Una pequeña cantidad de enzima es capaz de catalizar la transformación de una gran cantidad de sustrato. Además aceleran mucho las reacciones (del orden de  $10^7$  veces).
- No se gastan ni alteran durante la catálisis: son reutilizables.
- Altamente específicos: presentan especificidad de sustrato y de acción. Como el resto de las proteínas son además característicos de cada especie.

##### c. Características de la actividad enzimática

- Reducen la energía de activación. Permiten que las reacciones bioquímicas transcurran rápidamente y a bajas temperaturas (compatible con el mantenimiento de estructuras complejas).
- Poseen un centro activo. Zona de la molécula donde se une el sustrato. Al unirse enzima y sustrato forman el complejo enzima-sustrato que luego se separará en enzima (listo para actuar otra vez) y producto(s).



Dos modelos para explicar la unión entre enzima y sustrato: "la llave y la cerradura" (formas complementarias de centro activo y sustrato) y "encaje inducido" (la forma del centro activo se adapta a la del sustrato cuando se produce la unión). No son incompatibles; pueden darse los dos modelos, dependiendo del grado de especificidad del enzima.

- Presentan saturación con el sustrato. Alcanzan una  $v_{m\acute{a}x}$ , para una determinada concentración de sustrato, cuando el enzima está trabajando a su máximo rendimiento (todos los centros activos están ocupados en un instante determinado).
- Muchos enzimas requieren de cofactores: moléculas no proteicas que se unen al centro activo del enzima y realizan o colaboran en la realización de la reacción. Los cofactores pueden ser:  
Activadores inorgánicos: iones metálicos.  
Coenzimas: moléculas orgánicas complejas.

##### d. Factores que influyen en la actividad enzimática

###### Temperatura

- La velocidad de las reacciones catalizadas enzimáticamente aumenta al aumentar la temperatura hasta alcanzar su máxima actividad para una temperatura conocida como temperatura óptima. Por encima de esa temperatura el enzima se hace inestable y se desnaturaliza, perdiendo su actividad.

###### pH

- Cada enzima tiene un pH óptimo para el cual la actividad es máxima.

###### Inhibidores

- Los inhibidores son sustancias que impiden o reducen la actividad de un enzima. Pueden ser:  
Irreversibles. Unión covalente. Algunos venenos inhiben así a ciertos enzimas.  
Reversibles. No se altera el enzima, sólo se impide su acción. Tienen interés en la regulación de la actividad enzimática.  
Inhibición competitiva. El inhibidor se une al centro activo. La inhibición dependerá de las concentraciones relativas de enzima e inhibidor: si  $[S] > [I]$  el enzima estará activo; si  $[I] > [S]$  estará inactivo)  
Inhibición no competitiva. El inhibidor se une a un lugar distinto del centro activo (enzimas alostéricos). El que el enzima esté activo o no depende de la concentración del inhibidor y es independiente de la concentración del sustrato.

##### e. Regulación de la actividad enzimática

- Dada su gran poder catalítico es importante regular la actividad de los enzimas para evitar su acción cuando no son necesarios los productos que generan. Además, como las reacciones no catalizadas son muy lentas, la regulación de la actividad enzimática es la mejor manera de regular el metabolismo.
- El principal mecanismo de regulación de la actividad enzimática es la retroinhibición. Consiste en que el producto final de una ruta metabólica actúa inhibiendo al primer enzima que interviene en la misma, bloqueando el proceso completo cuando la concentración del producto es elevada. En las rutas ramificadas el producto final de cada ramificación actúa inhibiendo el primer enzima que interviene en dicha ramificación.



## D. Ácidos nucleicos

### 1. Concepto

- Biomoléculas constituidas por C, H, O, N y P. Son macromoléculas formadas por la polimerización de nucleótidos. Son responsables del almacenamiento, interpretación y transmisión de la información genética. Se encuentran normalmente asociados a proteínas, formando nucleoproteínas.

### 2. Componentes de los nucleótidos

#### a. Pentosas

- Ribosa (ARN) y desoxirribosa (ADN)

#### b. Bases nitrogenadas

- Compuestos heterocíclicos de C y N de carácter básico

##### Bases pirimidínicas

- Citosina (ARN y ADN), Uracilo (ARN) y Timina (ADN)

##### Bases púricas

- Adenina (ARN y ADN) y Guanina (ARN y ADN)

#### c. Ácido fosfórico - ( $H_3PO_4$ )

### 3. Nucleósidos

#### a. Concepto

- Pentosa + Base nitrogenada unidos mediante un enlace N-glucosídico.

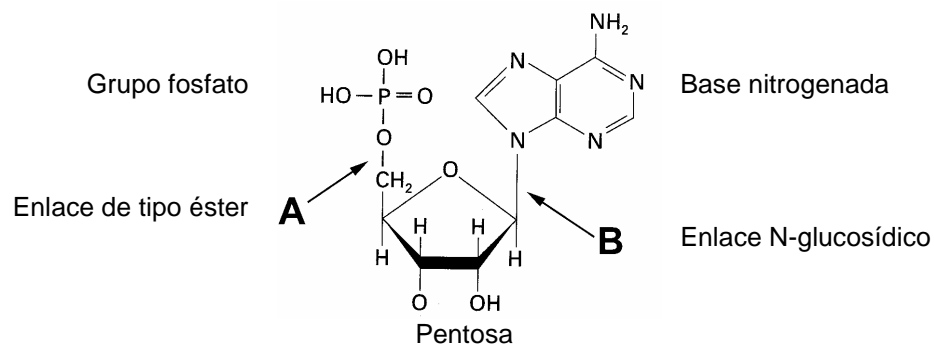
#### b. Nomenclatura

- Ribonucleósidos: adenosina, guanosina, citidina y uridina.
- Desoxirribonucleósidos: desoxiadenosina, desoxiguanosina, desoxicitidina y timidina.

### 4. Nucleótidos

#### a. Concepto

- Nucleósido + A.ortofosfórico. Ésteres fosfóricos de los nucleósidos.



#### b. Nomenclatura

- Ribonucleótidos: AMP (adenosina monofosfato), GMP, CMP Y UMP.
- Desoxirribonucleótidos: dAMP (desoxiadenosina monofosfato), dGMP, dCMP Y dTMP.

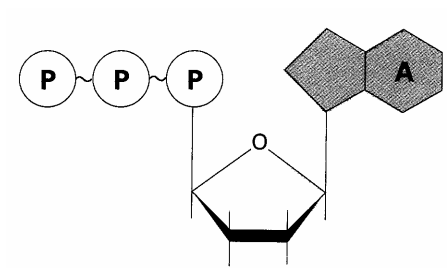
#### c. Enlace fosfodiéster

- Es el enlace que sirve de unión entre los nucleótidos de un ácido nucleico. El mismo grupo fosfato esterifica al  $-OH$  en posición 3' de un nucleótido y al  $-OH$  en posición 5' de otro nucleótido. En una cadena polinucleotídica habrá siempre un extremo con el grupo 3' libre y el otro con el grupo 5' libre.

#### d. Nucleótidos no nucleicos

##### ATP

- Moléculas con una elevada energía química potencial debido a los enlaces entre los grupos fosfato. Actúan como vectores energéticos en las reacciones metabólicas.



##### NADPH (agente reductor)

- Coenzimas de las deshidrogenasas que intervienen en las reacciones metabólicas en las que hay transferencia de protones y electrones (reacciones de óxido-reducción). Todos ellos pueden aparecer en dos formas, una oxidada y otra reducida.
- NADP (Nicotinadeninucleótido-fosfato) – derivado de la niacina (factor PP)

## 5. Ácido Desoxirribonucleico (ADN)

### a. Concepto

- Macromoléculas formadas por la polimerización de desoxirribonucleótidos, con desoxirribosa como pentosa y A, T, G y C como bases nitrogenadas. En el hombre pueden alcanzar 50 cm x 2 nm.

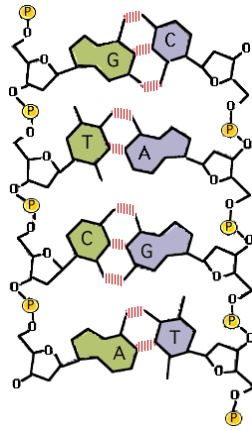
### b. Estructura

#### Estructura primaria

- Secuencia ordenada de desoxirribonucleótidos.
- La información contenida en el ADN depende de esta secuencia.

#### Estructura secundaria (la doble hélice)

- J.D.Watson y F.Crick (1953) – Elaboraron el modelo de la doble hélice del ADN:
  - Dos cadenas de nucleótidos antiparalelas (una orientada en dirección 5'-3' y la otra 3'-5').
  - Complementarias (la A de una cadena se une a una T de la otra y cada G se une a una C).
  - Las cadenas están enrolladas alrededor de un eje imaginario.



#### Niveles estructurales superiores

- El ADN se asocia a proteínas (sólo en células eucarióticas) y experimenta sucesivos grados de enrollamiento sobre sí mismo.

### c. Tipos de ADN

- ADN lineal bicatenario – Aparece asociado a proteínas (histonas) constituyendo la cromatina del núcleo de las células eucarióticas.
- ADN circular bicatenario – forma el nucleoide bacteriano, en el que aparece desnudo (no asociado a proteínas) y en cloroplastos y mitocondrias.
- ADN monocatenarios – aparecen en algunos virus.

### d. Función del ADN e importancia biológica

- El ADN es el portador de la información hereditaria.

#### Concepto de gen

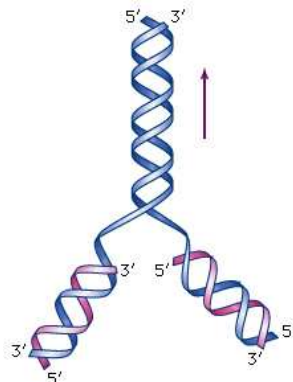
- Tradicionalmente se ha denominado gen a cada fragmento de ADN responsable de la determinación de una característica hereditaria concreta. Actualmente se considera que un gen es un fragmento de ADN que lleva la información necesaria para sintetizar una determinada cadena polipeptídica.

### e. Duplicación del ADN

- El modelo de Watson y Crick apuntaba la posibilidad (por la complementariedad de las bases) de que las moléculas de ADN pudieran duplicarse para formar dos moléculas hijas idénticas.
- La replicación es el proceso que garantiza que cuando una célula se divide cada una de las células hijas reciba una copia exacta e íntegra de la información hereditaria de la célula madre.

#### Replicación semiconservativa

- La replicación del ADN es un proceso semiconservativo en el que cada una de las moléculas hija contiene una hebra de la molécula original y otra neoformada.



### Proceso

- La replicación del ADN se basa en la complementariedad de las bases.
- 1ª etapa: iniciación  
Se rompen los puentes de H entre las dos cadenas lo que provoca su separación. Se une el enzima (ADN-polimerasa) que va a catalizar el proceso y se une por complementariedad un primer nucleótido.
- 2ª etapa: elongación  
La ADN-polimerasa avanza un nucleótido en la dirección de síntesis, reconoce el siguiente nucleótido de la cadena molde y coloca el nucleótido complementario; ahora cataliza la formación del enlace fosfodiéster con el nuevo nucleótido.  
Este proceso se repite hasta alcanzar los extremos de las cadenas
- 3ª etapa: terminación  
Al alcanzar el extremo de la cadena y se separan las dos moléculas de ADN recién sintetizadas.

## 6. Ácido RiboNucleico (ARN)

### a. Concepto

- Macromoléculas formadas por la polimerización de nucleótidos, con ribosa como pentosa y A, U, G y C como bases nitrogenadas.
- Sus funciones están relacionadas con la interpretación del mensaje genético.

### b. ARN de Transferencia (ARNt)

- Se encarga de aportar aminoácidos durante la síntesis de las proteínas.

#### Estructura secundaria

- Cada molécula posee zonas de complementariedad (brazos) y otras no apareadas (bucles).
- Cada bucle tiene una función: unión al ribosoma; reconocimiento de las aminoacil ARNt sintetetas; anticodon.

#### Especificidad de los ARNt (anticodon)

- El anticodon es una secuencia de tres nucleótidos que determina qué aminoácido se une la ARNt.  
El aminoácido correspondiente se une al único brazo que no tiene bucle y que se conoce como brazo aceptor del aminoácido.

### c. ARN Mensajero (ARNm)

- Son moléculas lineales que se forman en el núcleo por complementariedad a partir de un gen (transcripción). Llevan una copia del mensaje genético contenido en el ADN al citoplasma, donde se encuentran los ribosomas que lo emplearán como molde en el proceso de síntesis de proteínas (traducción).

### d. ARN Ribosómico (ARNr)

- Se asocia a proteínas para constituir los ribosomas.

### e. ARN Nucleolar (ARNn)

- Son moléculas precursoras de los ARN que forman los ribosomas.