

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

ÍNDICE:

- I.- INTRODUCCIÓN: LA BIOQUÍMICA.
- II.- COMPONENTES QUÍMICOS DE LA MATERIA VIVA.
- III.- EL AGUA.
- IV.- SALES MINERALES.
- V.- GLÚCIDOS.
- VI.- MONOSACÁRIDOS.
 - VI.a.- Quiralidad.
 - VI.b.- Formas cíclicas.
- VII.- DISACÁRIDOS.
- VIII.- POLISACÁRIDOS.
- IX.- LÍPIDOS.
- X.- ACILGLICÉRIDOS O GRASAS.
- XI.- CERAS.
- XII.- LÍPIDOS COMPLEJOS.
 - XII.a.- Fosfolípidos.
 - XII.b.- Glucolípidos.
- XIII.- LÍPIDOS NO SAPONIFICABLES.
 - XIII.a.- Lípidos isoprenoides.
 - Terpenos
 - Esteroides
 - XIII.b.- Prostaglandinas.
- XIV.- PROTEÍNAS.
 - XIV.a.- Los aminoácidos.
 - XIV.b.- Clasificación de los aminoácidos.
 - XIV.c.- Asimetría de los aminoácidos.
 - XIV.d.- El enlace peptídico.
- XV.- ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS.
 - XV.a.- Estructura primaria.
 - XV.b.- Estructura secundaria.
 - XV.c.- Estructura terciaria.
 - XV.d.- Estructura cuaternaria.

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

XVI.- BIOCATALIZADORES.

XVII.- VITAMINAS.

XVII.a.- Vitaminas hidrosolubles.

XVII.b.- Vitaminas liposolubles.

XVII.b.- Factores que neutralizan y destruyen ciertas vitaminas.

XVIII.- ENZIMAS.

XVIII.a.- Nomenclatura y clasificación.

XIX.- ÁCIDOS NUCLEICOS.

XX.- ÁCIDO RIBONUCLEICO (ARN).

XXI.- ÁCIDO DESOXIRIBONUCLEICO (ADN).

BORRADOR

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

I.- INTRODUCCIÓN: LA BIOQUÍMICA.

La Bioquímica es la ciencia que se ocupa del estudio de los compuestos químicos que forman parte de los seres vivos y de sus funciones y transformaciones durante los procesos vitales. Dichos compuestos están formados básicamente por carbono, y se considera Química Orgánica como la Q. de dichos compuestos.

La Bioquímica se divide en tres áreas: estática (estudia las moléculas orgánicas), dinámica (estudia los procesos de transformación de unas moléculas en otras) y biología molecular (estudia el comportamiento biológico de las moléculas).

Tal es la trascendencia de la Bioquímica, que se ha llegado a decir: "...no es que en los seres vivos hay Química, es que la vida es Química". La vida es la máxima complejidad química. En palabras de V.R.Potter:

"La vida consiste en las actividades químicas y físicas de grupos de desoxirribonucleoproteínas y ribonucleoproteínas con capacidad de autoduplicación que: operan en el interior de sistemas limitados por membranas formadas por proteínas asociadas a otros materiales; controlan la producción de enzimas, cuyas actividades metabólicas hacen posible la reproducción de todo el sistema, dentro de un entorno químico adecuado, al acoplar las síntesis que requieren energía con otras reacciones que la producen; permiten, al mismo tiempo, suficiente variación entre las nucleoproteínas individuales para dar lugar a un mecanismo que permita cambios evolutivos al sobrevivir las variantes más aptas, organizadas de tal manera que son susceptibles de cambios inducidos por mecanismos que alteran la producción y la actividad de los sistemas enzimáticos, para dar el máximo de supervivencia posible dentro de los límites impuestos por la población de moléculas de ADN heredadas y por el medio en que se encuentren".

La anterior definición de la vida implica los conceptos de **unidad** (los procesos Bioquímicos son muy a menudo semejantes aún en organismos muy alejados entre sí) y **diversidad** (una especie está constituida por grupos de individuos provistos de secuencias más o menos similares de purinas y pirimidinas en el seno de sus moléculas de ADN...) bioquímicos de la materia viva.

II.- COMPONENTES QUÍMICOS DE LA MATERIA VIVA.

El análisis químico elemental de la materia viva indica que está compuesta principalmente por oxígeno (63%), carbono (20%), hidrógeno (10%), nitrógeno (3%), fósforo y azufre; a éstos se les denomina bioelementos primarios. En menor proporción se encuentran cloro, sodio, potasio, magnesio y calcio; que se conocen como bioelementos secundarios. Finalmente tenemos los oligoelementos, tan escasos como importantes: manganeso, hierro, cobalto, cobre y zinc, presentes en todos los seres vivos, o sólo en algunas especies (*o. variables*): vanadio, molibdeno, boro, aluminio, silicio y yodo.

El porqué de estos bioelementos en lugar de otros se debe a varias razones. En primer lugar su relativa abundancia en el biosfera (O, C, H, N, P, S, Cl, Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe, Co, Cu, y Zn), que nos permite conseguirlos con facilidad, en segundo lugar a su pequeña masa atómica (C, H, O y N), que permite la formación de enlaces covalentes fuertes y estables; y finalmente, la variabilidad de valencias, que posibilita la formación de moléculas complejas (C).

Un análisis de sus compuestos químicos concluye que su constituyente más abundante es el agua (60 al 80%), luego la solubilidad significará facilidad de transporte tanto para nutrientes (glucosa), como para desechos (urea). Los bioelementos secundarios también se disuelven con facilidad en agua.

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

Las sustancias sólidas insolubles (fibra) o gaseosas (O_2 y CO_2), también tendrán facilidades para su eliminación o incorporación al ser vivo, por vías diferenciadas.

Todos estos factores contribuyen al papel fundamental del carbono en la química de los seres vivos.

Bioelemento		Se encuentra en / Desempeña funciones
PRIMARIOS	C	Todos los biocompuestos / Estructural, energética, regulación
	H	Agua y todos los biocompuestos / Estructural, transporte, regulación
	O	Agua, CO_2 y casi todos los biocompuestos / Estructural, energética
	N	Principalmente proteínas, ácidos nucleicos / Estructural, transmisora, reproductora, transportadora, etc.
	P	Huesos, Ác. nucleicos, ATP, Coenzimas / Estructural, transmisora, reproductora, biocatalizador, transportadora
	S	Aminoácidos (cisteína y metionina), polisacáridos / Estructural (pelo, uñas)
SECUNDARIOS	Mg	Huesos, Clorofila y cofactor enzimático / Estructural (huesos), transmisora (O_2 y CO_2), reguladora (s. nervioso)
	Na	Líquidos corporales / Reguladora (volumen de agua, pH), transmisora (impulso nervioso)
	Ca	Huesos / Contracción muscular, coagulación sanguínea, etc.
	K	Líquidos corporales / Reguladora (Na^+ , pH), transmisora (impulso nervioso)
	Cl	Líquidos corporales / Transmisora (impulso nervioso)
OLIGOELEMENTOS	Fe	Hemoglobina / Transporte (O_2 , CO_2), síntesis de citocromos y clorofila
	Co	Vitamina B12 / Síntesis de hemoglobina y formación de glóbulos rojos
	I	Tiroides-tiroxina / Reguladora (metabolismo energético)
	F	Esmalte óseo y dental / Estructural
	Si	Tejido conjuntivo, gramíneas, radiolarios y diatomeas / Estructural (+ resistencia)
	Cr	Regulación de la glucosa en sangre
	Mn	Fotosíntesis y fotólisis del agua

Desde un punto de vista cualitativo, la composición química de la materia viva es muy semejante, independientemente de su procedencia. Es decir, suelen encontrarse casi siempre los mismos tipos de sustancias, que en líneas generales pueden incluirse en los siguientes grupos: proteínas (15 al 20%), glúcidos (1 al 15%), lípidos (3 al 20%), ácidos nucleicos (~4%) y sales (~1%). Existe también un número elevado de sustancias orgánicas que aun en cantidades muy pequeñas desempeñan importantes funciones en el organismo, tal es el caso de los biocatalizadores (vitaminas, enzimas u hormonas).

Biocompuestos	Principales funciones
Agua	Estructural (++componente celular). Transporte (nutrientes y desechos). Termorregulador (calor esp., y vap.).
Sales minerales	Estructural (huesos, conchas). Reguladora (Vol agua, pH, imp. nervioso). Biomol. espec. (HB, Clorofila, Tiroxina)
Glúcidos	Estructural (celulosa). Transporte y almacenamiento de energía. Base de ADN y ARN.
Lípidos	Estructural (fosfolípidos). Almacenamiento de energía. Regulación (esteroides). Protección (ceras).
Proteínas	Estructural (tejidos). Transporte (hemoglobina). Almacenamiento (ferritina, albúminas). Defensa (anticuerpos).
Ácidos nucleicos	Expresión (proteínas específicas) y transmisión del código genético (ADN y ARN).
Biocatalizadores	Regulación y control de los procesos bioquímicos.

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

III.- EL AGUA.

Además de ser uno de los pocos líquidos naturales, es el más abundante en la biosfera, y el más importante para los seres vivos por tres razones: porque ha sido la cuna de la vida, y aún constituye su hábitat, para gran parte de los ellos, porque es su principal constituyente, en torno al 70%; y porque con frecuencia es un reactivo o producto de reacciones vitales. Además, confiere estabilidad a las proteínas.

Físicamente, es un líquido incoloro, inodoro e insípido, a temperatura ambiente, que a 760 mm de Hg, solidifica a 0°C y hierve a 100°C, resultando el hielo más ligero que el agua fría (4°C), y ésta también más pesada que la caliente. Propiedades éstas, que permiten la flotabilidad del hielo, y del agua caliente, mientras los fondos oceánicos permanecen más fríos. Posee también una elevada tensión superficial (elasticidad) y polaridad (cohesividad), que permiten la turgencia de gusanos y plantas, y la ascensión de la savia por capilaridad a grandes alturas.

Por otro lado, su elevado calor específico, permite suficiente inercia térmica a los seres vivos; y su también elevado calor de vaporización permite una rápida refrigeración cuando es necesario. Su autoprotólisis permite reacciones de hidrólisis en glúcidos, lípidos y proteínas, y de adición a los dobles enlaces (C=C) con formación de alcoholes.

Finalmente, debido a su polaridad, el agua resulta un excelente disolvente, tanto de sustancias iónicas, como de covalentes polares, con las que forma, desde auténticas disoluciones, hasta suspensiones coloidales.

IV.- SALES MINERALES.

Se engloban en este grupo, tanto a los bioelementos secundarios (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} y Cl^-), como a todos los oligoelementos (Mn, Fe, Co, Cu, Zn, V, Mo, B, Al, Si y I), aunque también ciertas combinaciones de bioelementos primarios (SO_4^{-2} , PO_4^{-3} , CO_3^{-2} , HCO_3^- y NO_3^-), aunque su comportamiento es diferente. Así, los primeros y los últimos suelen encontrarse ionizados en solución (Na^+ , K^+ , Cl^- y NO_3^-) *-son responsables de equilibrios como el pH y el volumen de agua-*, o precipitados en forma de sales insolubles (Ca^{+2} , Mg^{+2} , CO_3^{-2} y PO_4^{-3}) *-forman huesos, conchas y caparazones-*; mientras que los segundos, a menudo entran en la composición de biomoléculas con funciones específicas (Fe en HB, Co en Vit. B₁₂, I en tiroxina).

Ciertas combinaciones de iones, como CO_3^{-2} / HCO_3^- , y PO_4^{-3} / H_2PO_4^- , tienen la propiedad de estabilizar el pH de las soluciones en las que se encuentran, por lo que cumplen una función reguladora o amortiguadora.

V.- GLÚCIDOS.

También llamados hidratos de carbono, sacáridos, y azúcares. Químicamente, son compuestos ternarios de C, H, y O (aunque pueden contener N o S), básicamente polialcoholes con una función aldehído (aldosas) o cetona (cetosas). Biológicamente, con funciones estructurales (celulosa, quitina) y energéticas (almidón, glucógeno, glucosa), principalmente; aunque también transmisoras y reproductoras de la información genética (ADN y ARN).

Según el número de estructuras base que contengan, se clasifican en monosacáridos (1), oligosacáridos (menos de 10) y polisacáridos (más de 10).

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

Son blancos, la mayoría (mono- y di- -sacáridos), solubles en agua y dulces, y los que poseen o conservan algún grupo aldehído presentan carácter reductor (viran al rojo Cu^+ el licor de Fehling azul Cu^{+2}).

VI.- MONOSACÁRIDOS.

También llamados osas, su fórmula empírica es $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$, siendo n, el número de átomos de carbono. Como la proporción de H a O es 2:1, igual que en el agua, se los llamó inicialmente hidratos de carbono. Según el valor de n se clasifican en: triosas (3), tetrasas (4), pentosas (5), hexosas (6) y heptosas (7).

	Aldosas		Cetosos
Triosas	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
	Aldosa		Cetosa
Pentosas	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
	Ribosa	Desoxirribosa	Ribulosa
Hexosas	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
	Glucosa	Galactosa	Fructosa

Aldosa: Se obtiene durante la fase oscura (ciclo de Calvin), de la fotosíntesis.

Cetosa: Su derivado fosforilado (DHAP) es un importante intermedio en la glucólisis.

Ribosa: Forma parte del ATP y del ARN.

Desoxirribosa: Derivada de la ribosa, forma parte del ADN.

Ribulosa: Interviene en la fase oscura (ciclo de Calvin), de la fotosíntesis fijando el CO_2 .

Glucosa: Importante fuente de energía celular. Forma parte de muchos disacáridos y polisacáridos. En la sangre hay un 1^o/₁₀₀ de glucosa procedente de la digestión.

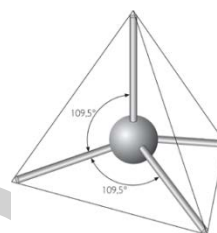
Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

Galactosa: Se encuentra en la leche formando el disacárido lactosa, junto con la glucosa.

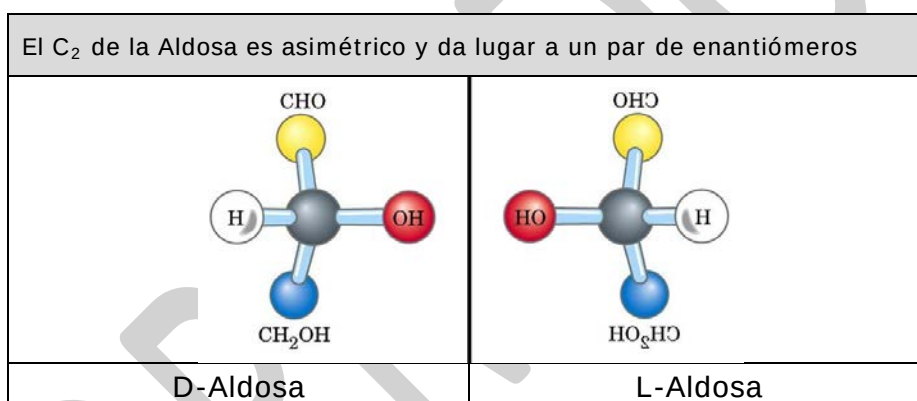
Fructosa: Se encuentra en las frutas y la miel formando el disacárido sacarosa, junto con la glucosa. En el hígado se transforma en glucosa.

VI.a.- Quiralidad.

Los átomos se unen a otros en determinadas direcciones del espacio. Así para un carbono con cuatro enlaces simples, éstos se encontrarán dirigidos hacia los vértices de un tetraedro ($109,5^\circ$) en cuyo centro está su núcleo.



Si observamos nuestras manos, una es imagen especular de la otra, pero no son idénticas: no podemos superponerlas (los guantes no son intercambiables). Esta propiedad se denomina quiralidad y generalmente está determinada por la presencia de un átomo de carbono unido a cuatro sustituyentes distintos (carbono asimétrico). De una molécula orgánica quiral y su imagen especular se dice que son **enantiómeros**.



La riqueza del mundo natural y su evolución no serían posibles sin quiralidad. Muchas biomoléculas (carbohidratos, proteínas, ARN, ADN y esteroides) son quirales, y sólo una de las dos formas enantioméricas posibles es fabricada por los seres vivos, y biológicamente útil, mientras que la otra posee propiedades diferentes, siendo inactiva o incluso tóxica (talidomida).

Cuando hay más de un carbono quiral aparecen diferentes conformaciones para la molécula, sin necesidad de que sean imágenes especulares, se llaman **diasterómeros**.

Se llaman **estereoisómeros** a cualquier par de moléculas con la misma estructura pero diferente colocación espacial de sus átomos o grupos funcionales (sean o no imágenes especulares). En general, el n° de estereoisómeros de cualquier molécula es igual a 2^n , siendo n su n° de carbonos asimétricos.

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

Los C₂, C₃, C₄ y C₅ de la glucosa son quirales, dan lugar a 8 diastereómeros D otros 8 L

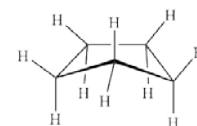
$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{HOCH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{HOCH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{HOCH} \\ \\ \text{HOCH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{HOCH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{HOCH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{HOCH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{HOCH} \\ \\ \text{HOCH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{HOCH} \\ \\ \text{HOCH} \\ \\ \text{HOCH} \\ \\ \text{HCOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
D-alosa	D-altrosa	D-glucosa	D-manosa	D-gulosa	D-idosa	D-galactosa	D-talosa
DDDD-	LDDD-	DLDD-	LLDD-	DDLD-	LDLD-	DLLD-	LLLD-
Cada forma D tiene una enantiómera L, en total 16 estereoisómeros							
L-alosa	L-altrosa	L-glucosa	L-manosa	L-gulosa	L-idosa	L-galactosa	L-talosa
LLLL-	DLLL-	LDLL-	DDLL-	LLDL-	DLDL-	LDDL-	DDDL-

VI.b.- Formas cíclicas.

Si tenemos en cuenta que los enlaces simples pueden rotar libremente y que los enlaces del C están dirigidos hacia los vértices de un tetraedro a unos 109,5° unos de otros, el ciclohexano adoptaría una forma no plana y sin tensión, que resulta muy estable. Según se muestra a la derecha.



Con las mismas consideraciones, el ciclopentano adoptaría también una forma no plana, pero moderadamente tensionada, lo que repercute en una menor estabilidad. Según la imagen derecha.



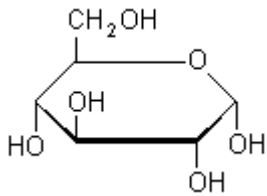
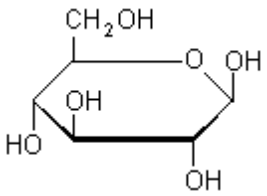
Cuando uno de los vértices del anillo tiene un oxígeno (enlaces a 111,5°) en lugar del carbono, nos encontramos con los derivados furanosas y piranosas, del furano y pirano, respectivamente; y lo dicho para los hidrocarburos anteriores resulta extensible a estos heterociclos tan semejantes.

En disolución acuosa (por cuestiones de movilidad) las aldosas de 5 o más átomos de carbono, y las cetosas de 6 o más, sufren reacciones reversibles de ciclación hemiacetalica o hemiacetalica, con formación de anillos heterocíclicos de 5 (furanos) ó 6 (piranosas, preferido) miembros, por reacción intramolecular entre su grupo carbonílico (C=O) y uno de sus grupos alcohólicos (C-OH), con formación de un puente de oxígeno (u oxídico) entre los carbonos de los grupos reaccionantes.

Furanosas		Piranosas
$\begin{array}{c} \text{HO-CH}_2 \quad \text{O} \quad \text{OH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{HO} \quad \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{HO-CH}_2 \quad \text{O} \quad \text{CH}_2\text{OH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{HO} \quad \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{HO} \quad \text{O} \quad \text{OH} \\ \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{HO} \quad \text{OH} \end{array}$
D-Ribofuranosa (D-Ribosa)	D-Fructofuranosa (D-Fructosa)	D-Glucopiranosas (D-Glucosa)

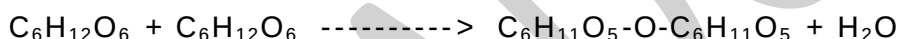
Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

Durante esta conversión, el carbono carbonílico (C=O), llamado anomérico, se convierte en un nuevo centro quiral dando lugar a un nuevo par de estereoisómeros llamados **anómeros**, que se designan por las letras griegas α y β .

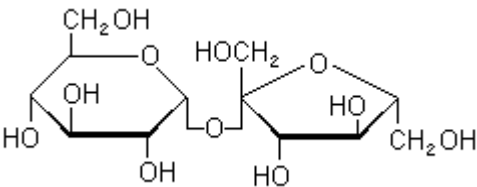
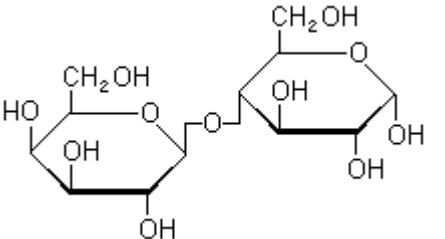
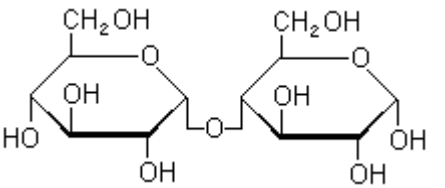
Formas anoméricas de la D-glucosa	
	
α -D-Glucopiranos	β -D-Glucopiranos

VII.- DISACÁRIDOS.

Son los oligosacáridos más sencillos, y también los más importantes. Se forman por la condensación del -OH del C anomérico de un monosacárido con otro -OH de otro monosacárido, quedando unidos mediante un enlace O-glucosídico, y liberando una molécula de agua:

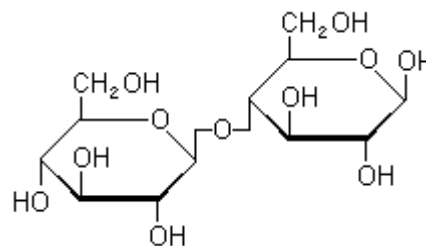


Por hidrólisis (reacción inversa) regeneran sus monosacáridos de partida. Según los -OHs que intervienen sean α o β , se formarán sustancias diferentes. Citaremos los cuatro siguientes:

<u>Sacarosa</u>: Es el azúcar común. Se encuentra en vegetales y frutos, de cuyos jugos se separa por cristalización. Está formado por la condensación de una molécula de α-D-glucosa y otra de β-D-fructosa (enlace $1\alpha \rightarrow 2\beta$). No tiene carácter reductor.	
<u>Lactosa</u>: Es el azúcar de la leche. Está formado por la condensación de una molécula de D-glucosa y otra de β-D-galactosa (enlace $1\beta \rightarrow 4$). Tiene carácter reductor.	
<u>Maltosa</u>: Es el azúcar de la malta (cebada germinada). Se obtiene por hidrólisis del almidón y del glucógeno. Está formada por la condensación de dos moléculas de D-glucosa (enlace $1\alpha \rightarrow 4$). Tiene carácter reductor.	

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

Celobiosa: Se obtiene por hidrólisis de la celulosa. También está formada por la condensación de dos moléculas de D-glucosa (enlace $1\beta \rightarrow 4$). Tiene carácter reductor.

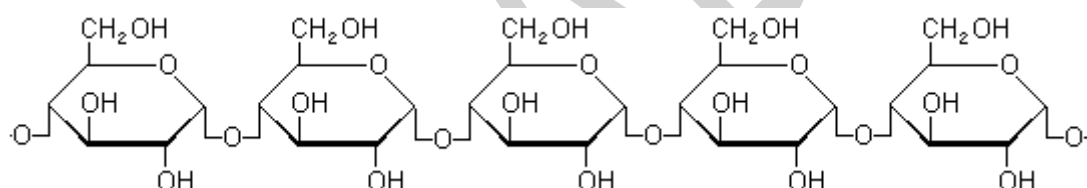


VIII.- POLISACÁRIDOS.

Son sustancias insípidas, amorfas e insolubles en agua, aunque algunos como el almidón, pueden formar dispersiones coloidales. Están formados por la condensación (del mismo modo que en los disacáridos), de más de 10 monosacáridos, habitualmente entre 300 y 3000, y del mismo tipo. Algunos presentan ramificaciones. Su carácter reductor, caso de tenerlo, suele ser insignificante debido a su gran tamaño.

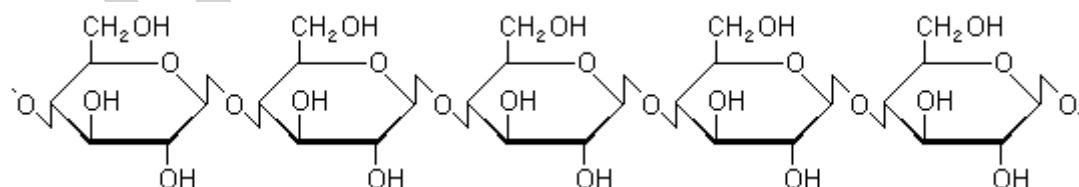
Los más significativos son:

Almidón: De función energética, es sintetizado por los vegetales y está formado por miles de moléculas de glucosa en unión $1\alpha \rightarrow 4$. La molécula adopta una disposición en hélice, dando una vuelta por cada 6 moléculas de glucosa, además, cada 12 glucosas, presenta ramificaciones por uniones $1\alpha \rightarrow 6$. Se tiñe de violeta con disoluciones de yodo (solución de Lugol).



Glucógeno: Reserva energética en los animales. Se encuentra en el hígado y en los músculos donde se hidroliza a glucosa. Su estructura es similar a la del almidón, aunque más ramificado y su masa molecular es mucho mayor.

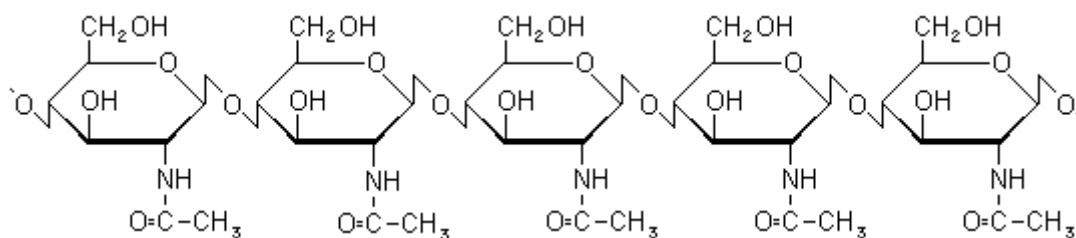
Celulosa: Sintetizada por los vegetales, tiene función estructural, formando parte importante de la pared celular. Está formada por la unión $1\beta \rightarrow 4$ de varios miles de moléculas de glucosa, de forma que cada molécula de glucosa está girada 180° respecto a la anterior, lo que le da una estructura "retorcida" que permite la formación de gran cantidad de puentes de hidrógeno entre cadenas yuxtapuestas, dando lugar a fibras muy resistentes.



Quitina: Forma las paredes celulares de los hongos y el exoesqueleto de los artrópodos (arácnidos, crustáceos, insectos) y algunos otros animales (anélidos, cnidarios). Es un polisacárido compuesto de unidades de N-acetilglucosamina unidas por enlaces $1\beta \rightarrow 4$, igual que la glucosa en la celulosa. Su acetilamina permite un incremento de los

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

enlaces de hidrógeno con los polímeros adyacentes, dándole al material una mayor resistencia. Es el segundo polímero natural más abundante después de la celulosa.



IX.- LÍPIDOS.

Químicamente son compuestos ternarios de C, O e H, aunque con frecuencia incluyan otros como N, P y S. Se los caracteriza por su untuosidad al tacto, insolubilidad en agua y solubilidad en disolventes orgánicos (éter, cloroformo, S_2C , etc.), por ser menos densos que el agua y malos conductores del calor.

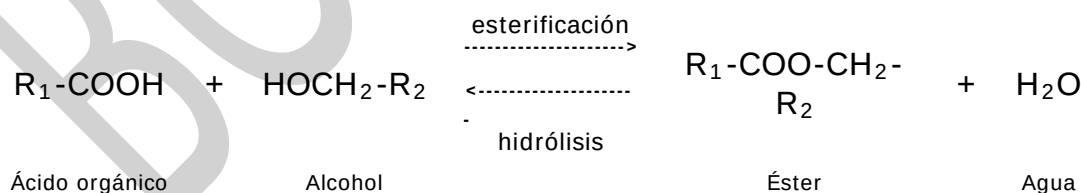
Biológicamente, constituyen una reserva energética para los seres vivos (liberan más del doble de energía que los glúcidos o las proteínas), quienes tienen la posibilidad de almacenarlos, al tiempo que les sirven como aislante térmico. Algunos, desempeñan funciones protectoras (ceras) y otros son precursores de vitaminas u hormonas.

Según su estado físico a temperatura ambiente se clasifican en: aceites (líquidos), mantecas (semisólidos) y sebos (sólidos).

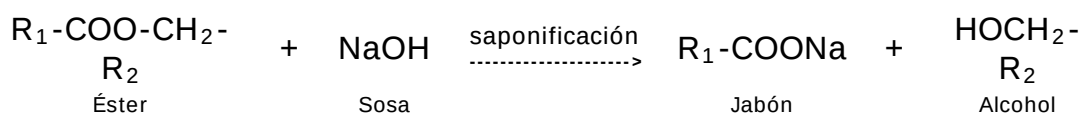
Según su reaccionabilidad con álcalis (sosa, potasa) se clasifican en saponificables (acilglícidos, ceras y lípidos complejos) y no saponificables (lípidos isoprenoides).

X.- ACILGLICÉRIDOS O GRASAS.

Químicamente son compuestos ternarios de C, O e H, ésteres de la glicerina (propanotriol) con ácidos grasos. Si se esterifica uno de los grupos alcohol de la glicerina tendremos un monoacilglícido, si son dos, un diacilglícido, y si son tres, un triacilglícido (triglicérido o grasa neutra). Los acilglícidos sencillos contienen un sólo tipo de ácido graso, mientras que los mixtos tienen ácidos grasos diferentes.



Estas sustancias por saponificación dan jabones y glicerina.



Los triglicéridos son prácticamente insolubles en agua, mientras que los mono- y diacilglícidos, conservan cierta polaridad por los -OH remanentes de la glicerina.

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

Los ácidos grasos son ácidos orgánicos de cadena recta, con un número par de átomos de carbono, frecuentemente con dobles enlaces (se diferencian por su número y posición), entonces se dice que es insaturado; en caso contrario será saturado.

FUENTE	NOMBRE	Sat.?	Nº C	FÓRMULA
Mantequilla	Ác. butírico	Sí	4	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$
Aceite de palma	Ác. palmítico	Sí	16	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$
Grasas animales	Ác. esteárico	Sí	18	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$
Aceite de oliva	Ác. oleico	No	18	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$
Aceite de lino	Ác. linoleico	No	18	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$
Aceite de ricino	Ác. ricinoleico	No	18	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$

Los saturados pueden extender totalmente su cadena hidrocarbonada y empaquetarse estrechamente (fuertes uniones por fuerzas de Van der Waals con cadenas vecinas), lo que se traduce en puntos de fusión más altos, son sebos o mantecas. Por el contrario, los insaturados, tienen doblada la cadena por los dobles enlaces, no pueden empaquetarse tan fuertemente, estas uniones son débiles y sus puntos de fusión reducidos, son aceites.

En los peces, animales de sangre fría y vegetales hay aceites (insaturados), y en los animales de sangre caliente hay sebos (saturados)¹. Unos y otros están formados por mezclas más o menos complejas de acilglicéridos. En algunos animales las grasas acumuladas bajo la piel sirven como aislante térmico o para regular la flotabilidad, pues son malas conductoras del calor y menos densas que el agua.

Tanto la dieta como la biosíntesis suministran la mayoría de los ácidos grasos requeridos por el organismo humano, el exceso de proteínas y glúcidos ingeridos se convierten con facilidad primero en ácidos grasos y después en triglicéridos para su almacenaje. Sin embargo existen algunos ácidos grasos, como el linoleico (serie ω_6), linolénico (serie ω_3), o el araquidónico que son necesarios, y muchos mamíferos, entre ellos el hombre, son incapaces de sintetizar, por lo que deben obtenerse necesariamente de la dieta. A éstos se les llama ácidos grasos esenciales.

XI.- CERAS.

Químicamente, son compuestos ternarios de C, H, y O; ésteres de monoalcoholes grasos de cadena larga con ácidos grasos. Físicamente son sólidos duros altamente insolubles en medios acuosos, de alto punto de fusión en comparación con los acilglicéridos, en los que las fuerzas de Van der Waals son muy importantes.

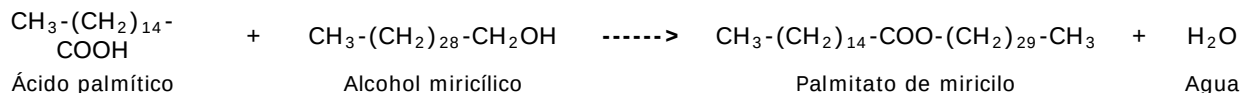
Fisiológicamente, cumplen dos funciones: de protección, pues debido a su carácter altamente hidrófobo (repelen el agua), recubren ciertos tejidos a los que confieren consistencia y protección frente a agentes externos, como lubricantes o impermeabilizantes en piel, pelo y plumas de animales; y estructural, ya que forman cubiertas protectoras e impermeabilizantes, normalmente recubriendo las partes

¹ Curiosamente, los aceites de coco, palma y cacahuete son saturados, y la grasa de cerdo contiene más de 1/3 de ácido oleico. Y las margarinas vegetales, a pesar de sus contenidos en ω_3 y oleico, tienen un importante contenido en grasas saturadas por hidrogenación para darle mayor consistencia.

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

aéreas de las hojas, flores o frutos que repelen los parásitos y ayudan a conservar el agua del vegetal.

Quizá la cera más conocida sea el palmitato de miricilo, con la que las abejas forman sus panales, y que se trata de un éster del ácido palmítico y del alcohol miricílico.



XII.- LÍPIDOS COMPLEJOS.

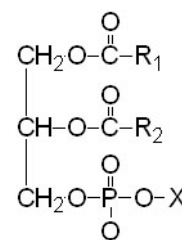
Químicamente son compuestos complejos de los ácidos grasos que contienen además N, P y S. Biológicamente, su principal papel es la constitución de la capa lipídica de la membrana citoplasmática, por lo que también se les denomina lípidos de membrana.

Se clasifican en fosfolípidos (contienen ácido fosfórico) y glucolípidos (contienen un glúcido).

XII.a.- Fosfolípidos: Se clasifican en fosfoglicéridos y fosfoesfingolípidos.

Los fosfoglicéridos son monofosfatos de un diacilglicérido (lecitina, fosfatidilserina y cefalina), presentes en las membranas de las células eucariotas.

Los fosfoesfingolípidos son uniones complejas de un ácido graso, una esfingosina, ácido fosfórico y un aminoalcohol. El más conocido es la esfingomielina que forma la estructura de las membranas del tejido nervioso.



XII.b.- Glucolípidos: Se caracterizan por no contener fosfato, pero sí que contienen un resto glúcido que se une mediante enlace O-Glucosídico tipo β . Dentro de ellos cabe destacar dependiendo del alcohol que los forma: los glucoglicerolípidos (contienen glicerina) y los glucoesfingolípidos (contienen esfingosina).

Los glucoglicerolípidos están formados por la glicerina esterificada con el ácido palmítico y el oleico, y se une a un resto de glucosa. Sólo se localiza en células vegetales y en bacterias.

Los glucoesfingolípidos se forman a partir de la ceramida, y dependiendo del resto azucarado pueden ser:

- Cerebrósido, si contienen galactosa y abundan en las fibras nerviosas mielínicas.
- Globósidos, si contienen lactosa y se localizan en general en el tejido nervioso.
- Gangliósidos, si contienen un oligosacárido más o menos complejo, éste se sitúa en la cara externa de la membrana plasmática, actuando como receptor de virus y toxinas, además de intervenir en el reconocimiento de célula a célula y en la recepción de señales. Estos compuestos se encuentran recubriendo a todas las neuronas y en los glóbulos rojos de la sangre.

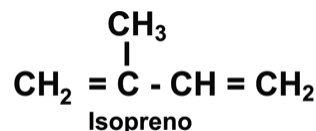
Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

XIII.- LÍPIDOS NO SAPONIFICABLES.

Se clasifican en lípidos isoprenoides y prostaglandinas.

XIII.a.- Lípidos isoprenoides.

Son derivados del hidrocarburo isopreno (2- metil- 1,3- butadieno), y se clasifican en terpenos y esteroides.



Terpenos

Pueden ser lineales, zigzagueantes o cíclicos. Forman sustancias aromáticas, aceites esenciales, y pigmentos en vegetales, y provitaminas en animales, atendiendo al número de unidades isoprenicas que contengan, se clasifican en:

Monoterpenos (dímeros): Forman aceites esenciales como el limoneno (limón), el pineno (pino), el mentol (menta), el geraniol (geranio), el citronelol (rosa) y el timol (tomillo).

Sesquiterpenos (trímeros): Como la santonina (hierba santónica) utilizada en farmacia como vermífugo (para matar las lombrices intestinales).

Diterpenos (tetrameros): Como el ácido abiótico (abeto), de uso en barnices; el ácido giberélico (giberelina), que regula el crecimiento vegetal; la vitamina A (antixerofáltica), la vitamina E (o tocoferol, antioxidante y antiestéril), la vitamina K (o naftoquinona, antihemorrágica), la coenzima Q (respiración celular), y el fitol (clorofila).

Triterpenos (hexámeros): Como el escualeno (hígado de tiburón) y el lanosterol (lanolina de cordero), precursores del colesterol y de las hormonas sexuales.

Tetraterpenos (octámeros): Como el caroteno (zanahoria), la xantofila (yema de huevo), y el licopeno (tomate). Precursores de la vitamina A.

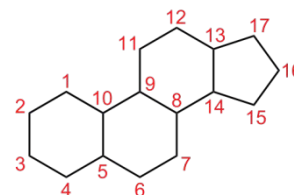
Politerpenos: Como el caucho de látex de Hevea brasiliensis.

Esteroides

Derivan del esterano⁽²⁾ (ciclopentanoperhidrofenantreno).

Comprenden dos grandes grupos de sustancias:

- Esteroles: Como el colesterol y las vitaminas D.
- Hormonas esteroideas: Como las suprarrenales y las sexuales.



Colesterol: Forma parte estructural de las membranas a las que confiere estabilidad. Constituye la base para la síntesis de casi todos los esteroides.

Hormonas sexuales: Como la progesterona que prepara los órganos sexuales femeninos para la gestación, y la testosterona responsable de los caracteres sexuales masculinos.

⁽²⁾ un poliisopreno policíclico.

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

Hormonas suprarrenales: Como la cortisona, que actúa en el metabolismo de los glúcidos, regulando la síntesis de glucógeno.

XIII.b.- Prostaglandinas.

Son derivados del ácido araquidónico (esencial, de 20 átomos de C), constituido por un anillo ciclopentano y dos cadenas alifáticas, cuyas principales funciones son:



- Intervienen en la respuesta inflamatoria, vasodilatación, regulan la coagulación de la sangre y cierre de las heridas, la reducción de la secreción de jugos gástricos, estímulo de las terminaciones nerviosas del dolor...
- Provocan la contracción de la musculatura lisa del útero de la mujer. Su presencia en el semen favorece la contracción del útero y la ascensión de los espermatozoides a las trompas de Falopio. Durante la menstruación, son liberadas para favorecer el desprendimiento del endometrio.
- Intervienen en la regulación de la temperatura corporal, la aparición de la fiebre como defensa de las infecciones.
- Controlan el descenso de la presión arterial al favorecer la eliminación de sustancias en el riñón.

XIV.- PROTEÍNAS.

Químicamente, son compuestos cuaternarios de C, H, O y N, aunque la mayoría también contienen S, y algunas P, Fe, Zn o Cu. El N es el elemento más característico de las proteínas. Son los compuestos nitrogenados por excelencia de los seres vivos.

Fisicoquímicamente, son los polímeros macromoleculares resultantes de la unión peptídica entre aminoácidos, con una masa molecular comprendida entre 6.000 y 106.000 umas. En este caso, se llaman holoproteínas, como las albúminas (lactoalbúmina, ovoalbúmina y seroalbúmina), globulinas (seroglobulina) y las proteínas fibrilares (miosina, fibrinógeno, colágeno y queratina).

Cuando además contienen otras moléculas orgánicas (lípidos, glúcidos, etc.) reciben el nombre genérico de prótidos o heteroproteínas, como los glucoproteidos (mucina), fosfoproteidos (caseinógeno), cromoproteidos (hemoglobina, hemocianina y clorofila), y nucleoproteidos (ADN y ARN); y a la parte no polipeptídica se la llama grupo prostético.

Las proteínas son las biomoléculas orgánicas más abundantes en las células, más del 50% del peso seco de la célula son proteínas, y su especificidad marca la individualidad de cada ser vivo, hasta el punto de expresar la información genética (ARN y ADN).

Las proteínas realizan las siguientes funciones en los seres vivos:

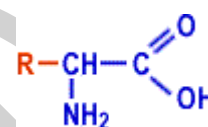
- **De reserva.** Aunque no es su función característica, se da en algunos casos, como en el desarrollo embrionario: ovoalbúmina del huevo, caseína de la leche y gliadina del trigo.
- **Estructural.** Las membranas celulares están formadas por proteínas. Las proteínas constituyen muchas estructuras de los seres vivos, (cartílagos y huesos, contienen proteínas).
- **Enzimática.** Todas las reacciones que se producen en los organismos son catalizadas por enzimas, que son proteínas.

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

- **Homeostática.** Ciertas proteínas mantienen el equilibrio osmótico del medio celular y extracelular.
- **Transporte.** La sangre contiene hemoglobina (t. de gases) y seroalbúmina (t. de lípidos). Las permeasas realizan los intercambios entre la célula y el exterior, también son proteínas.
- **Movimiento.** La actina y la miosina, proteínas de las células musculares, son las responsables de la contracción de la fibra muscular.
- **Hormonal.** Las hormonas regulan procesos vitales. Así, la insulina regula la concentración de glucosa en la sangre.
- **Inmunológica.** Los anticuerpos intervienen en los procesos de defensa frente a de los agentes patógenos, también son proteínas.

XIV.a.- Los aminoácidos.

Son las unidades estructurales que constituyen las proteínas. Todos los aminoácidos que se encuentran en las proteínas, salvo la prolina, responden a la fórmula general.



Los aminoácidos, como indica su nombre, tienen esos dos grupos funcionales característicos: el grupo ácido (o carboxilo) (-COOH), y el grupo amino (-NH₂), de carácter básico. De ahí su comportamiento anfotérico.

La cadena carbonada de los aminoácidos se numera comenzando por el grupo ácido, de modo que éste será el carbono número 1, y el del grupo amino el número 2 (posición α). De modo que, los aminoácidos tienen una parte común, -la parte azul de la figura-, diferenciándose en el resto (R), -parte roja de la figura-. R puede ser desde un simple H-, como en la glicocola, hasta una cadena carbonada más o menos compleja en la que puede haber otros grupos aminos o carboxilo y también otras funciones (alcohol, tiol, etc.).

Es de destacar el hecho de que las proteínas de todos los seres vivos sólo tienen 20 aminoácidos diferentes, por lo que habrá únicamente 20 restos distintos. Excepcionalmente, por ejemplo en los venenos de algunas serpientes, podemos encontrar algún otro aminoácido diferente, incluso alguno que no sigue la fórmula general.

Aunque muchos aminoácidos pueden sintetizarse a partir de otros, algunas especies no pueden sintetizar otros, los llamados aminoácidos esenciales, que deben obtenerse necesariamente a través de la dieta. En la especie humana, por ejemplo, los aminoácidos esenciales son diez: treonina, lisina, arginina, histidina, valina, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina y triptófano.

Thr, Lys, Arg, His, Val, Leu, Ileu, Met, Phe y Trp

Los otros diez, no esenciales, son: alanina, prolina, glicina, serina, cisteína, asparagina, glutamina, tirosina, ác. aspártico y ác. glutámico.

Ala, Pro, Gly, Ser, Cys, Asn, Gln, Tyr, Asp, Glu

XIV.b.- Clasificación de los aminoácidos.

En función de sus características químicas, los aminoácidos se clasifican en:

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

Grupo I. Aminoácidos apolares: Aquellos cuyo resto R es apolar. Típicamente se trata de largas cadenas hidrocarbonadas. Si son muy abundantes en la proteína, hacen que sea insoluble en agua.

Grupo II. Aminoácidos polares no ionizables: Poseen restos con cortas cadenas hidrocarbonadas en las que hay funciones polares (alcohol, tiol o amida). Si son muy abundantes la proteína será soluble en agua.

Grupo III. Aminoácidos polares ácidos: Aquellos con más de un grupo carboxilo. En pH básico o neutro, estos grupos se encuentran cargados negativamente.

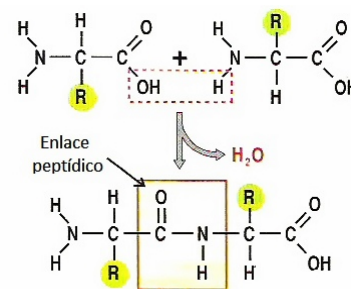
Grupo IV. Aminoácidos polares básicos: Aquellos con más de un grupo amino. En pH ácido o neutro, estos grupos se encuentran cargados positivamente.

XIV.c.- Asimetría de los aminoácidos.

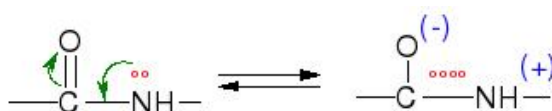
Salvo para la glicocola, el carbono α (el que lleva la función amino) es asimétrico, para los demás aminoácidos, lo que determina que estas moléculas sean ópticamente activas y la existencia de las dos configuraciones: D y L. Frecuentemente, en los seres vivos sólo se encuentra uno de los isómeros, por convenio el L, aunque en los microorganismos (paredes bacterianas, antibióticos generados por bacterias) existen aminoácidos no proteicos de la serie D.

XIV.d.- El enlace peptídico.

Es el que se forma tras la reacción "ácido-base" entre el grupo amino, ($-\text{NH}_2$), de un aminoácido, con el grupo ácido, ($-\text{COOH}$), de otro aminoácido diferente, con eliminación de una molécula de agua (H_2O). Al resultado se denomina genéricamente péptido, y conserva el grupo ácido ($-\text{COOH}$) del primer aminoácido, y el grupo amino ($-\text{NH}_2$) del segundo, por lo que puede volver a reaccionar del mismo modo con otro aminoácido. De éste modo se pueden formar: dipéptidos (2 aminoácidos), tripéptidos (3 aminoácidos), polipéptidos (<100 aminoácidos), y proteínas (>100 aminoácidos), según el número de aminoácidos que contengan.



A la luz de los estudios realizados con rayos X sobre el enlace peptídico se concluye éste se encuentra estabilizado por resonancia entre las formas:



Lo que significa que el enlace C-N es muy estable, además de tener cierto carácter de doble enlace, y por lo tanto ser rígido, y plana la molécula en torno a él. Esto explica la estabilidad de las proteínas a pesar de su gran tamaño, y su conformación espacial.

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

XV.- ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS⁽³⁾.

La composición, secuencia de aminoácidos y su interacción con el agua, determinan la exclusiva conformación tridimensional nativa de las proteínas, que es la responsable de las importantes funciones que realizan.

Para sistematizar su estudio se establecen una serie de niveles que se conocen como estructuras primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria; de todas las cuáles, en principio, participan en determinadas posiciones, y en mayor o menor extensión, en lo que denominamos dominios.

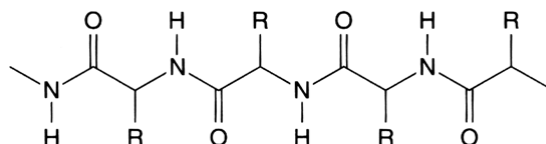
El grado de ordenación de las proteínas es tal que permite su cristalización, hasta el punto de usar ésta como método de separación y purificación de aquéllas.

Los cambios de concentración, de pH, y de temperatura, principalmente, pueden provocar la desnaturalización de las proteínas, consistente en la alteración de su estructura de nivel secundario y terciario, por afectación de los débiles enlaces tipo puente de hidrógeno, y Van der Waals, entre otros⁽⁴⁾, que implica la pérdida de su funcionalidad biológica.

En las proteínas globulares, solubles en agua, la desnaturalización va acompañada de una pérdida de la solubilidad y por consiguiente de su precipitación. Sin embargo, salvo cuando el agente causante de la desnaturalización es el calor, suele ser posible la renaturalización al devolverla a sus condiciones normales.

XV.a.- Estructura primaria.

Se refiere únicamente a la secuencia de aminoácidos de la proteína, explica cómo sus radicales (-R), se alternan a lado y lado de la línea quebrada que forman los grupos: C=O, N-H y C-H⁽⁵⁾. Y determina las estructuras secundaria y terciaria.



Proteínas con funciones similares en diferentes especies tienen secuencias de aminoácidos parecidas; además, cuanto más emparentadas, evolutivamente, están dos especies, mayor es la similitud entre sus secuencias de aminoácidos para proteínas homólogas. Ambos hechos apuntan hacia la existencia de algún tipo de relación entre la secuencia de aminoácidos y la función de las proteínas.

⁽³⁾ Para una mejor comprensión de los niveles estructurales, se recomienda visitar el siguiente enlace:
<http://biomodel.uah.es/model1j/prot/inicio.htm>

⁽⁴⁾ no resultan afectados los enlaces peptídicos

⁽⁵⁾ Nótese que en la fórmula se omiten deliberadamente los Carbonos y sus Hidrógenos.

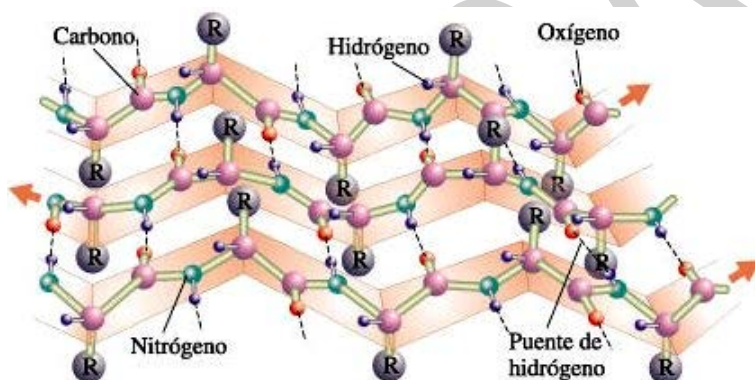
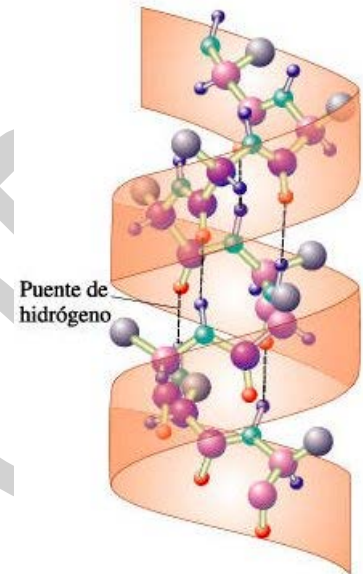
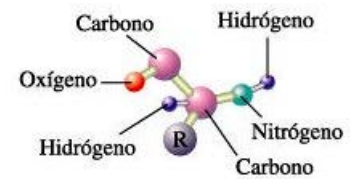
Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

XV.b.- Estructura secundaria.

Se refiere a la posición que adopta la cadena, como resultado de la posibilidad de rotación en torno a los C α de cada aminoácido, resultando en dos conformaciones posibles llamadas α , helicoidal o en tirabuzón, la primera; y β o en hoja plegada, la segunda.

En la primera, los aminoácidos enlazados van girando unos sobre otros de forma que en la hélice o tirabuzón que forman, los grupos C=O de una espira se enfrentan con los N-H de la siguiente, y viceversa, produciéndose una estabilización de la estructura por la formación de múltiples puentes de hidrógeno entre ellos. Todos los (-R) se sitúan hacia afuera del tirabuzón. Se presenta típicamente en el colágeno y la α -queratina.

En la segunda, se trata de dos⁽⁶⁾ ó más cadenas polipeptídicas situadas paralelamente unas a otras, de tal forma que, como en el caso anterior, enfrentan los grupos C=O de una cadena, con los N-H de la contigua, y viceversa, produciendo semejante estabilización por el establecimiento de puentes de hidrógeno entre ellos. Todos los (-R) se sitúan alternativamente hacia arriba y hacia abajo de la hoja



plegada, que lo hace justamente por los carbonos α de cada aminoácido⁽⁷⁾. Se presenta en proteínas fibrosas y globulares, típicamente en la β -queratina.

⁽⁶⁾ A veces simples plegamientos de una única cadena.

⁽⁷⁾ Recuérdese que en torno a los enlaces peptídicos los polipéptidos son planos.

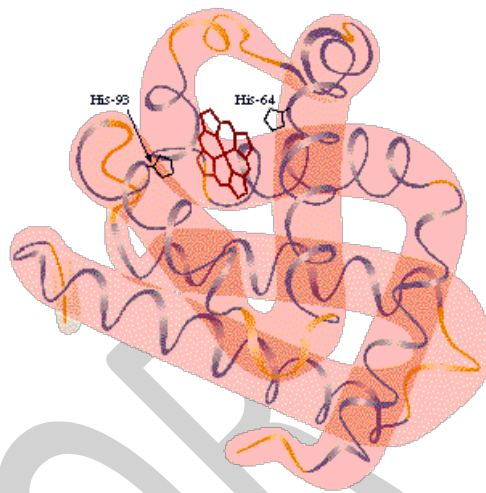
Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

XV.c.- Estructura ternaria.

La presencia de ciertos aminoácidos (prolina, serina e isoleucina), en un polipéptido con estructura en hélice α , distorsiona dicha estructura, provocando cambios de dirección en la hélice, que junto a los enlaces e interacciones que tienen lugar entre los radicales (-R):

- el puente disulfuro (-S-S-) entre aminoácidos sulfurados como la cisteína.
- los puentes de hidrógeno entre grupos polares no iónicos.
- los puentes eléctricos de tipo iónico entre grupos con cargas eléctricas opuestas.
- las interacciones hidrófobas entre aminoácidos apolares.

confieren a la molécula un compacto y muy particular aspecto del que depende la función de la proteína, hasta el punto de que cualquier cambio en esta disposición puede provocar la pérdida de su actividad biológica.



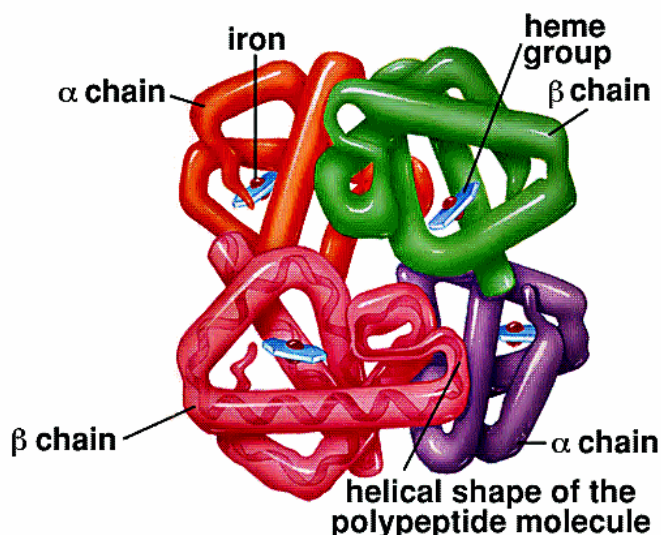
XV.d.- Estructura cuaternaria.

Cuando varias cadenas de aminoácidos, iguales o diferentes, se unen para formar un edificio proteico de orden superior, se disponen según lo que llamamos estructura cuaternaria. También se considera estructura cuaternaria la unión de una o varias proteínas a otras moléculas no proteicas para formar edificios macromoleculares complejos. Esto es frecuente en proteínas con masas moleculares superiores a 50.000

Cada polipéptido que interviene en la formación de este complejo proteico es un protómero y según el número de protómeros tendremos: dímeros, tetrameros, pentámeros, etc.

La asociación o unión de las moléculas que forman una estructura cuaternaria, se consigue y mantiene mediante enlaces de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals, interacciones electrostáticas y algún que otro puente disulfuro.

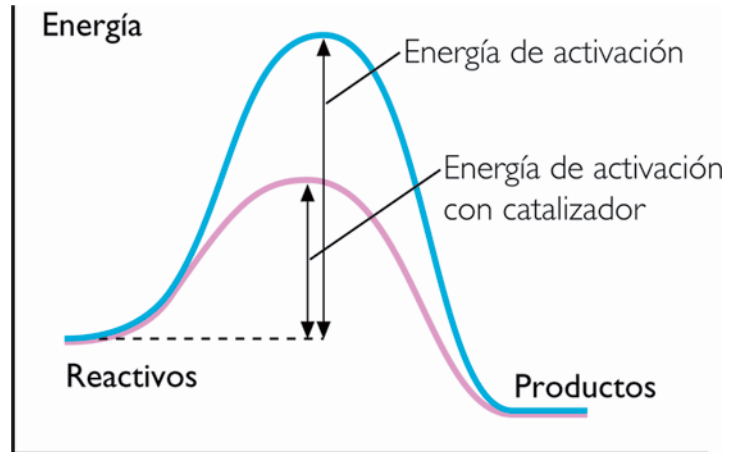
Ejemplos de estructura cuaternaria son la hemoglobina, formada por las globinas o parte proteica (dos cadenas α y dos cadenas β , con un total de 146 aminoácidos) más la parte no proteica o grupos hemo; y los anticuerpos, formados también por cuatro cadenas, dos cortas y otras dos largas.



Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

XVI.- BIOCATALIZADORES.

Las reacciones químicas son procesos en los que se produce la transformación de unas sustancias iniciales o "**reactivos**" en otras sustancias finales o "**productos**". Este paso tiene lugar a través de una etapa intermedia, denominada etapa de transición o "**estado activado**" (muy inestable, de vida muy breve y altamente energético) en el que alguno de los enlaces de los reactivos se debilita, facilitando su ruptura y la formación de otros nuevos. Para que los reactivos alcancen la etapa de transición y la reacción pueda tener lugar es necesario suministrarles cierta cantidad de energía denominada "**energía de activación**".



Se llama "**catalizador**" a cualquier sustancia que contribuye a variar la energía de activación de determinado proceso químico, (y con ello su velocidad), sin consumirse durante éste, es decir sin ser ninguno de los reactivos. Si su actuación favorece la reacción se llaman catalizadores positivos o "**promotores**", mientras que si se oponen a ésta se llaman catalizadores negativos o "**inhibidores**". Aunque en este segundo caso, realmente lo que hacen es neutralizar de uno u otro modo la acción de los promotores presentes, ya que sin ellos la reacción estaría normalmente inhibida.

Así pues, un biocatalizador es un catalizador de las reacciones bioquímicas de los seres vivos. Se consideran biocatalizadores las vitaminas, las enzimas, y las hormonas.

XVII.- VITAMINAS.

En 1912 el bioquímico inglés F. Hoapkins descubrió que las ratas sometidas a una dieta de productos "purificados", conteniendo todas las sustancias consideradas hasta ese momento necesarias para la nutrición, detenían su proceso de crecimiento, que se volvía a iniciar cuando a las ratas se le suministraba a diario una pequeña cantidad de leche fresca.

Este y otros experimentos similares demostraron la existencia en los alimentos de ciertas sustancias orgánicas, desconocidas hasta entonces, indispensables para el desarrollo animal. Sustancias a las que, en 1912 el bioquímico Casimir Funk propuso denominar vitaminas, la palabra proviene del latín vita (vida) y de amina (amina necesaria para la vida).

En tan solo veinte años (de 1928 a 1948) se identificaron todas las vitaminas, se determinó su estructura química, se produjeron de forma sintética en el laboratorio y se estableció su papel en los procesos nutritivos.

Gracias a este colosal esfuerzo científico, hoy conocemos bien las trece vitaminas indispensables en la dieta y se ha podido erradicar varias enfermedades que fueron plaga de la humanidad durante largo tiempo

Las vitaminas son sustancias orgánicas imprescindibles en los procesos metabólicos que tienen lugar en la nutrición de los seres vivos. No aportan energía, puesto que no

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

se utilizan como combustible, pero sin ellas el organismo no es capaz de aprovechar los elementos constructivos y energéticos suministrados por la alimentación.

Normalmente se utilizan en el interior de las células como precursoras de los coenzimas, a partir de los cuales se elaboran los miles de enzimas que regulan las reacciones químicas de las que viven las células.

Las vitaminas deben ser aportadas a través de la alimentación, puesto que el cuerpo humano no puede sintetizarlas. Una excepción es la vitamina D, que se puede formar en la piel con la exposición al sol, y las vitaminas K, B₁, B₁₂ y ácido fólico, que se forman en pequeñas cantidades en la flora intestinal.

Con una dieta equilibrada y abundante en productos frescos y naturales, dispondremos de todas las vitaminas necesarias y no necesitaremos ningún aporte adicional en forma de suplementos de farmacia o herbolario. Un aumento de las necesidades biológicas requiere un incremento de estas sustancias, como sucede en determinadas etapas de la infancia, el embarazo, la lactancia y durante la tercera edad. El consumo de tabaco, alcohol o drogas en general provoca un mayor gasto de algunas vitaminas, por lo que en estos casos puede ser necesario un aporte suplementario. Debemos tener en cuenta que la mayor parte de las vitaminas sintéticas no pueden sustituir a las orgánicas, es decir, a las contenidas en los alimentos o extraídas de productos naturales (levaduras, germen de trigo, etc.). Aunque las moléculas de las vitaminas de síntesis tengan los mismos elementos estructurales que las orgánicas, en muchos casos no tienen la misma configuración espacial, por lo que cambian sus propiedades.

Son sustancias lábiles, ya que se alteran fácilmente por cambios de temperatura y pH, y también por almacenamientos prolongados.

Aunque todos los alimentos aportan vitaminas en mayor o menor cantidad, no hay ningún alimento que las posea todas y menos aún en las cantidades necesarias para el organismo. Por tanto, hay de buscar una dieta variada y equilibrada que incluya abundancia de frutas y verduras, por su gran contenido en vitaminas.

Las deficiencias de vitaminas y los excesos de algunas de ellas producen enfermedades de mayor o menor gravedad.

Las vitaminas pueden ser liposolubles o hidrosolubles, y sus principales diferencias son las siguientes:

XVII.a.- Vitaminas hidrosolubles.

Se caracterizan porque se disuelven en agua, por lo que pueden pasarse al agua del lavado o de la cocción de los alimentos. Muchos alimentos ricos en este tipo de vitaminas no nos aportan al final de prepararlos la misma cantidad que contenían inicialmente. Para recuperar parte de estas vitaminas (algunas se destruyen con el calor) se puede aprovechar el agua de cocción de las verduras para preparar caldos o sopas.

A diferencia de las vitaminas liposolubles no se almacenan en el organismo. Esto hace que deban aportarse regularmente y sólo puede prescindirse de ellas durante algunos días.

El exceso de vitaminas hidrosolubles se excreta por la orina, por lo que no tienen efecto tóxico por elevada que sea su ingesta.

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

Vitamina B₁ (Tiamina): Influye en mecanismos de transmisión nerviosa. Su carencia produce: inflamación de los nervios, reducción de los reflejos tendinosos, anorexia, fatiga y trastornos gastrointestinales. Se encuentra en: Levadura, carne de cerdo, legumbres secas, pan integral, yema de huevo, harina de maíz, cacahuetes, y nueces.

Vitamina B₂ (Riboflavina): Importante para el metabolismo de proteínas e hidratos de carbono y su transformación en ácidos grasos. Participa en la incorporación del yodo al tiroides. Su carencia provoca: dermatitis seborreica, fatiga visual, y conjuntivitis. Se encuentra en: Hígado de cerdo, de ternera, de buey. Quesos, jamón crudo, setas frescas, carne, huevos, almendras, pescado, leche y legumbres.

Vitamina B₃ (Ácido nicotínico, niacina o vitamina PP): Esencial en los procesos de oxido-reducción. Su carencia provoca: dermatitis, diarrea. Se encuentra en: Hígado, carnes en general, pescado, arroz, pan integral, setas frescas, dátiles, melocotones y almendras.

Vitamina B₅ (Ácido pantoténico) forma parte de la coenzima A. Participa activamente en la desintoxicación de compuestos extraños o nocivos, en el metabolismo de las grasas y proteínas y, en la síntesis de acetilcolina. Su carencia provoca: hiperreflexia, deficiente actividad de las glándulas suprarrenales. Se encuentra en: Hígado y riñones de buey (especialmente crudos), cáscara de cereales, huevo crudo, coliflor, verduras verdes y leche.

Vitamina B₆ (Piridoxina): Esencial en el metabolismo de los ácidos grasos, interviene en reacciones de transaminación, descarboxilación y en el aporte de aminoácidos. Su carencia produce: apatía, depresión, calambres, náuseas, mareo, parestesias anemia y debilidad muscular. Se encuentra en: Levadura, harina integral, huevos, hígado, pescado, carne con nervio. Semillas de cacahuete, de soja. Patatas, espinacas y legumbres.

Vitamina B₈ (Biotina o vitamina H): Es la coenzima de las carboxilasas o enzimas que fijan el anhídrido carbónico. Se encuentra en: Levadura, hígado, riñones, yema de huevo, leche.

Vitamina B₉ (Folacina, ácido fólico, o vitamina M): Actúa como coenzima de las enzimas que participan en la transferencia de grupos monocarbonados. Interviene en la síntesis de purinas y pirimidinas, y por ello, participa en el metabolismo del ADN y ARN y en la síntesis de proteínas. Es un factor antianémico, porque es necesaria para la formación de las células sanguíneas, concretamente, de los glóbulos rojos. Su carencia provoca: anemias, leucopenias, lesiones gastrointestinales y diarreas. Se encuentra en: Copos de maíz, espinacas, hígado, plátanos, almendras, cacahuetes, naranjas, tomates, leche, huevos, patatas y albaricoques.

Vitamina B₁₂ (Cianocobalamina): Interviene en la síntesis de ADN, ARN y proteínas. Actúa en la formación de glóbulos rojos. Participa en el mantenimiento de la vaina de mielina de las células nerviosas y en la síntesis de neurotransmisores. Es necesaria para la movilización (oxidación) de las grasas y para mantener la reserva energética de los músculos. Su carencia provoca: Escasez y anomalía en la formación de glóbulos rojos (Anemia perniciosa), psicosis, degeneración nerviosa, desarreglos menstruales, úlceras en la lengua y atrofia de la mucosa digestiva. Se encuentra en: Hígado, riñones (especialmente crudos), pescados, huevos, quesos fermentados.

Vitamina C (Ácido ascórbico): Es un agente antioxidante, eliminador de radicales libres en el metabolismo celular. Actúa como coenzima en la síntesis del colágeno y de

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

la sustancia intercelular cementante de los capilares sanguíneos. Estimula las defensas contra las infecciones y es indispensable para el buen funcionamiento de las hormonas antiestrés producidas por las glándulas suprarrenales. Su carencia provoca: hemorragias, deficiencias celulares, retardo en cicatrización y alteración del tejido óseo. Se encuentra en: Naranjas, limones, mandarinas, tomates, berzas, pimientos, patatas, perejil, nabos, espinacas, fresas y melones.

XVII.b.- Vitaminas liposolubles.

Se caracterizan porque no son solubles en agua, se almacenan en el organismo y su ingesta en exceso puede provocar desajustes.

Químicamente se trata de lípidos insaponificables, caracterizados por su incapacidad para formar jabones, ya que carecen en sus moléculas de ácidos grasos unidos mediante enlaces éster. Pertenecen a este grupo las vitaminas A, D, E y K.

A continuación se detalla la utilidad de cada una.

Vitamina A (Retinol): Indispensable para el funcionamiento de los tejidos, desempeña un papel fundamental en la visión. Su carencia produce: conjuntivitis, piel seca y rugosa, y visión imperfecta. Se encuentra en: Hígado de pescado, de buey, de ternera y de cerdo. Espinacas, zanahorias, brócoli, achicoria, calabaza amarilla, maíz amarillo. Levaduras, mantequilla, quesos. Albaricoque, caquis, melocotón y melón.

Vitamina D (Colecalciferol): Influye en la función de la glándula paratiroides, aumenta absorción de sales de calcio y fósforo. Su carencia provoca: raquitismo, alteraciones musculares, reblandecimiento óseo. Se encuentra en: Aceite de hígado de pescado, pescado de mar, yema de huevo, leche y derivados.

Vitamina E (Tocoferol): Acción antioxidante. Su carencia provoca: distrofias musculares, alteraciones vasculares degenerativas, atrofia testicular, implantación defectuosa del huevo en el útero. Se encuentra en: Aceite de semillas, de grano, de maíz, de girasol. Espinacas, lechuga, hojas verdes en general y yema de huevo.

Vitamina K (Filokinona o antihemorrágica) interviene en el sistema de coagulación sanguínea. Su carencia provoca: hemorragias. Se encuentra en: Hojas verdes, espinacas, coles, tomates, guisantes, hígado de buey, y huevos.

XVII.c.- Factores que neutralizan y destruyen ciertas vitaminas.

Las bebidas alcohólicas. El alcohol aporta calorías sin apenas contenido vitamínico, a la vez que disminuye el apetito; al ingerir menos alimentos se producen carencias principalmente de ácido fólico y de vitaminas del grupo B.

El tabaco. La vitamina C interviene en los procesos de desintoxicación, reaccionando contra las toxinas del tabaco. Debido a ese gasto extra, en fumadores se recomienda un aporte de vitamina C doble o triple del normal.

El estrés. Bajo tensión emocional se segrega más adrenalina que consume gran cantidad de vitamina C. En situaciones de estrés, se requiere un suplemento de vitaminas C, E y del grupo B.

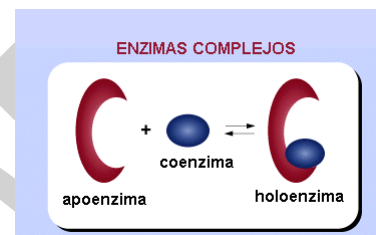
Medicamentos. Los antibióticos y laxantes destruyen la flora intestinal, por lo que se puede sufrir déficit de vitamina B₁₂.

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

XVIII.- ENZIMAS.

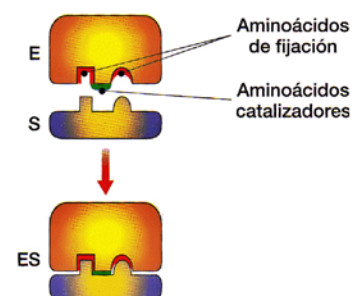
Las enzimas son sustancias, generalmente de naturaleza proteica, que facilitan y aceleran las reacciones químicas que tienen lugar en los tejidos vivos, sin que ellas mismas sean cambiadas o destruidas durante esa acción, es decir, actúan como catalizadores. Son solubles en agua y difunden rápidamente por los líquidos orgánicos, encontrándose en todos los tejidos de nuestro organismo.

Existen dos tipos de enzimas, los enzimas propiamente dichos, que son activos por sí mismos, y los **apoenzimas**, que necesitan la participación de otros compuestos químicos no proteicos, denominados **cofactores**, para realizar la función enzimática, al complejo apoenzima-cofactor se denomina **holoenzima**. Los cofactores pueden ser: el grupo prostético, como por ejemplo el grupo hemo de la hemoglobina, o una coenzima, como la coenzima A, o el fosfato del piridoxal.



También existen enzimas que se sintetizan en forma de un precursor inactivo llamado **proenzima**. Cuando se dan las condiciones adecuadas en las que la enzima debe actuar, se segrega un segundo compuesto que activa la enzima. Por ejemplo: el tripsinógeno segregado por el páncreas activa a la tripsina en el intestino delgado, el pepsinógeno activa a la pepsina en el estómago, etc.

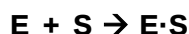
Las enzimas actúan generalmente sobre un sustrato específico, como la ureasa, o bien sobre un conjunto de compuestos con un grupo funcional específico, como la lipasa o las transaminasas. La parte de la enzima que "encaja" con el sustrato para activarlo es denominada "**centro activo**", y es el responsable de la especificidad de la enzima. En algunos casos, compuestos diferentes actúan sobre el mismo sustrato provocando una misma reacción, por lo que se les llama **isoenzimas**.



XVIII.a.- Mecanismo de actuación.

Se consideran tres etapas en una reacción catalizada por enzimas:

- En primer lugar, el sustrato se une a la enzima por medio del centro activo, formando el complejo enzima-sustrato (ES), que es transitorio.



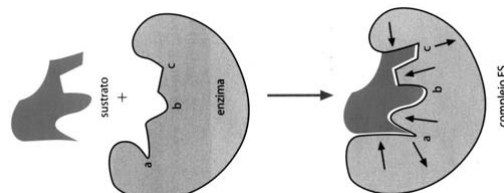
Esta unión se caracteriza por un alto grado de especificidad, de modo que para cada tipo de sustrato y de reacción se necesita una enzima concreta.

Se han propuesto dos teorías para explicar cómo la especificidad enzimática se debe a la forma espacial de su centro activo que permite el acoplamiento con el sustrato.

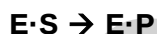
Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

Según la teoría de la "llave-cerradura", propuesta en 1890 por Emil Fischer, existe una complementariedad total entre el centro activo del enzima y el sustrato.

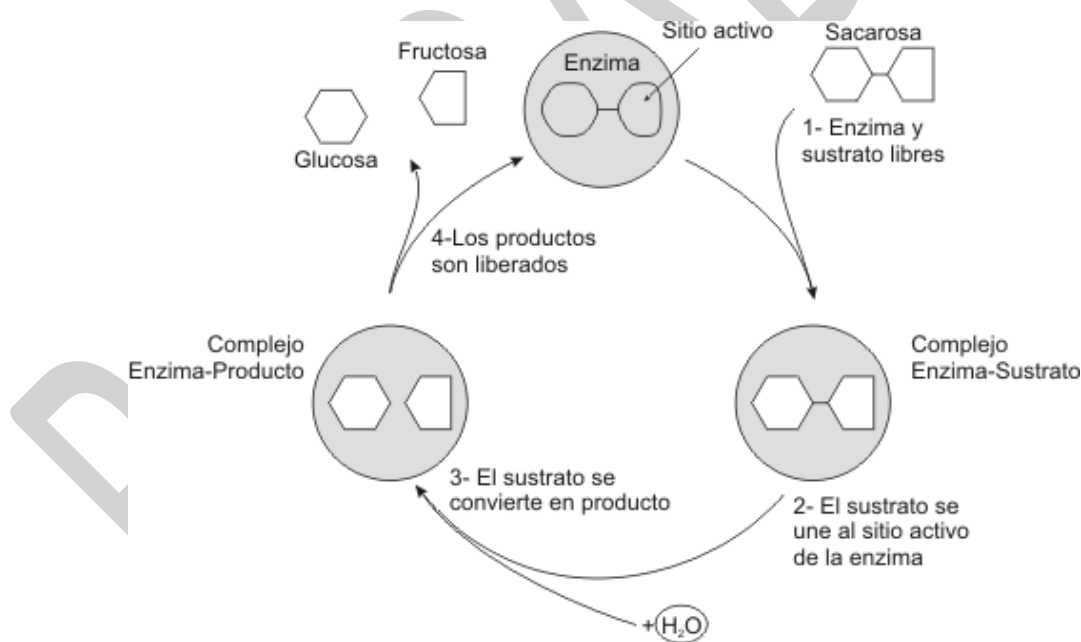
Mientras que según la teoría del "ajuste o acoplamiento inducido" (Hipótesis de Koshland) el centro activo es capaz de modificar su forma ante la proximidad del sustrato para adaptarse a él, como cuando metemos una mano en un guante. Este modelo es el más aceptado.



- b) La reacción química (rotura y formación de enlaces) tiene lugar en el complejo enzima-sustrato, gracias a la disminución de la energía de activación. Esta etapa es muy rápida e irreversible.



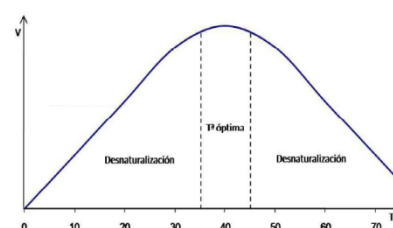
- c) El producto se libera del centro activo de la enzima, que queda libre para volver a unirse a nuevas moléculas de sustrato.



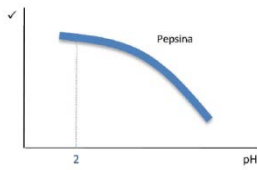
XVIII.b.- Cinética enzimática.

La velocidad de las reacciones enzimáticas dependen de la concentración de la enzima, de la concentración del sustrato (hasta un límite) y de la temperatura y el pH del medio.

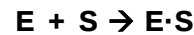
La primera afirmación es bastante lógica, ya que cuantas más moléculas de enzima haya, más unidades de



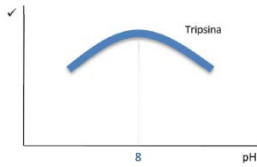
Tema 1: Componentes químicos de la materia viva



complejo **E·S** reaccionantes habrá, y más deprisa tendrá lugar la reacción.

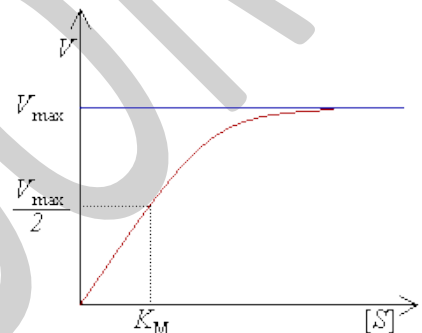


$$K_m = \frac{[E] \cdot [S]}{[E \cdot S]}$$



Si representamos gráficamente la velocidad de reacción frente a la concentración de sustrato, obtendremos una gráfica como la de la derecha, en la que se aprecia un incremento lineal de la velocidad con la concentración de sustrato para valores bajos de éste, y un incremento cada vez menor de la velocidad para concentraciones de sustrato crecientes en valores medios, que llega a ser nula en valores altos.

La saturación ocurre porque, cuando la concentración de sustrato aumenta, disminuye la concentración de enzima libre, que se convierte en **E·S**. A la máxima velocidad ($V_{\max}$) de la enzima, todos los sitios activos de dicha enzima tienen sustrato unido, y la cantidad de complejo **E·S** es igual a la cantidad total de enzima. Sin embargo, $V_{\max}$ es sólo una de las constantes cinéticas de la enzima. La cantidad de sustrato necesario para obtener una determinada velocidad de reacción viene dada por la constante de Michaelis-Menten (K_m), característica para cada par enzima-sustrato, que indica su afinidad. Técnicamente, es la concentración de sustrato necesaria para que una enzima alcance la mitad de su velocidad máxima.



XVIII.c.- Nomenclatura y clasificación.

Las primeras enzimas conocidas, hace un centenar de años, recibieron nombres ligados a su procedencia anatómica sin ajustarse a ninguna regla ni sistema, tal es el caso de la *ptialina* de la saliva, que ataca al almidón; de la *pepsina* del estómago y de la *tripsina* del páncreas, que atacan las proteínas; de la *renina*, que coagula la leche; la *trombina*, *plasmina*, y *plasminógeno*, relacionados con la coagulación de la sangre.

Posteriormente se han nombrado según el sustrato o su tipo, (*lipasas*, *amilasas*, y *proteasas*), o la reacción catalizada, (*esterasas*, *fosfatasa*s, *pirofosfatasa*s, y *carbohidrasa*s), añadiendo la terminación "-asa"; y clasificado en dos grandes grupos: enzimas hidrolíticos o hidrolasas (*estearasas*, *carbohidrasas* y *proteasas*), y desmolasa (todas las demás).

Sin embargo, el hecho de que varias enzimas catalizaran reacciones diferentes del mismo sustrato, por ejemplo, oxidación o reducción de la función alcohol de un azúcar, y la ambigüedad derivada del descubrimiento de un creciente número de enzimas, mostró la falta de idoneidad de esta sistemática de nomenclatura, por lo que la Comisión para el estudio de las enzimas en el seno de la Unión Internacional de Bioquímica y Biología Molecular (UIBBM) adoptó, en 1964, un sistema complejo pero inequívoco de nomenclatura enzimática basado en la reacción química catalizada, que ha sido organizada en clases y subclases numeradas, a fin de especificar exactamente la reacción considerada, de la siguiente forma:

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

1 Oxidorreductasas: Catalizan reacciones de oxidorreducción, o redox, que intervienen de modo fundamental en los procesos de respiración y fermentación, la escisión enzimática de la glucosa, y la fabricación del ATP. Precisan la colaboración de coenzimas de oxidorreducción. Se dividen en veintiuna subclases⁽⁸⁾ según los grupos que actúen como donantes.

2 Transferasas: Transfieren grupos activos de ciertas moléculas (dadoras) a otras sustancias (aceptoras). Se dividen en nueve subclases⁽⁹⁾.

3 Hidrolasas: Catalizan reacciones de hidrólisis (rotura por el agua). Desempeñan un papel esencial en los procesos digestivos, puesto que hidrolizan enlaces pépticos, estéricos y glucosídicos. A este grupo pertenecen proteínas muy conocidas: la *pepsina*, presente en el jugo gástrico, la *tripsina* y la *quimiotripsina*, segregada por el páncreas.

4 Liasas: Catalizan reacciones de adición/eliminación de grupos H_2O , CO_2 y NH_3 con destrucción/formación de dobles enlaces. Según los enlaces que rompan dividen en seis subclases⁽¹⁰⁾.

5 Isomerasas: Isomerizan grupos funcionales o los cambian de posición. Se dividen en varias subclases: Las *racemasas* actúan en la racemización de los aminoácidos, las *epimerasas* en la epimerización de los azúcares, las "*isomerasas cis-trans*" modifican la configuración geométrica a nivel de un doble enlace $C=C$, las "*oxidorreductasas intramoleculares*" catalizan la interconversión de aldosas y cetosas, y las "*transferasas intramoleculares*" (o *mutasas*) pueden facilitar el traspaso de grupos acilo, o fosforilo de una parte a otra de la molécula.

6 Ligasas: Permiten la unión de dos moléculas, gracias a la degradación del ATP, que aporta la energía necesaria para ello. Se trata de un grupo de enzimas muy importantes descubiertas recientemente, pues se pensaba que este efecto ocurría por la acción conjunta de una *fosfoquinasa* que fosforilaría a la sustancia A ($A + ATP \rightarrow A-@^{(11)} + ADP$) y una *transferasa* que la uniría con otra, B ($A-@ + B \rightarrow A-B + Pi^{(12)}$). A este grupo pertenecen las *sintetetasas* de aminoácidos. Son los únicos que intervienen en reacciones, termodinámicamente, no espontáneas. Son particularmente importantes en el metabolismo de los ácidos nucleicos. Según los enlaces que forman, se dividen en seis subclases⁽¹³⁾.

Cada enzima tiene un número clave (EC) de cuatro números, separados por puntos ".", basado en esta clasificación, que caracteriza el tipo de reacción. El primer número indica la clase, segundo y tercero la subclase, y el cuarto la enzima específica. Después se escribe el nombre del sustrato, y por último el tipo de reacción catalizada terminada en "-asa". Si es necesario aclarar la reacción, puede hacerse entre paréntesis.

Ej: EC 5.3.3.2 *isopentenil-difosfato isomerasa*

Los nombres así obtenidos resultan frecuentemente largos y complejos, lo que junto con la costumbre y los textos escritos con anterioridad dificulta su generalización.

⁽⁸⁾ *CH-OH, aldehído o cetona, CH-CH, CH-NH₂, CH-NH, actúan en la NADH o NADPH, otros compuestos nitrogenados, con grupos de S, con grupos hemo, con difenoles o similares, peroxidasas, con hidrógeno, con incorporación de oxígeno molecular, con incorporación o reducción de oxígeno molecular, con superóxido como aceptor, oxidando iones metálicos, en grupos CH o CH₂, con proteínas de Fe-S, con flavodoxina reducida, P o As, y en enlaces x-H y y-H para formar un enlace x-y.*

⁽⁹⁾ *las metiltransferasas, las que transfieren grupos aldehído o cetona, las aciltransferasas, las glicosiltransferasas, las que transfieren grupos alquilo o arilo, las transaminasas, las que transfieren fosfato, las que transfieren un grupo sulfurado, y las que transfieren grupos con Se.*

⁽¹⁰⁾ *las que rompen enlaces C-C, C-O, C-N, C-S, C-X^(halógeno), y C-P.*

⁽¹¹⁾ *Léase "A fosfato"*

⁽¹²⁾ *Léase fósforo inorgánico*

⁽¹³⁾ *las que forman C-O, C-S, C-N, C-C, ésteres fosfóricos, y las usadas como unión N-Metal.*

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

XVIII.b.- Enzimas digestivas.

El proceso normal de digestión de los alimentos da como resultado nutrientes elementales (aminoácidos, glucosa, ácidos grasos, etc.) que asimilamos en el intestino y son aprovechados por el organismo. Así pues, las enzimas digestivas son las encargadas de realizar cada una de las transformaciones que experimentan los alimentos en nuestro sistema digestivo. Cada enzima actúa específicamente sobre determinado sustrato, favoreciendo determinado proceso digestivo. Además, cada enzima trabaja en unas condiciones concretas de acidez, fuera de las cuales el proceso no se produce adecuadamente y los alimentos quedan parcialmente digeridos produciéndose procesos de fermentación y putrefacción que dan lugar a una gran variedad de productos tóxicos (indol, escatol, fenol, etc.) que una vez en la sangre, sobrecargan los sistemas naturales de eliminación de toxinas.

Enzima	Se produce en	Sustrato	Productos	pH óptimo
Ptialina	Boca (glándulas salivares)	almidones	Mono y disacáridos	Moderadamente alcalino
Amilasa	Estómago y páncreas	almidones y azúcares	Glucosa	Moderadamente ácido
Pepsina	Estómago	proteínas	Péptidos y aminoácidos	Muy ácido
Lipasa	Páncreas e intestino	grasas	Ácidos grasos y glicerina	Alcalino (previa acción de las sales biliares)
Lactasa	Intestino (disminuye con el crecimiento)	lactosa (leche)	Glucosa y galactosa	Ácido

Las enzimas adoptan una estructura tridimensional que permite reconocer a los materiales específicos sobre los que pueden actuar (sustratos).

XVIII.c.- Enzimas intracelulares.

Otras enzimas actúan en el interior de las células, transformando los nutrientes que les llegan a través de la sangre en otras sustancias, como el ácido oxalacético o el pirúvico, que forman parte del metabolismo celular. Las enzimas intracelulares también son los responsables de los procesos de degradación celular. En estos procesos se obtienen nutrientes elementales a partir de los materiales estructurales propios de las células cuando el aporte mediante la dieta se interrumpe (por ejemplo, durante el ayuno), o cuando la célula no puede utilizar los nutrientes de la sangre (por ejemplo, en la diabetes).

XIX.- ÁCIDOS NUCLEICOS.

Tema 1: Componentes químicos de la materia viva

XX.- ÁCIDO RIBONUCLEICO (ARN).

XXI.- ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN).

BORRADOR