

LA BASE FÍSICO-QUÍMICA DE LA VIDA: Bioelementos y biomoléculas

Bioelementos o elementos biogénicos: elementos químicos que forman parte de los seres vivos.

Clasificación

- Bioelementos primarios: C,H,O,N,P(nucleótidos, lípidos, coenzimas como NAD+, NADP+...),S (en los aminoácidos cisteína y metionina presentes en casi todas las proteínas, en vitaminas del complejo B y en la coenzima A)
 - Forman entre ellos con facilidad enlaces covalentes, compartiendo pares de electrones.
 - C,N y O pueden compartir más de un par de electrones, formando enlaces dobles o triples (gran versatilidad para el enlace químico).
 - Son los elementos más ligeros con capacidad de formar enlaces covalentes, los enlaces son muy estables.
 - Capacidad del C de formar enlaces estables C-C (largas cadenas de C), así como para unirse a otros elementos, aumentando a posibilidad de crear nuevos grupos funcionales (aldehído, cetona, alcohol, ácido, amina, etc.) que originan, compuestos orgánicos muy diversos.
 - Por la configuración tetraédrica de los enlaces de carbono, los diferentes tipos de moléculas orgánicas tienen estructuras tridimensionales diferentes.
 - Los compuestos formados por estos átomos están en estado muy reducido. Como el O es muy abundante los compuestos tienden a oxidarse para formar compuestos de baja energía (como C=2 y H2=). La energía que se desprende de estas oxidaciones es aprovechada para las funciones vitales de los organismos.
- Bioelementos secundarios: Mg (forma parte de la molécula de clorofila y en forma iónica como catalizador en muchas reacciones químicas de los organismos), Ca (CaCO₃ de estructuras esqueléticas, en forma iónica estabiliza muchas estructuras celulares como el huso mitótico, e interviene en muchos procesos como la contracción muscular, la coagulación de la sangre y la transmisión del impulso nervioso), Na, K y Cl (como iones. Intervienen en la transmisión nerviosa y el K en la apertura y cierre de los estomas).
- Oligoelementos: en proporciones inferiores al 0,1%. Su carencia como su exceso pueden producir graves trastornos. Oligoelementos esenciales 14 comunes para todos los seres vivos Fe, Mn, Cu, Zn, F, I, B, Si, V, Cr, Co, Se, Mo y Sn.

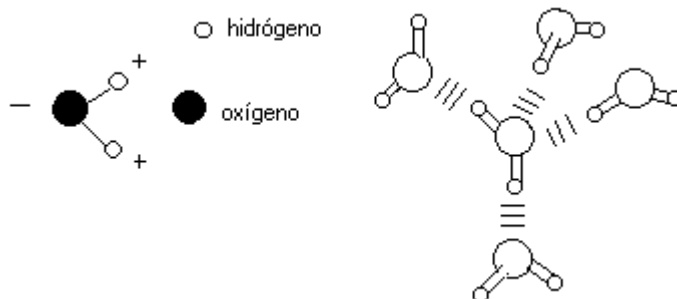
BIOMOLÉCULAS o PRINCIPIOS INMEDIATOS: moléculas de los seres vivos.

BIOMOLÉCULAS INORGÁNICAS: presentes también en la materia inerte (agua, sales minerales y gases)

• AGUA

Biomolécula más abundante de los seres vivos (50-95% de su peso). La vida comienza en el agua y evoluciona en estos mares primitivos; posteriormente los organismos que consiguen retener cierta cantidad de agua en sus estructuras internas comienzan a conquistar el medio terrestre.

Estructura del agua : Fórmula H₂O. Los átomos de hidrógeno forman un ángulo de 104,5° con respecto al oxígeno. Los pares de electrones compartidos son atraídos con más fuerza por el oxígeno que por los hidrógenos. La zona donde se sitúa el oxígeno es negativa y la de los hidrógenos positiva, presenta carácter **dipolar**. Esto implica la formación de puentes de hidrógeno entre moléculas de agua vecinas, lo que le confiere una gran cohesión (cada molécula de agua puede establecer cuatro puentes de hidrógeno con otras moléculas de agua).



Propiedades y funciones

Poder disolvente:

Los compuestos iónicos se disuelven en agua, al interponerse sus moléculas entre sus iones. Con molécula no iónicas pero con grupos polares puede formar puentes de hidrógeno, siendo, por tanto, también solubles.

Constante dieléctrica: Fuerza con la que las moléculas de un disolvente mantienen separados a los iones de carga opuesta. El agua tiene una constante dieléctrica (a 20°C) de 80; esto quiere decir que los iones de

carga opuesta se atraen 80 veces menos en el agua que fuera de ella.

Líquida a temperaturas no extremas:

Esto se debe a su gran cohesión. Esto permite servir de vehículo de transporte y de lubricante.

Incompresible:

El volumen del agua líquida no disminuye aunque se le someta a presiones altas. Esto permite que se lleven a cabo las deformaciones del citoplasma y que el agua sea el esqueleto hidrostático de las células vegetales.

Capilaridad: Uniendo la cohesión con la adhesión, el agua puede ascender a lo largo de conductos estrechos (savia bruta).

Tensión superficial alta:

Las moléculas de agua en contacto con la superficie están sometidas únicamente a la acción de las moléculas de agua por debajo de ella. Muy importante en los movimientos citoplasmáticos.

Calor específico alto:

Calor específico: Cantidad de calor necesaria para elevar 1°C un gramo de sustancia.

El agua es un buen amortiguador térmico.

Calor de vaporización elevado:

La mayor parte energía que se necesita para pasar al estado gaseoso se utiliza para romper los puentes de hidrógeno. Esta energía se toma del entorno, por lo tanto esta disminuye (sudor).

Hielo menos denso que el agua líquida:

Por debajo de 4°C las moléculas de agua se acercan tanto que pueden formar enlaces por puente de hidrógeno con cuatro moléculas de agua, a los 0°C se forma una red espacial estable que ocupa más volumen que el agua líquida, el hielo es menos denso y por tanto flota en el agua líquida. Esto permite la supervivencia de los organismos acuáticos en las zonas con temperaturas por debajo de 0°C.

• **SALES MINERALES**

Pueden encontrarse disueltas o precipitadas. Algunos iones pueden aparecer asociados a otras moléculas orgánicas (hemoglobina).

Funciones

Estructuras esqueléticas y protectoras: Carbonatos, fosfatos, sílice... se encuentran en conchas, huesos, espículas...

Funciones bioquímicas: Muchos procesos biológicos necesitan de la participación de iones.

Iones	Procesos biológicos
Ca ²⁺	Contracción muscular. Transmisión nerviosa. Coagulación de la sangre. Activador y cofactor de enzimas.
Na ⁺	Transmisión de la corriente nerviosa. Mantenimiento del equilibrio iónico y acuoso celular.
K ⁺	Contracción muscular. Transmisión de la corriente nerviosa. Regulación actividad cardiaca.
Mg ²⁺	Regulador contracción muscular. Regulador transmisión nerviosa. Activador y cofactor de enzimas.

Mantenimiento de la concentración osmótica

Ósmosis: paso de agua a través de una membrana. El agua pasa de la disolución más diluida (hipotónica o hipoosmótica) hacia la más concentrada (hipertónica o hiperosmótica), hasta igualar las concentraciones (isotónicas o isoosmóticas).

Presión osmótica: Presión que habría que aplicar para evitar el paso de agua.

Turgencia: Cuando la concentración del medio celular es mayor que en el exterior, la célula se hincha.

Plasmolisis: La concentración en el medio interno es menor que en el exterior, la célula pierde agua.

Mantenimiento del pH en estructuras y medios biológicos

Algunos iones intervienen en sistemas *amortiguadores (tampón o buffer)* para mantener constante el pH del medio. Los sistemas amortiguadores más comunes son el H₂CO₃ y

HCO₃⁻ y el sistema H₃PO₄ y PO₄³⁻.

- Tampón bicarbonato (en líquidos intercelulares) mantiene en pH en valores próximos a 7,4.

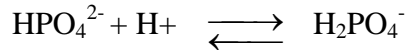


Si aumenta concentración hidrogeniones en el medio el equilibrio se desplaza a la derecha y se

elimina CO₂ al exterior del organismo.

Si, disminuye la concentración de hidrogeniones el equilibrio se desplaza a la izquierda para lo que se toma CO₂ del exterior.

- Tampón fosfato (líquidos intracelulares) mantiene el pH en valores próximos 6,8



Disoluciones: **Disoluciones moleculares** o verdaderas (partículas dispersas de tamaño inferior a 10⁻⁷cm

Disoluciones coloidales (partículas dispersa entre 10⁻⁵cm y 10⁻⁷cm), las concentradas **geles** y las diluidas **soles**.

- **Difusión:** Las sustancias disueltas se mueven en todas las direcciones tendiendo a distribuirse uniformemente.
- **Diálisis:** es la separación de dos solutos (generalmente uno coloidal y otro molecular) de una disolución a través de una membrana cuya permeabilidad solo permite el paso de las partículas más pequeñas.
- **Ósmosis:** tiende a igualarse la concentración de dos disoluciones separadas por una membrana semipermeable (paso de agua pero no de soluto)

La ósmosis puede generar una diferencia de contenido en agua a un lado y otro de la membrana, lo cual puede provocar una presión sobre la misma, **presión osmótica**.

Hipertónica, disolución más concentrada. Plasmolisis, en células vegetales si el medio es hipertónico el agua saldrá de la célula, las vacuolas y el citoplasma se contraen y la membrana plasmática se separa de la pared celular.

Hipotónica, disolución más diluida. Si el medio es hipotónico el agua tenderá a entrar en la célula, se hinchará, turgescencia (las célula animales pueden llegar a reventar).

Isotónica: las dos disoluciones misma concentración.

BIOMOLÉCULAS ORGÁNICAS

• **HIDRATOS DE CARBONO (GLÚCIDOS)**

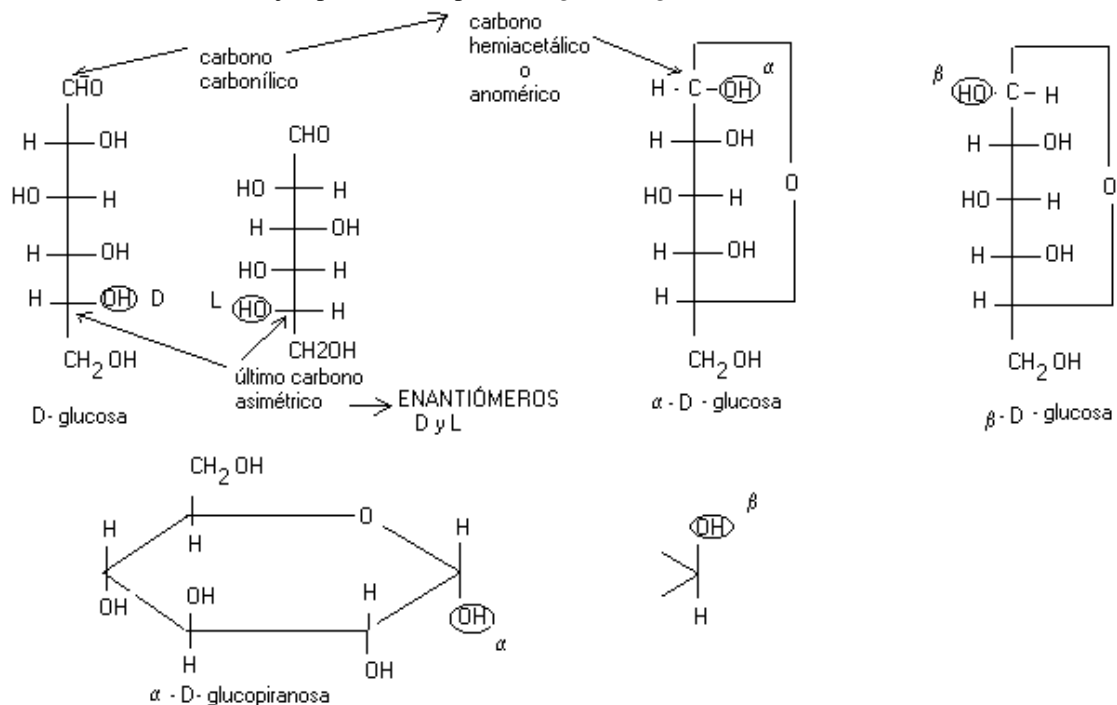
Función:

- Energética.
- Estructural.
- Reserva.
- Materia prima para formar nuevas moléculas orgánicas.

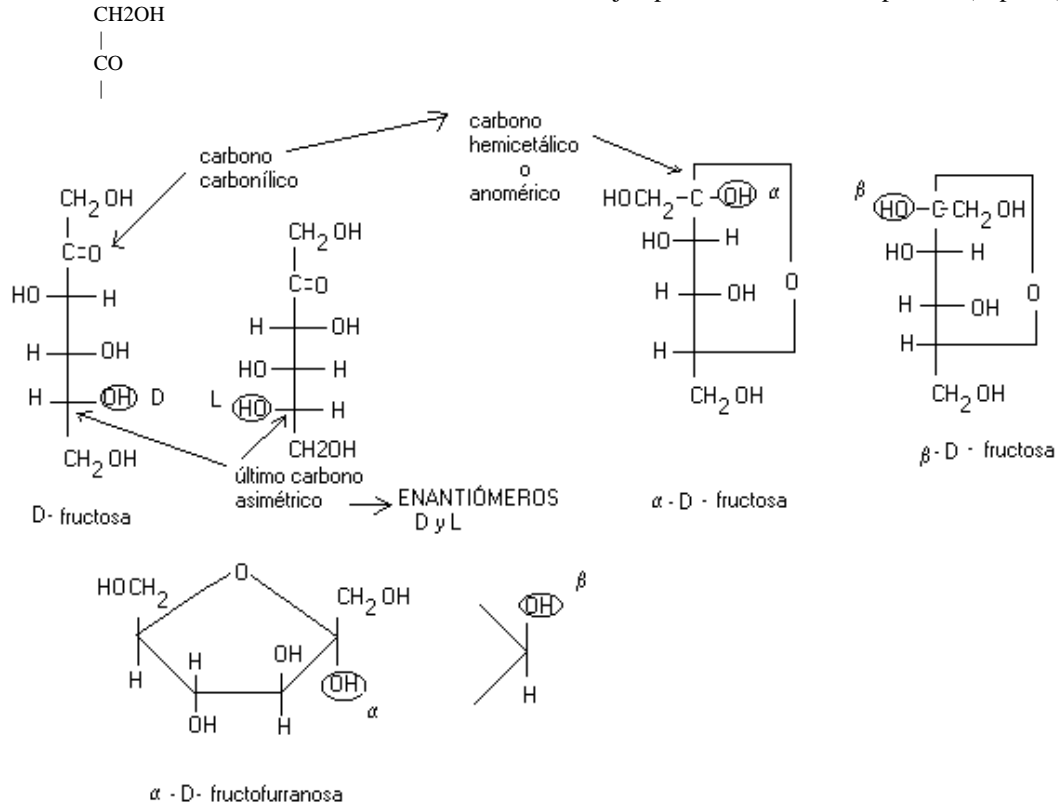
Clasificación:

□ **Monosacáridos:** De 3 a 7 átomos de carbono. Sólidos. Solubles en agua. Sabor dulce.

✓ **Aldosas** (-CHO). Enantiómeros (D y L). Anómeros (α y β), el carbono anomérico es el carbono 1. Ejemplo: *Ribosa* (pentosa), *glucosa*, *galactosa*...



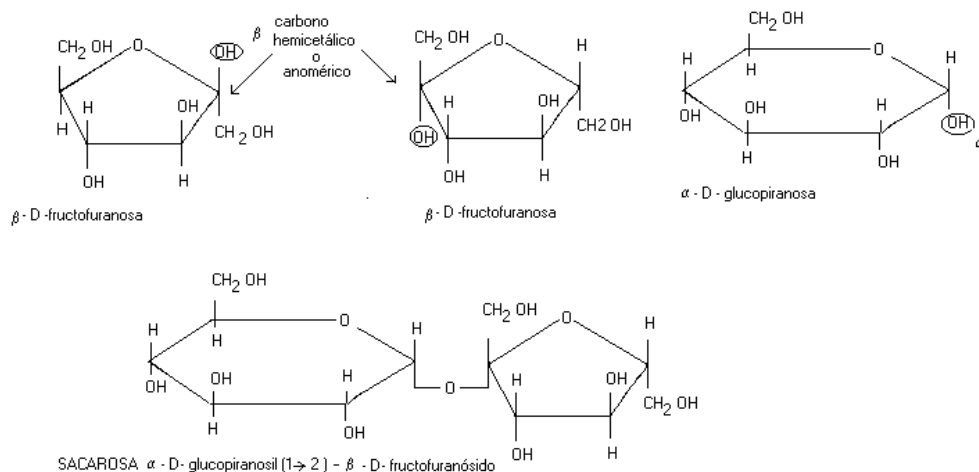
- ✓ **Cetosa:** El carbono anomérico es el carbono 2. Ejemplo: Fructosa, sedoheptulosa (heptosa).



- **Oligosacáridos:** Hasta 10 monosacáridos. Enlace glicosídico (glucosídico) es el enlace entre dos grupos hidroxilo(alcohol) en el que se pierde una molécula de agua $-\text{OH} + \text{HO}- = -\text{O}- + \text{H}_2\text{O}$.

- ✓ **Disacáridos:** Dos monosacáridos unidos por enlace glicosídico.

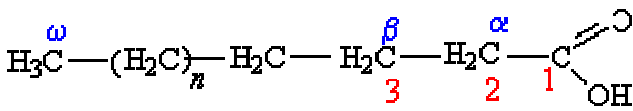
Ejemplos: *Sacarosa*, α -D-glucopiranosil (1→2) β -D-fructoranósido; *Maltosa*; *Lactosa*...
 El primer monosacárido se une al segundo por el carbono anomérico o hemicetálico(-osil); el segundo al primero por el anomérico (-ósido), en este caso se pierde el carácter reductor; o por un no anomérico (-osa).



- **Polisacáridos:** Más de 10 monosacáridos.

- ✓ **Homopolisacáridos:** Un solo tipo de monosacárido. Ejemplo: *celulosa* (estructural), *almidón* (reserva), *glucógeno* (reserva)...
- ✓ **Heteropolisacáridos:** Más de un tipo de monosacárido. Ejemplo: *ácido hialurónico* (estructural), *heparina* (anticoagulante)...

Los oligosacáridos y polisacáridos son los **HOLÓSIDOS** (dos o más monosacáridos), que junto con los **HETERÓSIDOS** (además de monosacáridos otro compuesto no glucídico) constituyen los **ÓSIDOS**.



• LÍPIDOS

Insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos.

Función:

- Energética
- Reserva energética
- Estructural (componente de membranas)
- Reguladora

Ácidos grasos

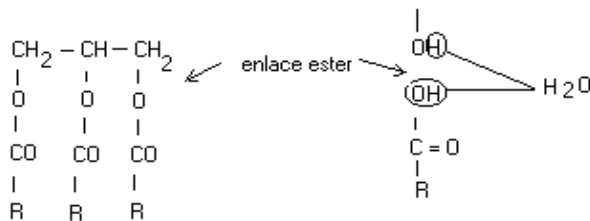
Símbolo numérico	Estructura	Nombre común
16:0	CH ₃ -(CH ₂) ₁₄ -COOH	Palmitico
16:1 (9)	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH=CH-(CH ₂) ₇ -COOH	Palmitoleico
18:0	CH ₃ -(CH ₂) ₁₆ -COOH	Esteárico
18:1 (9)	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH=CH-(CH ₂) ₇ -COOH	Oleico
18:2 (9,12)	CH ₃ -(CH ₂) ₃ -(CH ₂ -CH=CH) ₂ -(CH ₂) ₇ -COOH	Linoleico
19:3 (9, 12, 15)	CH ₃ -(CH ₂ -CH=CH) ₃ -(CH ₂) ₇ -COOH	Linolénico
20:4 (5,8,11, 14)	CH ₃ -(CH ₂ -CH=CH) ₄ -(CH ₂) ₃ -COOH	Araquidónico

Clasificación:

□ **Saponificables:** Presentan ácidos grasos en su composición.

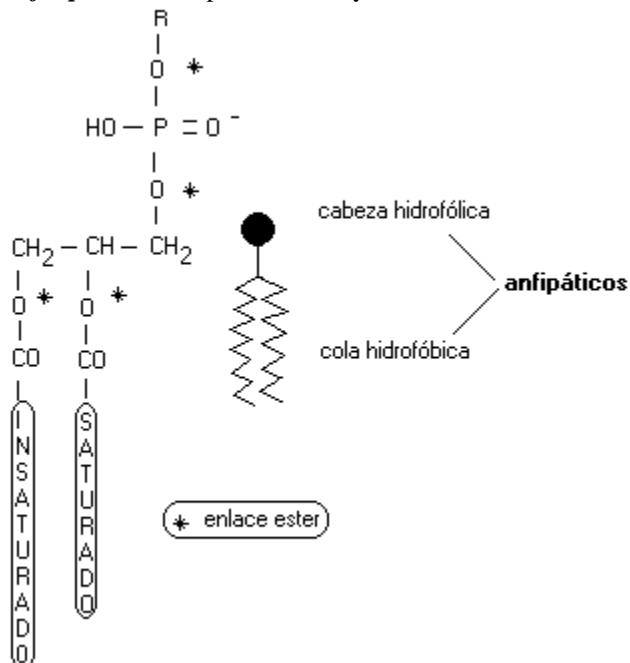
Saponificación: ácido + Na(OH) → sal del ácido (**jabón**) + agua.

Triacilglicéridos: Grasas neutras. Reserva y estructural.



Ceras: Estructural.

Fosfolípidos: Principales constituyentes de las membranas celulares.



Ácido fosfatídico (glicerol, dos ácidos grasos y ácido fosfórico)

Esfingolípidos: Presentan esfingosina (aminoalcohol de cadena larga) en lugar de glicerina. Membranas celulares.

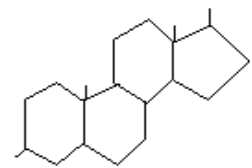
Glucolípidos: El segundo alcohol es un monosacárido (o un oligosacárido). Membranas celulares.

□ **Insaponificables:** No presentan ácidos grasos.

Esteroides: Derivados del ciclopentanoperhidrofenantreno.

Ejemplos: *colecsterol* (membranas celulares), *ácidos biliares* (emulsionar las grasas), *hormonas sexuales*, vitamina D3, *hormonas adrenocorticales*...

ciclopentanoperhidrofenantreno



Isoprenoides (terpenos): Constituidos por unidades de isopreno (2, metil-1,3 butadieno). Ejemplos: *Fitol*, *xantofilas*, *carotenos*...

Monoterpenos (mentol, alcanfor)

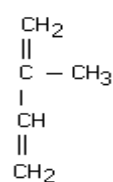
Diterpenos (fitol)

Triterpenos(escualeno, precursor del colecsterol)

Tetraterpenos (carotenoides)

Politerpenos (caucho)

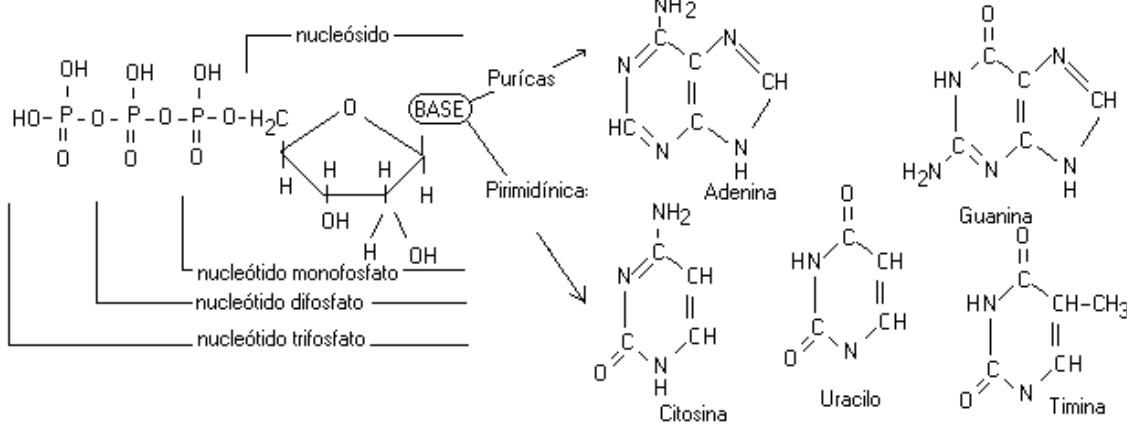
isopreno



Prostaglandinas en la mayor parte de los tejidos animales. Se forman por ciclación de ácidos grasos poliinsaturados (como el ácido araquidónico).

Estimulan la agragación de plaquetas, activan la respuesta inflamatoria, contracción del músculo uterino, producción de mucus en el estómago.

Nucleótido: Molécula constituida por un nucleósido (azúcar unida a una base nitrogenada) unido a uno, dos o tres moléculas de ácido fosfórico (nucleótido monofosfato, difosfato o trifosfato).

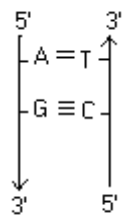


Funciones:

- Suministran o reservan energía para las reacciones que tienen lugar en las células (mono, di y trifosfatos, sobre todo los de adenina).
- Coenzimática: FAD, NAD, NADP...
- Mediadores en procesos hormonales (AMPc).

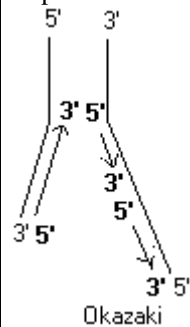
Ácidos nucleicos

□ **ADN:** Watson - Crick (1953)



Chargaff: $A+G=T+C$

Duplicación:



1953 Watson y Crick:

- Dos cadenas de polinucleótidos arrolladas originando una doble hélice. Arrollamiento dextrógiro y plectonémico, las dos cadenas pueden separarse sin desarrollarse.
- Las dos cadenas antiparalelas.
- Las bases nitrogenadas tienen los planos de sus anillos colocados perpendicularmente al eje de la hélice.
- La unión de las bases nitrogenadas de una cadena a las de la cadena opuesta se realiza mediante enlaces de hidrógeno.
- La longitud de la molécula varía de unas especies a otras.

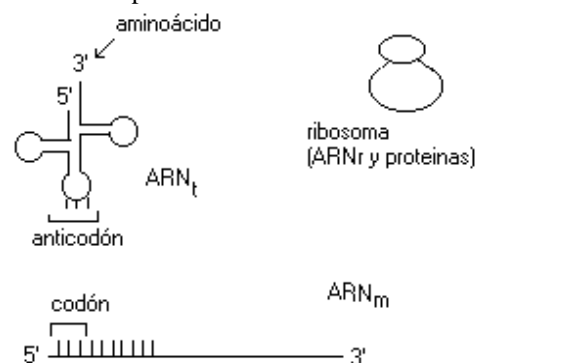
□ **ARN:**

ARN_m (mensajero): Se sintetiza a partir del ADN. Tres bases nitrogenadas (tres nucleótidos) un **codón** que es el código de un aminoácido. Hay 64 codones distintos, es lo que se llama el código genético.

ARN_t (de transferencia): Anticodón complementario del codón, si el codón es AUG, el anticodón es UAC. Este ARN transporta al aminoácido hasta el ribosoma para que se una mediante enlace peptídico al siguiente aminoácido.

ARN_r (ribosómico): Se encuentra, junto con proteínas, formando el ribosoma (donde se unen los aminoácidos).

La síntesis de ARN a partir de ADN se llama **transcripción** y la unión de aminoácidos para formar una proteína **traducción**.



Cromatina formada básicamente por ADN y proteínas (histonas y no histonas)

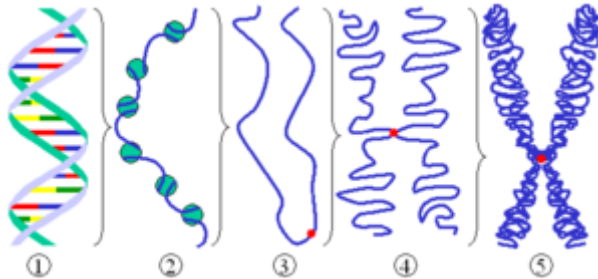
Histonas: proteínas de baja masa molecular y muy básicas (más del 20% de los aminoácidos son lisina y arginina (-NH₃ neutraliza la acidez del ADN)

Las **histonas** resuelven también el problema del empaquetamiento:

- Se disponen en paquetes de ocho moléculas (**octámeros de histonas**)
- El filamento de ADN envuelve los octámeros de histonas con un número fijo de nucleótidos (146 pares) en torno a cada octámero.
- La unidad formada por un octámero de histonas y el filamento de ADN que lo envuelve recibe el nombre de **nucleosoma** y constituye la unidad estructural de la cromatina.
- Entre cada dos nucleosomas hay un fragmento de filamento de ADN (ADN espaciador)
- Una molécula de otro tipo de histona se fija al ADN espaciador y a la parte externa del ADN de los nucleosomas, neutraliza más la acidez.
- Forma un filamento de aspecto de rosario o de **collar de perlas** de unos **11 nm de grosor**. Solo se observa este filamento en condiciones especiales de observación.
- En condiciones próximas a las naturales se descubre un filamento de **30 nm** (una fibra de cromatina de 11nm que se arrolla sobre si misma en forma de muelle o **solenoides**).
- La fibra de 30 nm sufre nuevos plegamientos y arrollamientos para constituir la forma de los cromosomas.

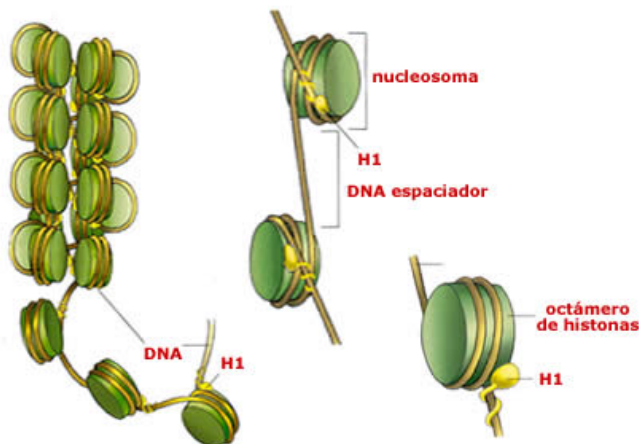
Las proteínas **no histonas**:

- Algunas tienen función estructural, como la fijación de la fibra cromatínica de 30 nm o de la forma de los cromosomas.
- Otras funciones relacionadas con la actividad del ADN (replicación y transcripción).



Diferentes niveles de condensación de ADN. (1) Hebra simple de ADN. (2) Hebra de cromatina (ADN con histonas, "cuenta de collar"). (3) Cromatina durante la interfase con centrómero. (4) Cromatina condensada durante la profase (Dos copias de ADN están presentes). (5) Cromosoma durante la metafase.

estructura de histonas



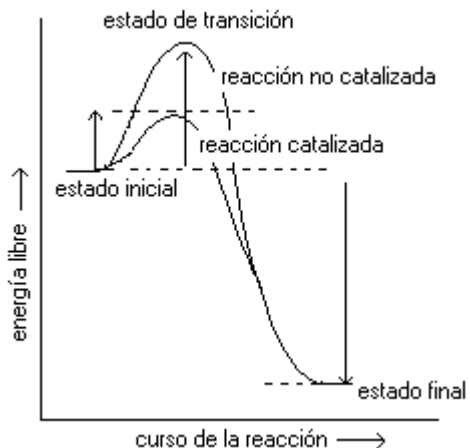
ENZIMAS o CATALIZADORES BIOLÓGICOS

Proteínas cuya función es catalizar reacciones químicas en los seres vivos. Son proteínas globulares, solubles en agua y difunden en los líquidos orgánicos.

Clasificación según su composición:

- ❑ Enzimas formadas exclusivamente por proteínas. Ejemplo: insulina.
- ❑ **Holoenzimas:** formadas por proteína (**apoenzima**) y otro compuesto no proteico, **cofactor**. El cofactor puede ser un elemento metálico o un compuesto orgánico (**grupo prostético** – enlaces covalentes – o **coenzima** – no covalentes –). Ejemplo: hemoglobina.

MECANISMO DE LA ACCIÓN ENZIMÁTICA



Energía libre de activación: Cantidad de energía necesaria para llevar todas las moléculas de un mol de una sustancia al estado de transición. Las enzimas disminuyen la energía de activación; actúan formando compuestos intermedios con los sustratos y se obtiene rápidamente el producto recuperándose intacta la enzima.
 $E + S \leftrightarrow ES \rightarrow P + E$

Centro activo: zona de la enzima (generalmente hidrófoba) donde se le une el sustrato. Éste presenta algún grupo funcional que le permita unirse al enzima. La mayoría de las enzimas presentan una alta especificidad por el sustrato.

Especificidad:

De acción, intervienen en una única reacción.

De sustrato, sobre una sustancia determinada (absoluta), sobre un grupo de enlaces (de grupo) y sobre uno de dos isómeros ópticos (estereoquímica).

Complejo enzima – sustrato: Los aminoácidos que forman la proteína desempeñan diversas funciones: Aminoácidos catalíticos, son los que constituyen el centro activo del enzima. Aminoácidos de unión, facilitan la unión del complejo enzima- sustrato. Aminoácidos para mantener la estructura tridimensional de la enzima.

CINÉTICA ENZIMÁTICA

El aumento de la concentración de sustrato aumenta la velocidad de reacción (manteniendo constante la concentración del enzima). Este aumento continua hasta llegar a una determinada velocidad (V_{max}).

Ecuación de Michaelis y Menten:

$$V = \frac{[S]}{K_m + [S]}$$

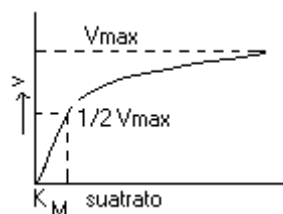
V = Velocidad de reacción

V_{max} = Velocidad máxima

K_m = Constante de Mikaelis - Menten (concentración del sustrato a la que un enzima alcanza la mitad de su V_{max})

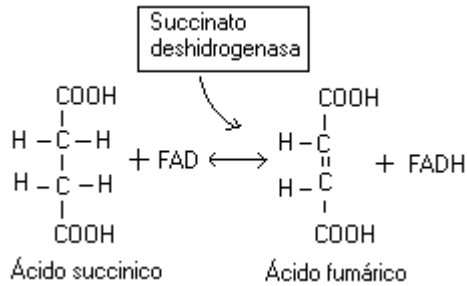
Cuanto menor K_m mayor afinidad del enzima por el sustrato y por tanto formación rápida del producto final.

$$K_m = \frac{[E] \times [S]}{[ES]}$$

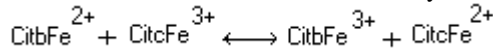


NOMENCLATURA Y CLASIFICACIÓN

- **CLASE I: Óxido- reductasas**, intervienen en reacciones de oxidación reducción.
 - ✓ **Deshidrogenasas**: Separan hidrógenos del sustrato, utilizan como aceptores de los hidrógenos NAD, NADP, FAD...



- ✓ **Oxidasa**s: toman electrones del sustrato y los ceden al oxígeno.

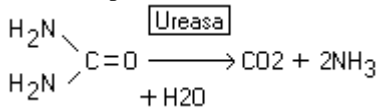


- **CLASE II: Transferasas**, transfieren grupos funcionales o radicales distintos del hidrógeno de un sustrato a otro.

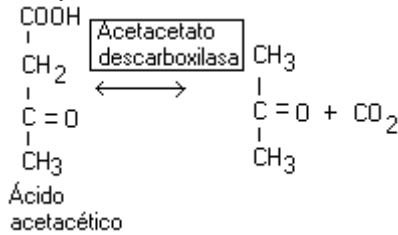
Glucoquinasa



- **CLASE III: Hidrolasas**, catalizan reacciones de hidrólisis (introducen grupos -OH y H).
Esterasas, protidasas, anhidrasas...



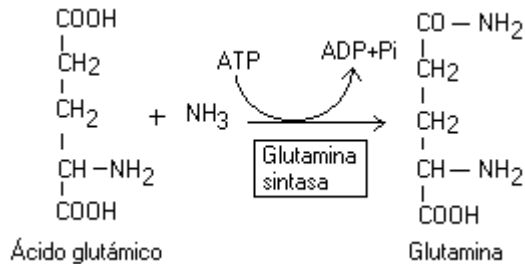
- **CLASE IV: Liasas**, rotura o soldadura de sustratos, sin intervenir el agua. Actúan sobre C-C, C-O y C-N.



- **CLASE V: Isomerasas**, reacciones de isomerización.



- **CLASE VI: Ligasas**, (sintasas), formación de enlaces, por hidrólisis de ATP.



FACTORES QUE AFECTAN A LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

- Influencia del **pH**: Al cambiar la estructura tridimensional del enzima, como consecuencia de variaciones del pH, puede variar su actividad. La actuación del enzima se produce entre un valor de pH óptimo y uno mínimo.
- Influencia de la **temperatura**: Cada diez grados de aumento de temperatura se produce un aumento de velocidad de reacción de dos a cuatro veces. Cada enzima posee una temperatura óptima de funcionamiento.

INHIBICIÓN ENZIMÁTICA

Es la pérdida de la actividad de la enzima por la acción de iones o moléculas específicas (inhibidores).

- **Irreversible**: El inhibidor se une a la enzima fuertemente y se desliga muy difícilmente. Por ejemplo compuestos organofosforados.
- **Reversible**: El inhibidor se disocia fácilmente de su unión con la enzima.
 - **Competitiva**, el inhibidor se une al enzima (EI), pero no cuando el sustrato (S) se ha unido al enzima (ES). Estos inhibidores son estructuralmente semejantes al sustrato. Disminuye la velocidad de la reacción, al reducir las moléculas de sustrato que se pueden unir a la enzima. Un aumento en la concentración del sustrato determina un aumento de la velocidad de reacción.
 - **No competitiva**, pueden unirse simultáneamente inhibidor y sustrato al enzima. El aumento de la concentración de sustrato no cambia la velocidad de reacción.

PROENZIMAS (ZIMÓGENOS)

Se sintetizan en forma inactiva y por la acción de otras enzimas o iones se transforma en su forma activa. Ejemplo: Tripsinógeno forma inactiva y tripsina forma activa.

ENZIMAS ALOSTÉRICAS

Enzimas que cambian su conformación como resultado de la unión de ligandos (inhibidor alostérico o activador alostérico) en diferentes localizaciones. Forma T o tensa, presenta baja afinidad por el sustrato y forma R o relajada, alta afinidad por el sustrato.

ISOENZIMAS

Enzimas con formas moleculares distintas pero con función biológica semejante.

VITAMINAS

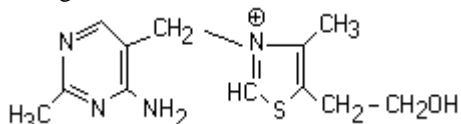
Funk (1912) una sustancia en el salvado de arroz cuya deficiencia provoca el beri-beri (polineuritis) y que químicamente era una amina (vit-amina)

Moléculas orgánicas imprescindibles para el desarrollo normal del individuo y que no se pueden sintetizar, por lo tanto tienen que estar presentes en la dieta. La mayoría tienen función de coenzimas. El déficit de vitaminas se llama hipovitaminosis, su carencia **avitaminosis** y el exceso hipervitaminosis (por mala dosificación terapéutica, no por alimentación y solo en algunas vitaminas liposolubles)

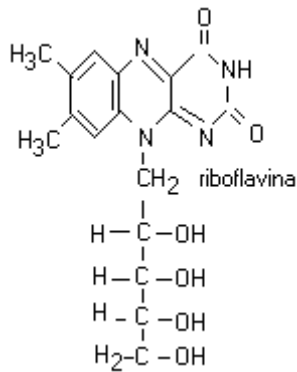
CLASIFICACIÓN

Vitaminas hidrosolubles: polares, solubles en agua.

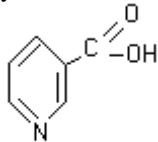
B₁ (Tiamina): Indispensable para la mayoría de los vertebrados. Función coenzimática, participa en reacciones de descarboxilación de α -cetoácidos y de separación y transferencia de grupos aldehídos (aldehidotransferasas). La coenzima de la **piruvato descarboxilasa** cataliza el paso de ácido pirúvico a ácido acético en la respiración aeróbica. En la especie humana su deficiencia ocasiona el beri-beri (náusea, agotamiento, parálisis...). Se encuentra en el hígado, leche, pan, judías, cereales, cerdo, germen de trigo....



B₂ (Riboflavina): Forma parte en las estructuras de los nucleótidos de flavina, **FAD** y **FMN** (reacciones de oxido-reducción). Su deficiencia provoca graves problemas dérmicos (*Pellagra sine pellagra* y afecciones de los labios, queilosis), sensibilidad a la luz...Se encuentra en carne roja, pescado, aves, espinacas, cereales, guisantes; la leche es el único alimento que contiene riboflavina libre.

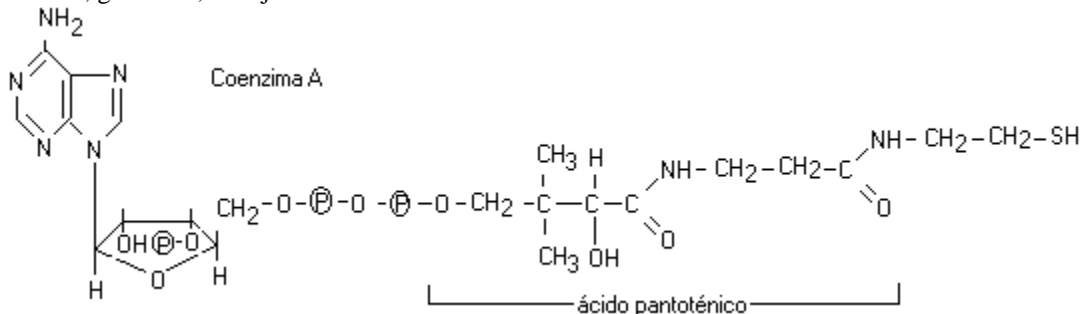


B₃ (ácido nicotínico): En los mamíferos se forma a partir del triptófano. Forma parte de los piridinnucleótidos, transportadores de hidrógenos (**NAD, NADP**). La carencia produce **pelagra**, diarreas, delirio. La pelagra puede curarse administrando triptófano, por lo tanto la vitamina puede sintetizarse en el organismo. Se encuentra en hígado, riñones, bonito, pollo, cacahuete... La pelagra suele ser endémica en las regiones con consumo casi exclusivo de maíz (el maíz contiene un factor que impide su biosíntesis y además el maíz contiene muy poco triptófano).

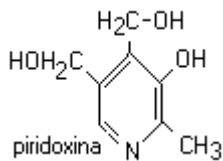


ácido nicotínico

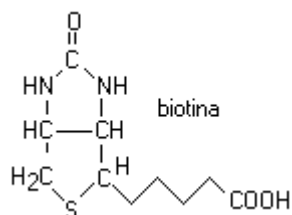
B₅ (Ácido pantoténico): Un dipéptido. Componente de la **coenzima A** (transportador de grupos acilo). En el hombre no se conoce una avitaminosis propiamente dicho. Se encuentra en yema de huevo, hígado, riñones, guisantes, lentejas...



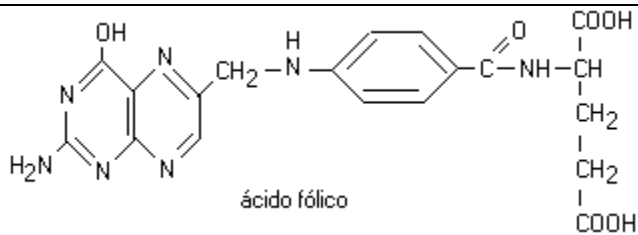
B₆ (Piridoxina): Forma parte de un coenzima muy importante en el metabolismo de los aminoácidos (transferencia de grupos amino). Interviene en el metabolismo de la hemoglobina. Su carencia provoca anemia, dermatitis, alteraciones nerviosas... Se encuentra en hígado, riñones, nuez, salmón...



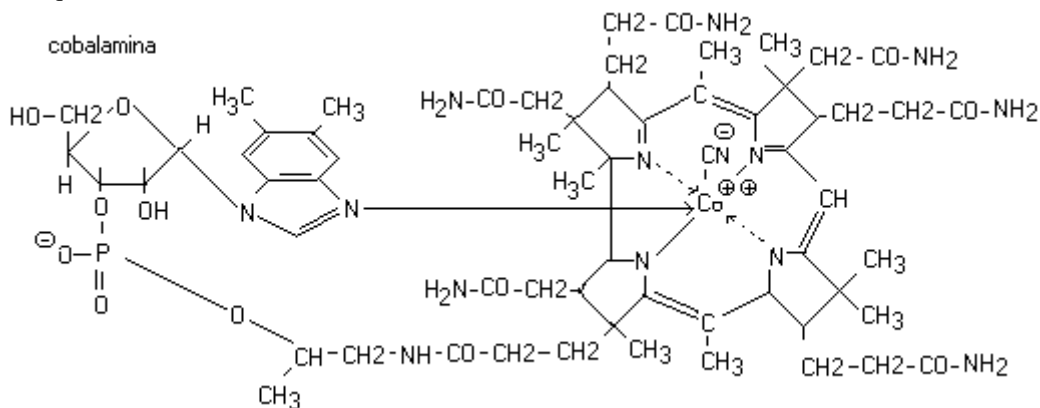
B₈ vitamina H (Biotina): Dos anillos cíclicos pentagonales. Se descubrió como una sustancia de crecimiento en levaduras. Interviene, junto con el ácido pantoténico en el metabolismo de glúcidos y lípidos y como coenzima interviene en reacciones de carboxilación (transportador intermediario de las moléculas de CO₂). S encuentra en hígado, riñones, yema de huevo, soja, almendra...



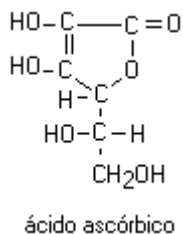
B₉ (Ácido fólico): Es un factor de crecimiento indispensable en microorganismos. Es esencial para la formación de células de reproducción rápida. En el hombre se manifiesta su carencia en el hemograma (anemia, trombocitopenia)



B₁₂ (Cobalamina): Anillo porfirínico con un átomo de cobalto en el centro. Es la de fórmula más complicada de todas las vitaminas. Es una vitamina casi exclusivamente animal (se encuentra también en levaduras y algunas algas). Interviene en el metabolismo de proteínas y de ácidos nucleicos, en la formación de glóbulos rojos y como coenzima transporta grupos alquilo (radicales derivados de los hidrocarburos saturados). Pequeñas cantidades curan la anemia perniciosa en el hombre (disminución del número de eritrocitos). Esta anemia no se debe a una carencia de vitamina sino a que no se absorbe por la carencia de una mucoproteína que está en la mucosa del estómago. Se encuentra en hígado, riñones, arenque, sardina, huevos...

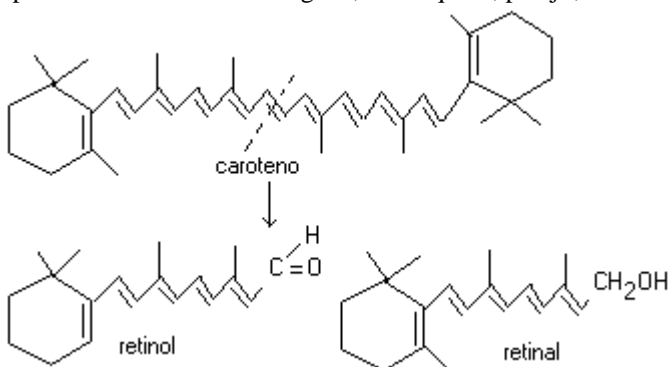


Vitamina C (Ácido ascórbico): Es una lactosa que por oxidación forma el ácido deshidroascórbico. Interviene en la síntesis del colágeno. El nombre de ácido ascórbico hace referencia al escorbuto (lesiones capilares, hemorragias, inflamación de las encías...), enfermedad muy conocida por los marinos antiguos que no aparecía si se consumían cítricos. La deficiencia provoca debilidad general, pérdida de apetito, inclinación a padecer procesos infecciosos... Se encuentra en naranja, limón, espinaca, coliflor...

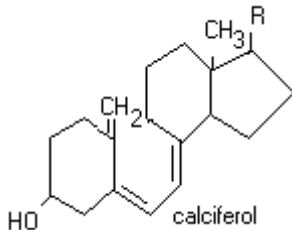


Vitaminas liposolubles: apolares, insolubles en agua.

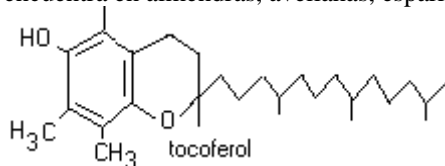
A (Retinol): Lípido isoprenoide. Se encuentra en dos formas: A₁(retinol) y A₂ (retinal). En el hombre se conocen algunas enfermedades carenciales como la ceguera nocturna (primer síntoma de avitaminosis), cornificación del epitelio del ojo (xeroftalmía) si la carencia continua. Mantiene en buen estado los epitelios. Se encuentra en hígado, manteca, perejil, zanahoria, espinacas, acelgas...



D (calciferol): Relacionada con esteroides. Las más conocidas son la D2 o calciferol (se obtiene a partir del ergosterol, de origen vegetal, por acción de los rayos ultravioleta) y la D3 o colecalciferol (a partir de un esteroide segregado por las células epidérmicas y tras la acción de los rayos solares). Estimula la absorción de los iones Ca^{2+} por el tubo digestivo. La carencia provoca raquitismo en los niños y osteomalacia (reblandecimiento de los huesos) en adultos. La hipervitaminosis moviliza el calcio de los huesos (semejante a la parathormona). Se encuentra en anguila, salmón yema de huevo, hígado, mantequilla...



E (tocoferol): Un anillo aromático sustituido por una larga cadena isoprenoide lateral. Interviene en el metabolismo de los lípidos, protege los componentes lipídicos de las membranas celulares. En ratas produce atrofia de los testículos y distrofia muscular. Su deficiencia produce trastornos digestivos. Se encuentra en almendras, avellanas, espárragos, espinacas, mantequilla...



K (Fitomenadiona): Es una naftoquinona con cadena lateral isoprenoide. Es sintetizada por la flora bacteriana. Se conoce también como antihemorrágica por intervenir en la síntesis de protrombina. Favorece la absorción de lípidos por el intestino. Se encuentra en coliflor, coles de bruselas, guisantes, patatas, huevos...

