

2. LOS BIOELEMENTOS, EL AGUA Y LAS SALES MINERALES

1. ENLACE QUÍMICO EN LA MATERIA VIVA

1. Enlace iónico

Uno de los átomos capta electrones del otro. Átomos de electronegatividad muy diferente.

2. Enlace covalente

Dos átomos comparten electrones. Los dos tienen electronegatividad alta y similar. Es un enlace muy fuerte. Se llama apolar si los dos átomos tienen electronegatividad similar, y polar si un átomo atrae más hacia sí el par de electrones, formándose dipolos moleculares.

3. Los enlaces intermoleculares

Son enlaces entre moléculas.

a) **Enlace de hidrógeno.** En las moléculas dipolares de los hidruros el átomo de hidrógeno se aproxima al otro tipo de átomo de otra molécula, estableciéndose fuerzas débiles de atracción llamadas puentes de hidrógeno.

b) **Enlace por fuerzas de Van der Waals.** También en las moléculas apolares aparecen atracciones debido a que aparecen dipolos instantáneos debido a la cambiante distribución electrónica.

2. LOS BIOELEMENTOS

Elementos que se encuentran en la materia viva

* **Bioelementos primarios.** Son indispensables para la formación de biomoléculas orgánicas. Estos son C, H, O, N, P, S.

* **Bioelementos secundarios.** Son los restantes. Hay dos tipos. Los indispensables no pueden faltar para la vida de la célula; son Na, K, Mg, Fe, Cl, etc. Los variables pueden faltar en algunos organismos; son Br, Zn, Pb, etc.

Los que se encuentran en proporciones menores al 0,1 % se llaman **oligoelementos** (Fe) y el resto bioelementos plásticos.

1. Los bioelementos primarios

* Los altos porcentajes de H y O en la biosfera se deben a que la materia viva está constituida por agua. Esto se relaciona con que la vida se originó en el medio acuático.

* Los porcentajes del resto de los bioelementos primarios de la biosfera son muy diferentes a los encontrados en litosfera, atmósfera e hidrosfera, por lo que no se puede deducir que la materia viva se haya formado a partir de los elementos más abundantes, sino de los que tienen unas propiedades capaces de constituirlos :

- Masa atómica pequeña que favorece enlaces covalentes estables.

- El N y O son muy electronegativos y dan lugar a moléculas dipolares, que se pueden disolver en agua y pueden reaccionar entre sí.

El resto de las propiedades no son comunes :

a) Carbono. Puede formar cuatro enlaces covalentes que le permiten constituir largas cadenas de átomos. Gracias a que los enlaces pueden ser simples, dobles o triples, y a los diferentes radicales, es posible un gran número de moléculas diferentes.

Los cuatro enlaces covalentes están dirigidos en el espacio hacia los cuatro vértices de un tetraedro imaginario. Esto permite la formación de estructuras tridimensionales.

Las grandes moléculas que forma permiten que una sola pueda contener la información necesaria sobre como producir el resto de moléculas del organismo.

¿Por qué el carbono y no el silicio ?

Los enlaces C - C, C = O, y C - N son suficientemente fuertes y estables, y, a la vez, susceptibles de romperse sin excesiva dificultad. Esto permite al ser vivo obtener energía y almacenarla. En cambio las cadenas de silicio son inestables, y las de silicio y oxígeno (siliconas) casi inalterables.

El CO₂ es gaseoso y soluble en agua, por lo que puede circular a través de los seres vivos. Por el contrario, el SiO₂ (sílice) es sólido e insoluble en agua.

b) Hidrógeno. Resulta indispensable para formar materia orgánica. Carbono e hidrógeno forman hidrocarburos.

El único electrón que posee le permite formar un enlace con cualquiera de los otros bioelementos primarios. Las moléculas formadas sólo por carbono e hidrógeno son covalentes apolares (insolubles en agua). Si algunos hidrógenos son sustituidos por grupos covalentes polares, la molécula orgánica puede llegar a ser soluble en agua.

c) Oxígeno. Es el bioelemento primario más electronegativo, lo que lo hace idóneo para quitar electrones (oxidar).

d) Nitrógeno. Forma compuestos tanto con el hidrógeno como con el oxígeno lo que permite la liberación de energía al pasar de una forma a otra. Forma aminoácidos y bases nitrogenadas. Prácticamente todo el nitrógeno es incorporado al mundo vivo por algas y plantas que lo absorben en forma de ion nitrato.

e) Azufre. Se encuentra como radical sulfhidrilo en aminoácidos.

Los puentes disulfuro (- S - S -) mantienen la estructura de las proteínas.

f) Fósforo. Establece enlaces ricos en energía e interviene en la constitución de los ácidos nucleicos.

2. Los bioelementos secundarios

Abundantes : Na, K, Mg y Ca.

Los iones Na⁺, K⁺ y Cl⁻. Intervienen en el mantenimiento del grado de salinidad. El Na⁺ y K⁺ son fundamentales en la transmisión del impulso nervioso. El **calcio** en forma de carbonato forma caparazones y esqueletos, y como ion actúa en la contracción muscular. El **magnesio** es un componente de la clorofila.

Oligoelementos : Fe, Zn, Cu, Co, Mn, Li, Si, I y F.

Oligoelemento	Es necesario para...
Hierro	Hemoglobina
Cinc	Hormona insulina
Cobre	Hemocianina
Cobalto	Vitamina B ₁₂
Manganeso	Procesos fotosintéticos
Litio	Neurotransmisores
Silicio	Caparazones de diatomeas y rigidez de gramíneas

Yodo	Hormona tiroidea
Flúor	Esmalte dientes y huesos

3. LOS PRINCIPIOS INMEDIATOS O BIOMOLÉCULAS

Son las moléculas que se obtienen en un análisis físico de la materia viva sin que se alteren las sustancias, mediante evaporación, filtración, destilación, diálisis, cristalización, electroforesis o centrifugación.

Simples	oxígeno molecular (O_2) y nitrógeno molecular (N_2)	
Compuestos	Inorgánicos	agua, dióxido de carbono y sales minerales
	Orgánicos	glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos

Pueden tener función estructural (proteínas, sales minerales), energética (grasas) y biocatalizadora (proteínas enzimáticas).

El O_2 , CO_2 y N_2 son gaseosos. El O_2 es necesario para la respiración aeróbica, el CO_2 es un producto de excreción y el N_2 es un gas inerte (no da reacciones químicas).

4. EL AGUA

Es la sustancia más abundante en la materia viva (humanos \rightarrow 63% del peso). Existe una relación directa entre el contenido en agua y la actividad fisiológica de un organismo. En la materia viva se encuentra en tres formas :

- **Agua circulante** : sangre, savia...
- **Agua intersticial** : entre las células.
- **Agua intracelular** : en el citosol e interior de orgánulos.

Los organismos pueden conseguir el agua directamente a partir del agua exterior o a partir de otras biomoléculas mediante reacciones químicas (agua metabólica).

Los puentes de hidrógeno forman grupos de 3, 4 y hasta 9 moléculas de agua. Con ello se alcanzan pesos moleculares elevados y el agua se comporta como un líquido. Estas agrupaciones duran fracciones de segundo. Estos polímeros de agua coexisten con moléculas aisladas.

Características del agua

a) Elevada fuerza de cohesión, debida a los puentes de hidrógeno ; lo que explica que sea casi incompresible (idónea para dar volumen a las células y provocar turgencia a las plantas), tenga elevada tensión superficial (la superficie opone una gran resistencia a romperse) y la capilaridad (adhesión de las moléculas de agua a las paredes de los conductos y entre sí).

b) Elevado calor específico. Hace falta mucho calor para elevar su temperatura, lo que la convierte en un estabilizador térmico del organismo frente a los cambios bruscos de temperatura del ambiente.

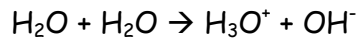
c) Elevado calor de vaporización. Para pasar de líquido a gas hay que romper todos los puentes de hidrógeno.

d) Mayor densidad en estado líquido que en estado sólido, lo que explica que el hielo flote y forme una capa superficial en charcos, ríos, etc. que permita la vida bajo ella. Si el hielo fuera más denso, acabaría helándose toda el agua.

e) Elevada constante dieléctrica. Al ser dipolar, el agua es un gran disolvente de compuestos iónicos (Ej. : sales) y covalentes polares (Ej. : glúcidos). Solvatación iónica : Las moléculas de agua se disponen alrededor de los grupos polares llegando a desdoblarlos en aniones y cationes.

Esto explica que el agua sea el vehículo de transporte y el medio donde se realizan todas las reacciones.

f) Bajo grado de ionización. En el agua hay muy pocas moléculas ionizadas (iones hidronio e hidroxilo). Dado esto bajos niveles, si al agua se le añade un ácido (H_3O^+) o una base (OH^-), aunque sea poca cantidad, estos niveles varían bruscamente.



Funciones del agua en los seres vivos

- Función disolvente**
- Función bioquímica.** El agua interviene en muchas reacciones químicas.
- Función de transporte**
- Función estructural.** Da volumen y forma a las células.
- Función mecánica amortiguadora** (líquido sinovial).
- Función termorreguladora.** Debida a su elevado calor específico y de vaporización.

5. LAS SALES MINERALES

Se pueden encontrar en tres formas :

a) Sustancias minerales precipitadas. Estructuras sólidas insolubles con función esquelética. Ej. : carbonato cálcico \rightarrow conchas, fosfato cálcico \rightarrow huesos, cuarzo \rightarrow exoesqueletos.

b) Sales minerales disueltas. Dan lugar a cationes (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+}) y aniones (Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- y NO_3^-).

Efecto tampón : Los líquidos biológicos, a pesar de ser casi todo agua, no varían apenas su pH por la adición de ácidos o bases. Ello se debe a que contienen sales minerales que pueden ionizarse para dar lugar a H_3O^+ o a OH^- que contrarreste el efecto de los ácidos o bases añadidos. A estas disoluciones se las llama disoluciones tampón o amortiguadoras.

Cada ion desempeña funciones distintas y, a veces, antagónicas. Ej. : el K^+ aumenta la turgencia de la célula y el Ca^{2+} la disminuye. Son iones antagónicos.

c) Sustancias minerales asociadas. Se asocian a moléculas orgánicas tales como proteínas (fosfoproteínas), lípidos (fosfolípidos) y glúcidos (agar - agar).

Funciones de las sales minerales :

- Formar estructuras esqueléticas.
- Estabilizar dispersiones coloidales.
- Mantener un grado de salinidad en el medio interno.
- Constituir soluciones amortiguadoras de pH.
- Acciones específicas. Ej. : el ion ferroso es necesario para sintetizar la hemoglobina, el yodo para la tiroidea...

6. LAS DISOLUCIONES Y LAS DISPERSIONES COLOIDALES

Estado líquido en los seres vivos :

Solutos : dispersiones de muchos tipos de moléculas dispersas.

Disolvente : un solo tipo de fase dispersante : el agua.

Los solutos pueden ser de bajo peso molecular (cristaloides) o de alto (coloides).

Las dispersiones de solutos de bajo peso molecular se llaman verdaderas y las de alto, coloidales.

1. Propiedades de las disoluciones verdaderas

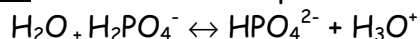
a) Difusión : repartición homogénea de las partículas de un fluido en el seno de otro, al ponerlos en contacto. Se debe al continuo movimiento de las partículas. Ej. : alveolos.

b) Ósmosis : paso del disolvente entre dos soluciones de diferente concentración a través de una membrana semipermeable que impide el paso de las moléculas de soluto.

La membrana citoplasmática es semipermeable y da lugar a diferentes respuestas frente a la presión osmótica del medio externo. Si éste es isotónico (misma concentración) respecto al medio interno celular, la célula no se deforma. Si es hipotónico (menos concentrado) la célula se hincha por ingreso de agua en su interior (turgencia). Si es hipertónico (más concentrado) la célula pierde agua y se arruga, acabando con la rotura de la membrana (plasmólisis).

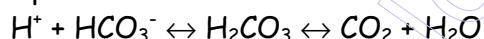
c) Estabilidad del grado de acidez o pH : el pH es el logaritmo decimal cambiado de signo de la concentración de iones hidronio. Valores : 0-7 disolución ácida, 7 neutra y 7-14 básica.

Las sales minerales disueltas mantienen constante el pH del medio interno de los seres vivos (disoluciones tampón). Un ejemplo es el sistema tampón fosfato :



Si en la célula aumentara la acidez (H_3O^+), la reacción se desplazaría a la izquierda ; y si disminuyera, hacia la derecha. Así se amortiguarían las variaciones.

Otro ejemplo es el sistema tampón bicarbonato :



2. Las propiedades de las dispersiones coloidales

a) Capacidad de presentarse en estado de gel. Se pueden presentar en dos estados : en forma de sol (líquido) o de gel (semisólido). El sol se produce cuando la fase dispersa es un sólido y la dispersante un líquido ; tiene aspecto de líquido. En el gel la fase dispersa es un líquido y la dispersante un conjunto de fibras entrelazadas. 📖 Ver libro pág. 39

La transformación de sol en gel y viceversa, está en relación con la síntesis o con al despolimerización, respectivamente, de proteínas fibrilares.

Geles : pectinas de frutas y secreciones mucosas de los animales.

Del estado de sol se puede pasar al de gel, pero no siempre el proceso es reversible.

b) Elevada viscosidad : resistencia interna que presenta un líquido al movimiento relativo de sus moléculas. Las dispersiones coloidales, dado el gran tamaño de sus moléculas, son muy viscosas.

c) Elevado poder adsorbente : atracción que ejerce la superficie de un sólido sobre las moléculas de un líquido o de un gas. La misma cantidad de sustancia ofrece mayor adsorción si se encuentra finamente dividida. No hay que confundir con absorción, donde las moléculas penetran en el sólido.

d) Efecto Tyndall : las dispersiones coloidales, al igual que las disoluciones verdaderas, son transparentes y claras. Pero si se iluminan lateralmente y sobre fondo oscuro, se observa una cierta opalescencia provocada por la reflexión de los rayos luminosos.

e) Sedimentación : las dispersiones coloidales son estables en condiciones normales ; pero si se someten a fuertes campos gravitatorios, se puede conseguir que sedimenten sus partículas.

f) Diálisis : separación de las partículas dispersas de elevado peso molecular de las de bajo peso molecular, gracias a una membrana de diálisis. Una aplicación clínica es la hemodiálisis.

g) Electroforesis : transporte de las partículas coloidales gracias a la acción de un campo eléctrico a través de un gel.

En resumen, las dispersiones coloidales se diferencian de las disoluciones verdaderas en que las partículas de estas últimas no forman geles, su viscosidad es baja, no son adsor-

bentes, son ópticamente vacías, no sedimentan por ultracentrifugación y no se pueden separar los solutos por electroforesis.

Eduardo Montoya Marín [cc-by-nc-sa]