

## EL AGUA : PROPIEDADES. IMPORTANCIA BIOLÓGICA

### I.- El agua en los seres vivos.

El agua es la *biomolécula* más abundante en los seres vivos, lo que nos da idea de su enorme importancia biológica. El contenido en agua de un organismo vivo se sitúa en torno al 65-70%, pudiendo alcanzar, en algunas especies, porcentajes superiores al 95%.

CONTENIDO EN AGUA EN DISTINTOS ORGANISMOS	
ORGANISMO	CONTENIDO EN AGUA (%)
Algas	98%
Medusas	90 - 98%
Caracoles	80%
Hongos	80%
Crustáceos	77%
Hombre	63%
Pino	47%
Semilla	10%

### **VARIACIONES EN EL CONTENIDO DE AGUA DE LOS SERES VIVOS:**

El porcentaje de agua presente en los organismos vivos, no sólo varía de unas especies a otras, sino también dentro de la misma especie, e incluso en el mismo individuo:

- **Variaciones en función de la edad.** Los organismos jóvenes tienen un mayor contenido en agua, que va disminuyendo a medida que se envejece.
- **Variaciones en función del tipo de órgano o tejido de que se trate.** Existen órganos con gran contenido en agua (riñón, hígado, cerebro) y otros con porcentajes mucho menores (como los huesos o los dientes). Asimismo, determinados tejidos (nervioso, muscular) son ricos en agua, mientras otros (cartilaginoso, óseo) presentan porcentajes mucho menores.

VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA CON LA EDAD	
ESTADO DE DESARROLLO (HOMBRE)	CONTENIDO EN AGUA (%)
Feto humano de 3 meses	94%
Recién nacido	70%
Adulto de 25 años	65%
Adulto de 65 años	56%

VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA EN DISTINTAS ESTRUCTURAS	
ESTRUCTURA (ÓRGANO/TEJIDO)	CONTENIDO EN AGUA (%)
Cerebro	86%
Riñón	83%
Sangre	79%
Músculos	76%
Hígado	75%
Pulmones	70%
Huesos	22%
Dentina (marfil)	10%

Todas estas variaciones están reflejando que existe una proporcionalidad directa entre el contenido en agua de una estructura y su *actividad biológica*. Los organismos más jóvenes y los tejidos y órganos más “nobles” presentan una mayor actividad biológica y, por tanto, un mayor porcentaje de agua en su composición.

↑ ACTIVIDAD BIOLÓGICA ⇒ CONTENIDO EN AGUA ↑

↓ ACTIVIDAD BIOLÓGICA ⇒ CONTENIDO EN AGUA ↓

### LOCALIZACIÓN DEL AGUA EN LOS SERES VIVOS:

El agua se puede encontrar, en los seres vivos, en tres posibles situaciones:

- **Agua circulante.** Es el agua que se desplaza a través del organismo, aprovechando sus propiedades de fluidez.
- **Agua de imbibición.** Es el agua que se encuentra unida físicamente a otros materiales “empapándolos”.
- **Agua ligada.** Es el agua que se encuentra enlazada químicamente a otras moléculas formando diversas combinaciones.

### RENOVACIÓN DEL AGUA EN EL ORGANISMO:

El contenido de agua de un determinado organismo se mantiene más o menos constante (al margen de las variaciones que hemos mencionado anteriormente). Esta constancia se consigue gracias a que existe un *equilibrio dinámico* entre los aportes y las pérdidas de agua, lo que significa que existe una continua *renovación* de la misma.

APORTES	PÉRDIDAS
Ingestión de agua en forma líquida	Pérdidas de agua con la orina
Ingestión de agua con el alimento	Pérdidas de agua por transpiración
Producción metabólica	Consumo metabólico

Para mantener este *equilibrio hídrico*, un humano adulto debe ingerir diariamente en torno a 2,5 l de agua. Cualquier alteración en este equilibrio puede resultar peligrosa, por lo que los organismos cuentan *con mecanismos homeostáticos* (sensación de sed, control de la concentración de la orina) para intentar evitar que se produzca.

## **II.- Composición química del agua.**

La molécula de agua está constituida por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O), unidos mediante enlaces de tipo covalente.

La mayor electronegatividad del átomo de oxígeno determina que los electrones del enlace covalente H - O estén desplazados hacia él; este desplazamiento provoca una *densidad de carga negativa* ( $\delta^-$ ) en torno al oxígeno, y una *densidad de carga positiva* ( $\delta^+$ ) en torno al hidrógeno. Ambas cargas se compensan, por lo que *globalmente la molécula es eléctricamente neutra*, si bien presenta un marcado *carácter polar*, se comporta como un dipolo.

Debido a su carácter polar, las moléculas de agua interaccionan eléctricamente entre sí, estableciendo enlaces de *punte de hidrógeno*; cada molécula de agua podrá constituir hasta 4 puentes de hidrógeno con otras tantas moléculas vecinas. A pesar de la escasa fortaleza de estos enlaces, 20 veces más débiles que los covalentes, se bastan para constituir *agrupaciones moleculares transitorias* (de hasta 9 moléculas, con una duración de fracciones de segundo), que están continuamente asociándose y disociándose. Esta peculiaridad del agua permite explicar muchas de sus especiales propiedades, y constituye la base de su extraordinaria utilidad biológica.

## **III.- Propiedades físicas del agua.**

- 1. El agua se mantiene líquida en las condiciones normales de presión y temperatura.** El agua, a temperatura ambiente, es un fluido en estado líquido, mientras que otras moléculas similares, o incluso con pesos moleculares un poco superiores (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) se comportan como gases. Esto se debe a que las agrupaciones moleculares, mantenidas por los puentes de hidrógeno, restringen mucho la movilidad de cada molécula individual. El resultado es un *fluido poco viscoso*, con gran facilidad para el desplazamiento, lo que le confiere una importante capacidad **transportadora**, de gran importancia en los seres vivos.
- 2. El agua se mantiene líquida dentro de un amplio intervalo de temperatura (de 0 a 100°C).** El agua es biológicamente utilizable sólo en estado líquido; por ello, es importante que se mantenga en este estado (sin vaporizarse ni solidificarse) a las temperaturas habituales en la mayor parte de los ecosistemas.
- 3. La densidad del agua es mayor en el estado líquido que en el sólido.** En la estructura del agua líquida coexisten las "agrupaciones moleculares" con moléculas libres, que ocupan los huecos existentes; de este modo, el "empaquetamiento" que se consigue es máximo. En la estructura del agua

sólida (por debajo de 0°C), todas las moléculas están enlazadas entre sí por puentes de hidrógeno, constituyendo una estructura “reticular”, en la que no existen moléculas individuales que puedan ocupar los huecos libres; por tanto, el volumen ocupado es mayor (es decir, disminuye la densidad). Esta curiosa anomalía del agua permite que se mantenga la vida en los mares fríos, al flotar el agua sólida sobre el agua subyacente, que se mantiene líquida gracias a la capacidad aislante del hielo.

4. **Elevada capacidad disolvente.** Debido a su carácter polar, las moléculas de agua tienden a disminuir la atracción entre los iones de los compuestos iónicos (las sales, p.ej.), facilitando su disociación; una vez separados, los aniones y cationes quedan rodeados de una *capa de solvatación*, constituida por moléculas de agua atraídas electrostáticamente; esta capa evita la atracción entre iones positivos y negativos (*elevada constante dieléctrica*) y, por tanto, favorece la *disolución* de las redes cristalinas en el agua. Esta acción disolvente del agua se puede manifestar también, mediante el establecimiento de enlaces de hidrógeno, frente a otras moléculas de carácter polar (alcoholes, aldehídos, aminoácidos,...). Así pues, el agua se constituye como el **disolvente universal** en los seres vivos, actuando como un eficaz **sistema de transporte** de todo tipo de materiales solubles, y constituyendo un **medio adecuado para la realización de las reacciones biológicas**, en las que, en ocasiones, interviene también como **reactivo metabólico**. Tan importante capacidad disolvente tiene una notable excepción en lo que se refiere a compuestos de carácter apolar, que son insolubles en el agua; esta insolubilidad tiene una clara utilidad biológica en la constitución de barreras limitantes que sirvan para separar medios acuosos. Así pues, en general, aquellas moléculas (compuestos iónicos y polares) que pueden establecer interacciones con las moléculas de agua, participando de su estructura, son más o menos *hidrosolubles e hidrófilas* (“se llevan bien con el agua”); por el contrario, las moléculas apolares interrumpen la estructura del agua, al impedir la constitución de los enlaces de hidrógeno en la zona en la que se encuentran, y por ello son más o menos *insolubles e hidrófobas* (“se llevan mal con el agua”).
5. **Elevado calor específico.** El calor específico es la cantidad de calor que hay que suministrar a 1 g de una sustancia para que eleve su temperatura 1º C. En el caso del agua, este parámetro tiene un valor elevado, pues parte de la energía que se suministra a la sustancia se emplea en romper los puentes de hidrógeno, y no provoca aumento significativo de la temperatura. Así pues, el agua es un magnífico **amortiguador térmico**, pues puede ganar o perder grandes cantidades de calor, sin que su temperatura varíe apreciablemente. Esta propiedad del agua le confiere una gran capacidad **termorreguladora**.
6. **Elevado calor de vaporización.** El calor de vaporización es la cantidad de calor que hay que suministrar para evaporar 1 g de una sustancia. El agua tiene un elevado calor de vaporización, puesto que parte de la energía que suministramos a la masa de agua se utiliza en la destrucción de los puentes

de hidrógeno, y no en aumentar la agitación térmica de las moléculas. Por tanto, la evaporación del agua absorbe calor, lo que es aprovechado por determinados organismos, que utilizan la **transpiración como mecanismo termorregulador** (refrigerador).

7. **Elevada conductividad térmica.** La conductividad térmica expresa la facilidad que tiene un material de transportar el calor a su través. La buena conductividad térmica del agua permite transportar calor de las zonas del organismo que lo generan en abundancia a aquellas otras que son más frías. De este modo, se consigue una **cierta homogeneización de la temperatura** entre las distintas partes del ser vivo, importante en la **termorregulación** (mantenimiento homeostático de la temperatura).
8. **Elevada cohesión intermolecular.** Los puentes de hidrógeno mantienen a las moléculas de agua fuertemente unidas, formando una estructura compacta, lo que la convierte en un líquido prácticamente *incompresible*. Al no poderse comprimir puede desempeñar **importantes funciones estructurales**, dotando de consistencia a las células, prestando turgencia a las plantas o actuando como esqueleto hidrostático en los animales. Esta propiedad también le permite actuar como **amortiguador mecánico**, por ejemplo en determinadas articulaciones de los vertebrados.
9. **Elevada fuerza de adhesión.** Las moléculas de agua tienen capacidad de adherirse a las moléculas polares de las paredes del recipiente que las contiene, mediante enlaces de puente de hidrógeno. Esto, unido a la elevada cohesión con otras moléculas de agua, permite que las soluciones acuosas asciendan en el interior de conductos de pequeño diámetro (tubos capilares). Este fenómeno, conocido como *capilaridad*, es uno de los mecanismos responsables del ascenso de la savia bruta en el interior de los vasos leñosos de las cormofitas.

#### **IV.- Funciones biológicas del agua.**

Las propiedades de la molécula de agua, que hemos descrito hasta aquí, permite que ésta desempeñe, en los organismos, importantes funciones biológicas:

1. Estructural.
2. Disolvente.
3. Reactivo metabólico.
4. Transporte.
5. Termorregulación.
6. Amortiguador mecánico.
7. Lubricante.