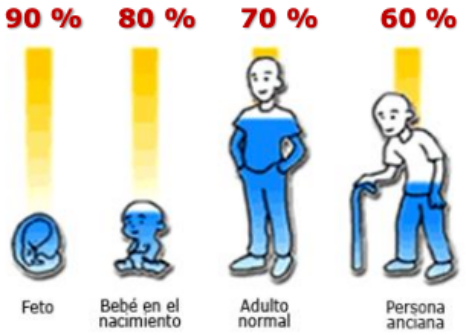
TEMA 15: COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y REACTIVIDAD DE LAS BIOMOLÉCULAS INORGÁNICAS

1. Abundancia del agua

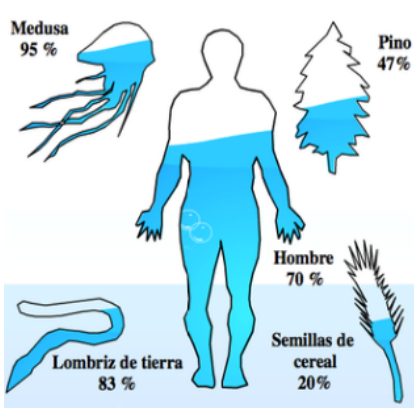
El agua es la **molécula más abundante en los seres vivos**. Sin embargo, la cantidad exacta de agua varía en función de tres factores:



• **La especie**: Algunos organismos contienen más agua que otros.

• **La edad**: Cuanto más joven es un organismo, más agua suele tener.

• **El tipo de órgano**: No todos los órganos del cuerpo contienen la misma proporción de agua.

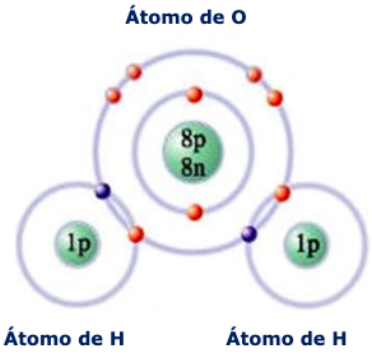


Los porcentajes que se indican representan la variación del contenido de agua en distintos organismos o tejidos.

Riñón	>80
Pulmón	>80
Corazón	79
Músculo esquelético	75
Piel	70
Hueso	20
Tejido adiposo	10

2. Estructura del agua

La molécula de agua (H_2O) está formada por:



• **Dos átomos de hidrógeno (H)** unidos a

• **Un átomo de oxígeno (O)** mediante **enlaces covalentes** (es decir, comparten electrones).

Esta molécula es **polar**, lo que significa que:

• La zona del **oxígeno** tiene **carga negativa parcial (δ−)**.

• Las zonas de los **hidrógenos** tienen **carga positiva parcial (δ+)**.

Gracias a esta polaridad, las moléculas de agua **se atraen entre sí** formando **enlaces de hidrógeno**. Estos enlaces no son permanentes: se forman y se rompen constantemente, dando lugar a una especie de "red líquida".

3. Propiedades del agua

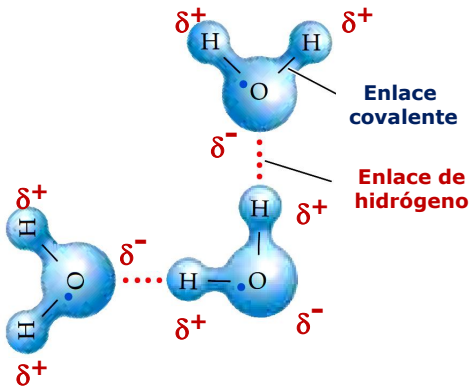
Debido a su estructura, el agua tiene una serie de propiedades muy importantes para la vida:

- **Elevada fuerza de cohesión** (las moléculas se atraen entre sí fuertemente).
- **Elevada fuerza de adhesión** (se adhiere fácilmente a otras superficies).
- **Elevado calor específico** (cuesta calentarla o enfriarla).
- **Elevado calor de vaporización** (cuesta hacerla hervir).
- **Expansión al congelarse** (ocupa más espacio como hielo que como líquido).
- **Versatilidad como disolvente** (disuelve muchas sustancias).
- **Transparencia** (permite el paso de la luz, importante para la fotosíntesis).
- **Bajo grado de ionización** (produce pocos iones espontáneamente).

4. Elevada fuerza de cohesión

La **cohesión** se refiere a la capacidad que tienen las moléculas de agua para mantenerse unidas entre sí. Esta unión se debe a los **puentes de hidrógeno**.

• Aunque estos enlaces son **débiles y duran muy poco tiempo** (una millonésima de segundo), hay tantas moléculas de agua que **siempre hay muchas unidas entre sí**.



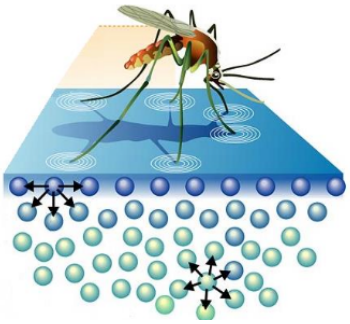
Compuesto	Peso molecular	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)
CH_4	16.04	−182	−164
NH_3	17.03	−78	−33
H_2O	18.02	0	+100

• Esta red de enlaces es lo que permite que el **agua sea líquida a temperatura ambiente**. Otros compuestos con peso molecular parecido (como el amoníaco o el metano) son gases a temperatura ambiente.

• Para convertir el agua líquida en vapor hay que **romper esta red de enlaces de hidrógeno**, lo cual requiere mucha energía (calor).

5. Tensión superficial

La tensión superficial es una consecuencia directa de la cohesión. Es como una "piel" que se forma en la superficie del agua y que cuesta romper.





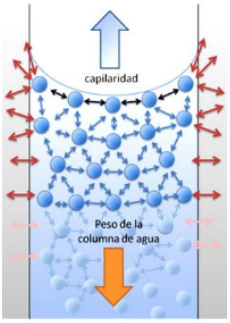


• En la **superficie del agua**, las moléculas están más unidas entre sí que con el aire. Las moléculas de abajo las atraen hacia dentro.

• Por eso, **parece que el agua está cubierta por una película invisible**. Esta propiedad permite, por ejemplo, que ciertos insectos caminen sobre el agua.

6. Elevada fuerza de adhesión

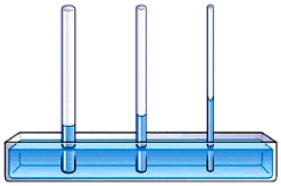
La **adhesión** es la capacidad del agua para **pegarse a otras superficies**, sobr e todo si esas superficies tienen carga eléctrica (como el vidrio).



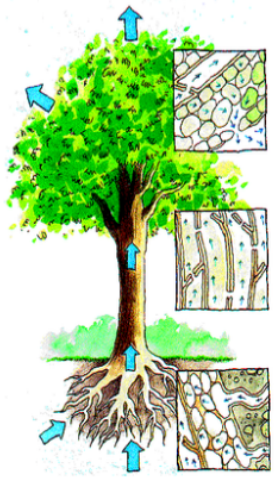
Un ejemplo claro de esto es la **capilaridad**:

• Cuando el agua está en un tubo muy fino, **sube por sí sola**.

• Las moléculas de agua se **adhieren a las paredes del tubo**, y como están unidas entre sí, **arrastran a las demás hacia arriba**.



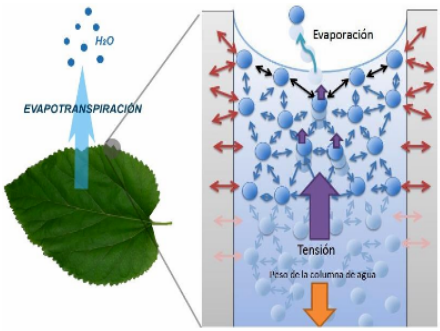
• Es un proceso que se repite: las de arriba tiran de las de abajo.



7. Cohesión + adhesión: agua en los árboles

Las fuerzas de cohesión y adhesión trabajan juntas para hacer posible algo impresionante: que el agua **suba por los troncos de los árboles** en contra de la gravedad.

• Las raíces **absorben agua y sales minerales** del suelo.



• Esta agua **asciende por vasos conductores muy finos** gracias a:
• **Capilaridad (adhesión)**: el agua se pega a las paredes del vaso.
• **Cohesión**: las moléculas tiran unas de otras, formando una columna continua.
• Cuando el agua se **evapora por las hojas** (transpiración), se genera una "succión" que tira de toda la columna hacia arriba.

🔹 8. Elevado calor específico

El **calor específico** es la **cantidad de calor que hay que aplicar a un gramo de una sustancia para aumentar su temperatura en 1 ºC**. El agua tiene un **calor específico muy alto**, lo que significa que:

• **Absorbe mucho calor antes de calentarse**.
• **Pierde mucho calor antes de enfriarse**.

Esto la convierte en un **gran regulador térmico**, tanto para el planeta como para los organismos vivos.

COMPARACIÓN CON OTRAS SUSTANCIAS:

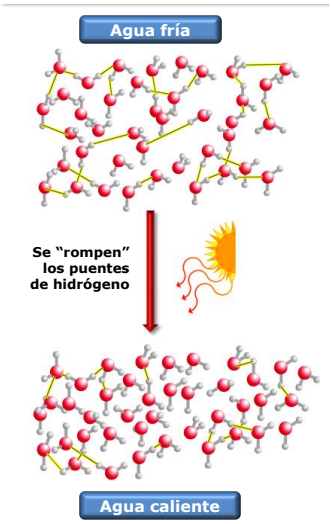
SUSTANCIA	CALOR ESPECÍFICO (CAL/G·ºC)
Agua	**1,00**
Etanol	0,58
Madera	0,41
Aluminio	0,22
Vidrio	0,20
Ladrillo	0,20
Aire seco	0,24

Como vemos, el agua necesita **más del doble de calor que el etanol** para calentarse.

🔸 ¿Por qué ocurre esto?

Las moléculas de agua están unidas por **puentes de hidrógeno**. Cuando se añade calor, gran parte de esa energía **no se dedica a aumentar la temperatura**, sino a **romper esos enlaces**.

• **En el calentamiento**, la energía se gasta primero en debilitar los enlaces antes de que las moléculas puedan moverse más deprisa (y por tanto aumentar la temperatura).
• **En el enfriamiento**, hay que **extraer mucha energía** para que las moléculas reduzcan su movimiento y se enfríen.

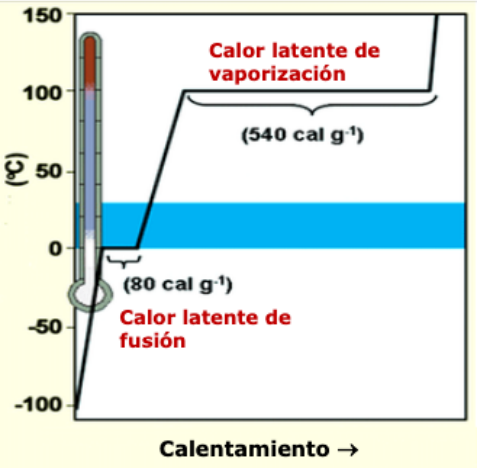


Gracias a esta propiedad:
• **Los océanos, lagos y ríos amortiguan los cambios bruscos de temperatura** del entorno.
• **Nuestro cuerpo**, que está compuesto en gran parte por agua, **mantiene su temperatura estable**, incluso cuando el ambiente cambia.

🔹 9. Elevado calor de vaporización

El **calor de vaporización** es la **cantidad de energía que se necesita para convertir un gramo de líquido en vapor**, sin cambiar su temperatura.

El agua tiene un **calor de vaporización muy alto**, lo que significa que:
• Hace falta **mucha energía** para pasar de estado líquido a gaseoso (es decir, para que hierva o se evapore).



• Esta propiedad está relacionada también con los **puentes de hidrógeno**: antes de que las moléculas puedan escapar como vapor, hay que romper esas uniones.

🔸 **¿Por qué es importante esto?**

• **En el cuerpo humano**, el sudor actúa como un sistema de refrigeración. Al evaporarse, **absorbe mucho calor de la piel**, ayudando a mantener la temperatura corporal.

• **En la naturaleza**, grandes masas de agua como mares y océanos **almacenan calor durante el día y lo liberan lentamente por la noche**, regulando el clima.

Como ya hemos visto, el agua necesita **mucha energía para pasar de líquido a vapor**, y eso tiene **efectos importantes en los seres vivos y en objetos cotidianos**.

🔸 **Efecto refrigerante en seres vivos:**

• **Al evaporarse, el agua arrastra consigo calor**. Eso ayuda a **bajar la temperatura del cuerpo**.

• Por ejemplo:

• **El sudor**, al evaporarse sobre la piel, **absorbe parte del calor corporal**, enfriando la superficie.

• **En las plantas**, la evaporación del agua a través de las hojas evita que **se recalienten al sol**.

Este mecanismo permite **eliminar mucho calor con poca pérdida de agua**, lo cual es crucial para **evitar la deshidratación**.

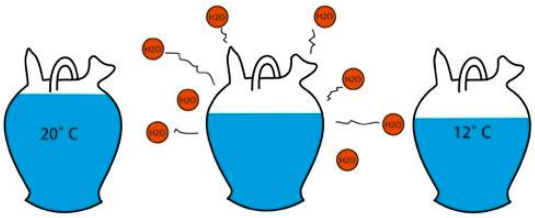
🔸 **Efecto botijo:**

El principio del **botijo**, muy conocido en la cultura popular española, se basa exactamente en esta propiedad:

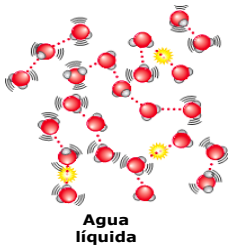
• El **agua se filtra por los poros de la cerámica**.

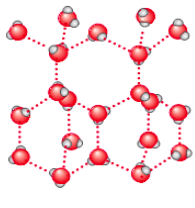
• En contacto con el aire, **se evapora lentamente**.

• Para hacerlo, **usa energía que toma del agua que está dentro**, lo que **reduce la temperatura del contenido**.



• El resultado: el agua de dentro del botijo puede estar hasta **10 ºC más fresca**, dependiendo de la humedad ambiental, la porosidad y la forma del recipiente.


Agua líquida


Hielo

🔹 **10. Expansión al congelarse**

Una de las cosas más sorprendentes del agua es que, **al congelarse, en vez de encogerse como la mayoría de las sustancias, se expande**.

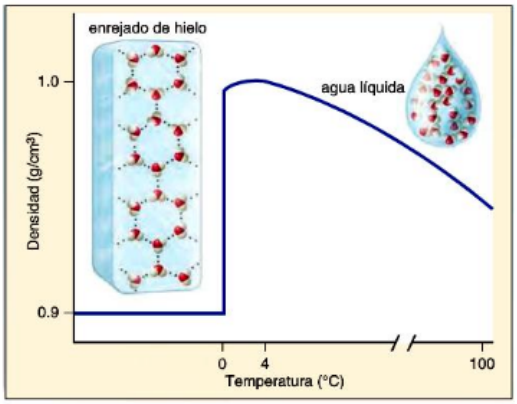
🔸 **¿Qué significa esto?**

• El agua líquida, al bajar de temperatura, **empieza a formar una estructura más ordenada** debido a los **enlaces de hidrógeno**.

• En el estado sólido (hielo), las moléculas de agua **se organizan en una red hexagonal muy abierta**.

• Esto hace que **ocupe más espacio**, es decir, **aumenta su volumen** y, como consecuencia, **disminuye su densidad**.

Por eso, el hielo **flota sobre el agua líquida**.

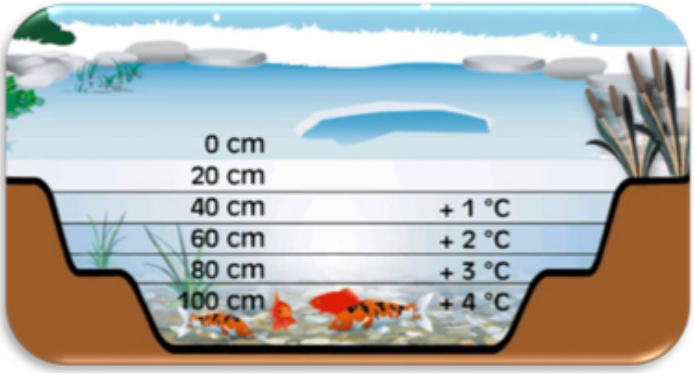


🔶 **¿Por qué es tan importante esta propiedad?**

1. **Protección de los ecosistemas acuáticos**:

• Cuando se forma hielo en lagos o mares, **se queda en la superficie**, creando una **capa aislante** que **protege el agua líquida de debajo del frío extremo**.

• Esto **permite que la vida continúe** bajo el hielo, incluso en climas muy fríos.



2. **Consecuencias geológicas**:

• Cuando el agua se introduce en grietas de las rocas y se congela, **aumenta de volumen y puede romperlas**.

• Este fenómeno, llamado **gelifracción**, contribuye a la formación del suelo y al modelado del paisaje.

🔷 **11. Versatilidad como disolvente: el agua como disolvente universal**

El agua se conoce como **disolvente universal** porque **puede disolver muchas sustancias diferentes**, sobre todo aquellas que tienen **carga eléctrica o son polares**. Veamos los casos principales:

🔶 **a) Disolución de compuestos iónicos (como la sal común)**

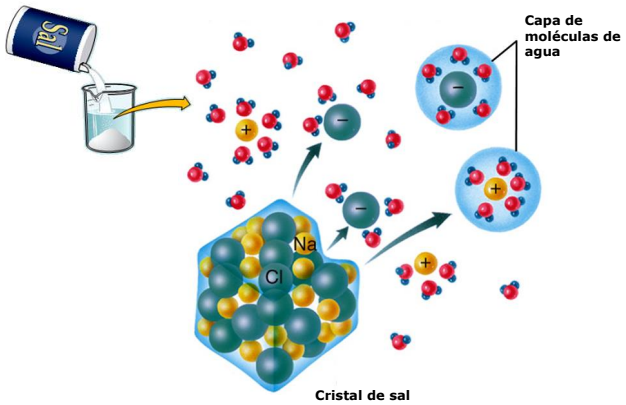
• Cuando echamos **sal (cloruro sódico, NaCl)** en agua, los iones **Na^+** y **Cl^-** se separan.

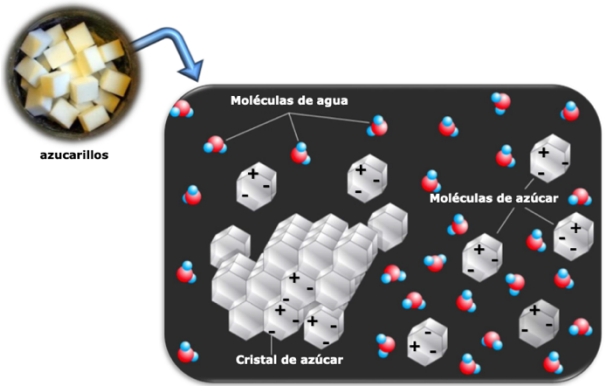
• Las moléculas de agua, gracias a su polaridad, **rodean a estos iones**:

• El oxígeno (con carga parcial negativa) se orienta hacia el Na^+.

• El hidrógeno (con carga parcial positiva) se orienta hacia el Cl^-.

• Así, la sal se **disuelve completamente** en el agua.





🔶 **b) Disolución de compuestos polares (como el azúcar)**

• Las moléculas de **azúcar**, aunque no son iónicas, **tienen zonas con cargas parciales**.

• El agua puede interactuar con ellas mediante **puentes de hidrógeno** o **fuerzas dipolares**.

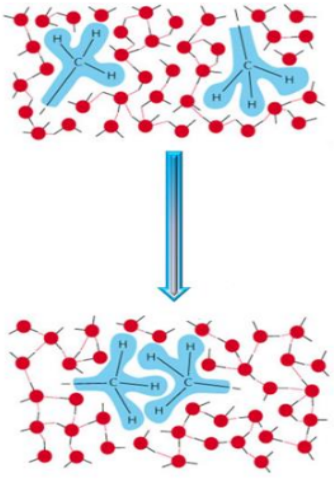
• Por eso, también el azúcar se disuelve bien en agua.

🔶 **c) ¿Qué pasa con las grasas o aceites?**

• Las **grasas y aceites** son **moléculas no polares**, es decir, no tienen zonas con carga.

• Por eso, **el agua no puede disolverlas**.

• Al contrario: el agua prefiere interactuar consigo misma mediante enlaces de hidrógeno, dejando de lado las grasas, que terminan **separándose en otra fase** (por eso el aceite flota en el agua).



Esta propiedad es fundamental para la vida porque permite que **en el interior de las células muchas sustancias estén disueltas en agua**: azúcares, sales, proteínas, gases, etc.

13. Transparencia del agua

La **transparencia** es una propiedad física del agua que, aunque puede parecer simple, tiene **una gran importancia biológica**.



¿Qué significa?

• El agua **permite el paso de la luz**, sobre todo en las capas superiores de mares, lagos y ríos.

• Esto se debe a que **no absorbe todas las longitudes de onda de la luz visible**, al menos no de forma inmediata o total.

¿Por qué es importante?

• Gracias a esta propiedad, la **luz solar puede penetrar hasta el fondo** (en cierta medida) de **ecosistemas acuáticos**.

• Esto permite el desarrollo de **especies fotosintéticas**, como:

- **Algas**
- **Cianobacterias**
- **Plantas acuáticas**

Estas especies forman la **base de la cadena alimentaria** y generan oxígeno mediante la **fotosíntesis**.

Sin la transparencia del agua, **no sería posible la vida vegetal en ambientes acuáticos** y, por tanto, **muchas formas de vida tampoco existirían**.

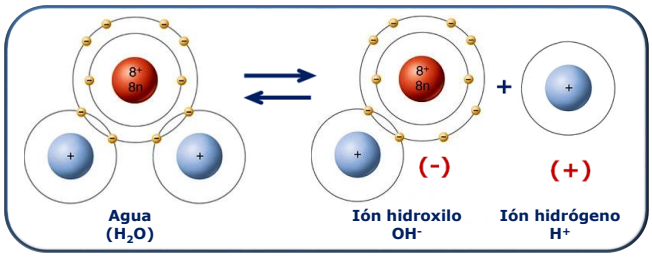
Aunque esta propiedad es más química que física, es igual de importante, por lo que hablemos de ella:

14. Bajo grado de ionización del agua

El **agua pura** (H_2O) tiene una ligera tendencia a **separarse (ionizarse)** en dos tipos de iones:

• El **ión hidrógeno** (H^+) → también se representa como **H_3O^+** cuando se hidrata.

• El **ión hidroxilo** (OH^-)



¿Qué significa "bajo grado"?

• De cada **mil millones de moléculas de agua**, sólo **dos se disocian** en H^+ y OH^-.

• Esto quiere decir que el agua **casi no está ionizada**, pero **tiene la capacidad de hacerlo** cuando se disuelven otras sustancias.

Ácidos y bases en disolución

El comportamiento del agua frente a otras sustancias depende de si éstas:

• **Ceden protones (H^+)** → entonces son **ácidos**.

- Ejemplo: jugo de limón, vinagre.
- Resultado: aumentan la concentración de H^+ en la disolución.
- **Captan protones (H^+)** → entonces son **bases**.
- Ejemplo: sosa, lejía.
- Resultado: disminuyen la concentración de H^+ (porque los absorben), aumentando la de OH^-.

15. ¿Qué es el pH?

El **pH** es una escala que se usa para **medir el grado de acidez o basicidad de una disolución acuosa**. Sus siglas vienen del latín *"pondus Hydrogenii"*, que significa algo así como "peso o concentración de hidrógeno".



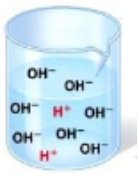
¿Cómo se interpreta la escala?

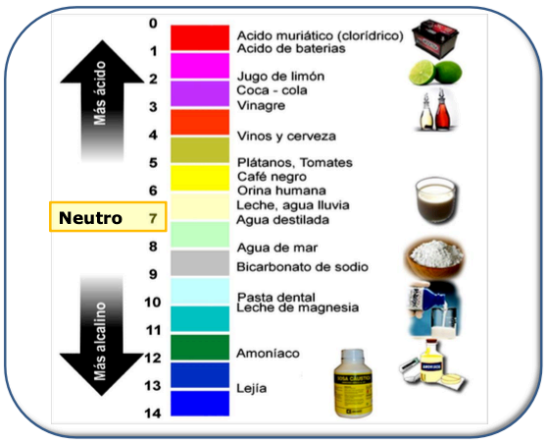
LA ESCALA DE PH VA DEL 0 AL 14

VALOR DE PH	TIPO DE SOLUCIÓN	EJEMPLO
0 - 6,9	**Ácida**	Zumo de limón, vinagre
7	**Neutra**	Agua pura
7,1 - 14	**Básica (alcalina)**	Lejía, amoníaco



- A **menor pH**, **mayor acidez** (más concentración de H^+).
- A **mayor pH**, **más básica** es la disolución (más concentración de OH^-).



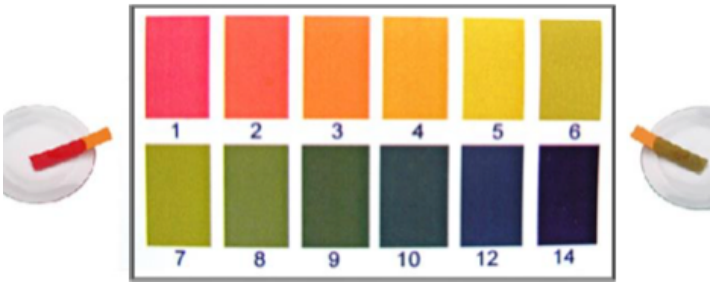


El pH en los seres vivos

- Las células de los mamíferos (como nosotros) y los líquidos corporales (**sangre, citoplasma, etc.**) suelen tener un pH **cercano a 7**, es decir, **ligeramente neutro**.
- Para mantener este equilibrio, el cuerpo utiliza **sistemas tampón**, que neutralizan los excesos de ácido o base.

16. ¿Cómo se mide el pH?

Hay dos métodos principales:



1. pH-metro (medida exacta)

- Es un aparato con dos electrodos: uno de referencia y otro sensible al pH.
- Se introduce en la disolución y mide la **diferencia de potencial eléctrico**, que se traduce en un valor de pH muy preciso.

2. Papel indicador (medida aproximada)

- Es un papel impregnado con **mezclas de sustancias que cambian de color según el pH**.
- Al mojarlo con la disolución, adopta un color que se compara con una escala de colores estándar.

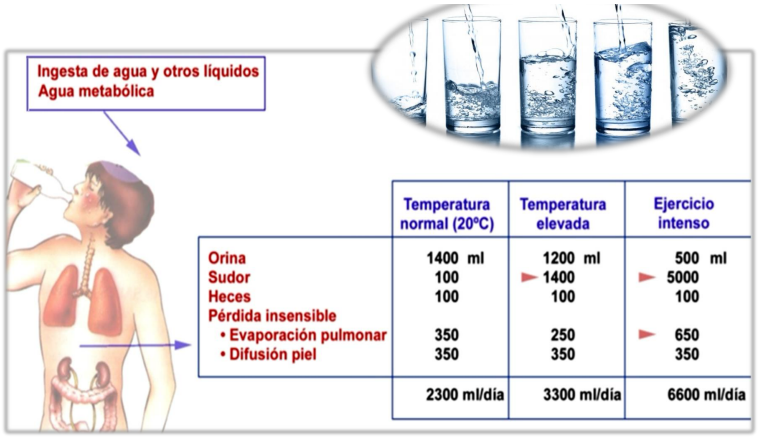
17. ¿Cuánta agua necesitamos?

Nuestro organismo necesita **mantener constante la cantidad de agua**, independientemente del estado fisiológico (ya sea en reposo, haciendo ejercicio, con fiebre, etc.).

¿Por qué?

• Porque **el agua es el medio en el que se realizan la mayoría de las reacciones bioquímicas** del cuerpo.

• También participa en la **regulación de la temperatura**, el transporte de sustancias, la eliminación de desechos, etc.



En la práctica

• El agua se **pierde continuamente** por sudor, orina, respiración y heces.

• Por tanto, **hay que reponerla** diariamente mediante la bebida y los alimentos.

18. ¿Qué es el agua metabólica?

Es el agua que se **produce dentro del cuerpo** como resultado de la **oxidación (combustión) de los nutrientes**.

CANTIDAD GENERADA POR TIPO DE NUTRIENTE:

NUTRIENTE	AGUA GENERADA (G POR G DE NUTRIENTE)
Glúcidos	0,6 g
Proteínas	0,5 g
Grasas	1,1 g (**más que los otros**)

• Aquí vemos como la grasa produce más agua que los otros nutrientes al oxidarse.

Importancia biológica

• **Animales del desierto**, como los camellos, **sobreviven sin beber** durante mucho tiempo gracias al **agua metabólica que obtienen al "quemar" la grasa de sus jorobas**.

• En humanos, una dieta normal puede generar unos **0,3 litros de agua metabólica al día**, lo que también contribuye a mantener la hidratación.

19. Sales minerales

Las **sales minerales** son compuestos inorgánicos que desempeñan **funciones fundamentales** en los seres vivos. Pueden aparecer de tres formas:

1. Precipitadas

• Forman **estructuras sólidas** que proporcionan **protección o soporte**.

• Ejemplos:
  • **Conchas**
  • **Caparazones**
  • **Esqueletos** (huesos formados por calcio en forma de fosfato cálcico)

2. Disueltas

• Se encuentran **ionizadas en los líquidos corporales**.

• Ejemplos: **Na^+**, **Ca^{2+}**, **Cl^-**…
  • Tienen muchas funciones:
  • Contracción muscular
  • Transmisión del impulso nervioso
  • Regulación del equilibrio osmótico, etc.

3. Asociadas a otras moléculas

- Se combinan con biomoléculas orgánicas para **potenciar sus funciones**.

- Ejemplo:
  - El **hierro** de la **hemoglobina**, que permite transportar oxígeno en la sangre.
  - El **magnesio** en muchas enzimas.

RESUMEN DE LAS PROPIEDADES DEL AGUA:

Propiedad del agua	Descripción	Importancia biológica
Fuerza de cohesión	Las moléculas de agua se atraen entre sí por H.	Permite que el agua sea líquida a temp. ambiente.
Tensión superficial	La superficie del agua actúa como una película.	Insectos pueden caminar sobre el agua.
Fuerza de adhesión	El agua se adhiere a superficies polares.	Facilita el transporte en plantas (capilaridad).
Capilaridad (coh. + adh.)	El agua asciende por tubos estrechos venciendo la gravedad.	Asciende en plantas altas arrastrando nutrientes.
Calor específico elevado	Necesita mucha energía para subir o bajar temperatura.	Regula la temperatura del cuerpo y del entorno.
Calor de vaporización elevado	El agua elimina calor al evaporarse.	Refrigera el cuerpo y evita la deshidratación.
Expansión al congelarse	El agua ocupa más volumen al congelarse.	El hielo flota y aísla masas de agua en invierno.
Disolvente universal	Disuelve sustancias iónicas y polares.	Medio de transporte de sustancias en el cuerpo.
Transparencia	Permite el paso de la luz.	Favorece la fotosíntesis en ambientes acuáticos.
Bajo grado de ionización	Se ioniza muy poco espontáneamente.	Permite reacciones ácido-base controladas.