

BIOQUÍMICA

TEMA 1. EL AGUA

D. Ph. Daniel Díaz Plascencia.

Contacto: dplascencia@uach.mx
www.lebasmx.com





CONCEPTO DE BIOQUÍMICA

La bioquímica es una ciencia que estudia la composición química de los seres vivos, especialmente las proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos, además de otras pequeñas moléculas presentes en las células y las reacciones químicas que sufren estos compuestos (metabolismo) que les permiten obtener energía (catabolismo) y generar biomoléculas propias (anabolismo).



CONTINUACIÓN

- La bioquímica se basa en el concepto de que todo ser vivo contiene carbono y en general las moléculas biológicas están compuestas principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre.
- Es la ciencia que estudia la base química de la vida: las moléculas que componen las células y los tejidos, que catalizan las reacciones químicas del metabolismo celular como la digestión, la fotosíntesis y la inmunidad, entre otras muchas cosas.



CONCEPTO AGUA

- El agua es una biomolécula inorgánica.
- Se trata de la biomolécula más abundante en los seres vivos.





CONTINUACIÓN

- Estructuras como el líquido interno de animales o plantas, embriones o tejidos conjuntivos suelen contener gran cantidad de agua.
- Otras estructuras, como semillas, huesos, pelo, escamas o dientes poseen poca cantidad de agua en su composición.





ESTRUCTURA DEL AGUA

- El agua es una molécula formada por dos átomos de Hidrógeno y uno de Oxígeno unidos por enlace covalente polar.
- La unión de esos elementos con diferente electronegatividad proporciona unas características poco frecuentes.

Estas características son:



CONTINUACIÓN

- La molécula de agua forma un ángulo de 104.5° .
- La molécula de agua es neutra.
- La molécula de agua, aun siendo neutra, forma un dipolo, aparece una zona con un diferencial de carga positivo en la región de los Hidrógenos, y una zona con diferencial de carga negativo, en la región del Oxígeno.



CONTINUACIÓN

- El dipolo facilita la unión entre moléculas formando puentes de hidrógeno, que unen la parte electropositiva de una molécula con la electronegativa de otra.





PROPIEDADES DEL AGUA

- **Alta constante dieléctrica:** la mayor parte de las moléculas de agua forman un dipolo, con un diferencial de carga negativo y un diferencial de carga positivo.



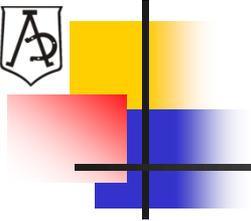
CONTINUACIÓN

- **Bajo grado de ionización:** la mayor parte de las moléculas de agua no están disociadas.
- Sólo un reducido número de moléculas sufre disociación, generando iones positivos (H^+) e iones negativos (OH^-).
- En el agua pura, a $25^\circ C$, sólo una molécula de cada 10.000.000 está disociada, por lo que la concentración de H^+ es de 10^{-7} . Por esto, el pH del agua pura es igual a 7.



CONTINUACIÓN

- **Alto calor específico:** para aumentar la temperatura del agua un grado centígrado es necesario comunicarle mucha energía para poder romper los puentes de Hidrógeno que se generan entre las moléculas.



PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA

- **Alto calor de vaporización:** el agua absorbe mucha energía cuando pasa de estado líquido a gaseoso.





CONTINUACIÓN

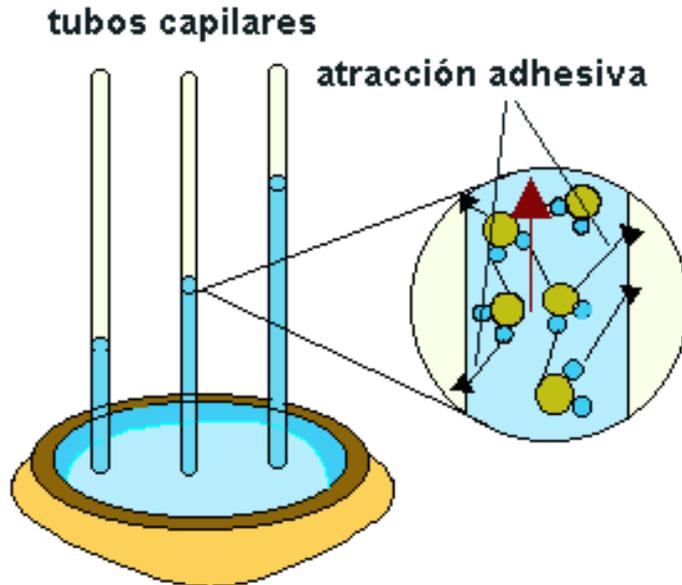
- **La densidad del agua:** en estado líquido, el agua es más densa que en estado sólido.
- Por ello, el hielo flota en el agua.
- Esto es debido a que los puentes de Hidrógeno formados a temperaturas bajo cero unen a las moléculas de agua ocupando mayor volumen.





CONTINUACIÓN

- **Capilaridad:** el agua tiene capacidad de ascender por las paredes de un capilar debido a la elevada cohesión molecular.





CONTINUACIÓN

- **Alta tensión superficial:** las moléculas de agua están muy cohesionadas por acción de los puentes de Hidrógeno.
- Esto produce una película de agua en la zona de contacto del agua con el aire.
- Como las moléculas de agua están tan juntas el agua es incompresible.





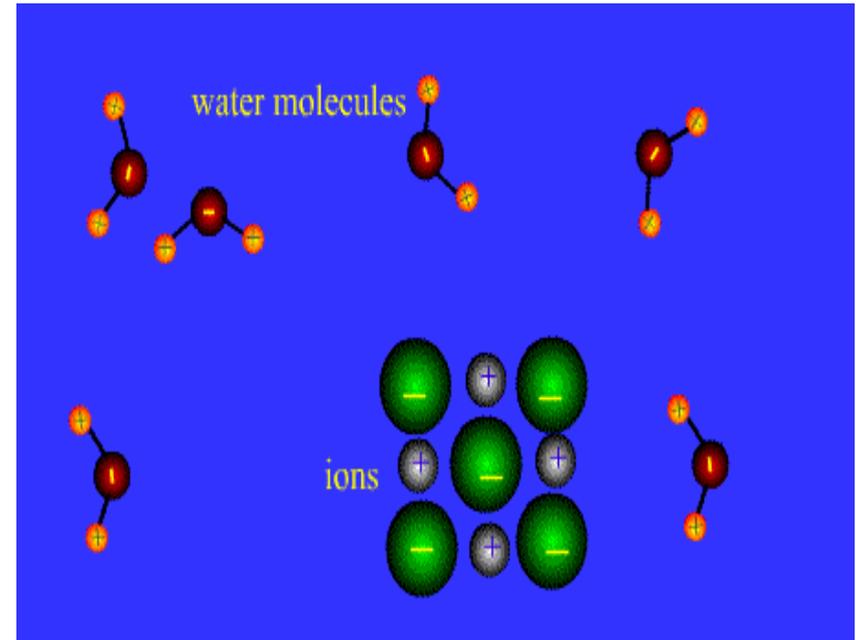
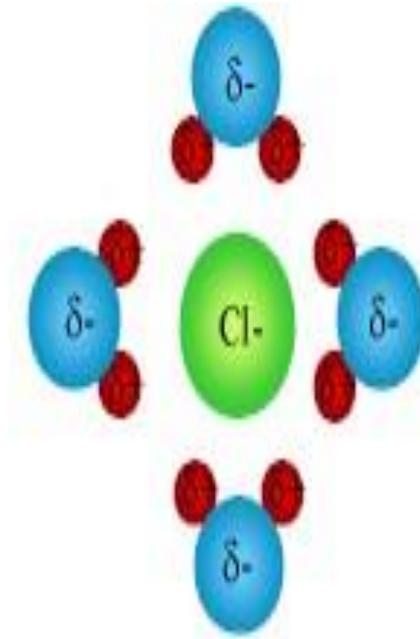
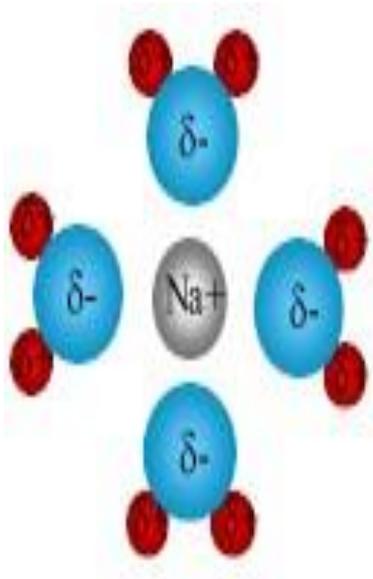
FUNCIONES DEL AGUA

Disolvente polar universal: el agua, debido a su elevada constante dieléctrica, es el mejor disolvente para todas aquellas moléculas polares. Sin embargo, moléculas apolares no se disuelven en el agua.

Lugar donde se realizan reacciones químicas: debido a ser un buen disolvente, por su elevada constante dieléctrica, y debido a su bajo grado de ionización.

Función estructural: por su elevada cohesión molecular, el agua confiere estructura, volumen y resistencia.

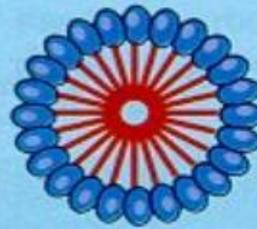
DISOLUCIÓN FORMANDO ESFERAS DE SOLVATACIÓN



DISOLUCIÓN FORMANDO MICELAS

Diferentes tipos de micelas formadas por un lípido anfipático

Micelas monocapas

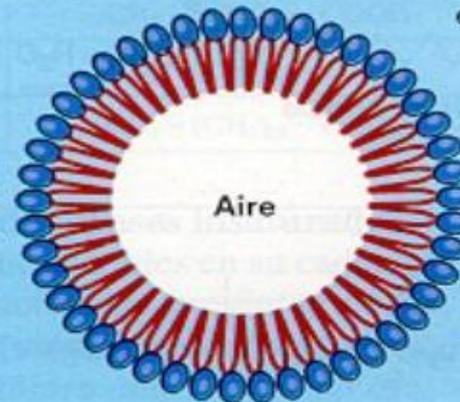


Micela monocapa

Agua



Efecto emulsionante



Efecto espumante
(Tomado de Biología 2 - Santillana)



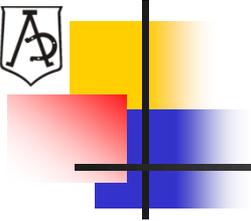
FUNCIONES DEL AGUA

- **Función de transporte:** por ser un buen disolvente, debido a su elevada constante dieléctrica, y por poder ascender por las paredes de un capilar, gracias a la elevada cohesión entre sus moléculas, los seres vivos utilizan el agua como medio de transporte por su interior.
- **Función amortiguadora:** debido a su elevada cohesión molecular, el agua sirve como lubricante entre estructuras que friccionan y evita el rozamiento.



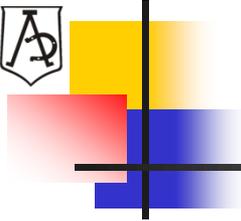
FUNCIONES DEL AGUA

- **Función termorreguladora:** al tener un alto calor específico y un alto calor de vaporización el agua es un material idóneo para mantener constante la temperatura, absorbiendo el exceso de calor o cediendo energía si es necesario.



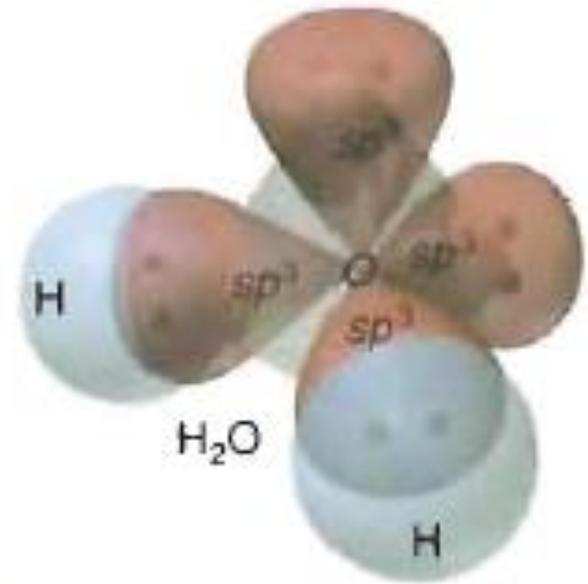
ESTRUCTURA MOLECULAR DEL AGUA

- La molécula de agua (H_2O) está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.
- El agua tiene una geometría tetraédrica debido a que su átomo de oxígeno tiene una **hibridación sp^3** . En el centro del tetraedro se encuentra el átomo de oxígeno.
- Dos de las esquinas están ocupadas por átomos de hidrógeno, cada uno de los cuales está unido al átomo de oxígeno por un enlace covalente sencillo.



ESTRUCTURA TETRAÉDRICA DEL AGUA

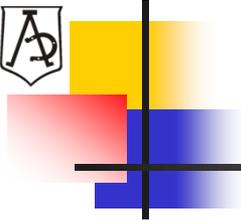
- En el agua, dos de los cuatro orbitales Sp^3 del oxígeno están ocupados por dos pares solitarios de electrones.
- Cada uno de los otros dos orbitales Sp^3 semillenos se llena con la adición de un electrón del hidrógeno.





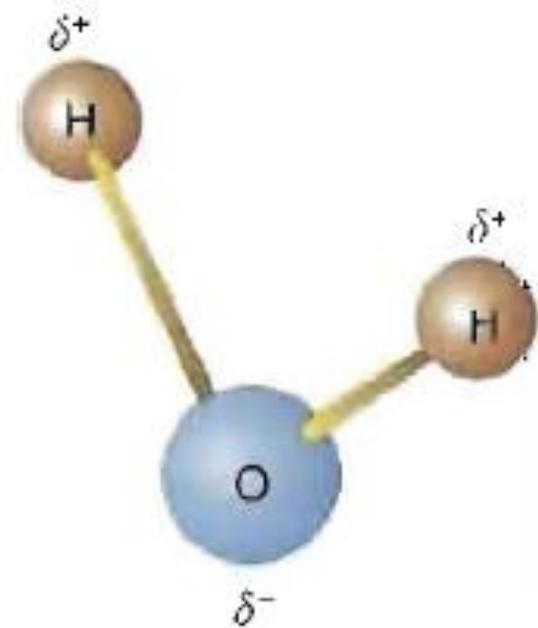
CONTINUACIÓN

- Las otras dos esquinas están ocupadas por los pares de electrones sin compartir el oxígeno.
- El oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno (es decir, el oxígeno tiene una capacidad mayor para atraer electrones cuando está unido al hidrógeno).
- Como consecuencia, el átomo de oxígeno más grande lleva una carga negativa parcial δ^- y cada uno de los dos átomos de hidrógeno llevan una carga positiva parcial δ^+ .



CARGAS DE UNA MOLÉCULA DE AGUA

- Los dos átomos de hidrógeno de cada molécula llevan cargas positivas parciales.
- El átomo de oxígeno lleva una carga negativa parcial.



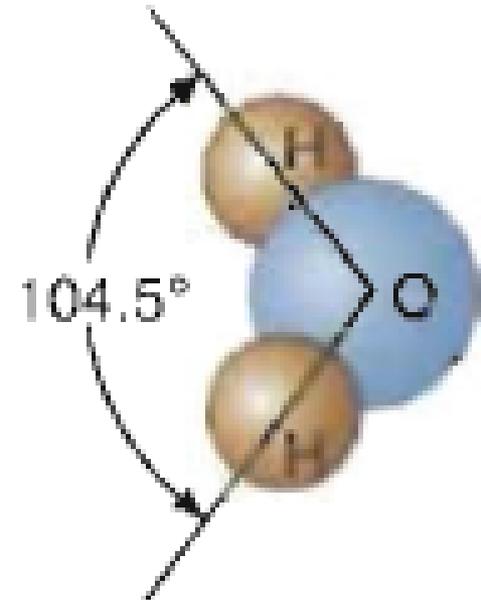


CONTINUACIÓN

- La distribución electrónica de los enlaces oxígeno-hidrógeno se desplaza hacia el oxígeno y, por lo tanto, el enlace es **polar**.
- Si las moléculas de agua fueran lineales, las polaridades de los enlaces se equilibrarían y el agua sería **apolar**.
- Sin embargo, las moléculas de agua están dobladas con un ángulo de enlace de 104.5°

MODELO DE RELLENO ESPECIAL DE UNA MOLÉCULA DE AGUA

- Debido a que la molécula de agua tiene una geometría doblada, la distribución de la carga dentro de la molécula es asimétrica.
- El agua es por tanto **polar**.



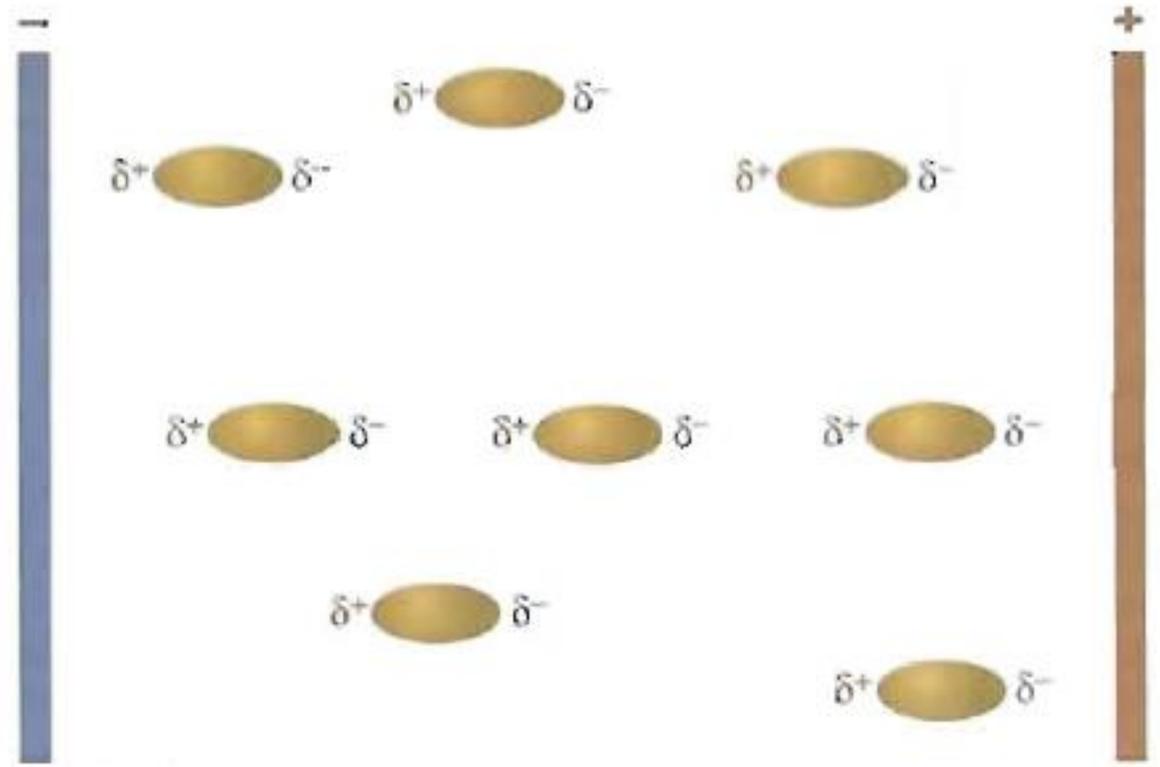


CONTINUACIÓN

- De forma diferente, el dióxido de carbono ($\text{O}=\text{C}=\text{O}$), que también posee enlaces covalentes polares, es apolar debido a que la molécula es lineal.
- Las moléculas como el agua, en las que la carga está separada, se denominan dipolos.
- Cuando los dipolos moleculares se encuentran en un campo eléctrico, se orientan a sí mismos en dirección opuesta a la del campo.

DIPOLOS MOLECULARES EN UN CAMPO ELÉCTRICO

- Cuando se colocan las moléculas polares entre placas cargadas, éstas se alinean de forma opuesta al campo.





CONTINUACIÓN

- Dada la gran diferencia de electronegatividad del hidrógeno y el oxígeno, los hidrógenos con deficiencia de electrones de una molécula de agua son atraídos hacia el par de electrones sin compartir de otra molécula de agua.
- (Los hidrógenos unidos a nitrógeno, azufre y flúor se comportan de la misma manera.)



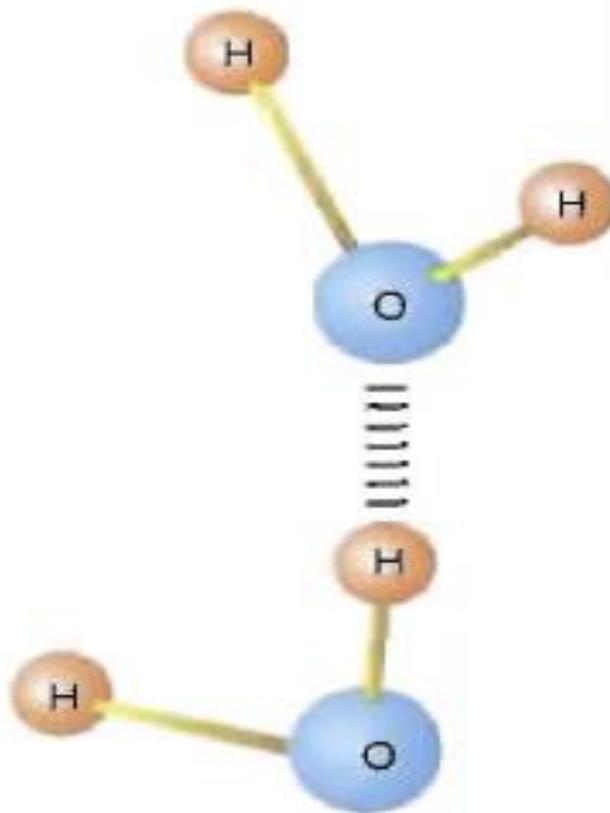
CONTINUACIÓN

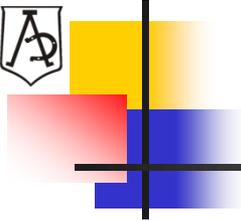
- Esta interacción se denomina **enlace de hidrógeno** y tiene carácter electrostático (iónico) y covalente.
- Las **interacciones electrostáticas** entre las moléculas polares desempeñan un papel significativo en los seres vivos.



ENLACE DE HIDROGENO

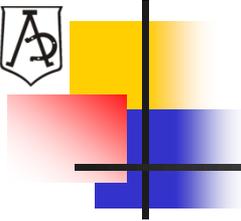
- Un enlace de hidrógeno es una atracción débil entre un átomo electronegativo en una molécula y un átomo de hidrógeno en otra molécula.
- Los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua están representados por líneas paralelas cortas.





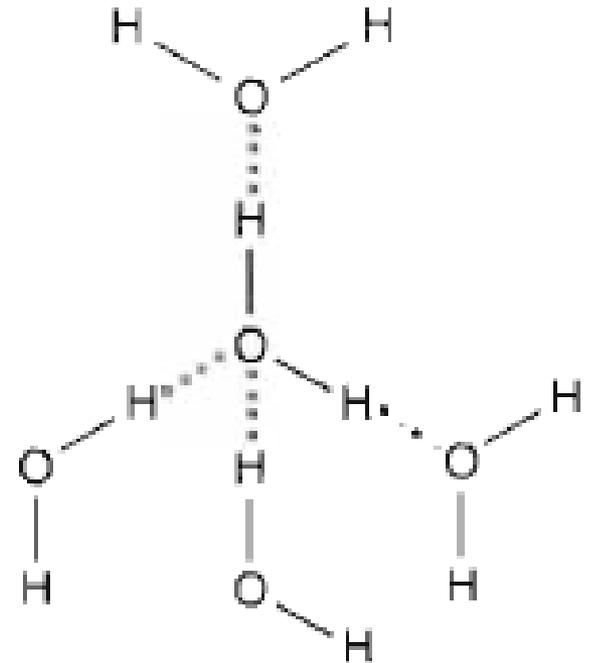
ENLACES DE HIDROGENO

- Los enlaces covalentes entre el hidrógeno y el oxígeno, el nitrógeno o el azufre son suficientemente polares, de forma que el núcleo de hidrógeno es atraído débilmente hacia el par de electrones solitario de un oxígeno, nitrógeno o azufre de una molécula vecina.



ENLACES DE HIDROGENO ENTRE LAS MOLÉCULAS DE AGUA

- En el agua, cada molécula puede formar enlaces de hidrógeno con otras cuatro moléculas de agua.





CONTINUACIÓN

- En la molécula de agua, cada par de electrones sin compartir del oxígeno puede formar un enlace de hidrógeno con moléculas de agua cercanas.
- Los «enlaces» intermoleculares resultantes actúan como un puente entre las moléculas de agua.
- Cada enlace de hidrógeno no es especialmente fuerte (unos 20 kJ/mol) cuando se compara con los enlaces covalentes (p. ej., 393 kJ/mol para los enlaces N-H y 460 kJ/mol para los enlaces O-H).



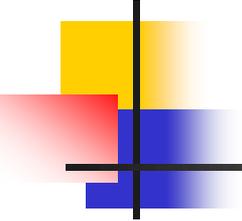
CONTINUACIÓN

- En el agua, las cantidades sustanciales de energía que se requieren para romper estos agregados explican los valores elevados de sus puntos de ebullición y fusión, calor de vaporización y capacidad calorífica.
- Otras propiedades del agua, como la tensión superficial y la viscosidad, se deben también, en gran medida, a su capacidad para formar un gran número de enlaces de hidrógeno.



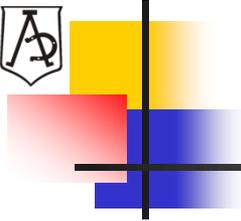
FUERZAS DE VAN DER WAALS

- Las fuerzas de van der Waals son interacciones electrostáticas transitorias débiles.
- Se producen entre dipolos permanentes y/o inducidos.
- Pueden ser de atracción o repulsión, dependiendo de la distancia entre los átomos o los grupos implicados.
- La atracción entre las moléculas es mayor a una distancia denominada *radio de van der Waals*.



CONTINUACIÓN

- Si se acercan más las moléculas, se produce una fuerza de repulsión.
- La magnitud de las fuerzas de van der Waals depende de la facilidad de polarización del átomo.
- Los átomos electronegativos con pares de electrones sin compartir se polarizan fácilmente.



PROPIEDADES DISOLVENTES DEL AGUA

- El agua es el disolvente biológico ideal. Disuelve con facilidad una gran diversidad de constituyentes de los seres vivos.
- Entre los ejemplos se incluyen los iones (p. ej., Na^+ , K^+ y Cl^-), los azúcares y muchos aminoácidos.
- Su incapacidad para disolver otras sustancias, como los lípidos y determinados aminoácidos, hace posible las estructuras supramoleculares (p. ej., las membranas) y numerosos procesos bioquímicos (p. ej., el plegamiento proteico).



CONTINUACIÓN

- En esta sección se describe el comportamiento en el agua de las sustancias hidrófilas e hidrófobas.
- Tras este tratamiento se da una revisión breve de la presión osmótica, una de las propiedades coligativas del agua.
- Las propiedades coligativas son propiedades físicas que se ven afectadas por la estructura específica de los solutos disueltos, y no por su número.



MOLÉCULAS HIDRÓFILAS

- La estructura dipolar del agua y su capacidad para formar enlaces de hidrógeno con átomos electronegativos permite al agua disolver sustancias iónicas y polares.
- Las sales, como el cloruro sódico (NaCl), están unidas mediante fuerzas iónicas.
- Un aspecto importante de todas las interacciones iónicas en disolución acuosa es la hidratación de los iones.



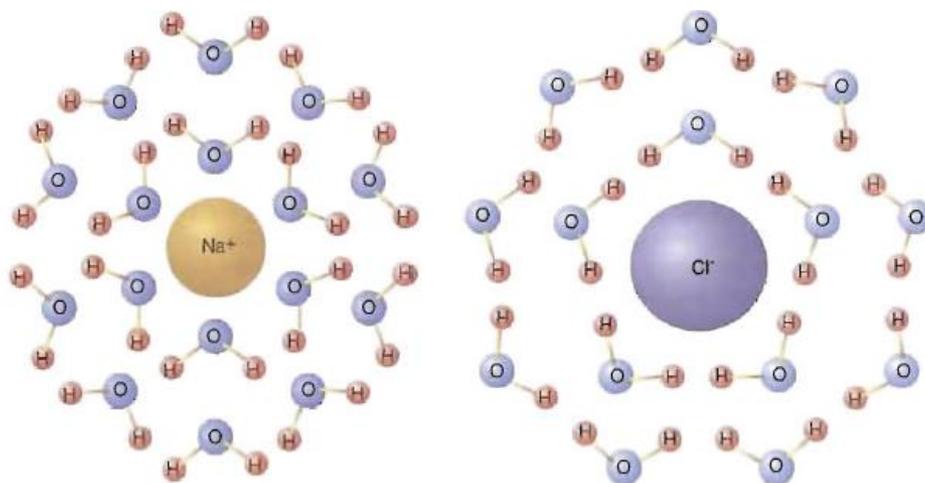
CONTINUACIÓN

- Dado que las moléculas de agua son polares, son atraídas hacia los iones cargados, como el Na^+ y el Cl^- .
- Los caparazones de las moléculas de agua, denominados esferas de solvatación, se agrupan alrededor de los iones positivos y negativos.



CONTINUACIÓN

Esferas de solvatación de las moléculas de agua alrededor de los iones Na^+ y Cl^- .



• Cuando se disuelve en agua un compuesto iónico como el NaCl , sus iones se separan debido a que las moléculas polares de agua atraen a los iones más que éstos se atraen entre sí.



MOLÉCULAS HIDRÓFOBAS

- Cuando se mezclan con agua, se excluyen de la red de solvatación del agua pequeñas cantidades de sustancias apolares; es decir, se juntan en gotitas. Este proceso se denomina *efecto hidrófobo*.
- Las moléculas hidrófobas (aversión por el agua), como los hidrocarburos, son virtualmente insolubles en agua.



CONTINUACIÓN

- Su asociación en gotitas (o, en cantidades grandes, en una capa separada) es consecuencia de las propiedades
- disolventes del agua, no de la atracción relativamente débil entre las moléculas apolares que se asocian.

- Cuando las moléculas apolares entran en un ambiente acuoso, las moléculas de agua unidas por enlaces de hidrógeno intentan formar una estructura en forma de caja alrededor de ellas no se dispone de energía suficiente en los alrededores para formar una estructura en forma de caja y las moléculas apolares son expulsadas.



CONTINUACIÓN

- Las gotitas que se forman se producen por la configuración energéticamente más favorable de las moléculas de agua que las rodean.
- Las interacciones hidrófobas entre estas sustancias apolares excluidas tienen un efecto profundo sobre las células. Por ejemplo, son principalmente responsables de la estructura de las membranas y de la estabilidad de las proteínas.



EFECTO HIDRÓFOBO

- Cuando se mezclan moléculas apolares y agua, se forma una esfera de solvatación compuesta por muchas capas de moléculas de agua ordenadas por enlaces de hidrógeno, alrededor de las moléculas hidrófobas.
- Aunque las moléculas apolares, cuando se encuentran próximas, se atraen entre ellas por las fuerzas de van der Waals, la fuerza impulsora de la formación de las esferas de solvatación es la fuerte tendencia de las moléculas de agua a formar enlaces de hidrógeno entre ellas mismas.



EFECTO HIDRÓFOBO

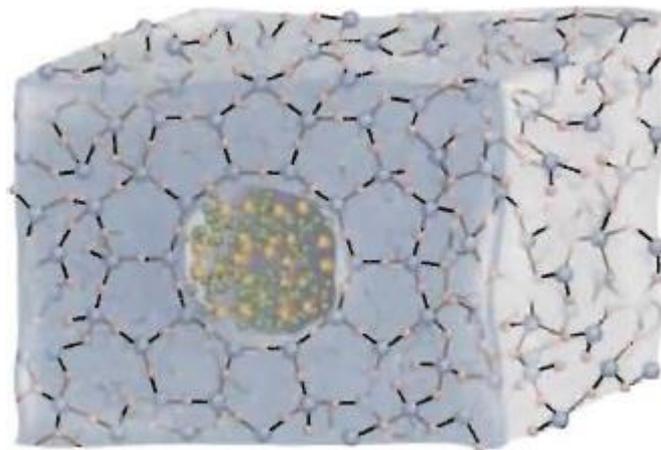
- Es la tendencia que tiene el agua a reducir al mínimo su contacto con moléculas hidrófobas.





CONTINUACIÓN

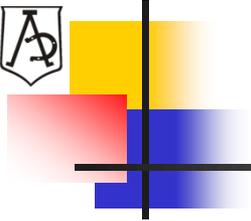
- Las moléculas apolares quedan excluidas, ya que no pueden formar enlaces de hidrógeno.





EL AGUA

EN LA NUTRICIÓN ANIMAL



AGUA

- ❑ El agua forma del 50 al 75% de la masa corporal de animales adultos, y hasta el 90% en animales recién nacidos.
- ❑ La falta de agua termina rápidamente con las funciones productivas y con la vida, en relación con la falta de otros nutrientes.



CONTINUACIÓN

□ El agua actúa como solvente de varios compuestos y muchos de ellos se ionizan fácilmente en el agua, así el protoplasma contiene una mezcla de coloides y cristaloides en agua, además, el agua sirve como medio de transporte para los alimentos en el tubo digestivo, también es el medio de transporte de solutos en sangre, líquidos tisulares y de excreciones como orina y sudor.



CONTINUACIÓN

- ❑ El agua es importante para regular la temperatura corporal debido a su alto calor específico, a la alta conductividad térmica y por su alto calor de vaporización.
- ❑ El agua permite la lubricación de las articulaciones y de los soportes de articulaciones y otros órganos y del sistema nervioso central, en líquido cerebro-espinal.



CONTINUACIÓN

- El agua participa en la conducción del sonido y otras sensaciones especiales.
- Aunque el agua no proporciona energía ni aminoácidos, pero por su gran variedad de funciones, el agua se clasifica como el nutriente principal.



AGUA CORPORAL

- ❑ Como se menciono anteriormente, el contenido de agua en los animales presenta grandes variaciones.
- ❑ El contenido de agua es de 70 a 75% (73% en promedio) cuando se expresa libre de grasa.
- ❑ La mayor cantidad de agua se encuentra en los líquidos intracelulares, principalmente en músculos y piel, llegando a ser hasta el 50% del peso total.



CONTINUACIÓN

- El agua extracelular representa $\frac{1}{3}$ del agua corporal total y de ésta, un 6% se encuentra en plasma sanguíneo.
- La mayoría del agua restante aparecerá en el contenido digestivo y en la orina.
- Anomalías fisiológicas (fiebre o diarrea) pueden provocar la deshidratación orgánica o una retención excesiva de agua.



FUENTES DE AGUA

- El agua que llega a los tejidos animales procede de:
 - a) Agua de bebida.
 - b) Agua procedente de los alimentos.
 - c) Agua metabólica por oxidación de nutrientes orgánicos.

- La importancia de cada una de éstas fuentes depende de la especie, por ejemplo; algunas especies de roedores y antílopes no precisan agua de bebida, lo cual no se aplica a mamíferos y aves.



CONTINUACIÓN

- ❑ El contenido de agua de los alimentos es muy variable, así, los forrajes secos contienen entre 5 y 7% mientras que los forrajes verdes y jóvenes contienen hasta el 90% de agua.
- ❑ El agua metabólica es bastante variable y está influenciada por los nutrientes consumidos; la oxidación de los carbohidratos proporcionan 60g de agua / 100g de carbohidratos, los lípidos rinden 108g y las proteínas 42g.
- ❑ El resultado neto es que los carbohidratos proporcionan más agua metabólica neta que las proteínas o las grasas.



PERDIDAS DE AGUA

- ❑ El organismo pierde agua por la orina, las heces, vaporización en los pulmones, por disipación por la piel y por el sudor.
- ❑ El agua en la orina es un solvente de los productos de excreción del riñón; las aves eliminan la orina mas concentrada que los mamíferos.



CONTINUACIÓN

❑ Las pérdidas de agua en heces son mayores en los animales que consumen alimentos fibrosos y superan a las pérdidas en orina y aquellos que eliminan heces más secas se encuentran mejor adaptados a climas más secos.



CONTINUACIÓN

- Las pérdidas de agua en los pulmones son grandes, así, el aire inhalado está muy seco y al ser exhalado está saturado (90% de humedad) y es muy importante para animales que no sudan, la sudoración es importante en animales con glándulas sudoríparas y es un medio importante de disipación de calor.
- Las pérdidas de agua por la piel son mínimas.



NECESIDADES DE AGUA

- ❑ Es difícil determinar las necesidades de agua de cualquier especie animal porque son numerosos los factores dietéticos y ambientales que influyen sobre la eliminación de agua y porque el agua sirve para regular la temperatura corporal.
- ❑ Otros factores como actividad y estado fisiológico hacen que sea difícil cuantificar las necesidades de agua de los animales.



CONTINUACIÓN

□ El consumo de agua está relacionado con la producción de calor, en situaciones en que no hay estrés térmico existe una relación directa entre consumo de agua y de materia seca, pero bajo condiciones de estrés térmico, baja el consumo de alimento e incrementa el de agua, en bovinos no lactantes sin estrés por calor consume agua entre el 5 y 6% de su peso corporal por día, y bajo condiciones de estrés sube hasta el 12% o más por día.



Gracias..