CECyTE Campeche

Trabajos Colegiados Estatales Virtuales

INTRODUCCIÓN A LA BIOQUÍMICA

José Guadalupe Jiménez Villarino
Santiago Ramón Aké Graniel
Sergio Porfirio Pérez Euyoa

PRESENTACIÓN

Querido alumno:

En la familia CECyTEC tenemos un gran compromiso, la enorme tarea de que ustedes, nuestros alumnos, logren sus metas y sus objetivos. Con estos libros de trabajo estamos dándoles las herramientas que les permitan desarrollar sus conocimientos y habilidades para tener un buen desempeño académico.

Dedícate tiempo de manera inteligente para desarrollar tus habilidades y destrezas. Ten muy claras tus metas. Recuerda que solo con educación podemos construir un futuro prometedor, un mejor país, un mejor estado, un mejor municipio y una mejor familia.

Aprende a soñar. Lucha por tus sueños. Te auguro que serás siempre un triunfador.

¡Estás a muy poco de lograr el éxito!

Mtra. Margarita Nelly Duarte Quijano

Directora General del CECyTEC

Libro de Trabajo
Febrero - Julio 2022

Introducción a la Bioquímica

Primer Parcial

Plantel: _____

Nombre del Alumno: _____

Carrera: _____

Semestre:_____ Grupo:_____

Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Campeche

Eje: Composición química de los seres vivos

Componentes:

- Bioelementos
- Biomoléculas

Contenido central:

- Agua
- Carbohidratos

Contenido específico:

Agua

- Generalidades.
- Propiedades.
- Funciones en el organismo.

Carbohidratos

- Definición
- Clasificación
- Metabolismo

Aprendizajes esperados:

- Describirá y relacionará las propiedades fisicoquímicas y las funciones del agua con los procesos vitales
- Describirá y relacionará la clasificación y funciones de los carbohidratos
- Identificará los tipos de carbohidratos como biomolécula estructural de la vida y la importancia biológica

Contenido

CAPITULO I 1
EL AGUA 1
Introducción 2
Composición y estructura del agua 3
Propiedades fisicoquímicas del agua 6
Disociación del agua 12
Soluciones amortiguadoras 16
Electrólitos 17
PRÁCTICA 1. Propiedades físicas del agua 21
CAPÍTULO 2 25
CARBOHIDRATOS 25
Introducción 25
Composición y fórmula de los carbohidratos 27
Clasificación de los carbohidratos 29
Monosacáridos 29
Oligosacáridos 38
Polisacáridos 39
Importancia de los carbohidratos 45

Apertura

CAPITULO I
EL AGUA

I. De forma individual resuelve las siguientes preguntas, posteriormente compara tus respuestas con otro compañero

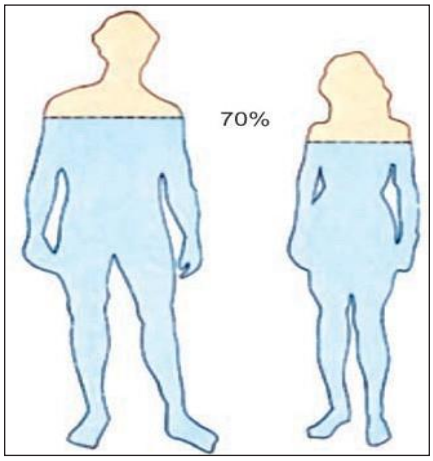
1. ¿Por qué un vaso con agua fría, se humedece en el exterior?
2. Si dejamos un vaso con agua en el interior de un cuarto, después de unos días, el contenido disminuye. ¿A qué se debe este proceso?
3. La piel de un bebe, un adulto y un adulto mayor, tienen diferente consistencia, esto se debe a diversos factores, ¿Qué papel juega el agua en estos procesos?
4. ¿El exceso de agua nos puede hacer aumentar de peso a largo plazo ?
5. ¿A qué se debe que algunos animales puedan caminar en el agua sin hundirse?
6. ¿Por qué el hielo flota en el agua líquida?
7. ¿Cuál es la función del sudor en nuestro cuerpo?
8. ¿Por qué se dice que el agua es dipolar?
9. ¿Es posible que una gota de agua que tomó un dinosaurio, pueda ser tomada en la actualidad por un ser humano? ____ ¿Por qué?
10. ¿Cuántos enlaces por puente de hidrogeno puede formar una molécula de agua

Desarrollo

Introducción

El agua es la molécula más abundante en la superficie de la Tierra, donde cubre alrededor del 71%. Por este motivo, nuestro planeta fue nombrado “planeta azul” por uno de los primeros astronautas, que viajó a la Luna al referirse al color azul de los océanos.

La molécula de agua es la más abundante de todas las que integran a los seres vivos. La inmensa mayoría de las células están constituidas de 80% de agua y el resto, de todas las demás moléculas. En consecuencia, los seres vivos intercambian con su medio externo, mayor número de moléculas de agua que de todas las demás moléculas juntas.



1. La proporción de agua en el planeta Tierra y en los seres humanos es muy semejante.

Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida, es decir, no puede haber vida sin ella, ni siquiera los microorganismos (que son las células más sencillas), podrían sobrevivir sin agua.

Las características de la molécula de agua ejercen gran influencia en la estructura, organización y funcionamiento de los seres vivos.

El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida, llamada hielo, y en forma gaseosa, denominada vapor. Se localiza principalmente en los océanos, donde se concentra el 96.5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1.74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1.72% y, el restante 0.04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

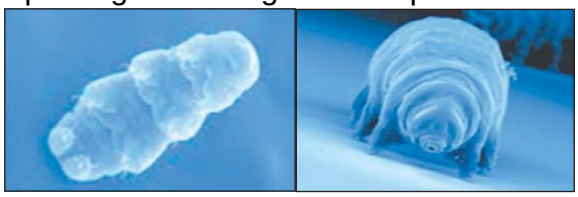
El agua es un elemento común del sistema solar, hecho confirmado en descubrimientos recientes. Puede ser encontrada, principalmente, en forma de hielo; de hecho, es el material base de los cometas.

2. El porcentaje de agua en las medusas y en algunas plantas es 80%, en las células cerebrales es de 85%, mientras que en los huesos solo es el 28%.

El agua constituye un 70% de nuestro peso corporal, el 28% en los huesos, y un 85% en las células cerebrales. En algunos animales como los peces, constituye de un 65-80%; en las medusas un 80% y un 40% en algunos insectos. En plan- tas como la papa constituye un 80% y en una manzana el 85%. Durante la fotosíntesis, el agua es la molécula que reacciona con el bióxido de carbono en las plantas verdes, algas y bacterias fotosintéticas, para formar alimentos y además el oxígeno, contenido en el aire que respiramos. Sus átomos de hidrógeno se incorporan a muchos compuestos orgánicos como por ejemplo a los carbohidratos.

El agua es líquida a la temperatura ambiente, con gran capacidad como disolvente del resto de los componentes celulares, como son las proteínas, los ácidos nucleicos, los carbohidratos, etc. Esta extraordinaria molécula es el disolvente de la mayoría de las reacciones biológicas. Además, es un producto o un reactivo de numerosas reacciones químicas.

El agua es importante dentro de los seres vivos, así como también es uno de los principales factores ambientales que influyen sobre ellos. Muchos organismos viven en el océano, en los ríos, lagos, charcos, pantanos o estanques de agua dulce. Todos los organismos requieren el agua para vivir, aunque algunos tengan la capacidad de convertirse en formas latentes para sobrevivir a sequías extremas. Tal es el caso de los artrópodos del género Echiniscus y Macrobiotus, conocidos como “osos de agua” o tardígrados, en los que se observa el efecto del agua cuando esta escasea para ellos y cuando se vuelven a hidratar.



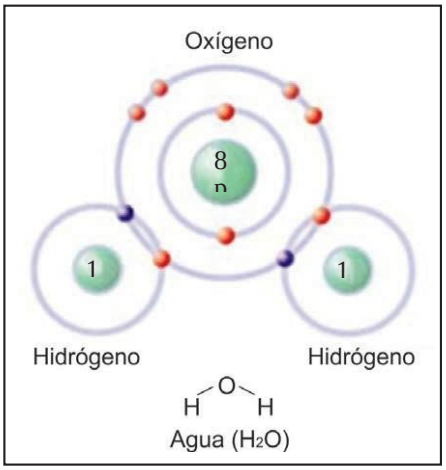
3. Los tardígrados “osos de agua” son animales muy pequeños que miden menos de 1 mm de longitud, viven en hábitat húmedos. Cuando experimentan desecación, adoptan forma de barril y permanecen así, inmóviles pero vivos, hasta por 100 años. Cuando se rehidratan recuperan su aspecto y actividades normales.

A pesar de que el agua es un líquido que forma parte de nuestra vida cotidiana es, como observarás, un líquido indispensable para la vida, por eso se estudia de manera especial.

Composición y estructura del agua

El agua (H_2O) es una pequeña molécula constituida por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno, unidos por enlaces covalentes que se comportan como enlaces parcialmente iónicos, debido a que existe en esta molécula una polaridad electrónica. El agua es una molécula neutra, la carga positiva de sus 10 protones está compensada con la carga negativa de sus 10 electrones.

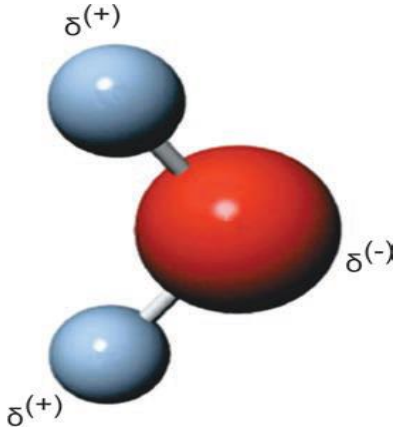
La geometría de la molécula del agua presenta una distribución desigual de sus cargas eléctricas. Dado que el oxígeno posee 8 protones en su núcleo, atrae más electrones que el átomo de hidrógeno que posee un solo protón en su núcleo. Es decir, el oxígeno es muy electronegativo, por que atrae hacia él los electrones del enlace, por lo que queda cargado negativamente, en cambio, los hidrógenos son despojados de sus electrones, razón por la que tienen predominio de cargas positivas



Una molécula cuyas cargas están distribuidas de manera desigual, es una molécula polar, debido a que la molécula es como un imán con polos.

Cada molécula de agua es altamente polar porque hay una distribución desigual de los electrones entre los átomos de hidrógeno y oxígeno. La molécula de agua es un pequeño dipolo. Esta característica produce numerosas consecuencias en las propiedades fisicoquímicas del agua y en la organización molecular de los seres vivos.

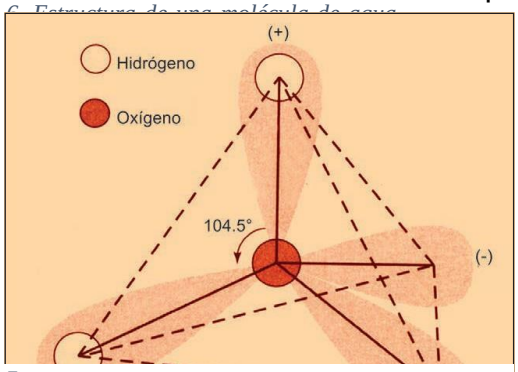
4. Estructura de Lewis del agua, los electrones de color rojo pertenecen al oxígeno y los de color violeta a los hidrógenos



6. Estructura de una molécula de agua

La molécula de agua es un tetraedro irregular, ligeramente sesgado, con oxígeno en su centro. Los dos hidrógenos y los electrones no compartidos de los dos orbitales restantes con hibridación sp^3 ocupan las esquinas del tetraedro.

El ángulo de 104.5 grados entre los hidrógenos difiere un poco del ángulo del tetraedro ideal que es de 109.5 grados. El amoniaco también es un tetraedro con un ángulo de 107 grados entre sus hidrógenos. Al atraer fuertemente el átomo de oxígeno a los electrones de valencia, estos quedan más cercanos al oxígeno que al hidrógeno. Existen dos pares de electrones del oxígeno que no se comparten.



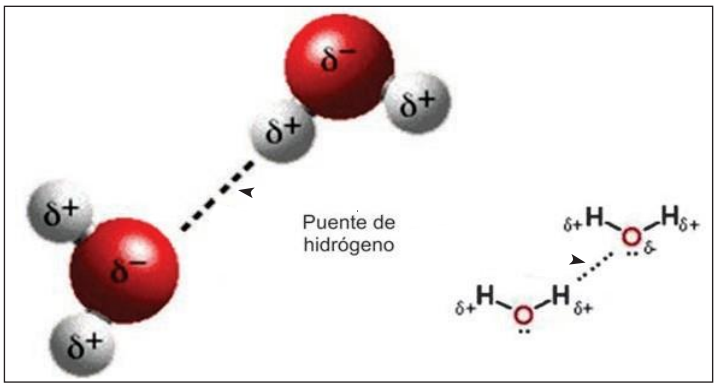
5. Representación de la estructura de la molécula de agua, colocada en un tetraedro.

Los dos átomos de hidrógeno ceden su electrón al oxígeno, con lo cual se favorece la formación de una carga parcial negativa, que se expresa con la letra griega delta (□) del lado del oxígeno y una carga parcial positiva (□+) del lado de los hidrógenos, esta es la razón por lo que la molécula de agua se comporta como un dipolo eléctrico.

Cada molécula de agua se orienta en el espacio acomodando su carga negativa en interacción con una carga positiva de otra molécula de agua, es decir quedan unidos el oxígeno y el hidrógeno (dado

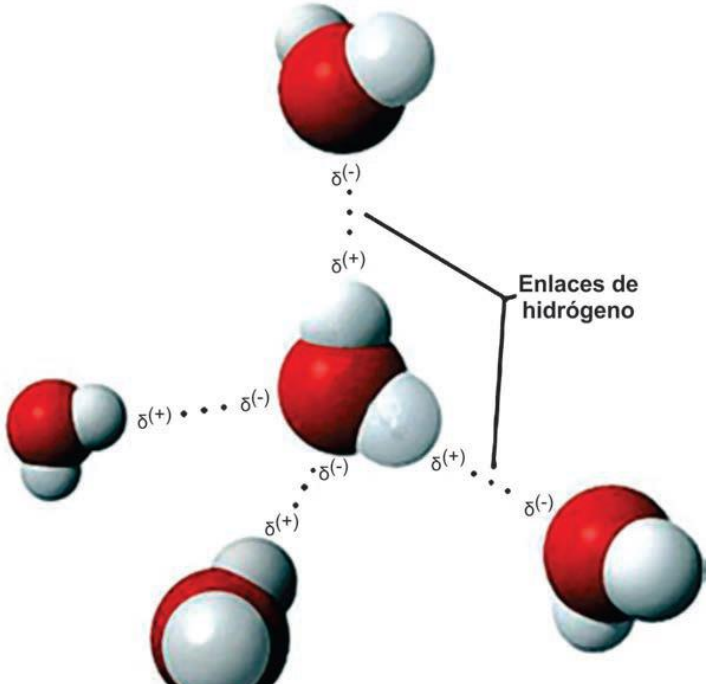
que el oxígeno es electronegativo y el hidrógeno es electropositivo) mediante un enlace conocido como puente de hidrógeno.

Cada molécula de agua establece cuatro puentes de hidrógeno. El oxígeno de cada molécula de agua acepta dos puentes de hidrógeno. A su vez, cada uno de los dos hidrógenos de una molécula de agua, forma un puente de hidrógeno con el oxígeno de otra molécula.



7Puente de hidrógeno entre dos moléculas de agua representado por la línea punteada. Este enlace une un átomo de oxígeno que es electronegativo a uno de hidrógeno que es electropositivo. La letra delta (δ) es utilizada para especificar que se trata de c

La mayoría de las moléculas del agua líquida forman puentes de hidrógeno entre sí y presentan elevada atracción entre ellas. Tal vez, la mejor representación escrita del agua líquida no sea H_2O sino $(H_2O)n$, en donde n sería el número de moléculas que tienen puentes de hidrógeno con sus moléculas vecinas. Los estudios con rayos X le dan un valor de 3.4, lo que implica un predominante carácter tetraédrico de su estructura. Debido a la alta polaridad que presenta la molécula de agua, es la que mayor capacidad tiene para formar puentes de hidrógeno. Se sabe que el agua líquida a 0° C tiene 15% menos puentes de hidrógeno que el hielo y también se sabe que los puentes de hidrógeno en el agua líquida están continuamente formándose, rompiéndose y volviéndose a formar, es un sistema dinámico.

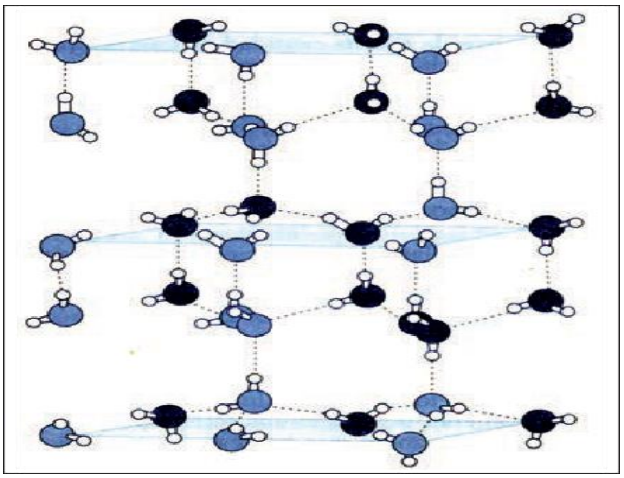


8. Cada molécula de agua participa en 4 puentes de hidrógeno con

En la estructura del hielo se observa el arreglo tetraédrico de las moléculas del agua, debido a la existencia de los puentes de hidrógeno entre las propias moléculas. Es aparente la carencia de una estricta rigidez en el arreglo tetraédrico permitiendo lo que se ha llamado una estructura "abierta" del agua en el hielo que explica la menor densidad del hielo, comparado con el agua líquida la densidad del hielo es de 0.92 g/ml y la del agua líquida es de 1.00 g/ml, esto significa que el hielo tiene menos moléculas que las que contiene un volumen igual de agua. Por consiguiente el hielo flota en vez de hundirse en el fondo de un cuerpo de agua. El hecho de que el

agua sea menos densa en el estado sólido que en el estado líquido es una de las propiedades extraordinarias que permite el desarrollo de la vida tal y como la conocemos. Si el hielo se hundiera, raramente tendría la oportunidad de derretirse, y eventualmente todas las lagunas, lagos y océanos estarían congelados.

10. El hecho de que el hielo flote en los océanos, lagos y ríos, es debido a su menor densidad y favorece el calentamiento de enormes masas de agua por el Sol, con lo que la temperatura de la Tierra se preserva más elevada y con menores fluctuaciones.



9. Estructura molecular del hielo. En el hielo, cada molécula de agua participa en 4 enlaces hidrógenos con las moléculas adyacentes, lo que produce una estructura de malla cristalina uniformemente espaciada.

Si el hielo se hundiera (si fuera más denso que el agua líquida), se provocaría un desastre para los peces y las plantas que crecen en regiones de inviernos helados. Las propiedades del agua están estrechamente relacionadas y determinadas por sus puentes de hidrógeno intermoleculares. A continuación, se analizan brevemente algunas propiedades fisicoquímicas del agua y la influencia que tienen en los seres vivos.

Propiedades fisicoquímicas del agua

1. Calor específico. Se define como la cantidad de energía calorífica necesaria para elevar la temperatura de 1 gramo de una sustancia en 1oC. Esto se puede explicar de la siguiente manera:

a) El agua absorbe gramo por gramo más energía calorífica para elevarla un grado de temperatura, que la mayoría de las sustancias.
b) Se puede apreciar esta propiedad, midiendo la enorme cantidad de calor que se re- quiere para modificar la temperatura del agua.

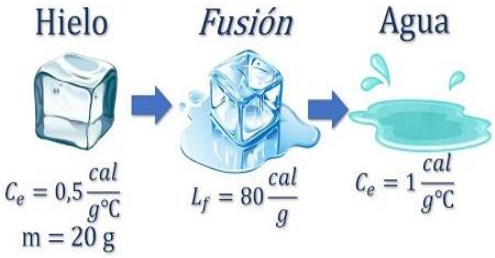
Esta energía es alta para el agua (1 cal/g), comparándola con otros líquidos. Se aprovecha esta propiedad del agua usándola como enfriador en los motores de automóviles y en los sistemas de calefacción de los edificios. La humedad de los bosques

es importantísima para mantener con menores cambios de temperatura a dicho ecosistema, en comparación con lo que se observa en los desiertos.

En los mamíferos ayuda a mantener la temperatura homogénea en el cuerpo mediante el bombeo constante de sangre mediante el músculo cardiaco hacia los tejidos, debido a que el plasma (componente líquido de la sangre) contiene 90% de agua, es decir, el componente más abundante de la sangre es el agua.

11. La humedad de los bosques, , así como también la cantidad de agua que tenemos en nuestro cuerpo, ayuda a que no se generen cambios bruscos de temperatura, esto es debido al elevado calor específico del agua

2. Calor de fusión. Se le conoce también como calor molar de fusión. Es la energía que se gasta en la fusión de un mol de un sólido. Recuerda que un mol es el peso molecular de una sustancia expresado en gramos. Un mol de agua equivale a 18 gramos, entonces, para poder fundir (pasar de hielo a líquido) 18 gramos de agua se necesitan 80 cal/g. Este es un valor elevado comparado con otras sustancias. Este calor de fusión es el necesario para que las moléculas del sólido (hielo) que presentan un orden continúo debido a las fuerzas de atracción, adquieran energía cinética para que pasen a un orden discontinuo característico del líquido.
   En los seres vivos, el alto calor de fusión del agua proporciona un sistema eficiente de protección contra el congelamiento. Para congelar un mol de agua (18g) se necesita remover la misma cantidad de energía que se absorbe al descongelarlo; por esta razón, y aunque parezca contradictorio, cuando en los invernaderos ha bajado la temperatura de una manera considerable y los vegetales pueden dañarse por el frío extremoso, si no se dispone de otra fuente



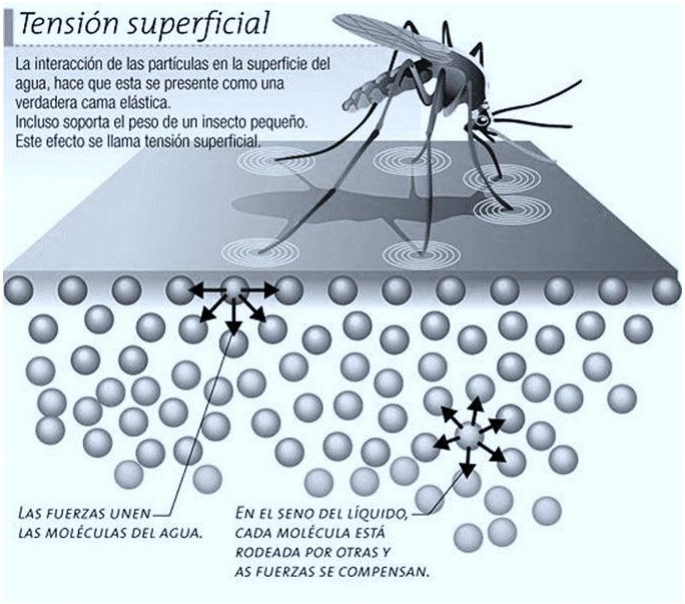
12. La introducción de hielo al inverna- dero eleva la temperatura, porque al fundirse el hielo se libera calor.

de calor, se introduce hielo en ellos para que al ocurrir el descongelamiento se libere calor y, de esta manera, subir la temperatura.

3. Calor de evaporación. Es la energía empleada en la evaporación de un mol de un líquido en su punto de evaporación. También es conocido como calor molar de evaporación. Representa la cantidad de energía cinética que requieren las moléculas en el estado líquido y poder vencer su mutua atracción para alejarse unas de otras, como se presentan en los gases. El calor de evaporación del agua es también alto, al igual que el calor de fusión y calor específico.
   Cuando el agua hierve, se rompen muchos enlaces hidrógeno, por lo que se forma una nube de vapor compuesta de pequeñísimas gotas de agua. Si se rompen la mayor parte de los enlaces hidrógenos restantes, las moléculas comienzan a moverse libremente como vapor de agua (un gas). Este alto calor de evaporación del agua es benéfico para los seres vivos, debido a que se minimizan las pérdidas de agua que pudieran ocurrir en la evaporación, de manera que protege contra la deshidratación. Además, si ocurre la evaporación, provee de un eficiente sistema de enfriamiento, debido a que la energía indispensable para la evaporación "la toma" el agua de la superficie del ser vivo, con lo que se siente una sensación de frescura (enfriamiento). Esta situación se presenta en un clima cálido en el que ocurre la evaporación del agua presente en el sudor.
   La sudoración forma parte del proceso normal de la piel porque su función consiste en liberar la temperatura y de esta forma proporcionar un enfriamiento.

13. En el clima cálido hay una su- duración y después una evaporación del agua, con lo que se pierde calor (que re- fresca).

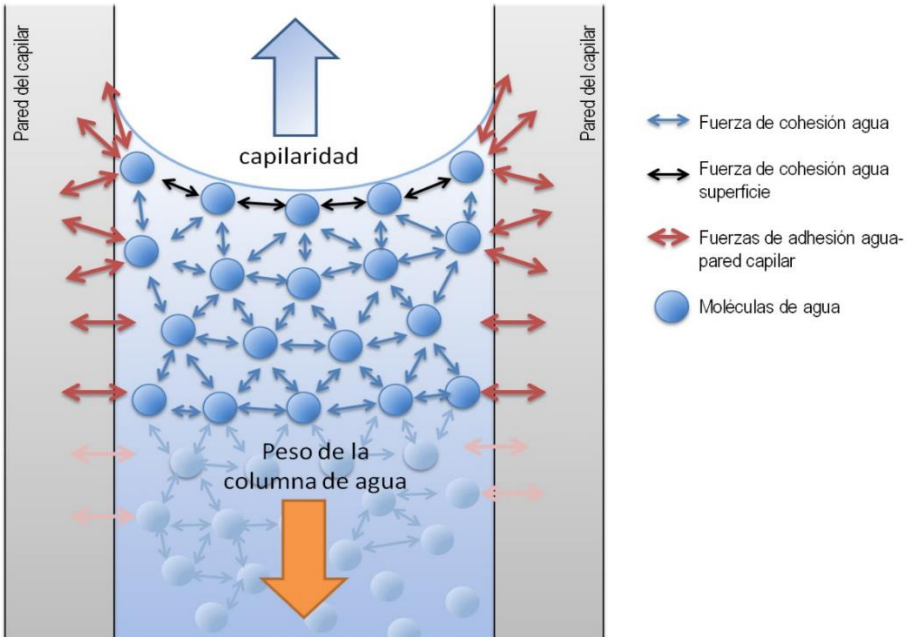
4. Tensión superficial y adhesión. Es una fuerza de atracción que se manifiesta en la superficie de un líquido, debido a la atracción que sufren las moléculas de la superficie hacia el seno (interior del líquido). Las fuerzas de atracción se presentan entre todas las moléculas, así, las moléculas ubicadas en el seno del líquido, son atraídas mutuamente en todas direcciones, mientras que las moléculas de la superficie, al no existir moléculas de líquido que las atraigan (en la parte superior) hacia "afuera", no tienen esa atracción de compensación. Por tanto predomina, con mu- cho, la atracción hacia el seno del líquido. Entonces, cuando la parte externa del agua está en contacto con el aire, se comporta como si su superficie fuera una membrana delgada y elástica que la cubre, sobre la que se pueden desplazar algunos insectos y arácnidos.



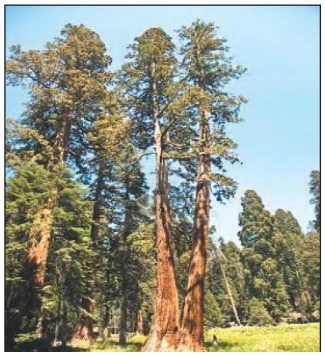
14. La tensión superficial

La tensión superficial relativamente alta del agua se encuentra influida por su capacidad para "mojar superficies", por su adhesividad y por su viscosidad. Mojar superficies es la capacidad del agua para unirse a ellas. La adhesividad es la fuerza de unión con la superficie, es decir, es la capacidad para adherirse a muchos otros tipos de sustancias. Las fuerzas adhesivas del agua son las que provocan que el agua humedezca las cosas. La viscosidad es el inverso de la velocidad a la cual fluye a través de un tubo capilar. Un líquido es menos viscoso mientras más rápido fluya. La viscosidad del agua es alta en relación con su peso molecular, pero es compensada por la adhesividad y capacidad de mojar superficies.

En un capilar, la capacidad de mojarlo y su fuerza adhesiva hacen que el agua suba por el capilar y debido a la tensión superficial y viscosidad de la misma agua, las moléculas del seno del líquido "siguen" a las de la superficie en su ascenso por el capilar. El proceso no depende de una fuente externa de energía y su límite depende del diámetro del capilar y la fuerza de gravedad.



15. La capilaridad y su relación con la adhesión y cohesión



16. La acción capilar es una de las fuerzas que sube el agua de la raíz de las plantas y la transporta hacia tallos y hojas.

La capilaridad explica la tendencia del agua a avanzar por tubos estrechos, incluso en contra de la fuerza de la gravedad. Esta acción es la que hace que el agua avance en los espacios microscópicos que hay entre las partículas del suelo hasta las raíces de las plantas. En un tubo de mayor diámetro, el porcentaje de moléculas de agua que tienen contacto con la pared de vidrio es menor por lo que la adhesión no es suficientemente fuerte como para superar la cohesión de las moléculas de agua, en consecuencia el agua asciende sólo un poco.

La capilaridad la encontramos ampliamente difundida en la naturaleza: en las raíces de las plantas, en los tallos, en la circulación de los líquidos de los animales, etc. Es impresionante como el agua puede ascender más de 100 metros de altura en los árboles, desde los pelos absorbentes de las raíces, hasta la copa del árbol, sin necesitar de un sistema de bombeo.

5. Constante dieléctrica. Es la propiedad que tiene el agua de separar iones de cargas opuestas. La constante dieléctrica del agua es 78.5 y es una de las más altas de un líquido puro. Esta gran capacidad para reducir las fuerzas de atracción entre partículas con cargas opuestas le ha valido el título de disolvente universal. Por el contrario, la de solventes no polares, como la de los hidrocarburos, son bajas.

A continuación, se citan algunos líquidos con su constante dieléctrica correspondiente a 20°C, para que los compares con la del agua.

Metanol	33
Etanol	24
Benceno	2.3
Hexano	1.9

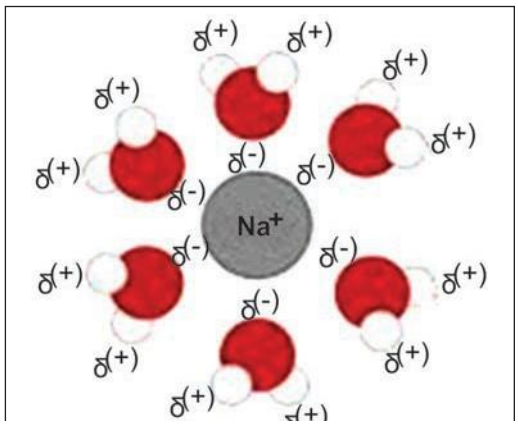
6. Hidratación. Es la capacidad que tienen las moléculas de agua para rodear a los iones. Las moléculas de agua se orientan de acuerdo con la carga de los iones y se acomodan en capas concéntricas alrededor del ión. Cabe aclarar que cuando el solvente no es el agua, recibe el nombre de solvatación.

7. Hidrólisis. Es la reacción química en la que interviene una molécula de agua que reacciona con otra molécula diferente. En esta reacción se fragmentan ambas moléculas, la molécula de agua se fragmenta en un (H+) y un hidroxilo (OH-), cada uno de los cuales se une a uno de los fragmentos de la otra molécula. Por ejemplo, el disacárido sacarosa (azúcar de caña) reacciona con el agua y por hidrólisis se fragmenta en dos moléculas más pequeñas que son la glucosa y la fructosa, en donde el H+ y el OH- provenientes del agua quedan incorporados a las moléculas resultantes.

$$\text{Sacarosa} + H_2O \xrightarrow{\text{Hidrólisis}} \text{glucosa} + \text{fructosa}$$

El agua es la molécula a la que se le identifica como el solvente universal, debido a su capacidad de disolver mayor cantidad de sustancias, que cualquier otro solvente. El comportamiento del agua como solvente universal es explicado por la constante dieléctrica que presenta, por su capacidad de hidratación y la posibilidad de romper los puentes de hidrógeno de las moléculas que disuelve.

La atracción electrostática de iones con cargas opuestas disminuye 80 veces (constante dieléctrica del agua) al ser colocados en el agua. Un ión positivo en el seno del agua atrae las cargas negativas de las moléculas de agua, las cuales llegan a acomodarse en capas alrededor del ión. Si la carga del ión inmerso es negativa, atraerá las cargas positivas de las moléculas de agua, mismas que, con orientación adecuada, se acomodarán en capas alrededor del ión. El resultado es



17. El ión positivo, en este caso el ión sodio (Na^+) atrae las cargas negativas de las moléculas de agua

que los iones se separan entre sí, quedando disueltos.
Cuando las moléculas que se colocan en el agua contienen puentes de hidrógeno entre ellas, las moléculas de agua tienden a debilitar tales puentes y sustituirlos por nuevos puentes de hidrógeno, en los que intervengan moléculas de agua, con ello se separan entre sí las moléculas del compuesto que se colocó en el agua.

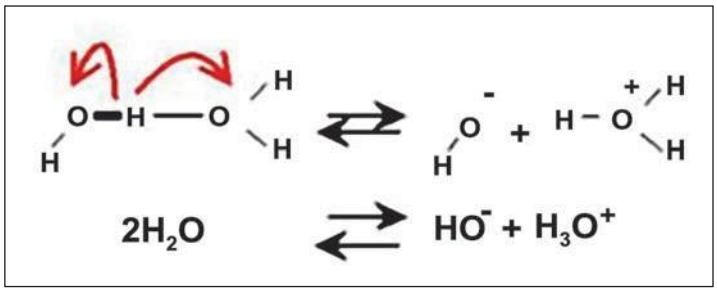
En la descomposición del agua (H_2O) en H^+ y OH^-, se presentan dos reacciones, una de ellas es la ruptura del H_2O para formar $H^+ + OH^-$ y la otra de reconversión, $H^+ + OH^-$, para obtener H_2O:

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

Disociación del agua

La capacidad del agua para ionizarse es ligera pero fundamental para la vida. El agua puede actuar como ácido y como base, su ionización se puede representar como una transferencia intermolecular de protones que forma un ión hidronio (H O+) y un ión hidroxilo (OH-)

Las moléculas de agua tienen una leve tendencia a ionizarse (disociarse) en iones hidrógeno (H^+) e iones hidroxilo (OH^-). El H^+ se combina inmediatamente con una región cargada negativamente de otra molécula de agua para formar un ion hidronio (H_3O^+). Sin embargo, se utiliza por comodidad H^+ en lugar de la expresión más exacta H_3O^+. En el agua pura, el número de moléculas que se ionizan es muy pequeño. Esta ligera tendencia del agua a disociarse es contrarrestada por la de los iones hidrógeno e hidroxilo a unirse y formar nuevamente agua.



18. Al reaccionar dos molécula las de agua, se presenta la ionización, lo que produce la formación del ión hidronio y el ión hidroxilo.

El protón transferido en realidad se integra con un grupo de moléculas de agua. Los protones existen en solución no solo como H_3O+, sino también como multímeros del tipo $H_5O_2^+$ (el ión hidronio unido a una molécula de agua), $H_7O_3^+$ (el ión hidronio unido a dos moléculas de agua), pero lo que se acostumbra es representar al protón como H+, aun cuando de hecho esté altamente hidratado.

Puesto que los iones hidronio e hidroxilo se recombinan de manera continua para formar moléculas de agua, no se puede decir que un hidrógeno u oxígeno individual esté

presente como ión o como parte de una molécula de agua. Por cada ión de hidrógeno e hidroxilo en el agua pura hay 1.8 miles de millones de moléculas de agua.

Cada molécula de agua se disocia en un ión hidrógeno y otro hidroxilo, por lo que las concentraciones en el agua pura son exactamente iguales (0.0000001 que también se expresa 1×10^{-7} moles por litro de cada ión). Cuando son las mismas concentraciones de los dos iones, esta es una solución neutra, es decir no es ácida ni básica (alcalina). Para calcular esta concentración, se hizo de la siguiente manera:

$$K = \frac{\left[H^{+}\right]\left[OH^{-}\right]}{\left[H_2O\right]}$$

Los corchetes representan las concentraciones molares y k es la constante de disociación. Debido a que un mol de agua pesa 18 gramos, por lo tanto un litro que es equivalente a 1000 gramos, contiene 1000/18 = 55.56 mol. Así que el agua pura es 55.56 molar. Puesto que la probabilidad de que un hidrógeno en agua pura exista como un ión hidrógeno es de 1.8×10^{-9}, la concentración molar de los iones H^+ (o de iones OH^-) en agua pura, es el producto de la probabilidad que es 1.8×10^{-9} por la concentración molar del agua que es 55.56 mol/L. El resultado es 1.0×10^{-7} mol/L.

Un ácido es una sustancia que al estar en solución se disocia para producir iones hidrógeno. Al disociarse una molécula de agua produce un ion hidrógeno.

Una base se define como un aceptor de protones. El ion hidroxilo puede actuar como base al aceptar un protón (H^+) para formar agua. También son consideradas bases aquellas sustancias que liberan grupos OH-. Por cada molécula de agua, se libera un grupo OH-. Por lo tanto, el agua actúa tanto como ácido y como base.

El grado de acidez de una molécula se acostumbra expresarlo en términos de pH. Este se define como el logaritmo negativo (en base 10) de la concentración de iones de hidrógeno, expresada en moles por litro. Esta definición la introdujo Sorensen en 1909.

$pH = -\log [H^+]$

Para el agua pura a 25 °C,

$pH = -\log 10^{-7} = -(-7) = 7.0$

$pH = 7$

Este valor (7) es considerado neutro dado que la concentración de iones H+ es semejante a la concentración de iones OH-.

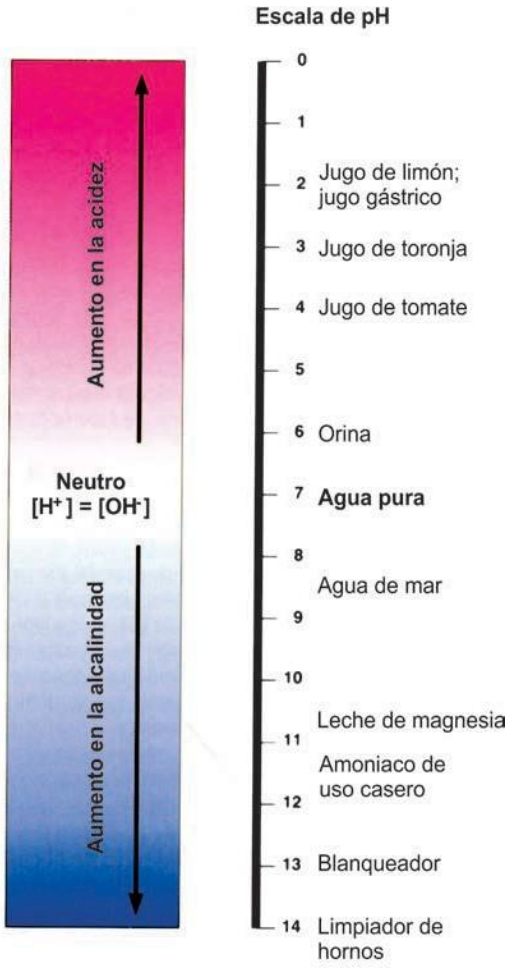
[H+] = [OH-]

La escala de pH permite medir la concentración de iones hidrógeno de 10-14 M (molar) hasta 1.0M (molar) y se basa en la disociación del agua. El pH del plasma sanguíneo

tiene un valor de 7.35-7.45 y es muy importante conservar este valor dentro de límites muy estrechos.

Las soluciones neutras (pH = 7) son las que tienen la misma concentración de H^+ y OH^-. Las soluciones ácidas (tienen valores de pH inferiores a 7) son las que tienen mayor concentración de H^+ que de OH^-, en cambio, las soluciones básicas (tienen valores de pH superiores a 7) son las que tienen mayor concentración de iones OH^- que de H^+. Dicho de otra manera, los valores menores de pH (menores de 7 hasta 0)corresponden a concentraciones altas de H^+ y el pH es ácido. Los valores altos de pH, mayores de 7 hasta 14 corresponden a concentraciones bajas de H^+ y es un pH alcalino o básico.

$[H^+]$ (M)	pH	$[OH^-]$ (M)	pOH
10^0 (1)	0	10^{-14}	14
10^{-1}	1	10^{-13}	13
10^{-2}	2	10^{-12}	12
10^{-3}	3	10^{-11}	11
10^{-4}	4	10^{-10}	10
10^{-5}	5	10^{-9}	9
10^{-6}	6	10^{-8}	8
10^{-7}	7	10^{-7}	7
10^{-8}	8	10^{-6}	6
10^{-9}	9	10^{-5}	5
10^{-10}	10	10^{-4}	4
10^{-11}	11	10^{-3}	3
10^{-12}	12	10^{-2}	2
10^{-13}	13	10^{-1}	1
10^{-14}	14	10^0	0



19. La escala de pH es de 0 a 14. A la derecha se muestran los valores de pH de algunas sustancias comunes

Al aumentar la concentración de H^+, el pH es más ácido. Al disminuir la concentración de H^+, disminuye la acidez. El pH de una orina normal es ligeramente ácido (6), en cambio el pH del jugo gástrico es muy ácido (2). El jugo pancreático tiene un pH de 8, es decir, es ligeramente alcalino.

20. El hidróxido de magnesio y el hidróxido de aluminio son sustancias básicas que disminuyen la acidez estomacal.

Cuando has padecido acidez estomacal (causada por los grupos H+), seguramente alguna vez te habrán recetado un antiácido, medicamento que contiene el hidróxido de aluminio $Al(OH)_3$ e hidróxido de magnesio $Mg(OH)_2$. El hidróxido de aluminio es una base debido a que por cada átomo de aluminio, libera 3 grupos OH-. El hidróxido de magnesio libera 2 grupos OH por cada átomo de magnesio por lo tanto, es una base. Estos dos hidróxidos que constituyen al antiácido provocan que el pH aumente, para que sea menos ácido y disminuye las molestias de acidez estomacal.

Así como existe la escala de pH, también existe la escala de pOH.

$$[H^+]\,[OH^-] = 10^{-14}$$
$$pOH = -\log [OH]^-$$

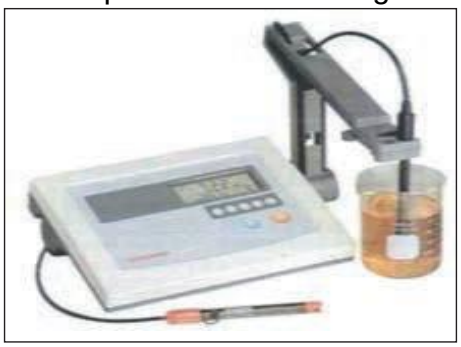
El pOH es igual al logaritmo negativo (en base 10) de la concentración de los iones OH-. La suma de pH y pOH siempre da un valor de 14.

$$pH + pOH = 14$$

La valoración o medición del pH se efectúa mediante indicadores que son ácidos o bases débiles, los cuales cambian de color o dan un cierto color cuando cambia el pH de las soluciones en que se encuentran. Algunos ejemplos de indicadores son el rojo de fenol, el tornasol y la fenolftaleína.

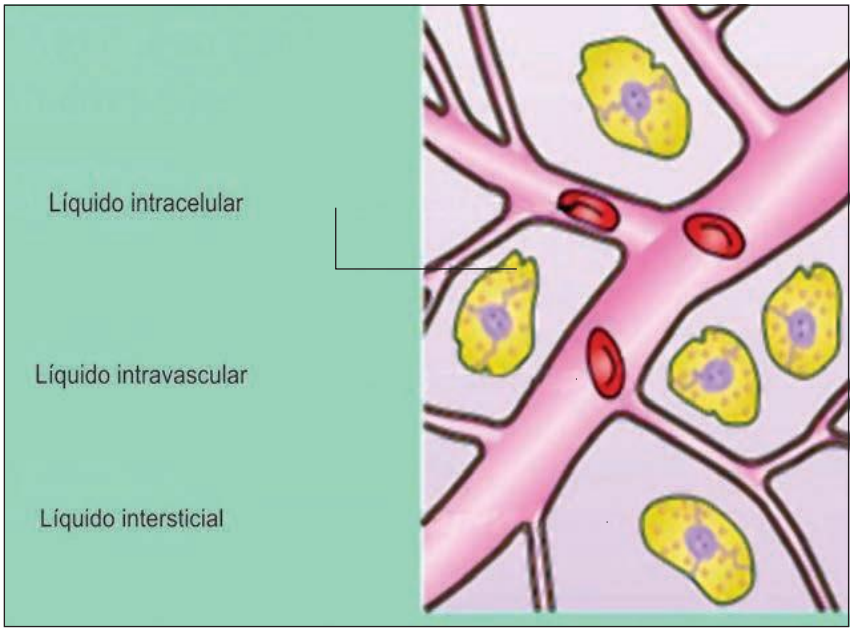
El pH se mide mediante tiras reactivas que están impregnadas de sustancias indicadoras que al reaccionar con la sustancia a la que se le quiere medir, cambian de color. Este color se compara con los colores que vienen por fuera de la cajita que contiene las tiras para medir el pH, el color más semejante indica el pH.

Otro procedimiento es utilizar un metro el cual posee un electrodo para medir iones H^+. Este instrumento permite la valoración rápida y sencilla del pH en una solución. En la medicina clínica es muy importante la medición del pH del plasma, suero sanguíneo, orina, etc., porque proporciona información muy valiosa acerca del estado que guarda el metabolismo del agua y los electrólitos en los diversos compartimientos del organismo humano.



21. . (Izquierda) Tiras reactivas para medir el pH. Los cuatro colores de la tira que se parezcan más a los cuatro colores de la cajita indica el pH de la sustancia. (Derecha), Potenciómetro, aparato para medir el ph con mayor precisión

En el caso del ser humano, el agua es el compuesto más abundante y está distribuida en dos grandes compartimientos: el intracelular (dentro de las células) y el extracelular (fuera de las células). Este último se localiza rodeando a las células (intersticial o tisular) y dentro de los vasos sanguíneos y linfáticos (intravascular).



22. En este dibujo puedes observar agua tanto dentro de las células como fuera de ellas. En el líquido intracelular: dentro de glóbulos rojos y otras células (de amarillo). Además, en el líquido extracelular: dentro del capilar sanguíneo (líquido intravascular) y rodeando a las célula (líquido intersticial o tisular).

El porcentaje de agua en el ser humano depende de la edad, el sexo (10% mayor en los hombres que en las mujeres) y el contenido de tejido adiposo.

En un adulto normal de 70 kg de peso corporal y 1.70 m de altura, un 70% corresponde a agua (49 kg). De esta cantidad, 35 kg de agua está distribuida intracelularmente y 14 kg extracelularmente.

El compartimiento extracelular comprende el líquido contenido en el tejido conectivo duro y cartílago, tejido óseo y el agua transcelular que la encontramos en las secreciones glandulares, en los líquidos gastrointestinales, cefalorraquídeo, sinovial, humor vítreo y acuoso.

El agua contiene solutos, como iones y moléculas. Más del 95% corresponden al ión sodio (Na^+) que es extracelular y se relaciona con los aniones cloruro (Cl^-) y bicarbonato (HCO_3^-). El sodio es entonces el principal soluto del líquido extracelular. En cambio casi el 98 % del potasio corporal es intracelular, por lo que es el soluto principal del líquido intracelular.

Soluciones amortiguadoras

Las soluciones amortiguadoras o buffers son las que resisten un cambio de pH en el momento que se producen o se consumen protones. La mayoría de las reacciones metabólicas van acompañadas de liberación o aceptación de protones, la mayor parte de las reacciones intracelulares son amortiguadas. El bicarbonato, el fosfato y las proteínas son los amortiguadores que normalmente mantienen el pH del líquido extracelular entre 7.35 y 7.45. Esto lo logran aceptando o liberando protones, para que no se presente un cambio brusco de pH.

Las perturbaciones del equilibrio ácido-base se comprueban al determinar el pH de la sangre arterial y el contenido de CO_2 (producido por el metabolismo oxidativo) de la sangre venosa.

Se considera que una persona presenta acidosis cuando el pH de la sangre es menor a 7.35. Sus causas son la cetoacidosis diabética y la acidosis láctica. Asimismo, el individuo presenta alcalosis cuando el pH sanguíneo es mayor a 7.45, por lo general se presenta después del vómito de contenidos gástricos ácidos.

Electrólitos

Los electrólitos son los iones (cationes y aniones) que se encuentran en el líquido intracelular y extracelular. El líquido extracelular es el más estudiado por la facilidad para obtener sus muestras a partir del suero de la sangre.

En la composición de electrólitos del suero sanguíneo se encuentran los cationes Na^+ (sodio), K^+ (potasio), Ca^{++} (calcio), Mg^{++} (magnesio) y los aniones Cl^- (cloruro), HCO_3^- (bicarbonato), PO_4^{+++}
(fosfato), SO^{++}(sulfato), aniones orgánicos y proteínas. Los líquidos extracelulares tienen concentración idénticas de aniones y de cationes.

El anión extracelular más importante y abundante es el Cl^-, que está prácticamente ausente en el interior de las células. El catión extracelular más abundante es el Na^+.
Los iones intracelulares más importantes son los cationes K^+, Mg^{++} y los fosfatos como aniones. El catión intracelular más abundante es el potasio.

El anión común a ambos compartimientos, aunque es más abundante en el líquido extracelular, es el HCO_3^-.

El conocimiento del metabolismo del agua y los electrólitos es de gran interés médico, como por ejemplo, los casos de pérdida de líquidos y sales por vómitos y diarreas, traumatismos y quemaduras o los de retención de agua y sales en la insuficiencia renal.

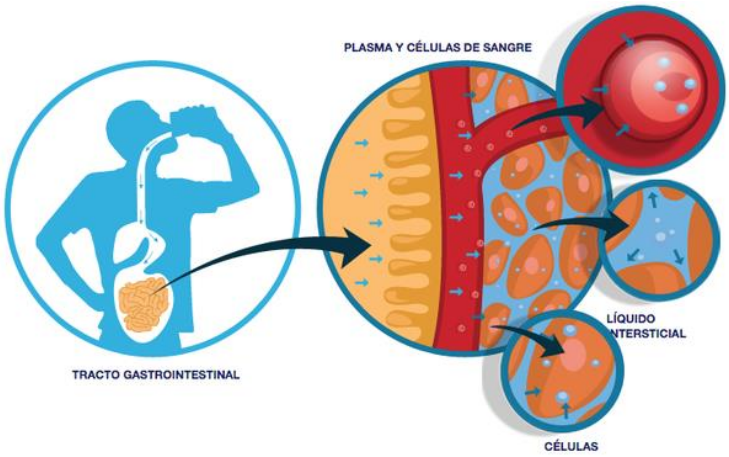
La alteración más frecuente de la concentración de los líquidos y de los electrólitos es la des- hidratación.

Los líquidos corporales muestran una gran constancia en la concentración de sus componentes iónicos (electrólitos), su pH y su temperatura; además de que tienen mecanismos muy efectivos para su regulación y cuentan con sistemas protectores contra la pérdida de agua, como la piel y el riñón, cuyo fin es el de conservar, al grado máximo posible, la concentración de los distintos componentes del medio interno. El balance de agua es condicionado en gran parte por la sed. En condiciones normales, debemos ingerir de 2 a 2.5 litros diarios provenientes de tres fuentes principales:

- Ingerirla como tal o en bebidas (1,200 ml). Los humanos necesitan beber por lo menos un litro de agua al día. Si no se ingiere suficiente agua para sustituir el líquido perdido, puede sufrirse deshidratación. Esto causa problemas en los sistemas circulatorio, respiratorio y nervioso. El consumo de abundante agua potable es de lo mejor que podemos hacer para tener un cuerpo sano.

- El agua que forma parte de los alimentos (1,000 ml), los que, por sólidos que parezcan, proporcionan agua. Por ejemplo el pan tiene un 31%, el jamón 58% y el pepino 98%.
- El agua metabólica (300 ml), procedente de la oxidación de los alimentos, cuyo volumen depende del metabolismo de cada individuo.

En relación con el adulto, el requerimiento de agua y su intercambio es mayor en los niños, estos retienen con menor facilidad el agua y si no ingieren o pierden líquidos, están en peligro de deshidratarse rápidamente.



23. Todas las células del cuerpo necesitan agua por- que en ella se llevan a cabo las reacciones químicas. En días calurosos o cuando realizas ejercicio, necesitas beber mayor cantidad de agua para sustituir el líquido que se pierde al sudar.

El organismo retiene el agua en una cantidad constante, pero hay un intercambio dinámico de un compartimiento a otro. En un niño se recambia todos los días el equivalente en agua de hasta la décima parte del peso corporal y en el adulto, este recambio es de alrededor de 3% de su peso corporal. Por lo regular, el organismo humano controla su equilibrio de líquidos a través de la ingestión y la excreción de agua.

La regulación del equilibrio del agua depende del mecanismo del hipotálamo que controla la sed, de la hormona antidiurética (adh), de la retención o excreción de agua por los riñones (orina). Además, se elimina agua por medio de las heces, la transpiración y el vapor de agua en cada exhalación.

Actividades de aprendizaje

CUESTIONARIO 1

ACTIVIDAD 1

Indica cuál de las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

1. Las moléculas del hielo presentan un orden discontinuo, mientras que las del agua líquida presentan un orden continuo. ( )
2. Cada molécula de agua es altamente polar debido a la distribución desigual de los electrones entre los átomos de hidrógeno y de oxígeno. ( )
3. El K^+ es el electrólito intracelular más importante y abundante. ( )
4. El agua absorbe más energía calorífica para poder elevarla un grado de temperatura que la mayoría de las sustancias. ( )
5. El agua líquida tiene más puentes de hidrógeno que el hielo. ( )
6. Cuando el agua hierve se rompen muchos enlaces hidrógeno. ( )
7 La constante dieléctrica es la capacidad que tiene el agua de separar iones de cargas opuestas. ( )
8. La molécula de agua tiene una alta tendencia a ionizarse. ( )
9. Cuando la concentración de H^+ es mayor que la concentración de iones OH^-, el pH es alcalino. ( )
10. El % de agua en el ser humano depende de la edad, el sexo y del contenido de tejido adiposo. ( )

CUESTIONARIO 2
ACTIVIDAD 1

1. El puente de hidrógeno se forma:

   a) Entre la carga negativa de una molécula de agua y la carga positiva de otra molécula de agua
   b) Entre la carga negativa de una molécula de agua y la carga negativa de otra molécula de agua
   c) Entre la carga positiva de una molécula de agua y la carga positiva de otra molécula de agua
   d) Entre un átomo de hidrógeno de una molécula de agua y un átomo de hidrógeno de otra molécula de agua
   e) Entre un átomo de oxígeno de una molécula de agua y un átomo de oxígeno de otra molécula de agua

2. Es la cantidad de energía calorífica necesaria para elevar la temperatura de un gramo de una sustancia en 1^oC.

   a) Calor específico
   b) Densidad

c) Capilaridad
d) Calor de fusión
e) Calor de evaporación

3. El pH de la orina normal es 6, esto significa que la orina es:

a) Muy ácida
b) Neutra
c) Ligeramente alcalina
d) Ligeramente ácida
e) Muy alcalina

4. Cada molécula de agua establece_____con otras moléculas de agua.

a) Dos puentes de hidrógeno
b) Ocho puentes de hidrógeno
c) Cuatro puentes de hidrógeno
d) Un puente de hidrógeno
e) Tres puentes de hidrógeno

5. Es el principal soluto del líquido extracelular:

a) Sodio
b) Potasio
c) Magnesio
d) Zinc
e) Cloruro

6. Cuando el agua reacciona con el disacárido sacarosa, la fragmenta en dos moléculas más
pequeñas que son la glucosa y fructosa. Esta reacción es una:

a) Deshidratación
b) Hidrólisis
c) Solvatación
d) Ionización
e) Ninguna es correcta

7. Es la capacidad de energía cinética que requieren las moléculas de agua en estado líquido para vencer su mutua atracción:

a) Viscosidad
b) Adhesión

c) Calor específico
d) Calor de fusión
e) Calor de evaporación

8. Es una sustancia que tiene pH básico:

a) HCl
b) H_2SO_4
c) H_3PO_4
d) $Mg\ (OH)_2$
e) H_2O

9. En el ser humano, el líquido extracelular se localiza dentro de los vasos sanguíneos y linfáticos, pero además:

a) Rodeando a las células
b) En el líquido intersticial
c) En el líquido tisular
d) Líquido cefalorraquídeo
e) Todas las anteriores son correctas.

10. El anión extracelular más importante es:

a) Cloruro
b) Potasio
c) Magnesio
d) Calcio
e) Fosfato

Cierre

Actividad 3

PRÁCTICA 1. Propiedades físicas del agua

El reporte debe llevar:

1. **PORTADA**
2. **INTRODUCCION**

Responde las siguientes preguntas para realizar la introducción. (**Nota: Redacta de forma continua)**

Describe brevemente las propiedades físicas del agua: Adhesión, cohesión, capilaridad, tensión superficial, calor de vaporización, ¿Cómo se relacionan?, ¿Porque se dice que el agua es dipolar? ¿Por qué el hielo flota en el agua? ¿Por qué algunos animales como insectos y algunas lagartijas pueden caminar por encima del agua? ¿Cómo llega el agua desde la raíz, hasta la copa de un árbol que mide más de 10 m)

3. **OBJETIVO**

Comprobar las propiedades físicas del agua: Adhesión, cohesión, capilaridad, tensión superficial, calor de vaporización; así como verificar que la molécula de agua es dipolar

4. **HIPÓTESIS:**

¿Por qué un globo frotado con la ropa, atrae un chorro de agua? ¿Cuántas gotas de agua puede llevar una moneda de un peso? ¿Por qué? ¿Por qué un clip, puede flotar encima del agua? ¿El papel remojado en agua, podrá lograr ascender en qué proporción? ¿Por qué? ¿El globo con agua estallara al someterse al fuego? ¿Por qué? ¿El globo con aire estallara al someterse al fuego? ¿Por qué?

5. **Material**

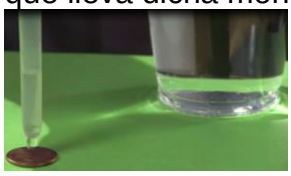
- Lata de refresco vacía
- 3 globos
- Envase de PET de 500 ml con tapa
- Clip
- Vaso de precipitado
- Servilleta de papel
- Lápiz
- Cinta masking tape
- Vela
- Gotero
- Cerillos

6. **Metodología:**

a. Infla un globo con aire y átalo. Coloca el envase de lata, vacío en una superficie plana; frota el globo en la ropa y acércalo a la lata. ¿Qué sucede?

b. En un envase de PET, de 500 ml, realízale un orificio, aproximadamente en la parte media, vertical, llénalo de agua de la llave y colócalo en forma horizontal, acerca el globo al chorro de agua, frotado con anterioridad, a la ropa. Observa y anota lo que sucede

c. En una moneda de $ 1.00, colócale gotas de agua, contabilizando el total de gotas que lleva dicha moneda; anota tus observaciones



d. En un vaso de precipitado con agua, coloca un clip, de forma horizontal y muy lentamente, logrando dejar este en la superficie. Anota tus observaciones

e. En un vaso coloca aproximadamente 2 cm de altura de agua, y remoja la servilleta, hasta tocar el fondo del vaso, mide que altura logra subir el agua en la servilleta, después de la superficie del agua.

f. Infla dos globos, uno con agua y otro con aire, al segundo colócalo debajo de la vela y mide el tiempo que resiste hasta explotar, coloca el segundo globo y mide el tiempo que tarda sin explotar

7. **Resultados:** Anotar todas las observaciones con evidencias fotográficas de todo el proceso
8. **Conclusión**: Relaciona los resultados con los conceptos de propiedades físicas del agua

Evaluación

NOMBRE DEL ALUMNO:			
CARRERA:			**PARCIAL: PRIMERO**
CICLO ESCOLAR	**SEMESTRE: VI**	**GRUPO:**	**APRENDIZAJE ESPERADO:** Comprobar las propiedades físicas del agua: Adhesión, cohesión, capilaridad, tensión superficial, calor de vaporización; así como verificar que la molécula de agua es dipolar
PRODUCTO ESPERADO: Reporte de práctica			

PLAN DE EVALUACIÓN			
NOMBRE	**TIPO**	**ALCANCE**	**PONDERACIÓN**
Reporte	**Formativa**	**Heteroevaluación**	**20%**

Indicador	Si	No
1. Sigue de manera adecuada los procedimientos establecidos (1)		
2. Relaciona correctamente los contenidos con las observaciones de la actividad (1)		
3. Registra las observaciones y características de la actividad (1)		
4. Participa y colabora de maneras diversas en el desarrollo de la práctica (1)		
5. El equipo trabaja de forma organizada (1)		
8. Presenta correctamente el reporte de la actividad: (50%)		
a. Introducción (1)		
b. Hipótesis (1)		
c. Resultados correctos (2)		
d. Conclusión (1)		

COMPETENCIAS DISCIPLINAR:
8. Confronta las ideas preconcebidas acerca de los fenómenos naturales con el conocimiento científico para explicar y adquirir nuevos conocimientos

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN EVALUÓ:

CALIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

COMPETENTE

EN VÍAS DE LOGRAR LA COMPETENCIA

NO COMPETENTE

RETROALIMENTACIÓN:

CAPÍTULO 2
CARBOHIDRATOS

De forma individual resuelve las siguientes preguntas, posteriormente compara tus respuestas con otro compañero

1. ¿Cuáles son la biomoléculas que nos aportan energía?
2. ¿Qué son los carbohidratos?
3. ¿Cuáles son sus características?
4. ¿Por qué son importantes en la dieta?
5. ¿ Cuantas calorías aportan los carbohidratos?
6. Menciona 5 alimentos en los que encontramos a los carbohidratos
7. Calcula tu IMC y determina en que grado te encuentras
8. Investiga un método para saber cuántas calorías requieres al día y realiza tu cálculo

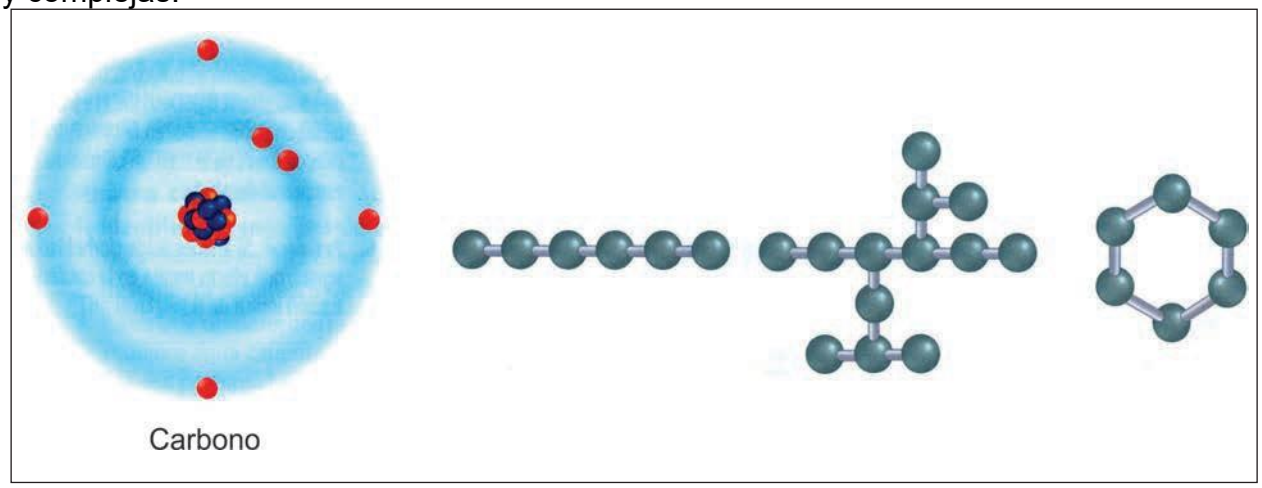
Desarrollo

Introducción

En biología existen grandes moléculas constituidas por la unión de muchas unidades más pequeñas. El elemento carbono es un constituyente de casi todas las moléculas biológicas. Por esta razón se considera al carbono un elemento esencial para la vida en la Tierra. Los científicos dedicaron una rama de la química, denominada química orgánica, al estudio de los compuestos orgánicos; es decir, a los compuestos que contienen carbono.

El átomo de carbono tiene cuatro electrones de valencia (los que se encuentran en su última capa energética), lo que le permite formar cuatro enlaces covalentes con otros átomos. Estos enlaces covalentes permiten que los átomos de carbono se unan entre sí y con otros muchos elementos tales como el hidrógeno, oxígeno, fósforo, azufre y nitrógeno para formar las moléculas de la vida, las biomoléculas.

Las biomoléculas pueden tener forma de cadenas lineales, cadenas ramificadas o de anillos. El carbono tiene la capacidad de formar millones de diferentes moléculas grandes y complejas.



24. La capa energética externa del átomo de carbono con cuatro electrones, permite la formación de moléculas en forma de cadena lineal, ramificada y anillo.

La mayoría de las células almacenan pequeñas moléculas de carbono que sirven para construir las moléculas grandes, las llamadas macromoléculas. Las macromoléculas también son conocidas como polímeros (proviene de dos vocablos griegos: poli que significa muchos y meros que significa parte) porque están formadas de la unión de moléculas orgánicas pequeñas denominados monómeros, unidas por medio de enlaces covalentes.

Las macromoléculas están constituidas por miles o incluso cientos de miles de monómeros. Los bioquímicos clasifican a las macromoléculas biológicas (biomoléculas más grandes) en cuatro grupos basados en su composición química: carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleico.

Grupo	Ejemplo	Molécula	Función
Carbohidratos			▪ Almacenan energía Proveen soporte estruc-
Lípidos			▪ Almacenan energía Proveen barreras y so-
Proteínas			▪ Transportan sustancias Agilizan las reacciones ▪ Proveen soporte estruc- ▪ tural
Ácidos nucleicos			▪ Almacenan y comunican

25. Las cuatro macromoléculas biológicas, un ejemplo de cada una de ellas, sus estructuras y sus principales funciones

Composición y fórmula de los carbohidratos

El término carbohidrato (del francés hydrate de carbone) se aplicó inicialmente a los monosacáridos, reconociendo el hecho de que su composición podría expresarse como $Cn(H_20)n$ En la actualidad, el término se utiliza en un sentido amplio, ya que comprende no solo a los monosacáridos, sino también a los oligosacáridos y polisacáridos. La palabra azúcar es utilizada para referirse a los monosacáridos y algunos oligosacáridos que son dulces.

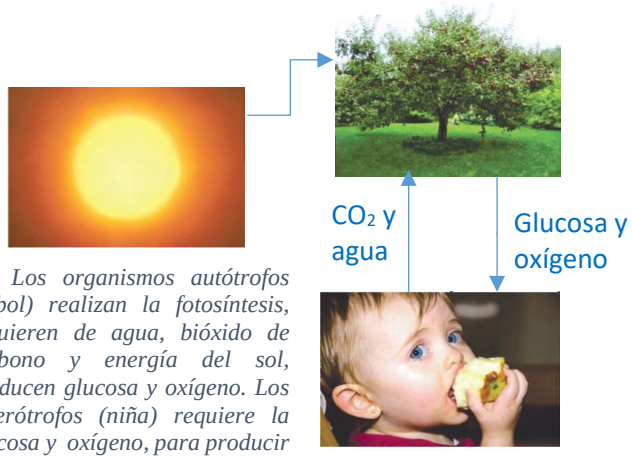
26. Los azúcares son el producto inmediato de la fotosíntesis (monosacáridos y disacáridos) de sabor dulce. Los encontramos en frutas, leche, remolacha azucarera, caña azucarera, etcétera.

Los azúcares son el producto inmediato de la fotosíntesis que se realiza principalmente en las hojas de las plantas verdes; a partir de la reacción del CO_2 y el H_2O, en presencia de la energía solar, se sintetiza la glucosa y en los enlaces de esta molécula queda almacenada la energía. Además se libera O_2. Luego, los animales ingieren la glucosa, esta reacciona con el oxígeno y la convierten nuevamente en CO_2 y H_2O y transforman la energía (que estaba almacenada en la glucosa) en enlaces

químicos de numerosos compuestos, convertibles a su vez, en energía eléctrica, mecánica, etcétera.
El catabolismo del carbohidrato glucosa, proporciona energía inmediata para todas las actividades celulares de los organismos.

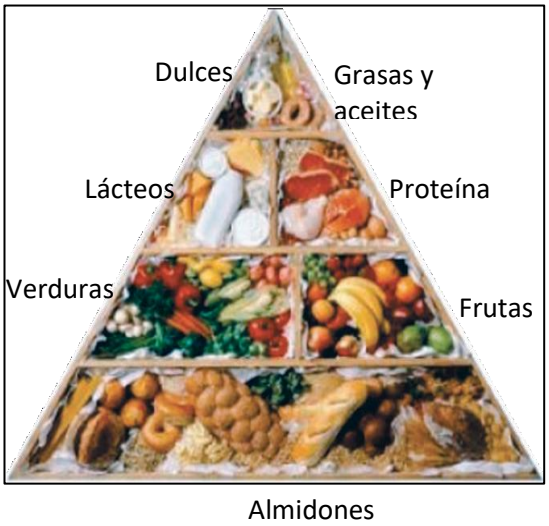
Para que en un vegetal se sinteticen lípidos y proteínas, primero es necesario que se sintetice la glucosa, ya que a partir de esta se sintetizan los lípidos y las proteínas.

Los carbohidratos son las biomoléculas más abundantes de la alimentación; son también la principal fuente de energía de los seres vivos. Las plantas y algunos animales también usan carbohidratos para formar parte de su estructura.



27. Los organismos autótrofos (árbol) realizan la fotosíntesis, requieren de agua, bióxido de carbono y energía del sol, producen glucosa y oxígeno. Los heterótrofos (niña) requiere la glucosa y oxígeno, para producir CO_2 y agua

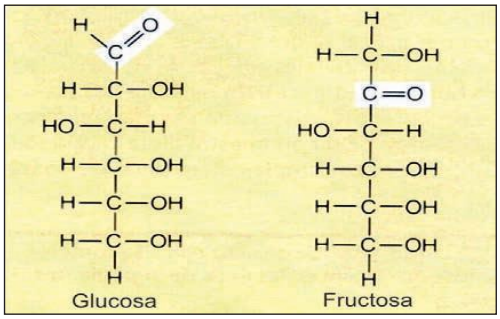
Los carbohidratos son los compuestos orgánicos más abundantes en los vegetales. Los animales sintetizan carbohidratos a partir de aminoácidos, pero la mayor parte de los carbohidratos de su dieta alimenticia deriva de los vegetales.



28. Los carbohidratos son las biomoléculas más abundantes en la alimentación. Los dos niveles inferiores (panes, cereales, papas, frutas y verduras) y los dos niveles superiores izquierdos (leche, dulces) son alimentos ricos en carbohidratos.

Los carbohidratos están constituidos esencialmente de carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O). Son polihidroxialdehidos (poseen muchos grupos –OH y el grupo funcional aldehído) o polihidroxicetonas (poseen muchos grupos –OH y el grupo funcional cetona) o sustancias que por hidrólisis producen cualesquiera de las dos anteriores. Además, en la mayoría de ellos, a cada átomo de carbono se encuentra unida una molécula de agua (un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno), esta fue la suposición de la cual se partió para llamar a estos compuestos como hidratos de carbono o carbohidratos, porque se pensaba que cada átomo de carbono estaba combinado con una molécula de agua (carbono hidratado).

29. A la izquierda, la estructura de un carbohidrato que es polihidroxialdehido el cual posee 5 grupos –OH y el grupo aldehído (carbono 1). A la derecha, un carbohidrato que es una polihidroxicetona que también posee cinco grupos -OH y el grupo funcional cetona (carbono 2)



La fórmula general para los carbohidratos se escribe $(CH_2O)n$, el subíndice n indica el número de subunidades CH_2O en una cadena. Estudios posteriores, realizados desde el siglo pasado, permitieron observar que no en todos los casos era esta la situación, pero el nombre persistió y en la actualidad todavía se les denomina carbohidratos

Clasificación de los carbohidratos

Los carbohidratos se clasifican de la siguiente manera: monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.

Monosacáridos

Los monosacáridos son carbohidratos que no pueden ser hidrolizados a carbohidratos más pequeños. Son sólidos, cristalinos, incoloros, solubles en agua y de sabor dulce. Hace algunos años se acordó que los azúcares deben nombrarse con la terminación osa.

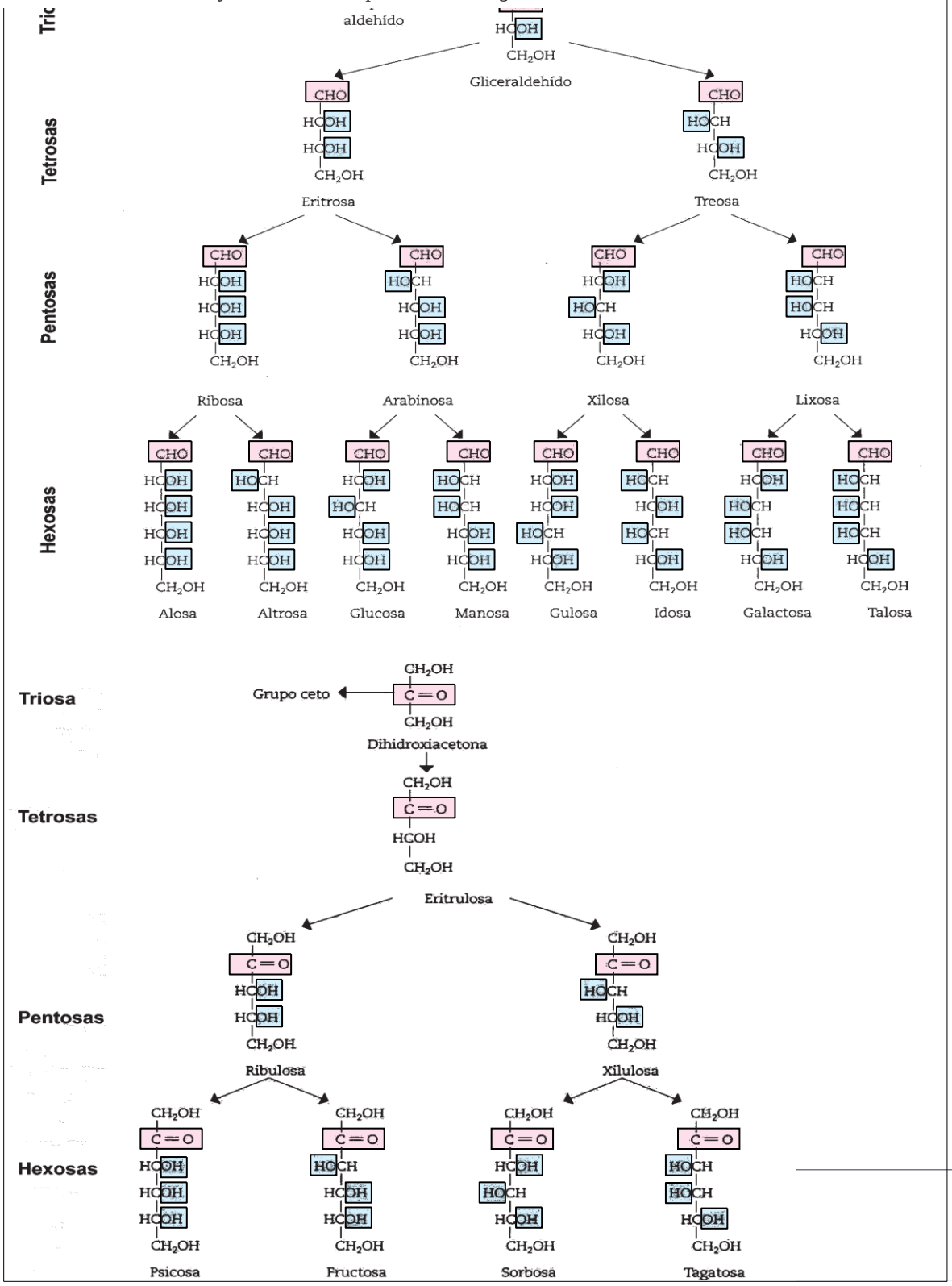
Fischer y otros investigadores establecieron los fundamentos de la terminología que se utiliza hasta ahora, basada en los nombres de triosa, tetrosa, pentosa, hexosa, etc. También apoyó la propuesta de Armstrong de clasificar los azúcares en aldosas y

Aldotriosa	*Cetotriosa*	*Aldopentosa*	*Cetopentosa*
H—C=0 | H—C—OH | H—C—OH | H	H | H—C—OH | C=O | H—C—OH | H	H—C=O | H—C—OH | H—C—OH | H—C—OH | H—C—0H | H	H | H—C—OH | C=O | H—C—OH | H—C—OH | H—C—OH | H
CHO | CH—OH | CH_2—OH	CH_2OH | C=O | CH_2OH	CHO | CH-OH | CH—OH | CH—OH | CH_2—OH	CH_2—OH | C=O | CH—OH | CH—OH | CH_2OH
$C_3H_6O_3$	$C_3H_6O_3$	$C_5H_{10}O_5$	$C_5H_{10}O_5$

cetosas. Además, Fisher introdujo la ahora clásica proyección que lleva su nombre, que consiste en cadenas de carbono verticales y el grupo carbonilo en la parte superior.

30. Tres diferentes formas de representación de algunos monosacáridos. Las de la parte superior están desarrolladas, las del centro están simplificadas y en la parte inferior está su fórmula molecular.

31. Estructuras de 15 aldosas y 8 cetosas de importancia biológica



Dependiendo del número de átomos de carbono se subdividen en: triosas (3C), tetrosas (4C), pentosas (5C), hexosas (6C) y heptosas (7C). Los átomos de carbono se numeran de arriba hacia abajo, además, poseen un grupo carbonilo, si este grupo es el grupo aldehído (-CH=O) se llaman aldosas y si el grupo carbonilo es una cetona (-C=O), reciben el nombre de cetosas.

Ejemplos: Si un monosacárido posee el grupo aldehído y 5 átomos de carbono se trata de una aldopentosa. En cambio, si el grupo funcional es de una cetona y tiene 6 átomos de carbono, se trata de una cetohexosa.

Los monosacáridos más pequeños son de 3 átomos de carbono. Los dos más importantes para los seres vivos son la glicerosa (comúnmente más conocida como gliceraldehído) y la dihidroxiacetona.

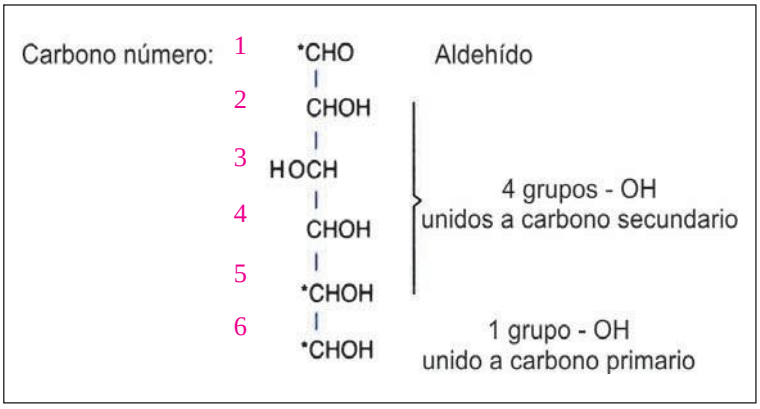
Dentro de los monosacáridos de 4 átomos de carbono más importantes se encuentra la eritrosa. Los de importancia fisiológica de 5 átomos de carbono son la lixosa, xilosa, xilulosa, ribulosa, arabinosa, ribosa y desoxirribosa. La glucosa, la manosa, la fructosa y la galactosa son las hexosas de mayor importancia fisiológica. La sedoheptulosa es el monosacárido de 7 átomos de carbono más importante.

- La ribosa forma parte de la estructura del ácido ribonucleico.
- La desoxirribosa se encuentra en el ácido desoxirribonucleico.
- La arabinosa es uno de los constituyentes de la pectina y de la hemicelulosa, principalmente se encuentra en la goma arábiga, es fuente de carbono en cultivos bacterianos.
- La xilosa es conocida como azúcar de madera.
- La lixosa se encuentra formando parte de los glucolípidos de las paredes bacterianas de algunas especies, así como del músculo cardiaco.
- La xilulosa se acumula en la orina en pacientes con pentosuria.
- La manosa se encuentra formando parte de algunos polisacáridos de las plantas y en algunas glucoproteínas animales.
- La pseudoheptulosa es una de las pocas heptosas existentes en la naturaleza, es un intermediario en el ciclo de las pentosas.

La glucosa es el carbohidrato más importante, la mayor parte de los carbohidratos que ingerimos en la dieta diaria se absorbe al torrente sanguíneo como glucosa; otros azúcares son convertidos a glucosa en el hígado.

La glucosa es el combustible metabólico más importante de los mamíferos. Es el precursor en la síntesis de todos los demás carbohidratos en el cuerpo.

Las enfermedades que se relacionan con el metabolismo de los carbohidratos son la diabetes mellitus, galactosemia, enfermedades del almacenamiento del glucógeno e intolerancia a la lactosa.



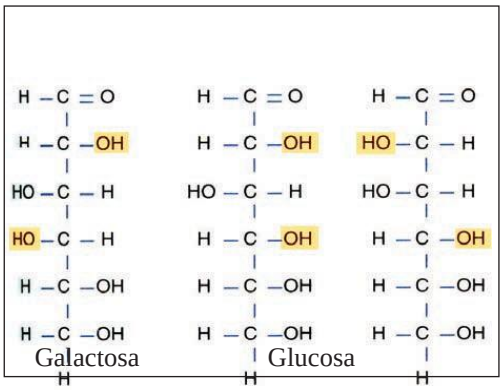
La fórmula desarrollada más simple de la glucosa (formada por 6 carbonos, 12 hidrógenos y 6 oxígenos), muestra una molécula de cadena recta con cinco carbonos que tienen unidos funciones alcohólicas y uno con una función aldehído. Recuerda que el grupo aldehído se encuentra en el carbono de un extremo de la molécula.

A la forma de representar un monosacárido en forma lineal, se le conoce como estructura de Fisher en honor de su inventor.

32. Fórmula desarrollada por Fisher de la glucosa (C6H12O6). Los carbonos marcados con un asterisco (*) corresponden a los tres carbonos del gliceraldehído. Observa los cuatro grupos –OH unidos a carbonos secundarios y un grupo –OH unido a carbono primario

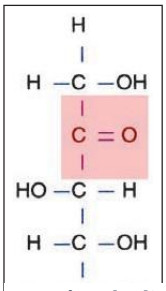
Para escribirla, primero se escribe la cadena o esqueleto de átomos de carbono, el grupo funcional aldehído o el grupo carbonilo y en seguida se acomodan los –H y los –OH.

Existen monosacáridos que tienen la misma fórmula molecular que la glucosa (C6H12O6), pero diferente su arreglo espacial, es decir son isómeros.



34. La galactosa y la manosa son epímeros de la glucosa. ¿Cuál es la diferencia que observas en estas tres estructuras?

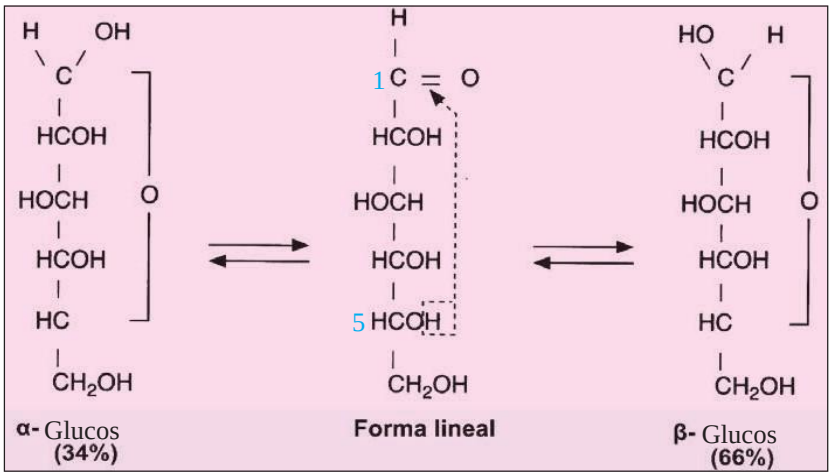
A los isómeros que difieren como resultado de la diferente posición del -OH y del -H en los átomos de carbono 2, 3 y 4 de la glucosa se les conoce con el nombre de epímeros. Desde el punto biológico, los epímeros más importantes de la glucosa son la manosa y la galactosa. La única diferencia que existe entre la manosa y la es la posición del grupo –OH del carbono número 2, mientras que entre glucosa y galactosa, la diferencia está en el carbono número 4. Los tres mono- sacáridos tienen la misma fórmula mole- cular ($C_6H_{12}O_6$).



33. Fórmula lineal (Fischer) de la fructosa (azúcar de fruta).

Existe otra hexosa que también es isómeros de la glucosa, pero con el carbonilo con estructura cetónica, por lo que es una cetohexosa y es llamada fructosa. Este monosacárido es la cetohexosa más abundante en la naturaleza.

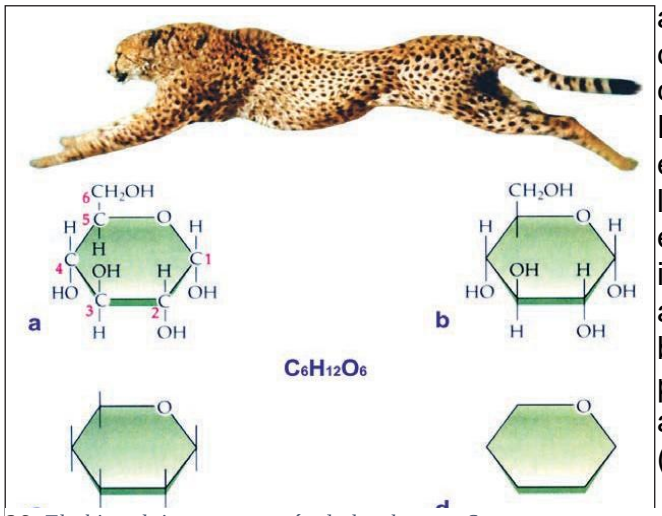
La fórmula lineal de la glucosa no explica alguna de sus propiedades, que sí se explican cuando se le representa como una estructura lineal pero transformable en una estructura cíclica, a través de la formación de un hemiacetal interno, es decir, se forma un puente de oxígeno entre el carbono 1 y el carbono 5, por lo que el carbono 1 se convierten en un nuevo carbono asimétrico que permite la existencia de dos nuevos isómeros, llamados anómeros, estos son el alfa (α) y el beta (β). El C1 se llama anomérico. La alfa- glucosa posee en el carbono anomérico el –OH hacia la derecha mientras que la beta-glucosa lo tiene hacia la izquierda.



35. Formación de un hemiacetal interno (a los lados) a partir de la estructura de Fischer (centro) del monosacárido glucosa. El carbono 5 que- da unido al carbono del grupo funcional aldehído (carbono 1) por medio de un oxígeno.

Observa los hemiacetales de la figura 35, la alfa-glucosa tiene el grupo OH del carbono anomérico (C1) hacia la derecha y la beta-glucosa lo posee hacia la izquierda. Una solución de glucosa en agua contiene en equilibrio dinámico 34 % de la forma alfa y 66 % de la beta.

Haworth representó esta estructura en perspectiva, con los grupos H y OH colocados convencionalmente arriba o abajo del plano del anillo. En esta convención, los grupos OH de los carbonos 2 y 4 que en la estructura de Fisher se representan en el lado derecho, en el anillo de Haworth se encuentran en la parte de abajo y el OH del carbono 3 que en la estructura de Fisher está al lado izquierdo, se localiza hacia arriba en el anillo de Haworth; los anómeros alfa y beta se distinguen en el modelo por la posición del OH hacia abajo (alfa) o hacia arriba (beta) en el carbono número 1 (anomérico).

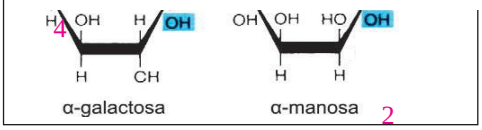


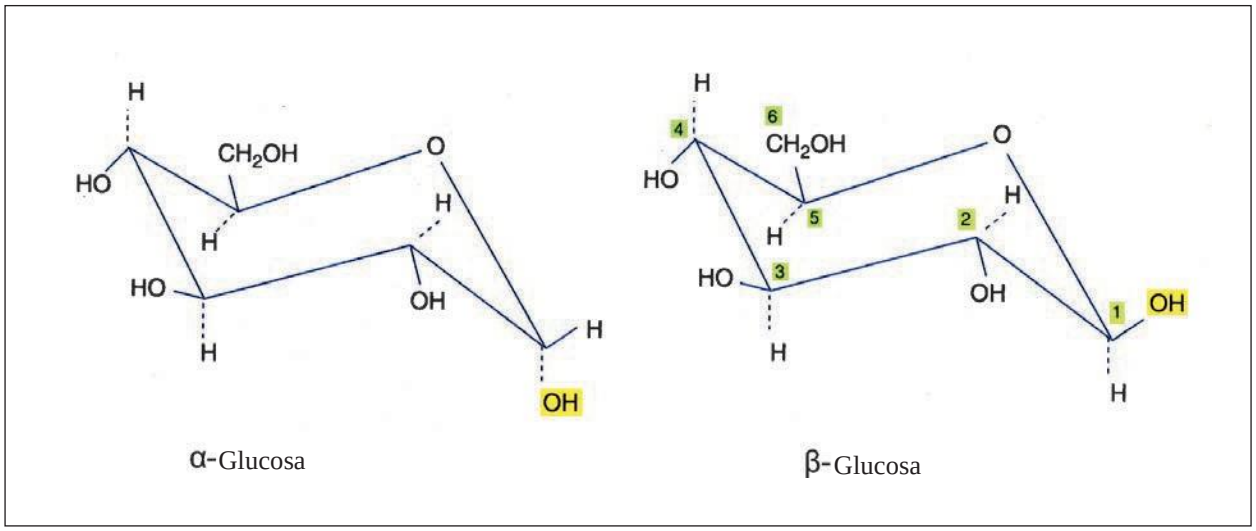
36. El chita obtiene su energía de la glucosa. Se muestran cuatro maneras de representar la estructura de Haworth de la glucosa (C6H12O6). a) El anillo de carbonos mostrando todos los grupos. b) Los carbonos son omitidos. c) Tantos los carbonos como los grupos son omitidos, mostrando solamente los enlaces. d) Solamente se muestra el átomo de oxígeno en el anillo.

Otros monosacáridos importantes en bioquímica, además de la glucosa, son la galactosa y la manosa. A continuación se presentan las estructuras de Haworth de cada una de ellas, para que observes el carbono número 1. Tanto en la galactosa como en la manosa el –OH del carbono número 1 está hacia abajo, por lo tanto se trata de la alfa-galactosa y alfa-manosa, respectivamente.

Los estudios con difracción de rayos X revelan en un solo plano a los azúcares con anillos de 5 átomos, mientras que los de los anillos de 6 átomos están dispuestos en forma de “bote” o de “silla”.

37.Estructura de Haworth de los monosacáridos alfa-galactosa y alfa-manosa, son alfa por que el grupo -OH, se encuentra hacia abajo en el carbono 1

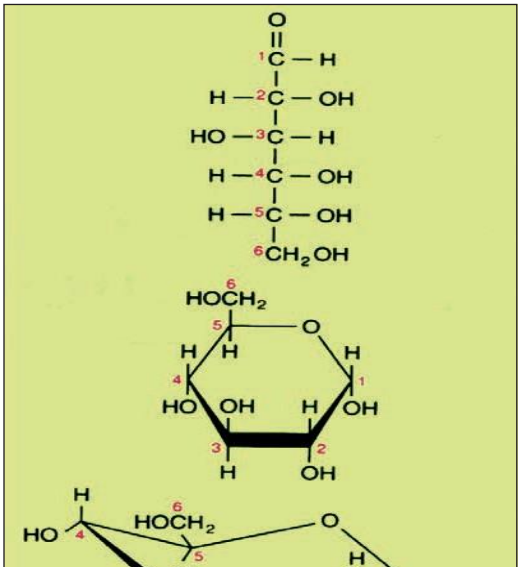




39. Observa el carbono 1 de la estructura de “silla” de los anómeros alfa (-OH hacia abajo) y beta (-OH hacia arriba) de la glucosa (el anillo es de 6 átomos).

Resumiendo, la estructura de la glucosa puede representarse de tres maneras:

1. La fórmula estructural de cadena recta (Fischer) donde el grupo aldehído está unido al carbono número uno, (una aldohexosa).
2. La estructura cíclica que se forma por la reacción entre el grupo aldehído y el grupo hidroxilo del carbono número cinco, fue diseñada por Haworth. En esta estructura los enlaces más cerca al observador están en negritas y engrosados mientras que los grupos hidroxilo están arriba o abajo del anillo.
3. La estructura en forma de silla, que es como realmente se encuentra en la naturaleza.

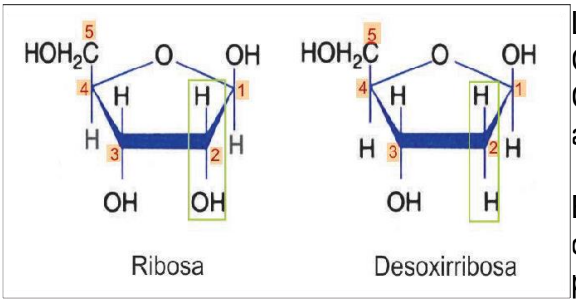


38. Estructuras de la glucosa: de Fischer (arriba), proyección de Haworth (centro), variante en silla (abajo).

Por lo general, se usan con más frecuencia las estructuras de Fischer y Haworth por ser más sencillas.

Desoxiazúcares

Existen excepciones a la fórmula CnH_2On que nos dice que por cada átomo de carbono, poseen una molécula de agua. Estos monosacáridos son llamados desoxiazúcares. En estos, un grupo hidroxilo se sustituye por hidrógeno, es decir, ese carbono no está hidratado. Son ejemplos la desoxirribosa, la 2-desoxiglucosa y la fucosa.



40. Representación de Haworth de un desoxiazúcar, la desoxirribosa (derecha). A la izquierda se muestra a la ribosa para que observes el carbono número 2 que posee un átomo de oxígeno más que la desoxirribosa.

La ribosa tiene como fórmula molecular $C_5H_{10}O_5$, mientras que la desoxirribosa C5H10O4, es decir, la desoxirribosa posee un átomo de oxígeno menos que la ribosa.

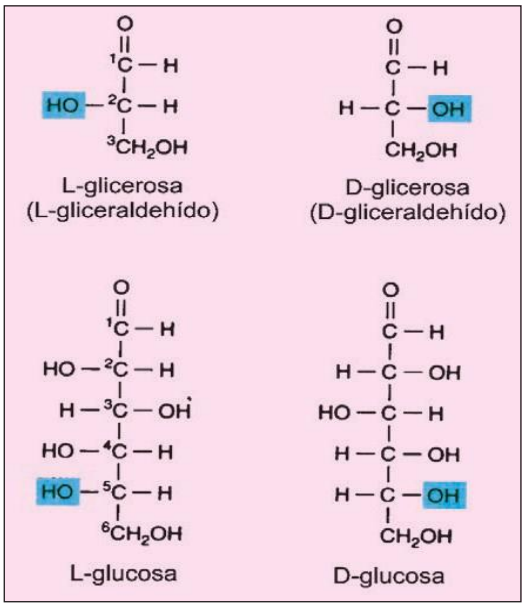
En la desoxirribosa, el carbono número 2 posee dos átomos de hidrógeno. En cambio, la ribosa posee un átomo de hidrogeno y un grupo -OH. Según la fórmula CnH_2On, debería tener la misma cantidad de C que de moléculas de agua (5 átomos de C y 5 moléculas de H_2O), este monosacárido es un desoxiazúcar debido a que le falta un átomo de oxígeno para cumplir con la formula CnH_2On.

Enantiómeros D y L

A los isómeros que difieren en la orientación espacial del grupo –OH que está unido al carbono asimétrico más alejado del grupo carbonilo (aldehído o cetona) de un monosacárido, se les llama enantiómeros.

En 1906, Rosanoff escogió a los enantiómeros de gliceraldehído como punto de referencia; cualquier azúcar derivado del alargamiento en la cadena de lo que hoy se conoce como D-gliceraldehído pertenece a la serie D, convención que aún se utiliza. Asimismo, pertenecen a la forma L, todos los azúcares derivados del alargamiento del L-gliceraldehído.

La determinación de si la glucosa es enantiómero D o enantiómero L, tiene relación espacial con el monosacárido de tres átomos de carbono conocido con el nombre de gliceraldehido (más correctamente llamada glicerosa). En la figura 41 se muestran las variantes de este azúcar y de la



41. Enantiómeros D y L de la glucosa (abajo). En la parte de arriba están las formas D y L del gliceraldehido para que observes y compares la orientación del grupo –OH del penúltimo carbono (carbono 5 en la glucosa).

glucosa. Observa en el L-gliceraldehido el grupo hidroxilo (–OH) del penúltimo carbono (en este caso el carbono número dos), se encuentra hacia la izquierda y en el D-gliceraldehido se localiza hacia la derecha. Por lo tanto, se le llama D-glucosa cuando el grupo –OH del penúltimo carbono (en este caso el carbono cinco) está a la derecha y cuando se localiza a la izquierda es el enantiómero L (L-glucosa). La mayor parte de los monosacáridos presentes en los mamíferos son enantiómeros D.

En la D-glucosa, la orientación espacial del OH en el carbono asimétrico más alejado del carbonilo (grupo funcional aldehído) en este caso el 5, es idéntica a la del carbono asimétrico del D-gliceraldehído, por esta razón es la forma D. En cambio, la L-glucosa posee en el carbono asimétrico más alejado del grupo aldehído, el grupo –OH orientado hacia la izquierda. Puedes auxiliarte de la figura 32

Actividad óptica

La presencia de átomos de carbono asimétricos confiere actividad óptica al compuesto. Al pasar un haz de luz polarizada a través de una solución de un isómero óptico, dicho haz puede rotar hacia la derecha, conocida como forma dextrorrotatoria (+), o girar hacia la izquierda, es decir, la forma levorrotatoria (-). Esto se observa a través de un instrumento llamado polarímetro.

Cabe aclarar que la dirección de la rotación es independiente de las propiedades estereoquímicas del azúcar, por lo que puede haber D (-), D (+), L (-) y L (+). Por ejemplo, la fructosa presente en la naturaleza, corresponde al isómero D (-), esto indica que tiene el grupo –OH del penúltimo carbono hacia la derecha y gira el haz de luz polarizada hacia la izquierda (levorrotatoria). Cuando la glucosa está en solución es dextrorrotatoria y por esta razón se le conoce como dextrosa.

En los inicios del siglo XIX, los azúcares se nombraban según su origen, por ejemplo a la glucosa se le llamaba azúcar de uva o Traubenzucker. A la sacarosa se le llamaba azúcar de caña o Rohrzucker. El nombre de glucosa nació en 1838. Después, Kekulé en 1866 propuso el nombre de dextrosa puesto que es dextrorrotatoria o dextrógira y a la fructosa le dio el nombre de levulosa por ser levógira (levorrotatoria).

Estructuras cíclicas: piranosa y furanosa

Fue en la década de 1920 cuando Haworth y su escuela propusieron los nombres de piranosa y furanosa. Por el hecho de parecerse a la estructura del pirano (un anillo de seis elementos). La estructura anular de los monosacáridos recibe el nombre de variante piranosa, es decir, que debido a que un ciclo o anillo de 6 átomos, en el que uno de ellos es oxígeno, se parece al núcleo heterocíclico (anillo con átomos diferentes al carbono) del pirano. Esta forma de hexosa se llama piranosa, por esta razón a esta estructura cíclica de la glucosa se le conoce como
glucopiranosa. En cambio, cuando se parecen a la estructura del furano (anillo de cinco elementos) es la variante furanosa. En la glucosa, más de 99 % se presenta en la variante de piranosa y solamente el 1 % en forma furanosa, es decir, la glucofuranosa.

En la fructosa se forma un puente de oxígeno entre los carbonos 2 (el carbono del grupo funcional cetona) y el carbono 5 (el carbono asimétrico más alejado de él, semejándose así al furano, o sea, es un azúcar furanósido).

Oligosacáridos

Los oligosacáridos son carbohidratos que al hidrolizarse producen desde dos hasta diez unidades de monosacáridos, entre los más importantes están los disacáridos.
Los disacáridos están formados por dos monosacáridos unidos mediante un enlace glucosídico, por lo que la hidrólisis de un disacárido libera 2 moléculas de monosacáridos. Los disacáridos de importancia fisiológica son la maltosa, la sacarosa y la lactosa.

La maltosa (azúcar de malta) está formada de la unión de dos glucosas. La maltosa no existe libre en la naturaleza, se obtiene mediante hidrólisis parcial del almidón y del glucógeno. La maltosa es un azúcar cristalizable, producido tanto en los procesos fisiológicos animales como vegetales, mediante el catabolismo del almidón. Cuando ingerimos plátano, papa, tortillas de maíz o de trigo, etc., el almidón contenido en estos alimentos, se des- dobla a maltosa por acción de la enzima amilasa salival en la boca. Este disacárido, posteriormente será desdoblado a dos glucosas en el intestino delgado.

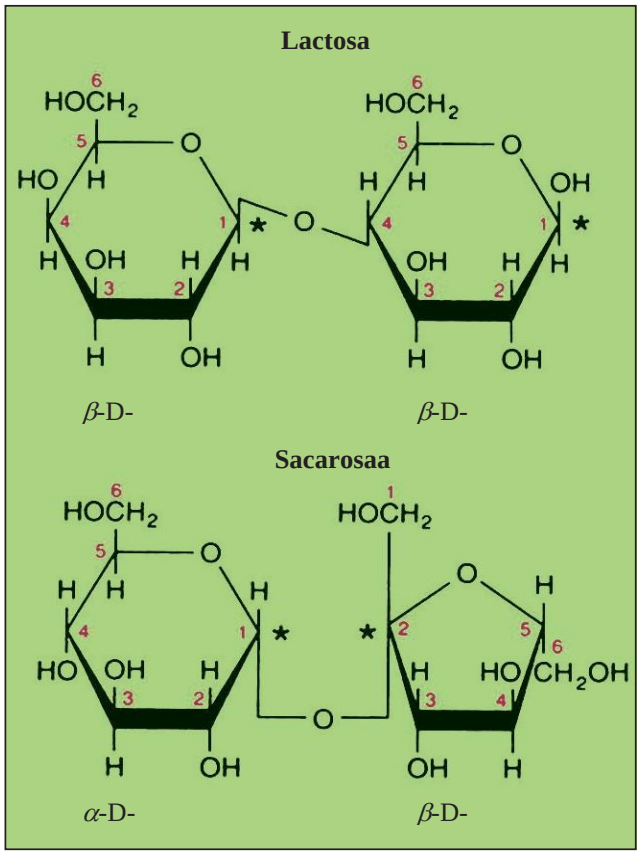
La malta se obtiene de la cebada que ha germinado y ha sido tostada en un proceso que suele denominarse “malteado”. La malta suele utilizarse como fuente de azúcares (maltosa) para la fermentación de bebidas, como la cerveza.

En la síntesis de una molécula de maltosa, se libera una molécula de agua al reaccionar el grupo –OH del carbono 1 de una de las glucosas con el H del carbono 4 de la otra glucosa; por lo tanto, el enlace es 1- 4 glucosídico.

Las malteadas originales contienen el disacárido maltosa que sirve para dar la consistencia adecuada a estas bebidas.

La lactosa (azúcar de la leche) está integrada por la unión de una molécula de glucosa y una de galactosa. Es producida en las glándulas mamarias de los mamíferos.

El enlace glucosídico entre la beta-galactosa y la beta glucosa es 1- 4 debido a que se forma mediante una deshidratación, entre el carbono 1 de la beta galactosa y el carbono 4 de la beta-glucosa. Actualmente, la industria alimentaria produce leche deslactosada (sin lactosa) para las personas que carecen de la enzima lactasa, es decir son “intolerantes a la lactosa” y padecen de dolores abdominales, diarreas, etc. Esta enzima es la que rompe el enlace glucosídico entre la galactosa y la glucosa. La leche se somete a un proceso en el cual se transforma la lactosa en galactosa y glucosa que son los dos monosacáridos que la constituyen y de esta forma la leche es de mayor digestibilidad.



42. Estructura de los disacáridos lactosa y sacarosa.

La sacarosa (azúcar de mesa) está constituida de la unión de una glucosa y una fructosa. El enlace glucosídico en este disacárido es 1-2 porque se unen el carbono 1 de la alfa-glucosa con el carbono 2 de la beta-fructosa. La sacarosa se obtiene de la remolacha azucarera, en los países de clima templado y de la caña azucarera, en los de clima tropical como en nuestro país, a través de la concentración y cristalización de su jugo.

La lactosa, la maltosa y la celobiosa son azúcares reductores porque contienen un grupo carbonilo libre. En cambio, la sacarosa es un azúcar no reductor ya que no presenta un grupo carbonilo libre.

Polisacáridos

Los polisacáridos también son llamados glicanos y están formados desde 10 hasta muchos miles de moléculas de monosacáridos y pueden alcanzar pesos moleculares de varios millones. Tienen funciones estructurales y de reserva. Los polisacáridos se diferencian entre sí por el tipo de monosacáridos, lo largo de la cadena, la unión química entre los mismos y el grado de ramificación.

Se dice que son homopolisacáridos cuando el monosacárido que lo forma (que se repite), es el mismo, pero si son dos monosacáridos diferentes los que integran al polisacárido, se le llama heteropolisacárido.

Los homopolisacáridos de glucosa son almidón, glucógeno y celulosa, mientras que el homopolisacárido de fructosa es la inulina.

Algunos heteropolisacáridos son el medio de cultivo llamado agar-agar que es la sustancia gelatinosa formada por las algas marinas rodofitas y es utilizado como medio de cultivo para bacterias; el mucilago es sustancia viscosa o gelatinosa formada por algunas plantas, la mucina que
es el ingrediente principal del moco y las gomas vegetales que son exudaciones de árboles como por ejemplo la goma arábiga o extractos de semillas como la goma de algarroba.

Almidón

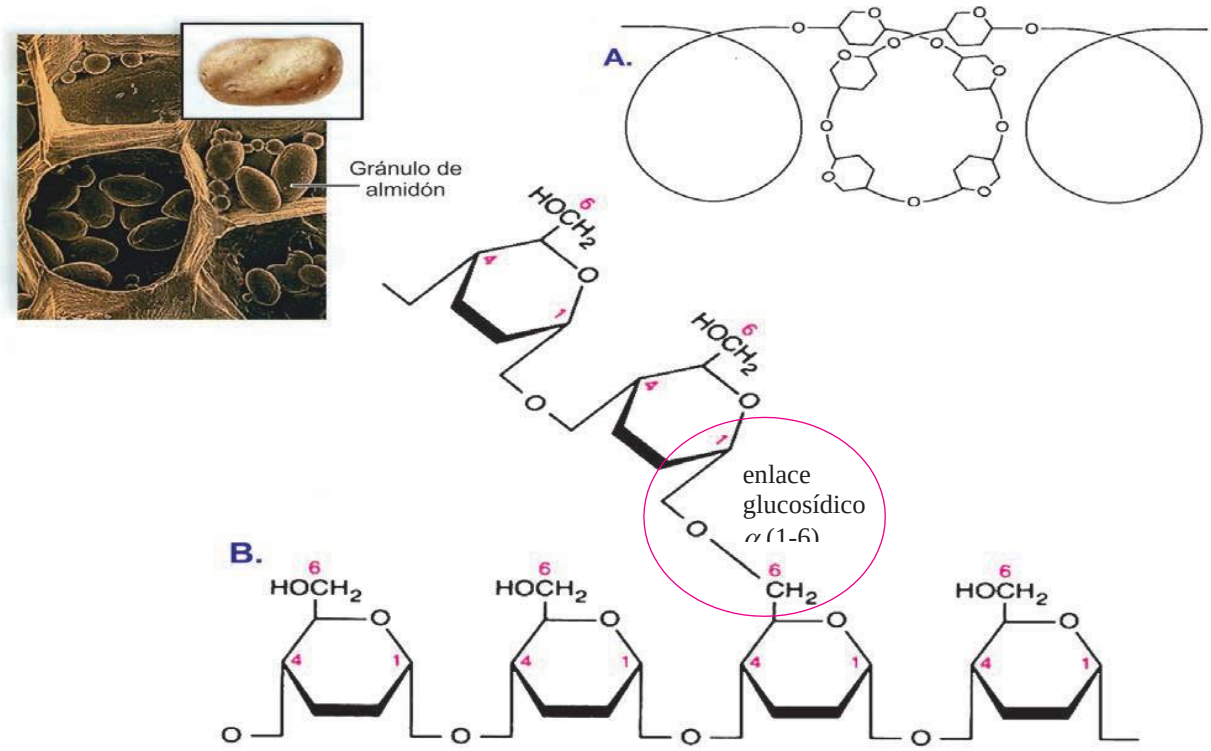
Esta biomolécula es un homopolisacárido de la glucosa. Es el carbohidrato más abundante de la dieta cuando se consumen cereales (maíz, trigo, arroz, avena, mijo, centeno, etc.), papas, plátanos, camotes, leguminosas (frijol, chícharo, lentejas, habas, etc.) y otros. Es el segundo polisacárido más abundante.

Al triturar el almidón y tratarlo con agua caliente se divide en dos fracciones principales según su solubilidad: la amilosa (soluble) que constituye del 13 a 20 % y la amilopectina (insoluble) la cual forma del 80 a 85 %. La amilosa está formada de alfa(α)-D-glucosas, unidas mediante enlace glucosídico α 1-4, adquiriendo una estructura helicoidal no ramificada. La amilopectina consiste en cadenas de 24 – 30 unidades de alfa-D- glucosa, unidos mediante enlaces alfa 1-4 con ramificaciones mediante enlaces alfa 1-6. El número de unidades de glucosa que se unen mediante enlace alfa 1-4 depende del origen del almidón (cereal, leguminosa, plátano, etc.).

La hidrólisis completa de la amilosa origina solo D-glucosa, en cambio, la hidrólisis parcial da lugar a maltosa como único disacárido.

La hidrólisis completa de la amilopectina produce solo D-glucosa. La hidrólisis incompleta origina una mezcla de dos disacáridos, la maltosa y la isomaltosa (esta procede de la

ramificación 1-6). Esta mezcla es conocida comúnmente como dextrina y es utilizada para fabricar pegamentos y engrudo.

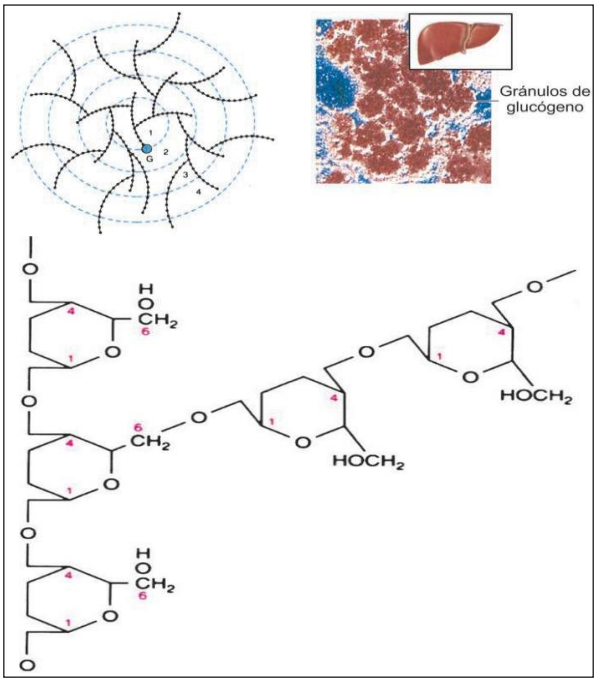


43. Los dos principales constituyentes del almidón. (A) La amilosa mostrando su estructura helicoidal y (B) la amilopectina que muestra el punto de ramificación alfa 1-6. La micrografía electrónica de la izquierda, muestra la localización de los gránulos de gránulos de almidón en las células de la papa.

Glucógeno

Es el polisacárido de almacenamiento en los animales, es conocido como almidón animal, su peso molecular oscila alrededor de varias decenas de miles, gana o pierde moléculas de glucosa con gran facilidad y es un material de reserva ideal para conservar el equilibrio adecuado entre la formación y el consumo de la glucosa.

Muchos animales almacenan el azúcar en exceso en esta macromolécula. La estructura del glucógeno es muy parecida a la de la amilopectina, solo que el glucógeno es más ramificado. Las ramificaciones alfa 1-6 se presentan cada 12 a 14 unidades de alfa-D- glucosa que están unidas mediante enlace glucosídico alfa- 1-4.



44. Micrografía electrónica del hígado donde se observan gránulos de glucógeno. Estructura general de la molécula de glucógeno. Abajo, se muestran los enlaces glucosídicos (1-4) y los puntos de ramificación (1-6).

La molécula de glucógeno es una esfera de alrededor de 21 nanómetros (nm) de diámetro, la cual puede observarse en las micrografías electrónicas; las cadenas se arreglan en 12 capas concéntricas

Cuando se ingieren carbohidratos en la alimentación, son digeridos hasta glucosa que son absorbidas por el intestino delgado y la sangre las transporta a las células. El exceso de glucosas es captado por los tejidos (los que pueden captar mayores cantidades son el hígado y el músculo esquelético) en los cuales se almacenan en forma de una macromolécula, el glucógeno. Cuando el organismo necesita energía entre comidas o durante una actividad física, este polisacárido es hidrolizado para satisfacer las necesidades en las células. A la degradación del glucógeno para liberar glucosas, se le llama glucogenólisis.

Es necesario señalar que la capacidad de síntesis de glucógeno tiene un límite en las células; el hígado, que es el órgano de mayor capacidad en este caso, puede llegar a almacenar no más de un 10% de su peso húmedo en glucógeno. Cuando los carbohidratos exceden en la dieta, los hepatocitos sintetizan ácidos grasos y triglicéridos, es decir, se realiza la lipogénesis (síntesis de lípidos). Toda cantidad de alimento que excede los requerimientos del organismo, de acuerdo con el trabajo que éste desempeña, se almacena en el tejido adiposo en forma de grasa. El resultado de ello es la obesidad. Esta es la razón por medio de la cual se explica la causa de que una persona engorde si no come grasas, pero si carbohidratos.

En condiciones en las que no exista un aporte importante de glucosa en el organismo y la reserva de glucógeno se ha agotado, con la finalidad de mantener la glucosa sanguínea, el hígado es capaz de sintetizarla a partir de aminoácidos, este proceso es conocido como gluconeogénesis.

Celulosa

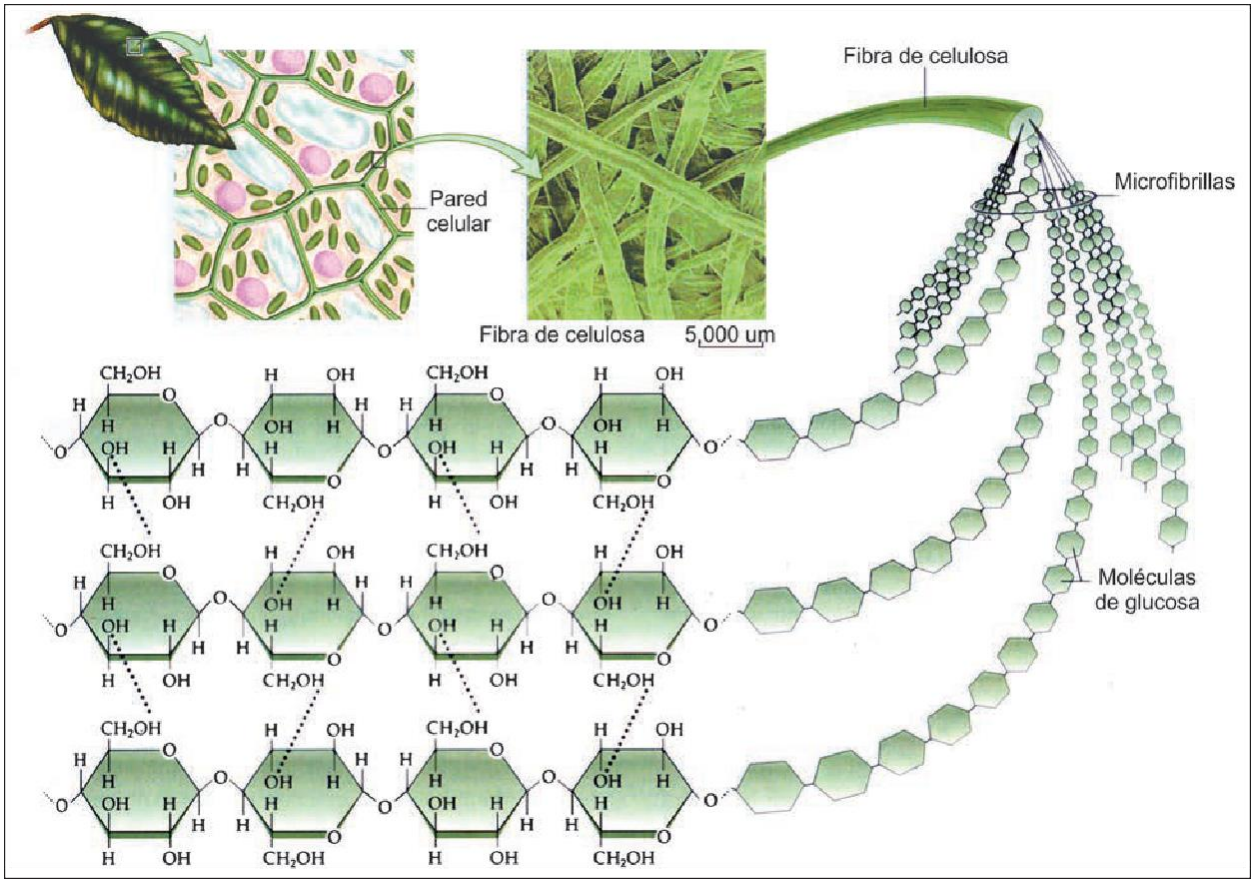
Es el compuesto orgánico más abundante en la naturaleza. La celulosa es el principal constituyente de las paredes celulares de las plantas, a las que confiere gran parte de su fuerza y rigidez. La celulosa es un componente importante de la madera y el papel. Las hojas secas contienen 10-20% de celulosa; la madera el 50% y el algodón el 90%.

En los seres humanos (y el resto de mamíferos) es un material indigerible, pues los jugos gástricos carecen de las enzimas adecuadas para degradarla, es decir, no contienen las enzimas que rompan por medio de hidrólisis los enlaces que unen a las glucosas. Es una molécula que forma “bolo” en la dieta y el principal componente en la fibra dietética. Los microorganismos del intestino de rumiantes y otros herbívoros tienen la capacidad de hidrolizar el enlace beta y fermentar los productos en ácidos grasos de cadena corta, una fuente importante de energía. En el intestino grueso humano hay un metabolismo muy limitado de la celulosa.

La celulosa es insoluble y consta de 14,000 unidades de beta-D- glucosa unidas mediante enlaces glucosídicos beta 1-4, formando largas cadenas rectas. Estas cadenas se

agrupan en haces torcidos, a manera de fibras muy fuertes, ideales para su función estructural, sujetos por enlaces cruzados de hidrógeno. Se pueden comparar con las fibras del mecate.

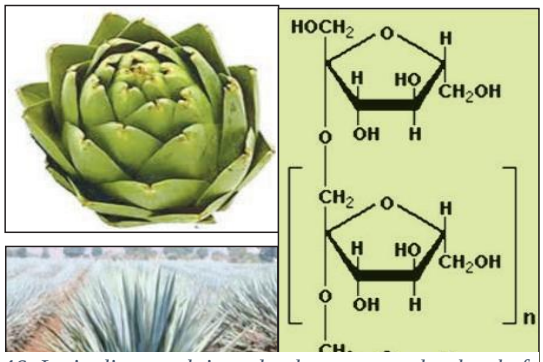
Cuando se somete a la celulosa a una hidrólisis parcial, se aísla el disacárido celobiosa, que se puede hidrolizar posteriormente a D-glucosa mediante un catalizador ácido o la enzima emulsina.



45. Estructura de la celulosa. Este polisacárido está constituido de cadenas de beta-glucosa las cuales se agrupan en haces, mediante enlaces hidrógeno.

Inulina

Es un polisacárido de fructosa, producida en mayor concentración en los tubérculos y en las raíces de dalias, alcachofas, trigo, agave, plátano, diente de león y en los bulbos de cebolla y ajo. Es muy soluble en agua. Mejora la textura y estabilidad de una gran variedad de alimentos tales como los lácteos, productos horneados, cereales, productos cárnicos. Además tiene un efecto prebiótico, es decir,



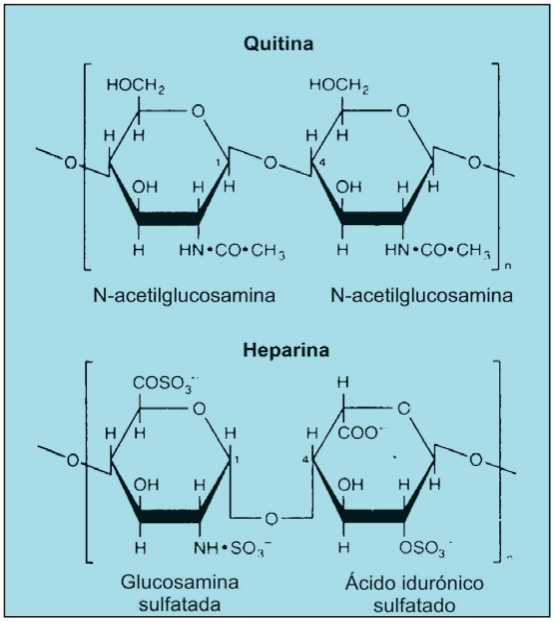
46. La inulina se obtiene de plantas como la alcachofa y el agave. A la derecha se muestra una molécula de inulina la cual está constituida de 2 a 60 moléculas de fructosa.

la inulina es alimento para el género Bi fi dobacterium (conocido como bifidus), que forma parte de nuestra flora intestinal normal.

Mucopolisacáridos

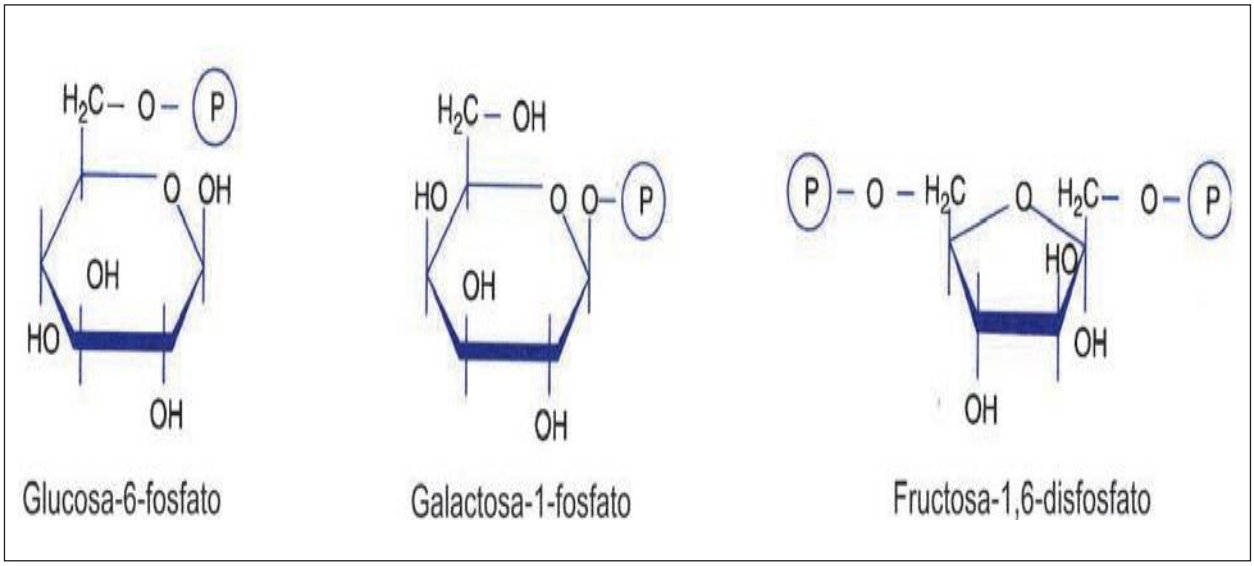
Cuando los azúcares que forman al polisacárido contienen nitrógeno, se obtienen los mucopolisacáridos. Estas moléculas tienen un papel de gran importancia como revestimiento de las mucosas, o las superficies articulares ya que tienen la propiedad de lubricar. Ejemplos de algunos mucopolisacáridos son la quitina, la heparina y el ácido hialurónico.

La quitina es un polisacárido estructural ya que se localiza en el exoesqueleto de algunos artrópodos de la clase crustácea (camarón, langosta) y de la clase insecta, así como también en las paredes celulares de los hongos. Está formada por unidades N-acetil-D-glucosamina unidas mediante enlaces beta 1-4 glucosídicos. La heparina impide la coagulación de la sangre.

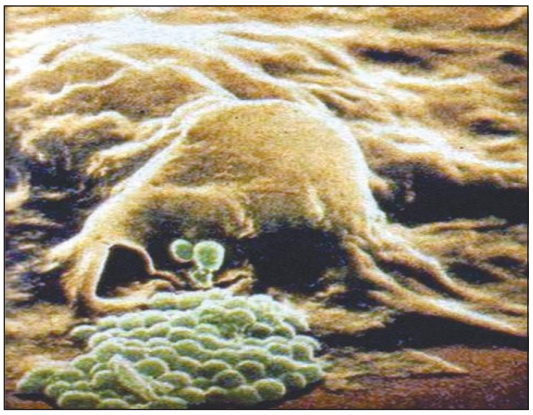


47. Estructura de una pequeña porción de la quitina y de la heparina, dos mucopolisacáridos.

La sustitución de alguno de los grupos funcionales (aldehído, cetona o alcohol) de un monosacárido por otro grupo funcional, por ejemplo, amino o carboxilo, da lugar a la formación de azúcares derivados. Si el grupo funcional alcohol primario reacciona con un ácido, se forman los ésteres correspondientes. En la bioquímica, los ésteres más importantes son los que se forman con ácido fosfórico, dando como resultado azúcares fosforilados como lo son la glucosa 6-fosfato, la ribosa 5-fosfato, la galactosa 1-fosfato, la fructosa 1,6-difosfato.



48. Representación tipo Haworth de monosacáridos fosforilados importantes en los seres vivos. La P representa H_2PO_3.



49. Microfotografía de un leucocito (glóbulo blanco) desplazándose con sus pseudópodos hacia una colonia de bacterias. Debido a los azúcares derivados que se localizan en la superficie de las bacterias, estas son reconocidas por los glóbulos blancos.

Existen azúcares derivados que en numerosos casos se encuentran asociados a la superficie celular y son reconocidos por otros sistemas. Algunas bacterias poseen en su superficie moléculas de este tipo, que son las responsables de su reconocimiento por los sistemas inmunológicos de un organismo, y representan la base de la defensa natural contra este tipo de microorganismos. Este papel de los carbohidratos en el reconocimiento celular está difundido ampliamente en la naturaleza.

Importancia de los carbohidratos

Un gran número de moléculas contienen carbohidratos, por ejemplo el ATP que es la unidad biológica de energía libre, las coenzimas como el NAD etc. Dos carbohidratos (ribosa y desoxirribosa) forman parte de los ácidos nucleicos (ADN Y ARN). Además, desempeñan un papel estructural fundamental en la formación de la pared celular bacteriana, constituyen parte del exoesqueleto de los artrópodos y del esqueleto leñoso de las plantas, de hecho, la celulosa es el principal componente de las paredes celulares de los vegetales y es el compuesto más abundante de la biosfera.

Están unidos a muchas proteínas y lípidos dando lugar a compuestos de gran interés biológico, como por ejemplo la glicofirina que es una proteína de la membrana de los glóbulos rojos. Un ejemplo de la participación de los carbohidratos en funciones biológicas es la fecundación, en donde el espermatozoide se une a un oligosacárido específico de la superficie del óvulo. También los carbohidratos, a través del proceso de reconocimiento, son participantes importantes en el desarrollo y la reparación de los tejidos.

Para comprender la importancia biológica de los carbohidratos en el metabolismo celular, resulta conveniente precisar que constituyen sólo el 0.3% del organismo, en comparación con 70% de agua, 16% de proteínas y 9% de lípidos. Sin embargo, cada 24 horas se ingieren 4.75 veces más (380 gramos) que las proteínas (80 gramos) y 4.22 veces más que los lípidos (90 gramos). La ingestión diaria de carbohidratos (380 gramos) produce 1,520 kcal, cifra equivalente al 57.3% de las calorías producidas por la combustión de las tres moléculas que en conjunto nos proporcionan energía (carbohidratos, lípidos y proteína). A pesar de la gran cantidad de carbohidratos ingeridos, constituyen una pequeña porción del peso corporal, lo que indica que presentan un elevado grado de utilización por el organismo.

Actividad 4
Cuestionario 3

Indica cuál de las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas, colocando dentro del paréntesis una (F) si es falsa o una (V) si es verdadera:

1. La mayor parte de los monosacáridos presentes en los mamíferos son enantiómeros D. ( )
2. Cuando en la proyección de Haworth de la glucosa el anillo posee 5 átomos, se llama glucopiranosa. ( )
3. Los disacáridos están formados por dos monosacáridos unidos mediante un enlace peptídico. ( )
4. La estructura de la amilopectina es más ramificada que la del glucógeno. ( )
5. El agar-agar, el mucílago y la mucina son heteropolisacáridos. ( )
6. El almidón es el principal componente de la fibra dietética. ( )
7. Los polisacáridos se diferencian entre sí por el tipo de monosacáridos, lo largo de la cadena, la unión química entre los mismos y el grado de ramificación. ( )
8. La glucosa 6-fosfato es un ejemplo de azúcar fosforilado. ( )
9. En el disacárido lactosa, el enlace glucosídico entre la beta-galactosa y la beta glucosa es 1- 4. ( )
10. Los enlaces glucosídicos de la celulosa son alfa 1-4. ( )

Actividad 5
Cuestionario 4

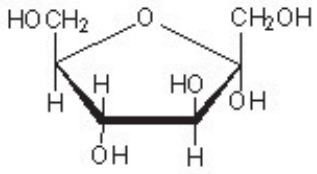
Selecciona la respuesta correcta:

1. Los carbohidratos:

   a) Son las biomoléculas más abundantes de la alimentación
   b) Son la principal fuente de energía de los seres vivos
   c) Forman parte de la estructura de las plantas y algunos animales
   d) Son los compuestos orgánicos más abundantes en los vegetales
   e) Todas las anteriores son correctas

2. La siguiente estructura corresponde al:

   a) Monosacárido glucosa
   b) Monosacárido fructosa
   c) Disacárido sacarosa
   d) Disacárido maltosa
   e) Polisacárido inulina



3. Los desoxiazúcares:

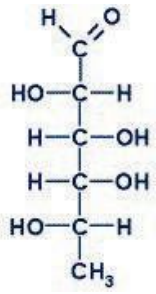
   a) Cumplen con la fórmula CnH_2On
   b) Poseen un átomo de oxígeno más que los azúcares normales
   c) Son polisacáridos de glucosa
   d) No cumplen con la fórmula CnH_2On
   e) Ninguna es correcta

4. Para determinar si se trata del isómero D o L, se utiliza como referencia:

   a) El gliceraldehído
   b) La dihidroxicetona
   c) La glucosa
   d) La lactosa
   e) c y d son correctas

5. El siguiente monosacárido es:

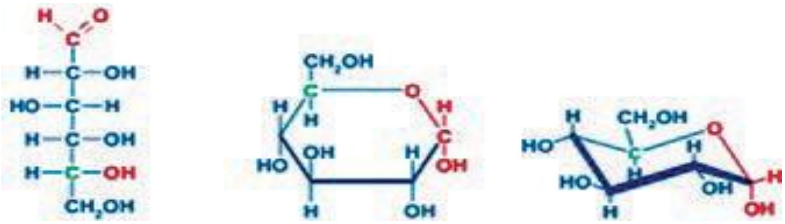
   a) Una cetohexosa
   b) Una cetopentosa
   c) Una aldopentosa
   d) Una cetotetrosa
   e) Una aldohexosa



6. La alfa-glucosa y la beta-glucosa son:

a) Epímeros
b) Isómeros
c) Anómeros
d) Polímeros
e) Ninguna de las anteriores es correcta

7. Las siguientes variantes para representar un monosacárido, de izquierda a derecha son:



a) Forma de silla, proyección de Haworth, proyección de Fischer
b) Proyección de Haworth, proyección de Fischer, forma de silla
c) Proyección de Haworth, forma de silla, proyección de Fischer
d) Proyección de Fischer, proyección de Haworth, forma de silla
e) Proyección de Fischer, forma de silla, proyección de Haworth

8. El disacárido sacarosa está constituido de:

a) Dos moléculas de glucosa
b) Dos moléculas de galactosa
c) Una molécula de fructosa y una de glucosa
d) Dos moléculas de fructosa
e) Una molécula de galactosa y una de glucosa

9. La fructosa presente en la naturaleza, corresponde al isómero D (-), esto indica:

a) Que tiene el grupo –OH del penúltimo carbono está hacia la izquierda y gira el haz de luz polarizada hacia la derecha (dextrorrotatoria)
b) Que tiene el grupo –OH del segundo carbono hacia la izquierda y gira el haz de luz polarizada hacia la derecha (dextrorrotatoria)
c) Que tiene el grupo –OH del segundo carbono hacia la derecha y gira el haz de luz polarizada hacia la izquierda (levorrotatoria)
d) Que tiene el grupo –OH del penúltimo carbono está hacia la derecha y gira el haz de luz polarizada hacia la izquierda (levorrotatoria)
e) Ninguna es correcta

10. La amilopectina:

a) Consiste en cadenas de 24 – 30 unidades de alfa-D- glucosa, unidos mediante enlaces
alfa 1-4 con ramificaciones mediante enlaces alfa 1-6
b) Es la parte soluble del almidón
c) Constituye el 15 % del almidón
d) Tiene estructura helicoidal no ramificada
e) b y c son correctas

Actividad 6

Realiza un mapa conceptual de carbohidratos, debes incluir la clasificación, la función y el metabolismo. Guíate del instrumento de evaluación correspondiente

Evaluación

NOMBRE DEL ALUMNO:			
ESPECIALIDAD:			**PARCIAL: PRIMERO**
CICLO ESCOLAR 2020-2021	**SEMESTRE: SEXTO**	**GRUPO:**	**APRENDIZAJE ESPERADO:** Identificará los tipos de carbohidratos como biomolécula estructural de la vida
PRODUCTO ESPERADO: Esquema (MAPA CONCEPTUAL)			

PLAN DE EVALUACIÓN			
NOMBRE	**TIPO**	**ALCANCE**	**PONDERACIÓN**
Esquema	**FORMATIVA**	**HETEROEVALUACIÓN**	**30 %**

RUBRICA

Criterio a evaluar	Si	No	Observaciones
Descripción clara de los conceptos que componen el tema incluye, conceptos y palabras clave. (30 %)			
Esquema bien organizado y claramente presentado, así como de fácil seguimiento. (20%)			
Demuestra comprensión de la clasificación , función y metabolismo de los carbohidratos, de forma completa (40%)			
Cuadro sobresaliente y atractivo que cumple con los criterios de diseño planteados, sin errores de ortografía. (10%)			

COMPETENCIAS GENÉRICAS: 5. Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos **ATRIBUTOS:** 5.1. Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo como cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo.	**CALIFICACION**
NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN EVALUÓ:	

Referencias Bibliográficas

- Audersik Teresa, Audersik Gerald (1996). Biología: la vida en la tierra . Prentice Hall
- Angulo Rodriguez Amanda, Galindo Uriarte Alma, (2009), Bioquímica, DGEP