

Bioquímica

Los Glúcidos



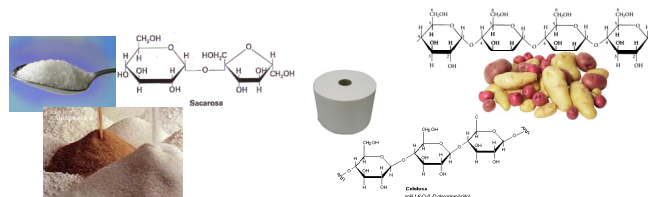
Cuando veas este icono púlsalo para observar una animación que aparecerá en tu explorador



Cuando veas este icono púlsalo para observar un video que aparecerá en tu explorador

Glúcidos o sacaridos

- Los glúcidos son compuestos orgánicos constituidos por **carbono, hidrógeno y oxígeno** (en algunos casos pueden tener además otros elementos químicos como nitrógeno o azufre).
- Se les llamaba hidratos de carbono porque algunos responden a la fórmula general $C_n(H_2O)_m$...
- ... y azúcares por su sabor dulce (sólo los de baja masa molecular lo tienen).



Glúcidos o sacáridos

- Químicamente son **polihidroxialdehídos, polihidroxicetonas**, sus derivados o sus polímeros.
- Algunos son moléculas de relativamente baja masa molecular; (glucosa $M_m=180$ uma. Otros son macromoléculas (el almidón, tienen masas moleculares de más de 100 000 uma).
- Sus propiedades físicas y químicas son muy variadas. Y en cuanto a sus funciones biológicas:
 - o **Función energética** o de reserva: Los seres vivos obtienen energía de ellas o las usan para almacenar energía (la glucosa, sacarosa, glucógeno, almidón...).
 - o **Función estructural**: La celulosa forma parte de las paredes de las células vegetales (celulosa) y la quitina de las cubierta de ciertos animale.
 - o **Otras** (portadoras de información, etc): Ribosa y desoxirribosa forman parte de los ácidos nucleicos.

Glúcidos o sacáridos. Clasificación

Según su complejidad se clasifican en:

- **Monosacáridos u osas**: Son los más sencillos. No son hidrolizables (no se pueden descomponer por hidrólisis en otros glúcidos más simples). Constituyen los monómeros a partir de los cuales se forman los demás glúcidos.
- **Ósidos**: Formados por la unión de varios monosacáridos mediante enlaces "O-glicosídicos". Son hidrolizables (se descomponen en monosacáridos):
 - o **Holósidos**. Son aquellos que están constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno, exclusivamente. A su vez se subclasifican en:
 - Oligosacáridos, formados por entre 2 y 10 monosacáridos unidos.
 - Polisacáridos, formados por un gran número de monosacáridos.
 - o **Heterósidos**. Formados por osas y otros compuestos que no son glúcidos. Contienen otros elementos químicos además de C, O y H..

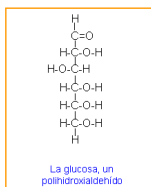
Monosacáridos

Los monosacáridos se clasifican según su grupo funcional en:

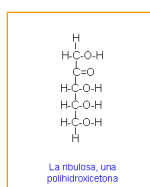
- **Aldosas**, que tienen función aldehído.
- **Cetosas**, que tienen una función cetona.

Según el número de átomos de carbono se clasifican en :

- Triosas..... $n=3$
- Tetrosas..... $n=4$
- Pentosas..... $n=5$
- Hexosas..... $n=6$
- Heptosas..... $n=7$



Un polihidroxialdehído es una molécula que tiene en el carbono 1 una función aldehído y funciones alcohol en el resto de los carbonos.



Una polihidroxicetona es una molécula que tiene en el carbono 2 una función cetona y funciones alcohol en el resto de los carbonos.

Monosacáridos

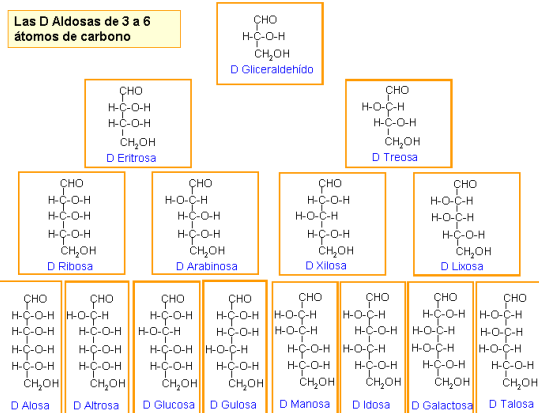
- El grupo carbonilo reduce fácilmente los compuestos de cobre (licor Fehling) y de plata oxidándose y pasando a grupo ácido
- La reducción de las sales cúpricas (Cu^{3+}) del licor de Fehling a cuprosas (Cu^{2+}) hace virar el reactivo del azul al rojo ladrillo



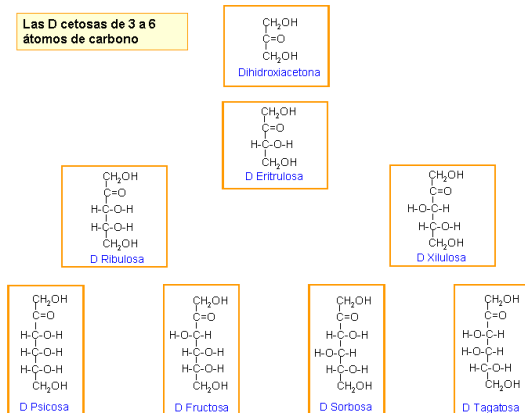
Reacción de Fehling:
Los monosacáridos son reductores, esto es, reducen las sales de cobre de cúpricas (azul) a cuprosas (rojo).



Monosacáridos, familias D y L



Monosacáridos, familias D y L



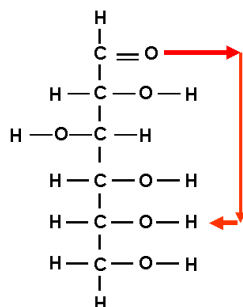
Monosacáridos. Ciclación

Ciclación Monosacárido- Enlace Hemiacetalico

En todas las aldosas (pentosas o hexosas) el hemiacetal se produce entre el aldehído y el alcohol del último átomo de carbono asimétrico.

Hemiacetal: función que se produce al reaccionar un alcohol con un aldehído.

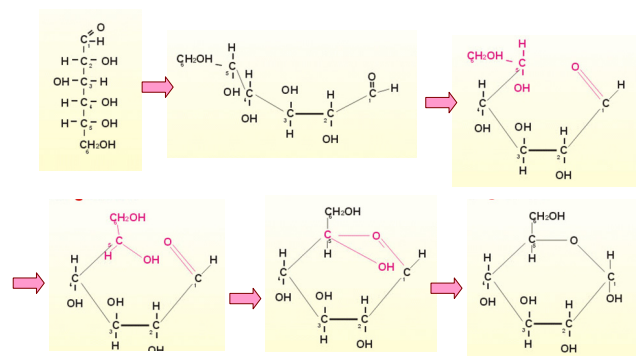
Figura: grupos entre los que se forma el hemiacetal en la D glucosa.



Para construir la fórmula cíclica→

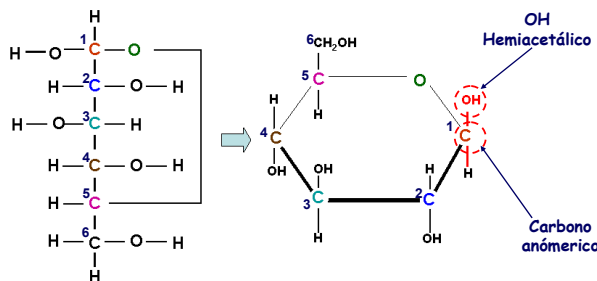
Monosacáridos. Ciclación

Ciclación Monosacárido- Enlace Hemiacetalico



Monosacáridos. Ciclación

Ciclación Glucosa, Proyecciones de Haworth



Para proyectar la fórmula cíclica de una aldohexosa según la proyección de Haworth, esto es perpendicular al plano de escritura, el carbono 1 o carbono **anomérico** se coloca a la derecha, los carbonos 2 y 3 hacia delante, el carbono 4 a la izquierda y el carbono 5 y el oxígeno del anillo hacia detrás.

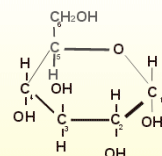
Los OH que en la fórmula lineal estaban a la derecha se ponen por debajo del plano y los que estaban a la izquierda se ponen hacia arriba. En la formas D el -CH₂OH se pone por encima y en las L por debajo.

El OH del carbono 1, OH **hemiacetalico**, 1 se pone hacia abajo en las formas alfa y hacia arriba en las beta.

Monosacáridos. Ciclación

Ciclación Glucosa, Anómeros

Anómeros de la glucosa

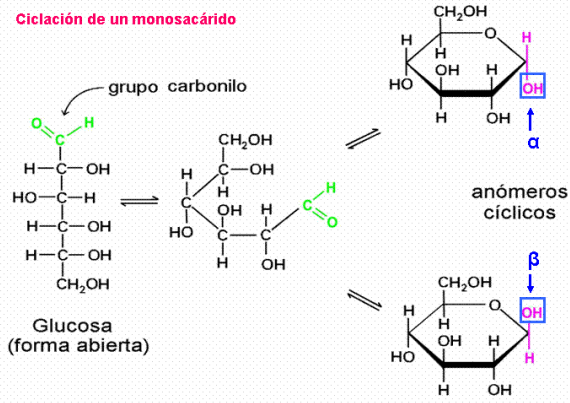


α - D - Glucopiranos

β → el OH hemiacetalico y el OH del carbono externo (carbono 6) en configuración cis (mismo lado). α configuración trans

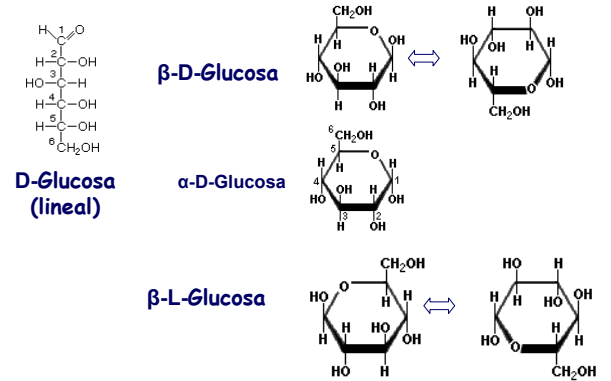
Monosacáridos. Ciclación

Ciclación de un monosacárido



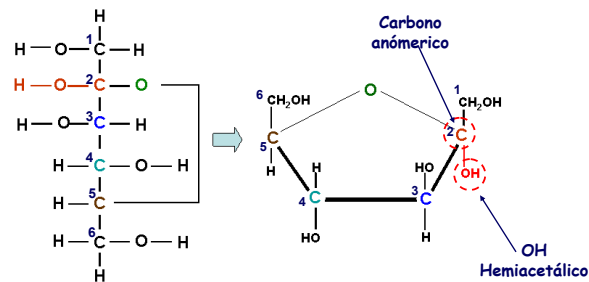
Monosacáridos. Ciclación

Glucosa Ciclada (isómeros):



Monosacáridos. Ciclación

Ciclación Fructosa



Para proyectar la fórmula cíclica de una cetohexosa según la proyección de Haworth, esto es perpendicular al plano de escritura, el carbono 2, carbono anómérico, se coloca a la derecha, los carbonos 3 y 4 hacia delante, el carbono 4 a la izquierda y el oxígeno del anillo hacia atrás.

Los OH que en la fórmula lineal estaban a la derecha se ponen por debajo del plano y los que estaban a la izquierda se ponen hacia arriba. En la formas D el -CH₂OH (carbono 6) se pone por encima y en las L, por debajo.

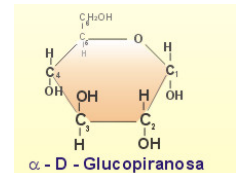
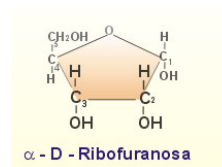
El OH hemiacetal se pone hacia abajo en las formas alfa y hacia arriba en las formas beta.

Monosacáridos Ciclados

Para nombrar la forma cíclica de un monosacárido:

- se indica si es α o β, a continuación,
- si es D o L
- por último, el nombre del monosacárido y el tipo de anillo:

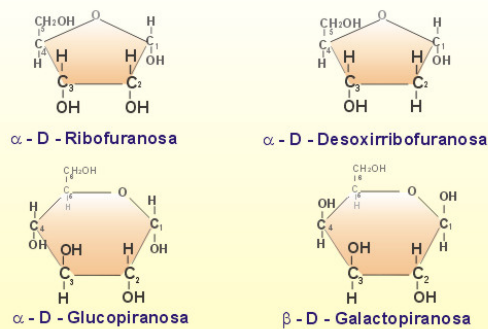
- Pentágono: Furanos
- Hexágono: Piranosas



También se puede escribir sólo el nombre del monosacárido precedido de α o β y D o L.

Monosacáridos.

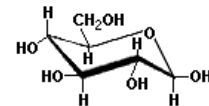
Monosacáridos ciclados



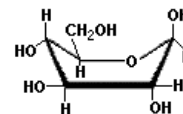
Monosacáridos. Ciclación

En las piranosas, el anillo puede adoptar dos disposiciones diferentes:

- de silla (si los carbonos 1 y 4 están a los lados opuestos del plano formado por los carbonos 2, 3 y 5)



- de bote o nave si están a un mismo lado.



Monosacáridos de interés biológico

Monosacáridos de interés biológico:

Glucosa: Sustancia muy difundida tanto entre los vegetales (uvas) como entre los animales. Forma parte de muchos disacáridos y polisacáridos. Importante fuente de energía de las células. En la sangre hay un uno por mil de glucosa procedente de la digestión

Galactosa: Junto con la glucosa forma la lactosa, disacárido de la leche.

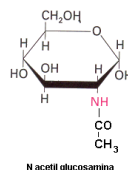
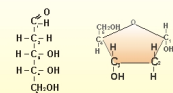
Fructosa: Cetohehexosa. Sustancia muy difundida entre las plantas, sobre todo en sus frutos, y en la miel. En el hígado se transforma en glucosa. Junto con la glucosa forma el disacárido sacarosa.

Monosacáridos de interés biológico

Ribosa: Aldopentosa. Forma parte de muchas sustancias orgánicas de gran interés biológico, como el ATP o el ARN.

Desoxirribosa: Derivada de la ribosa. Le falta el grupo alcohol en el carbono 2. Forma parte del ADN.

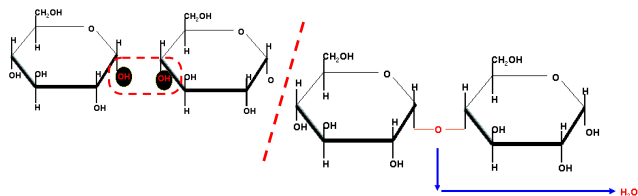
DESOXIRRIBOSA



N-acetilglucosamina: Derivado de la glucosa. Se encuentra en las paredes de las bacterias y es también el monómero que forma el polisacárido quitina presente en el exoesqueleto de los insectos y las paredes celulares de muchos hongos.

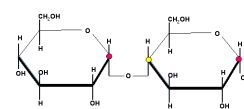
Ósidos: Oligosacáridos

- Los oligosacáridos están formados por la unión de 10 o menos de 10 monosacáridos
- La unión se produce mediante un enlace **O-glicosídico**.
- Reaccionan el -OH hemiacetálico con otro -OH (hemiacetálico o no) de otro monosacárido,
- Como consecuencia de la unión se forman un **disacárido** y una molécula de agua. $C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$

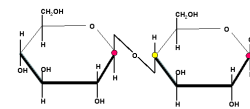


Ósidos: Oligosacáridos

→ El -OH o los -OHs que intervienen en la unión pueden encontrarse bien en forma α o β , lo que dará lugar a sustancias diferentes.

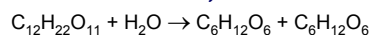


Maltosa (almidón)



Celobiosa (celulosa)

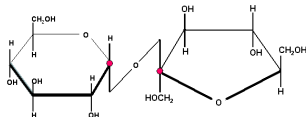
→ Los disacáridos por hidrólisis se descomponen en los monosacáridos que los forman (la hidrólisis está catalizada por enzimas -como las amilasas- en los seres vivos).



Ósidos: Disacáridos de interés biológico

La sacarosa: Formada por α -D-glucosa y β -D-fructosa (enlace $1\alpha \rightarrow 2\beta$), ambas unidas por sus carbonos anoméricos. Es el azúcar de mesa. Se encuentra en la caña de azúcar y en la remolacha. No es reductor pues el enlace es dicarbonílico.

Sacárosa



● Carbono anomérico

Formación de Sacarosa

Enlace $\alpha(1 \rightarrow 2)$

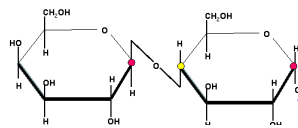


Pulsa PLAY para avanzar en la explicación

Ósidos: Disacáridos de interés biológico

Lactosa: Formada por β -D-galactosa y D-glucosa, unidas $1\beta \rightarrow 4$. Reductor. Se encuentra en la leche de los mamíferos. Es reductor (la flecha señala el OH hemiacetálico libre).

Lactosa:

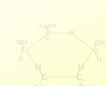


● Carbono anomérico

● Carbono 4

Formación de Lactosa

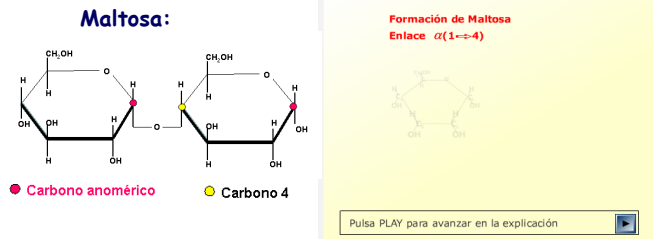
Enlace $\beta(1 \rightarrow 4)$



Pulsa PLAY para avanzar en la explicación

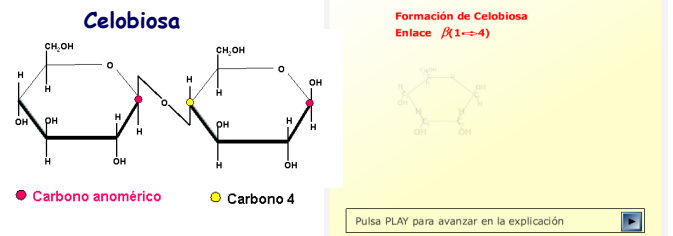
Ósidos: Disacáridos de interés biológico

La maltosa: Formada por dos D-glucosas unidas por un enlace $1\alpha \rightarrow 4$. Es reductor. Se obtiene por hidrólisis del almidón y del glucógeno. Aparece en la germinación de la cebada empleada en la fabricación de la cerveza. Tostada se emplea como sucedáneo del café (malta).



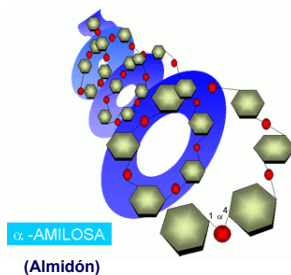
Ósidos: Disacáridos de interés biológico

Celobiosa: Formada por dos D-glucosas unidas por un enlace $1\beta \rightarrow 4$. Reductor. Se obtiene por hidrólisis de la celulosa.



Polisacáridos

- Son los glúcidos más abundantes,
- Son el resultado de la unión de **más de 10 unidades** de azúcares sencillos (generalmente la glucosa) mediante enlaces glucosídicos.
- Ejemplos: el almidón y la celulosa (en plantas) y el glucógeno (en animales).



Polisacáridos

El Almidón:

→ Es un homopolisacárido formado por moléculas de α -D-glucosa unidas por enlaces glucosídicos $\alpha(1 \rightarrow 4)$ y/o $\alpha(1 \rightarrow 6)$.

→ En la molécula de almidón se distinguen dos tipos de polímero:

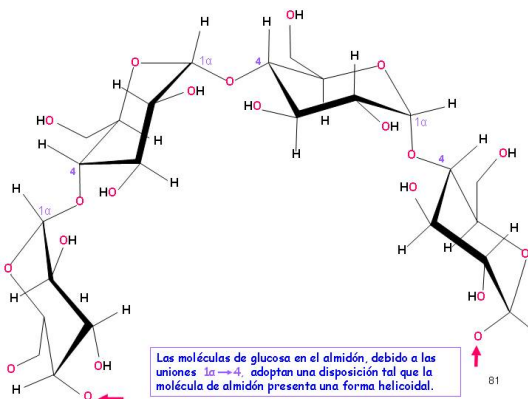
α -Amilosa. - Es un polímero *no ramificado* formado por largas cadenas de unidades de α -D-glucosa unidas por enlaces $\alpha(1 \rightarrow 4)$.

α -Amilopectina. - Es un polímero *muy ramificado* formado por moléculas de α -D-glucosa.

→ Funciones: función de **reserva energética**

→ Se encuentra en abundancia en las semillas de los cereales y en el tubérculo de la patata.

Polisacáridos



Polisacáridos

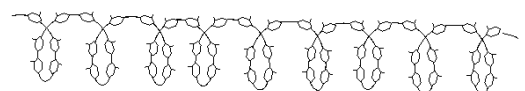
Amilosa

→ Es un polímero *no ramificado*

→ formado por largas cadenas de unidades de α -D-glucosa unidas por enlaces $\alpha(1 \rightarrow 4)$.

→ Estas cadenas adoptan una **disposición helicoidal** con **6 moléculas por vuelta**

→ tienen masas moleculares relativas que oscilan entre unos pocos miles y 500.000 uma.



Fragmento de la molécula del almidón (amilosa).

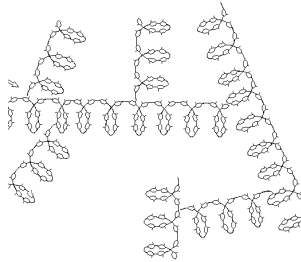
Polisacáridos

Amilopectina.

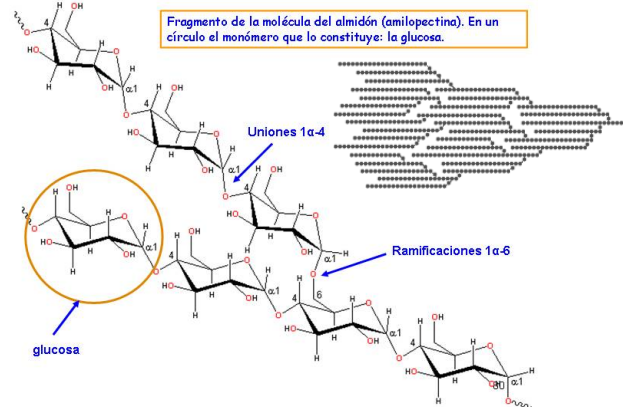
- Es un polímero muy ramificado formado por moléculas de α -D-glucosa.
- Los sucesivos restos de glucosa a lo largo de las cadenas están unidos por enlaces $\alpha(1\rightarrow4)$.

Fragmento de la molécula del almidón (amilopectina).

- Los puntos de ramificación, consisten en enlaces $\alpha(1\rightarrow6)$ (se encuentran espaciados por un número de restos de glucosa que oscila entre 24 y 30)
- Su masa molecular puede alcanzar hasta un millón de umas



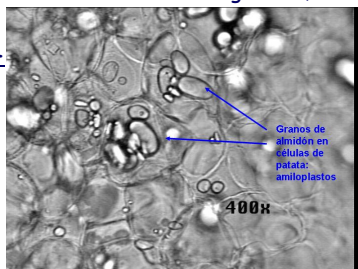
Polisacáridos



Polisacáridos

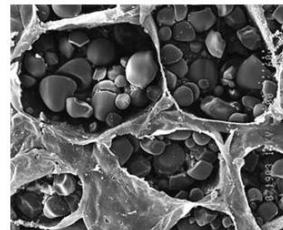
- El almidón actúa como **sustancia de reserva en las células vegetales**.
- Una parte sustancial de los **glúcidos** producidos en la fotosíntesis **se almacenan en forma de almidón**, dando lugar a unos agregados insolubles de gran tamaño, los **granos de almidón**, que se encuentran en todas las células vegetales,

- Son especialmente **abundantes en las semillas, frutos y tubérculos (patata)**.

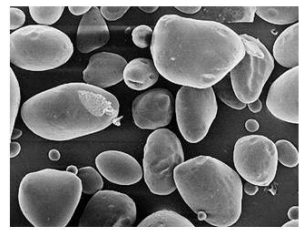


Polisacáridos

Granos de almidón, observación microscópica.

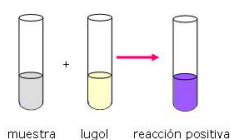


Células vegetales en las que se observan gránulos de almidón (amiloplastos).

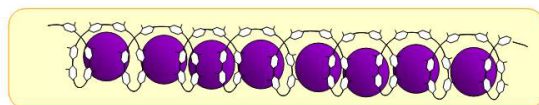


Amiloplastos aislados.

Polisacáridos



Cuando se tratan sustancias que llevan almidón con una solución de yodo (lugol), estas se tiñen de color violeta intenso. Esto es debido a que los átomos de yodo se introducen entre las espiras de las hélices dándole esta coloración. El color desaparece al calentar la disolución, volviendo la disolución transparente, pues los átomos de yodo se salen de la hélice. Al enfriar, la disolución se vuelve de nuevo violeta.

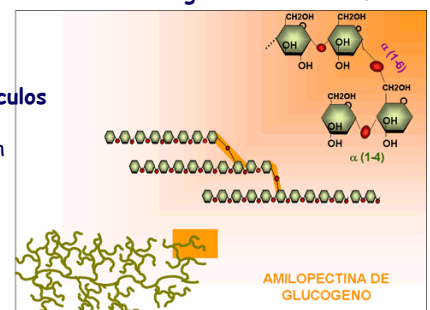


Polisacáridos

El glucógeno:

- Homopolisacárido de **reserva energética en los animales**.

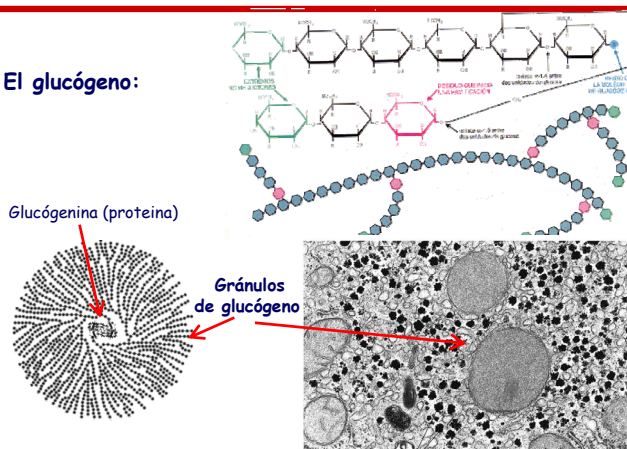
- Se acumula en el **hígado** y en los **músculos** donde se hidroliza transformándose en glucosa cuando es necesario.



- Su estructura es similar a la del almidón, aunque más ramificado y su masa molecular es mucho mayor.

Polisacáridos

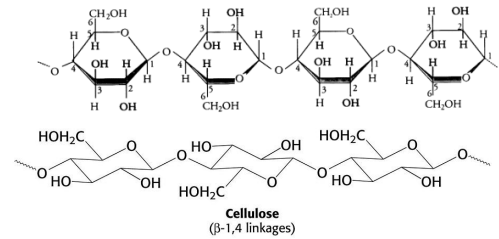
El glucógeno:



Polisacáridos

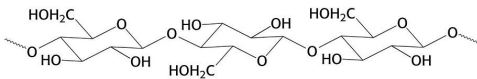
Celulosa:

- Homopolisacárido de función estructural
- Sintetizada por los vegetales, formando parte importante de la pared celular
- Formada por β -D-Glucosa (uniones $(\beta(1 \rightarrow 4))$).

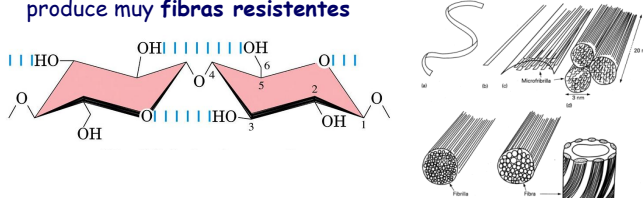


Polisacáridos

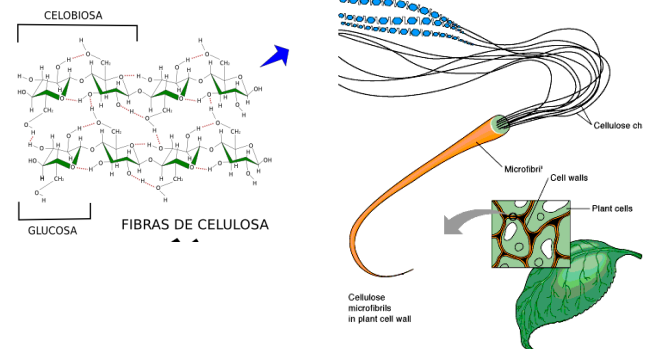
- Debido al tipo de enlace cada molécula de glucosa está girada 180° respecto a la anterior, lo que le da a la celulosa una estructura lineal pero "retorcida".



- Esta disposición permite que se formen **gran cantidad de puentes de hidrógeno** entre cadenas yuxtapuestas, lo que produce muy **fibras resistentes**

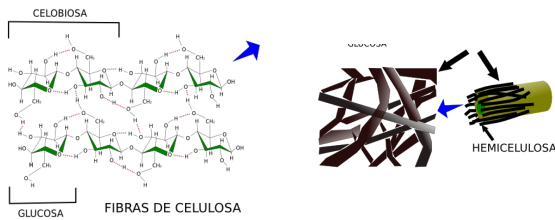


Polisacáridos



La ausencia de cadenas laterales permite a las moléculas de celulosa acercarse unas a otras para formar estructuras rígidas.

Polisacáridos

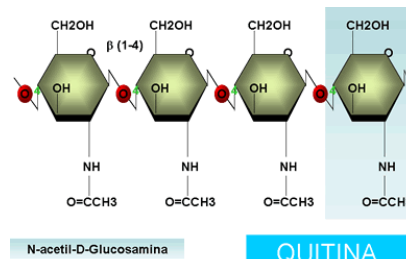


- La celulosa es el material estructural más común en las plantas (la madera consiste principalmente de celulosa, y el algodón es casi celulosa pura).
- La celulosa puede ser desdoblada (hidrolizada) en sus glucosas constituyentes por microorganismos que residen en el sistema digestivo de las termitas y los rumiantes.

Polisacáridos

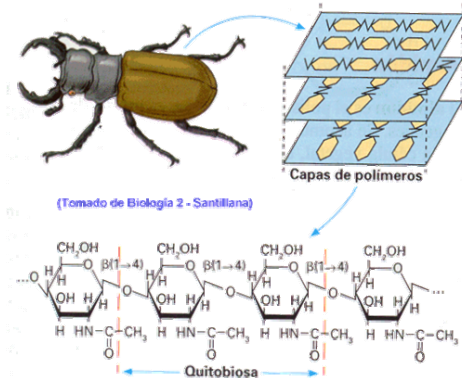
Quitina:

- Polisacárido estructural
- Formada por un derivado nitrogenado de la glucosa: la N-acetil-glucosamina.
- Constituye los exoesqueletos de los artrópodos.



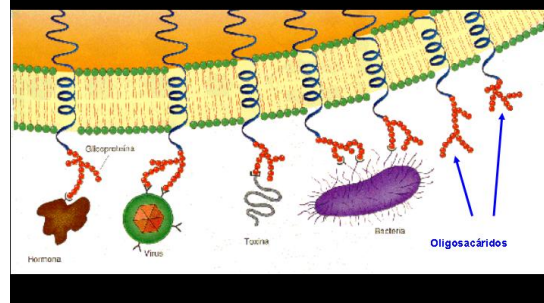
Polisacáridos

Quitina:



Ósidos: funciones

La membrana plasmática celular contiene oligosacáridos con diferentes funciones



Glúcidos. Direcciones de internet

Algunas direcciones útiles (alumnos):

→ <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/biomol/contenidos5.htm>
 Apuntes, con animaciones y actividades interactivas del CNICE (Minist. español)
 → <http://www.bionova.org.es/biocast/p11.htm>
 Curso con apuntes, presentaciones, ejercicios del IES MARÍA CASARES
 → <http://www.terravivida.com/vivida/monosaccharide/>
 Galería de moléculas en 3D (lineales), formulas y proyecciones
 → <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/html/contenido.html>
 Curso Universidad de Colombia (interesantes figuras)

Glúcidos. Direcciones de internet

Algunas direcciones útiles:

→ <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/biomol/contenidos5.htm>
 Apuntes, con animaciones y actividades interactivas del CNICE (Minist. español)
 → <http://www.bionova.org.es/biocast/p11.htm>
 Curso con apuntes, presentaciones, ejercicios del IES MARÍA CASARES
 → <http://www.terravivida.com/vivida/monosaccharide/>
 Galería de moléculas en 3D (lineales), formulas y proyecciones
 → <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/html/contenido.html>
 Curso Universidad de Colombia