

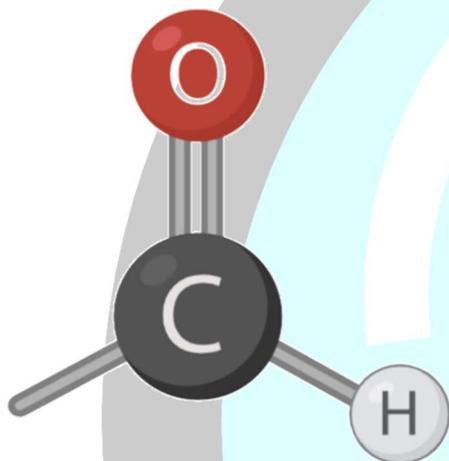
# BIOLOGÍA

**2º BACHILLERATO**  
**Glúcidos**

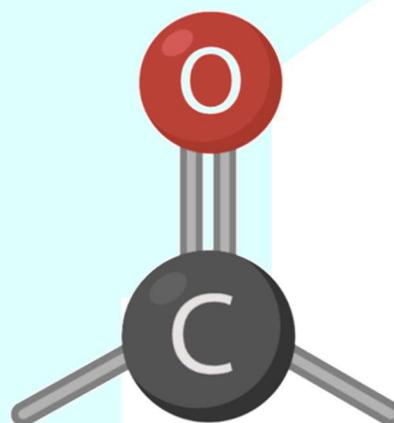
[www.tipsacademy.es](http://www.tipsacademy.es)

## TEMA 2 GLÚCIDOS

Son biomoléculas formadas básicamente por **C**, **H** y **O**, muchos de ellos con la fórmula empírica  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ . Por esta razón se les denomina también hidratos de carbono. Este nombre es poco afortunado pues no se trata de átomos de C unidos a moléculas de agua, sino que se definen como **polihidroxicoholes** o **polihidroxicetonas**, es decir cadenas carbonadas en las que los carbonos presentan un grupo **OH** y un radical **H**, excepto uno que posee un grupo carbonílico, bien un **aldehído** o una **cetona**.



Aldehído



Cetona

Esta definición es solo válida para los glúcidos más simples pues como veremos más adelante dentro de los glúcidos se incluyen, aminas, alcoholes, ácidos, así como los productos de condensación de estos compuestos entre sí o con otros mediante el enlace glucosídico. Su clasificación es la siguiente:

|          |                       |                |                     |
|----------|-----------------------|----------------|---------------------|
| GLÚCIDOS | Monosacáridos<br>Osas | Aldosas        | Aldotriosas         |
|          |                       |                | Aldotetrasas        |
|          |                       |                | Aldopentosas        |
|          |                       |                | Aldohexosas         |
|          |                       | Cetosas        | Cetotriosas         |
|          |                       |                | Cetotetrasas        |
|          |                       |                | Cetopentosas        |
|          |                       |                | Cetohexosas         |
|          | Ósidos                | Oligosacáridos | Disacáridos         |
|          |                       |                | Trisacáridos        |
|          |                       | Polisacáridos  | Homopolisacáridos   |
|          |                       |                | Heteropolisacáridos |

## 1. MONOSACÁRIDOS.

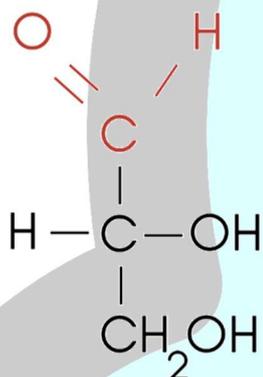
Constituidos por una sola molécula de polihidroxialdehído o polihidroxicetona y con un número de átomos de carbono comprendido entre 3 y 9, siendo los más frecuentes los de 3, 4, 5 y 6.

Son sólidos cristalinos, blancos, hidrosolubles y de sabor dulce. La presencia del grupo carbonílico (aldehído o cetona) les confiere **poder reductor** frente a determinadas sustancias tales como el **licor de Fehling** que sirve para su identificación.

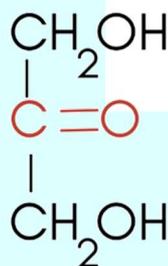
Se nombran anteponiendo a la terminación **-osa** un prefijo que indique si es posee un grupo aldehído (**aldo-**) o cetona (**ceto-**) y otro referente al número de átomos de carbono. **Tri (3), tetr (4), pent (5), hex (6)**. Ej.: aldohexosa, cetopentosa, aldotriosa, etc.

### 1.1. TRIOSAS.

Formadas por tres átomos de carbono ( $C_3H_6O_3$ ). Una aldotriosa y una cetotriosa, que reciben el nombre de **gliceraldehído** y **dihidroxiacetona** respectivamente.



D-Gliceraldehído



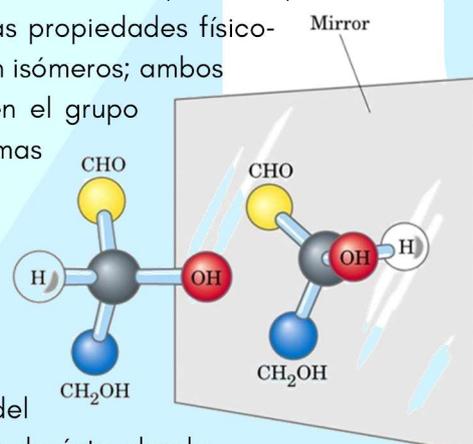
Dihidroxiacetona

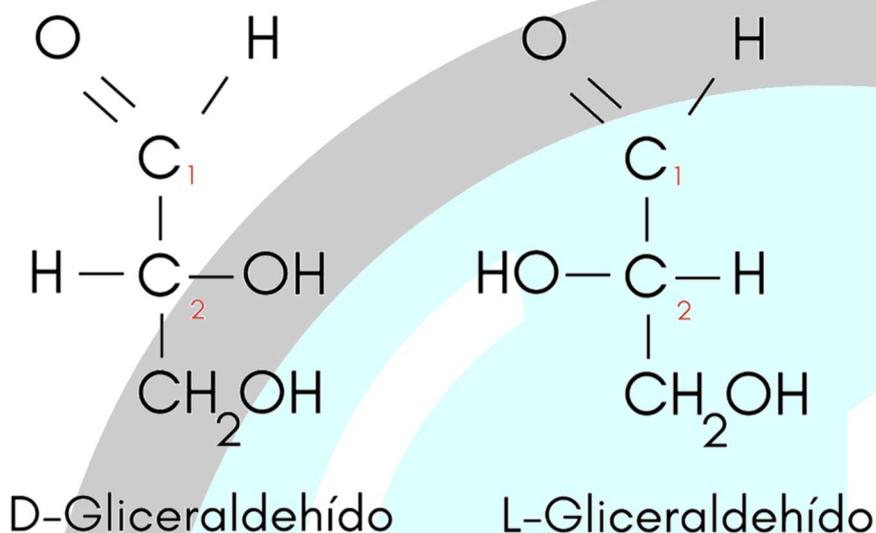
### ISOMERÍA

Los glúcidos del mismo número de átomos de carbono son **isómeros**, es decir, tienen la misma fórmula molecular pero diferente fórmula desarrollada y distintas propiedades físico-químicas. Por ejemplo, el *gliceraldehído* y la *dihidroxiacetona* son isómeros; ambos responden a la fórmula molecular  $C_3H_6O_3$ . Como sólo varían en el grupo funcional se denominan **isómeros funcionales**. Existen otras formas de isomería que afectan a los monosacáridos:

**ESTEREOISOMERÍA:** Se produce en las moléculas que tienen **carbonos asimétricos**, que son carbonos unidos a cuatro grupos funcionales diferentes.

En el caso del gliceraldehído el grupo hidroxilo (OH) del carbono asimétrico puede situarse a la derecha o a la izquierda de éste, dando lugar a dos **estereoisómeros**; el D-gliceraldehído con el OH a la derecha y el L-gliceraldehído que tiene el OH a la izquierda.





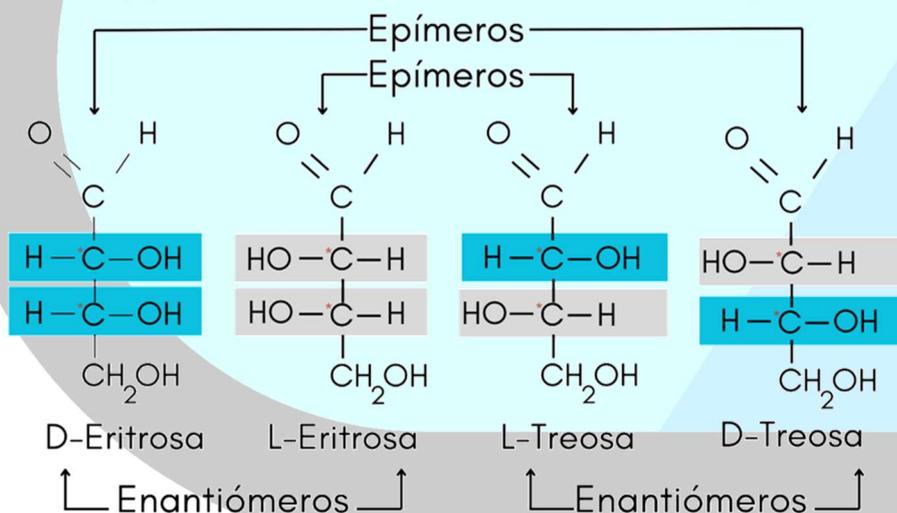
Para representar los estereoisómeros en el plano del papel se usa habitualmente la **proyección de Fischer**, en la que la cadena carbonada se dispone verticalmente y los grupos unidos a los carbonos asimétricos se sitúan a izquierda y derecha de estos.

El número de estereoisómeros que puede tener un monosacárido dependerá del número de átomos asimétricos (n) y es igual a  $2^n$ . Por ejemplo, en las aldohexosas  $n=4$  y por tanto el número de estereoisómeros es  $2^4=16$ .

En las aldosas todos los carbonos excepto el primero y el último son asimétricos. Sin embargo, las cetosas tienen un carbono asimétrico menos que las aldosas del mismo número de carbono.

Por convenio el que un estereoisómero sea D o L viene determinado por la posición del OH del carbono asimétrico más alejado del carbono carbonílico.

Vamos a utilizar las aldotetrosas para explicar los siguientes tipos de isomerías. En la siguiente imagen se representan los cuatro estereoisómeros de las aldotetrosas, que tienen 2 átomos de carbono asimétricos y por tanto son cuatro. Si observamos veremos que dos son formas D- y dos son formas L-.



Pero además vemos que dos son **imágenes especulares** (reflejo en un espejo) entre sí, se denominan **enantiómeros** y se nombran igual añadiendo los prefijos D- y L-. Aunque químicamente los enantiómeros poseen idénticas propiedades fisicoquímicas, en la naturaleza los seres vivos

son capaces de diferenciarlos usando una sola forma que habitualmente es el isómero D.

Los que nos son imágenes especulares y se diferencian únicamente en un átomo de carbono específico distinto del que determina las formas D y L se denominan **epímeros**, se denominan con distinto nombre y tienen propiedades diferentes.

**ISOMERÍA ÓPTICA:** La presencia de átomos de carbono asimétricos, hace que la moléculas posean **isomería óptica**, que consiste en que al incidir sobre una solución un rayo de luz polarizada, este puede desviarse hacia la derecha, moléculas **dextrógiras (+)**, o hacia la izquierda moléculas **levógiras (-)**.

Los monosacáridos al poseer átomos de carbono asimétricos tienen isomería óptica. Para conocer si un monosacárido es dextrógiro (+) o levógiro (-) es preciso hacer un ensayo diluyendo el glúcido en agua y haciéndole pasar luz polarizada. Por ejemplo, la D-glucosa es (+) y la D-fructosa es (-).

Que un monosacáridos sea (+) o (-) no está relacionado con el hecho de que sea D o L. Las propiedades de estereoisomería e isomería óptica son diferentes, de manera que puede haber moléculas D(+) y D(-) o L(+) y L(-).

## 1.2. TETROSAS.

Formadas por cuatro átomos de carbono ( $C_4H_8O_4$ ).

**Aldotetrosas:** 4 estereoisómeros, D-eritrosa, L-eritrosa, D-treosa y L-treosa.

**Cetotetrosas:** 2 estereoisómeros, D-eritrolosa y L-eritrolosa.

## 1.3. PENTOSAS

Con cinco átomos de carbono ( $C_5H_{10}O_5$ ).

**Aldopentosas:** 8 estereoisómeros, D-ribosa, D-arabinosa, D-xilosa, D-lixosa y sus correspondientes formas L.

**Cetopentosas:** 4 estereoisómeros, D-ribulosa, D-xilulosa y sus formas L.

Por su interés biológico destacamos:

- **D-ribosa:** forma parte de los nucleótidos como el ATP así como del ácido ribonucleico. Su derivado D-desoxirribosa forma parte del ADN.
- **D- y L-arabinosa:** componentes de gomas vegetales, goma arábiga.
- **D-xilosa:** componente del polisacárido xilana (madera).
- **D-ribulosa:** sustrato sobre el que se fija el  $CO_2$  durante la fotosíntesis.

## 1.4. HEXOSAS.

Con seis átomos de carbono ( $C_6H_{12}O_6$ ).

**Aldohexosas:** 16 estereoisómeros; D-alosa, D-altrosa, D-glucosa, D-manosa, D-gulosa, D-idosa, D-galactosa, D-talosa y sus respectivas formas L.

Cetohexosas: 8 estereoisómeros; D-sicosa, D-fructosa, D-sorbosa, D-tagatosa y sus formas L.

Por su interés biológico destacamos:

- **D-glucosa:** Muy abundante en los vegetales y el azúcar más importante en los animales donde se encuentra en estado libre o polimerizado formando glucógeno en el hígado. Es la principal fuente de energía de los animales.
- **D-galactosa:** forma parte del disacárido lactosa (leche), y en polisacáridos complejos como mucílagos, pectinas y también en glucolípidos y glucoproteínas.
- **D-fructosa.** Libre o formando parte de la sacarosa en las frutas.

Al final del tema encontramos un anexo con las estructuras de todos los monosacáridos, destacando aquellos más importantes.

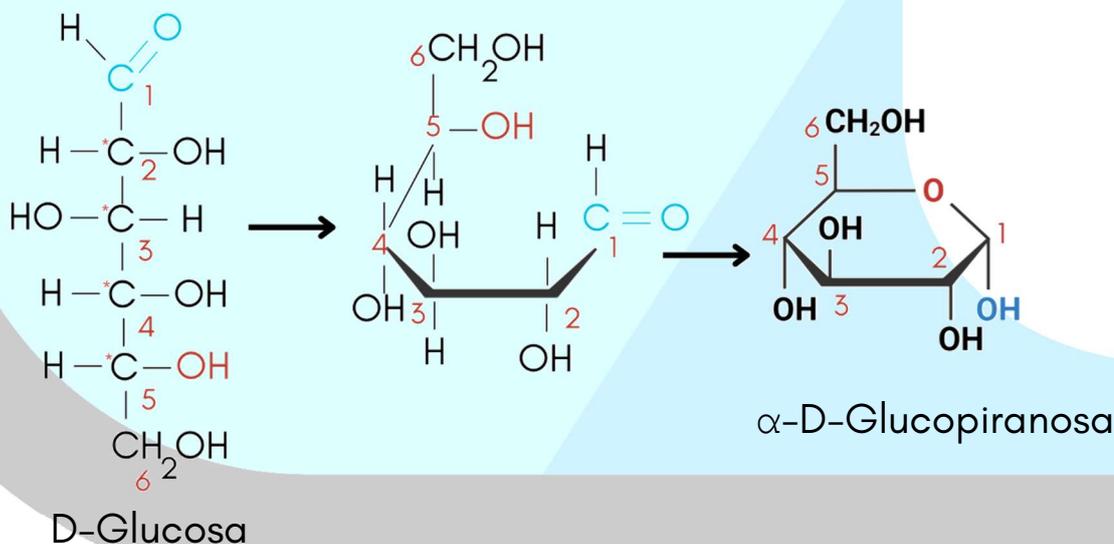
## 2. ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

Cando los monosacáridos de cinco o seis átomos de carbono están en disolución forman estructuras cíclicas o anillos.

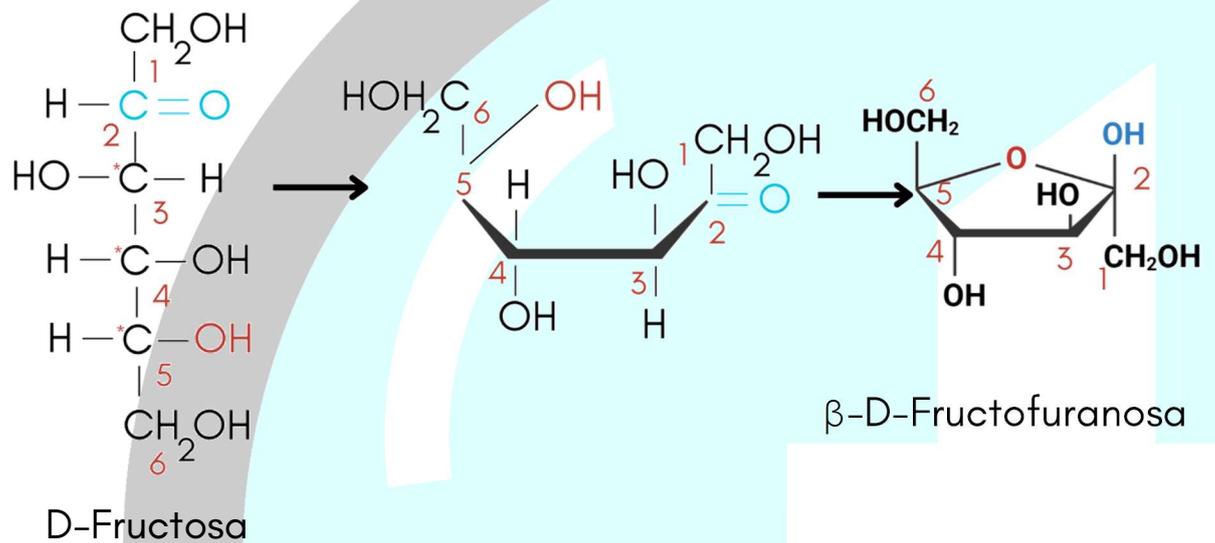
Las **aldohexosas** forman anillos de seis átomos de carbono denominadas **piranosas**. Mientras que las **aldopentosas** y las **cetohexosas** forman anillos de cinco átomos de carbono denominadas **furanosas**.

La ciclación ocurre en las aldohexosas (A) y Cetohexosas (B) por reacción del grupo OH del C5 con el C del grupo aldehído, **enlace hemiacetalítico**, o del grupo ceto, **enlace hemicetalítico**, respectivamente, mientras que las aldopentosas se ciclan por enlace hemiacetalítico entre el C4 y C del grupo aldehído. Estos enlaces originan un grupo **hidroxilo hemiacetalítico** o **hemicetalítico** nuevo, que mantiene las propiedades reductoras de los grupos aldehído y ceto respectivamente.

(A)

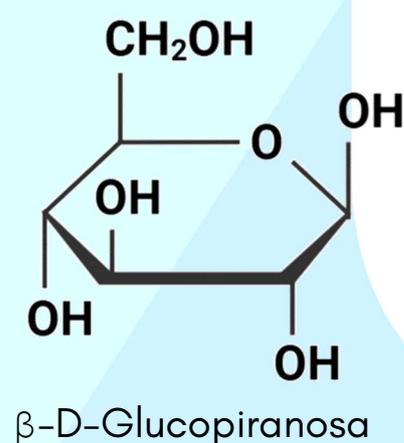
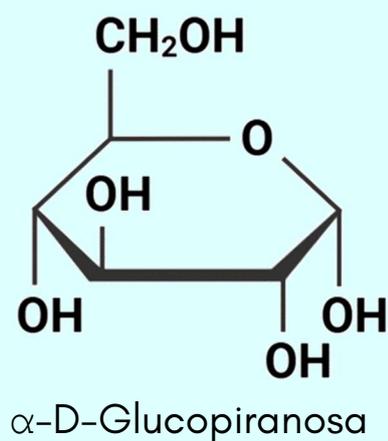


(B)



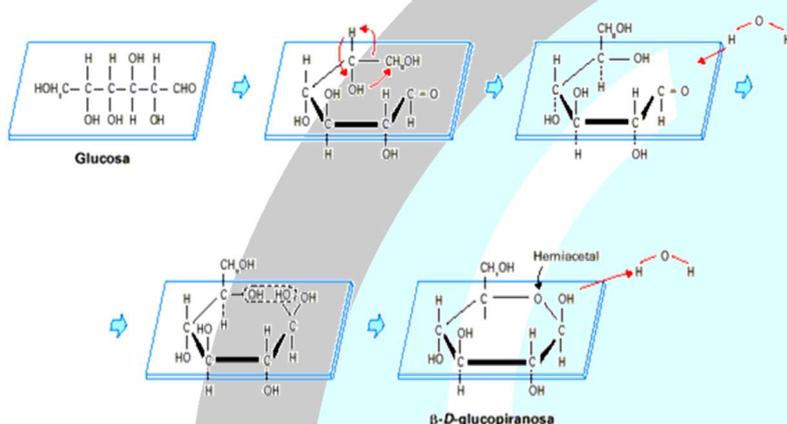
La formación de anillos hace que aparezca un nuevo carbono asimétrico que se denomina **anomérico**, de manera que existen dos nuevos estereoisómeros llamados **anómeros** y denominados  $\alpha$  y  $\beta$  por cada forma D y L.

Así de la glucosa existen la  $\alpha$ -D-glucopiranososa y la  $\beta$ -D-glucopiranososa. Los sufijos piranososa y furanosa se añaden al nombre del monosacárido si se cicla en anillo de seis o cinco átomos de carbono.



Para representar las moléculas cicladas, Walter Norman Haworth, diseñó un método general conocido como **proyección de Haworth** y que como ejemplo para la glucosa consiste en:

1. La molécula se dispone en un plano horizontal de manera que los grupos H y OH situados a la derecha se sitúan debajo del plano y los situados a la izquierda se sitúan encima del plano.



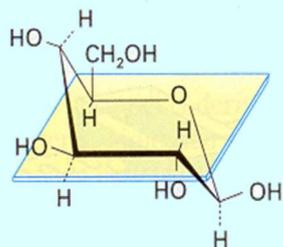
2. El C5 y sus radicales giran 90º de manera que el grupo OH queda en el plano.

3. Se incorpora una molécula de agua en el grupo aldehído formándose dos grupos OH nuevos.

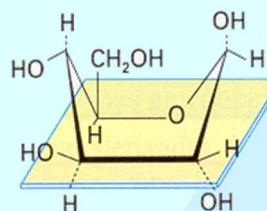
4. Uno de los grupos OH reacciona con el OH de C5 para formar el enlace hemiacetalico.

5. El anillo queda cerrado, se libera la molécula de agua y el nuevo grupo OH puede quedar situado sobre el plano (anómero  $\beta$ ) o bajo el plano (anómero  $\alpha$ ).

Las fórmulas de proyección de Haworth dan a entender que los anillos son planos y esto no es cierto. Así el anillo de piranososa puede existir en conformación de silla o de nave, siendo aquella la más estable y la que más predomina en las disoluciones de las hexosas. Esta clase de representación se denomina **fórmulas de conformación**.



$\beta$ -D- glucopiranososa en estructura de "silla".  
Los extremos de la molécula están en diferentes lados respecto al plano.



$\beta$ -D- glucopiranososa en estructura de "nave".  
Los extremos de la molécula están en el mismo lado. Es una forma muy inestable.

## 2. DERIVADOS DE LOS MONOSACÁRIDOS.

### 2.1. AMINOAZÚCARES.

Presentan una sustitución del grupo OH del C2 por un grupo amino, mediante un enlace **N-glucosídico**. Ej. **D-glucosamina**, principal componente de la quitina y de la estreptomicina y **D-galactosamina**, componente de los cartílagos.

### 2.2. AZÚCARES ÁCIDOS.

Tres clases: ácidos aldónicos, aldáricos y urónicos. Los urónicos son los más importantes. Algunos ejemplos de estos son el **D-glucurónico** y **D-galacturónico** que se encuentran en gomas y pectinas. Otro azúcar-acido importante es el **ácido ascórbico o Vit C**.

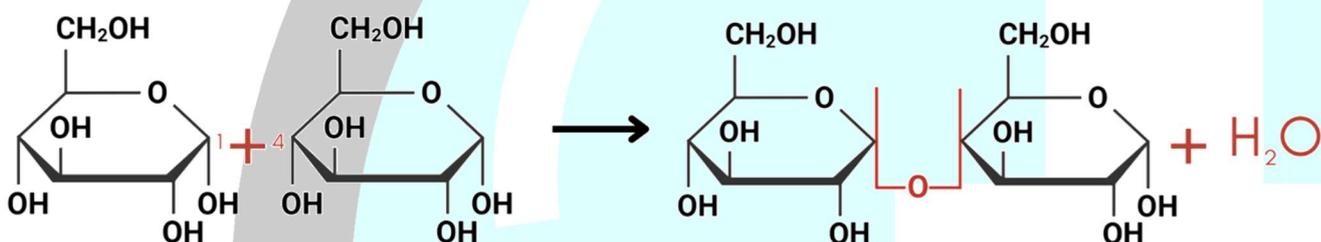
### 2.3. AZÚCARES ALCOHOLES.

Se originan por reducción del grupo aldehído o cetona a grupo alcohol. Algunos son el **L-sorbitol** y **D-manitol** abundantes en los frutos, el **glicerol** que es un componente de los lípidos al igual que el **inositol** que no deriva de un azúcar sino del ciclohexano.

### 3. DISACÁRIDOS

Están constituidos por dos moléculas de monosacáridos unidas mediante el enlace **O-glucosídico**, si el primer monosacárido es  $\alpha$  se habla de enlace  **$\alpha$ -glucosídico** y si es  $\beta$ , de enlace  **$\beta$ -glucosídico**.

Este enlace consiste en la reacción entre dos grupos -OH y genera una molécula de agua.

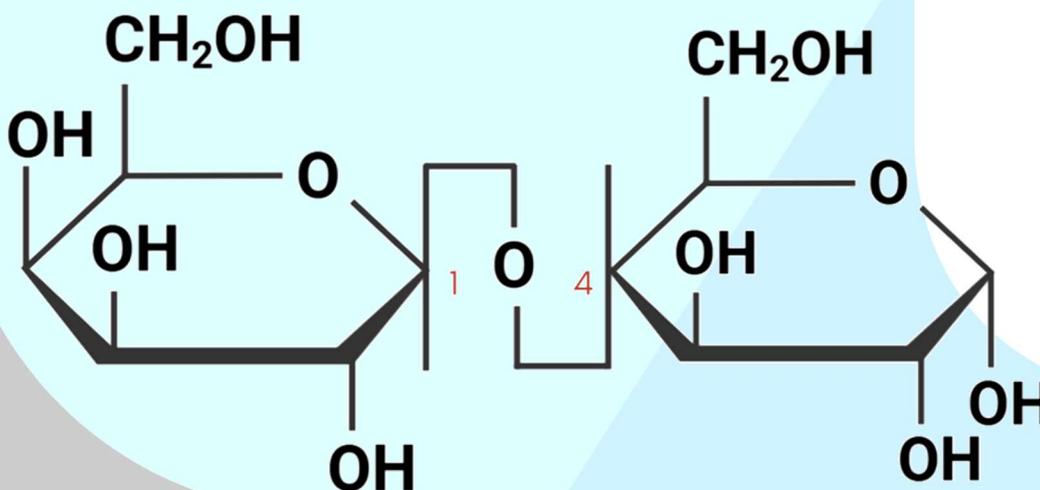


Según qué grupos -OH estén implicados se distinguen dos tipos:

**Monocarbonílico:** Reacción entre el OH del C1 el primer monosacárido y el OH del C4 o C6 no anomérico del segundo (1-4) y (1-6). En estos casos el disacárido mantiene sus propiedades reductoras gracias -OH hemiacetalico del segundo monosacárido, presente en el C anomérico que puede existir en forma  $\alpha$  y  $\beta$ .

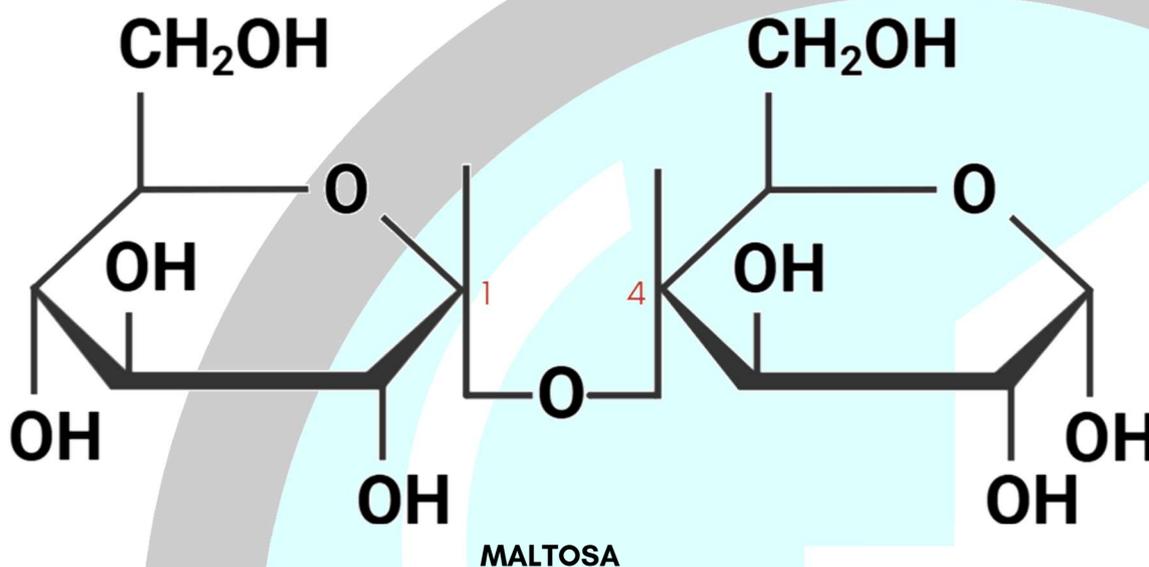
Se nombran con los sufijos **-osil** y **-osa**.

Ej: Lactosa, maltosa, isomaltosa y celobiosa.



LACTOSA

$\beta$ -D-Galactopiranosil (1-4)  $\alpha$ -D Glucopiranososa

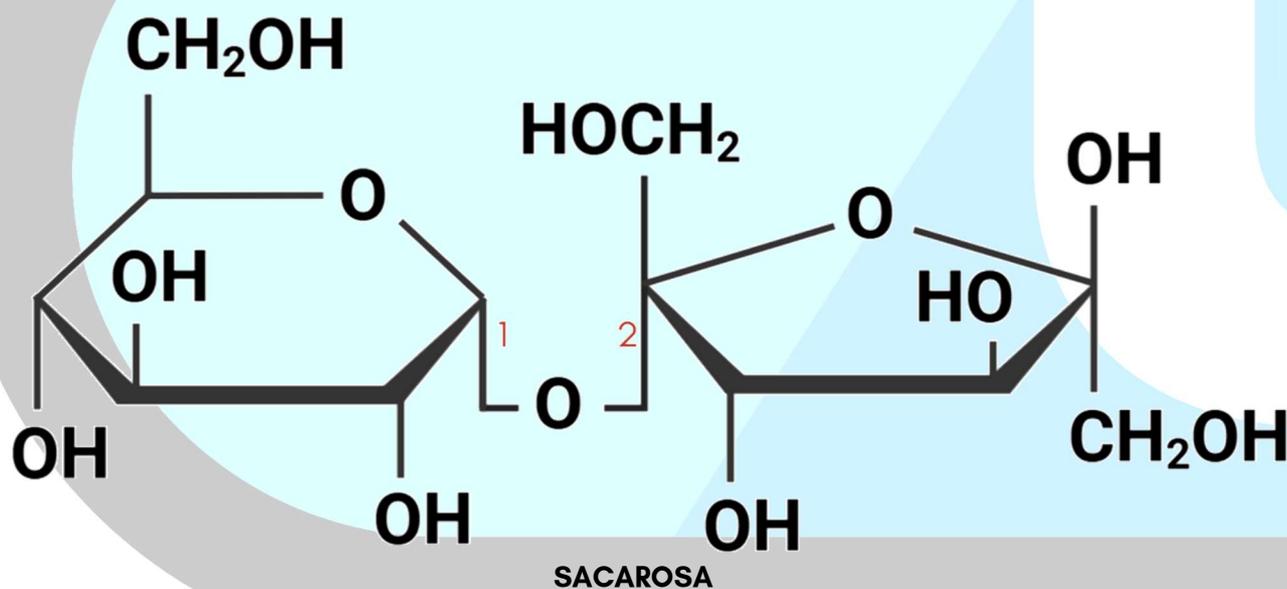


$\alpha$ -D-Glucopiranosil (1-4)  $\alpha$ -D Glucopiranososa

**Dicarbonílico:** Reacción entre los -OH hemiacetálicos de los dos monosacáridos. El enlace se establece entre los dos carbonos anoméricos de ambos monosacáridos.

Si los dos son piranosas el enlace es (1-1) y si el primero es piranosa y el segundo es un anillo de furanosa el enlace es (1-2).

En este caso el disacárido pierde el carácter reductor. Se nombran con los sufijos **-osil** y **-osido**. Algunos ejemplos son la sacarosa y la trehalosa.



$\alpha$ -D-Glucopiranosil (1-2)  $\beta$ -D Fructofuranósido

### Disacáridos Reductores

- **Lactosa:**  $\beta$ -D-galactopiranosil (1-4)  $\alpha$ -D-glucopiranososa (forma  $\alpha$ ). Denominada azúcar de leche, se encuentra libre en la leche de los mamíferos (4-5% en la de vaca).
- **Maltosa:**  $\alpha$ -D-glucopiranosil (1-4)  $\alpha$ -D-glucopiranososa (forma  $\alpha$ ). Este disacárido no existe de forma libre sino que es el resultado de la hidrólisis de la amilosa del polisacárido almidón. A partir del almidón se obtiene la malta utilizada para la fabricación de cerveza y sucedáneos del café.
- **Isomaltosa:**  $\alpha$ -D-glucopiranosil (1-6)  $\alpha$ -D-glucopiranososa. Tampoco existe libre sino que se obtiene por hidrólisis de la amilopectina del almidón y del glucógeno.
- **Celobiosa:**  $\beta$ -D-glucopiranosil (1-4)  $\beta$ -D-glucopiranososa. Producto de la hidrólisis de la celulosa.

### Disacáridos no reductores

- **Sacarosa:**  $\alpha$ -D-glucopiranosil (1-2)  $\beta$ -D-fructofuranósido. Denominada azúcar de caña donde está presente en un 20%. Se hidroliza con facilidad. La sacarosa es dextrógira mientras que la mezcla resultado de la hidrolisis es levógira, por esta razón se denomina a esta mezcla azúcar invertido.
- **Trehalosa:**  $\alpha$ -D-glucopiranosil (1-1)  $\alpha$ -D-glucopiranosido. Se encuentra en la hemolinfa de los insectos y en levaduras y hongos.

## 4. POLISACÁRIDOS

La mayoría de los glúcidos se encuentran en la naturaleza como polisacáridos de elevado peso molecular, formados por la unión muchos monosacáridos (de 11 a varios miles) mediante enlace O-glucosídico. La D-glucosa es el monosacárido predominante, pero también hay D-manosa, D-fructosa, D- y L-galactosa, y derivados como la D-glucosamina o el ácido D-glucurónico.

### Clasificación

Si está formado por un solo tipo de monosacárido se denomina **homopolisacárido** (almidón, glucógeno, dextranos, celulosa y quitina), si está formado por varias clases de monosacáridos se denominan **heteropolisacáridos** (pectina, agar-agar, gomas, mucilagos, etc.)

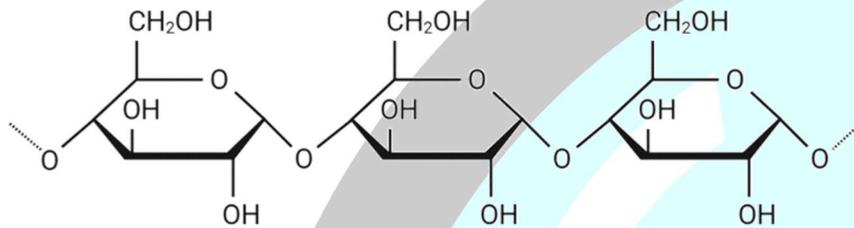
## HOMOPOLISACÁRIDOS DE RESERVA

### 4.1. ALMIDÓN

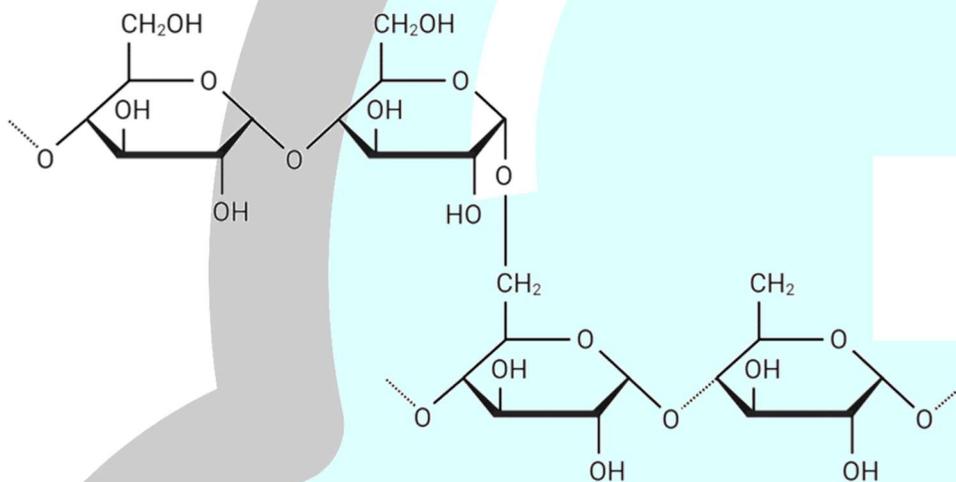
Constituye el polisacárido de reserva de los vegetales donde se almacena en forma de gránulos en el interior de los amiloplastos de las células vegetales.

Está constituido por dos clases de homopolisacáridos, la **amilosa** y la **amilopectina**.

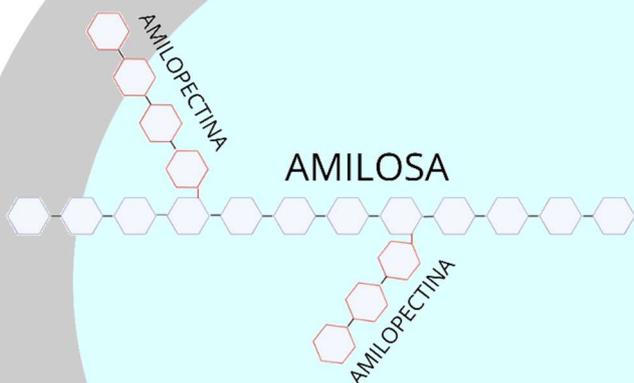
La **amilosa** está constituida por cadenas largas de longitud variable, no ramificadas, constituidas por  $\alpha$ -D-glucopiranosas unidas mediante enlaces  $\alpha(1-4)$ . No es soluble pero forma micelas hidratadas que se tiñen de azul oscuro con el iodo. Las cadenas en la micela se enrollan en forma helicoidal.



AMILOSA



AMILOPECTINA

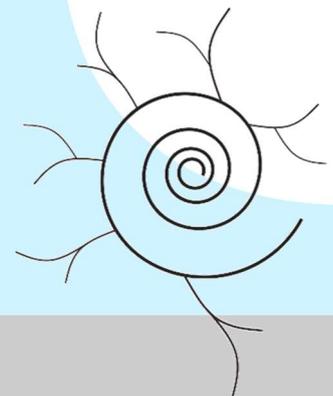


La **amilopectina** está muy ramificada, 20 a 30 unidades de  $\alpha$ -D-glucopiranosas en cada rama unidas por enlace  $\alpha(1-4)$ , mientras que los puntos de ramificación son enlaces  $\alpha(1-6)$ . Forman micelas que se tiñen de rojo oscuro con el iodo.

Los dos componentes del almidón se pueden hidrolizar por la acción de enzimas **amilasas**.

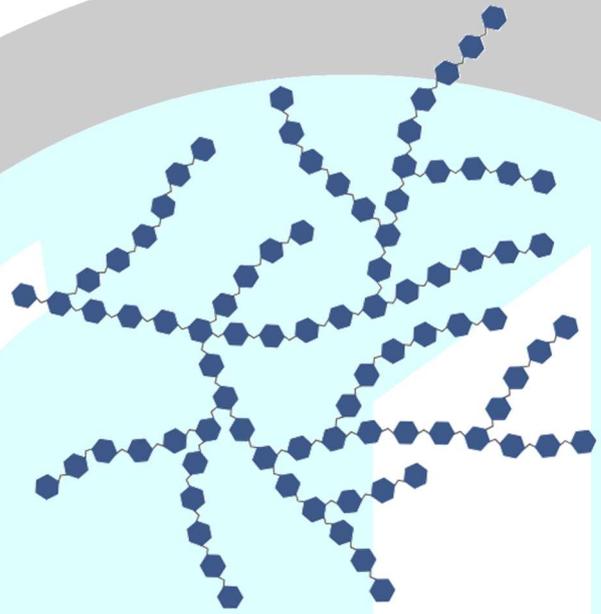
La enzima  $\alpha$ -**amilasa**, presente en el jugo pancreático y en la saliva.

La enzima  $\beta$ -**amilasa**, presente en la malta, libera unidades de maltosa.



#### 4.2. GLUCÓGENO

Es el principal polisacárido de reserva de las células animales y es el equivalente del almidón de las células vegetales. Es muy abundante en el hígado y en el músculo esquelético. En los hepatocitos se acumula en forma de gránulos, que se tiñen de rojo-violáceo con el yodo, constituidos por moléculas muy ramificadas similares a la amilopectina, pues esta formada por cadenas de  $\alpha$ -D-glucopiranosas unidas por enlace  $\alpha(1-4)$  y ramificaciones  $\alpha(1-6)$ . La diferencia estriba en que el glucógeno está más ramificado y es una molécula más compacta.



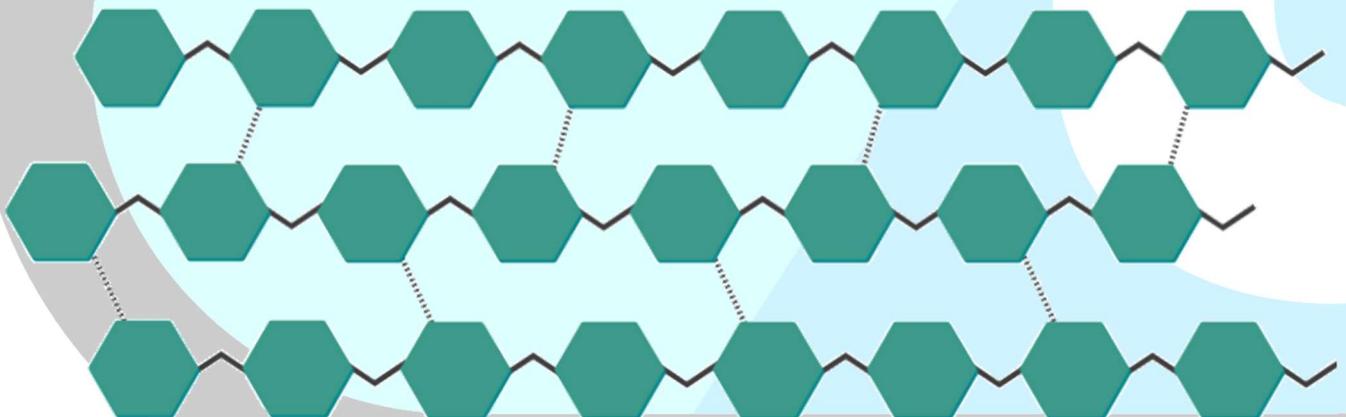
#### 4.3. DEXTRANOS

Polisacáridos de reserva de las levaduras y bacterias constituidos por cadenas ramificadas de  $\alpha$ -D-glucopiranosas unidas por enlaces 1-2, 1-3, 1-4 y 1-6. Forma disoluciones mucilaginosas de gran viscosidad.

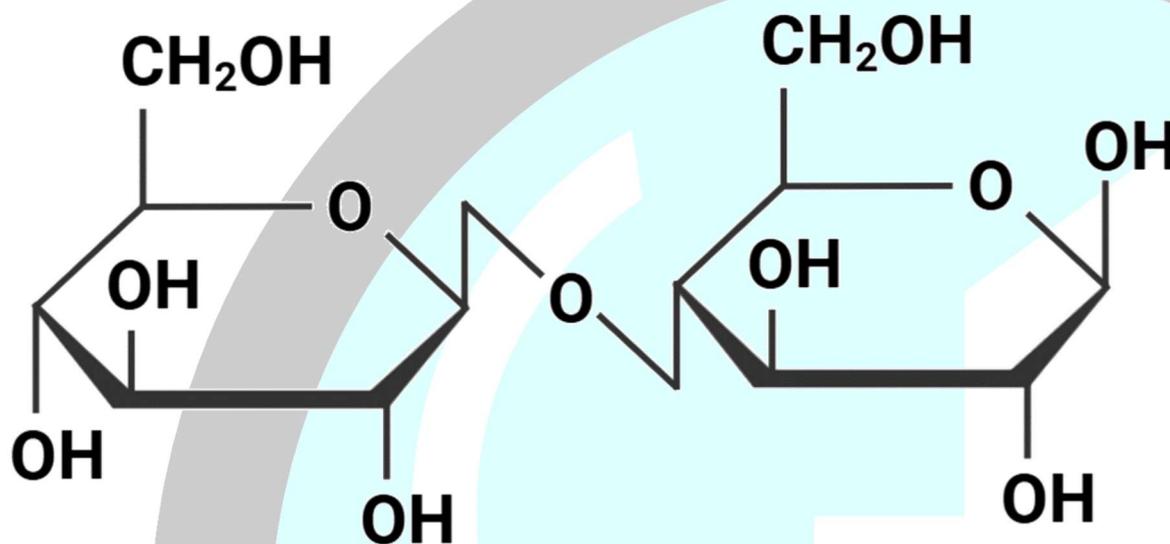
#### HOMOPOLISACÁRIDOS ESTRUCTURALES

#### 4.4. CELULOSA

Es el polisacárido más abundante de la pared celular de los vegetales. Está constituida por cadenas lineales de  $\beta$ -D-glucopiranosas unidas por enlaces (1-4), que se disponen en forma de hélice, una vuelta cada 4 unidades. Es una molécula insoluble y bastante inerte, pues hay pocas enzimas capaces



de romper las cadenas, solo algunas bacterias y protozoos del tracto intestinal de los herbívoros segregan estas enzimas. La hidrólisis ácida de la celulosa rinde moléculas del disacárido reductor **celobiosa**.



**CELOBIOSA**

$\beta$ -D-Glucopiranosil (1-4)  $\beta$ -D Glucopiranososa

La celulosa en las paredes celulares se dispone en forma de haces de fibrillas densamente empaquetadas, formando capas cruzadas. Estas fibrillas se aglutinan en una matriz constituida por otros polímeros tales como la **hemicelulosa**, **pectina** y **extensina**.

A medida que la pared celular envejece se impregnan de otras sustancias tales como la lignina, suberina y cutina que no son polisacáridos.

#### 4.5. QUITINA

Está constituida por cadenas de N-acetil-D-glucosamina unidas por enlace (1-4). Es el componente principal del exoesqueleto de los artrópodos.

#### HETEROPOLISACÁRIDOS

En los vegetales son componentes estructurales de la pared o membrana:

- **Hemicelulosa:** polímero de xilosa y arabinosa.
- **Agar-Agar:** polímeros de D y L-galactosa presentes en las algas rojas.
- **Gomas:** polímeros de galactosa, arabinosa y ácido glucurónico. Función defensiva.
- **Mucílagos:** similares a las gomas pero no se excretan al exterior de la planta.

En los animales los heteropolisacáridos más abundantes son los **mucopolisacáridos**:

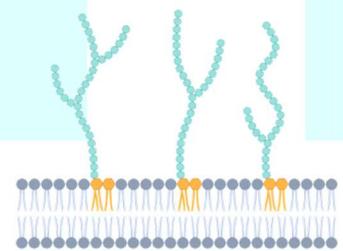
- **Ac. Hialurónico:** en la sustancia intersticial del tejido conjuntivo.
- **Heparina:** con propiedades anticoagulantes de la sangre.
- **Condroitina:** en la sustancia intercelular del cartílago, y tejido óseo.

## 5. HETERÓSIDOS

Son sustancias formadas por una parte glucídica y otra no glucídica denominada **genina** que si es un lípido forma los **glucolípidos**, y si es una proteína los **glucoproteínas**.

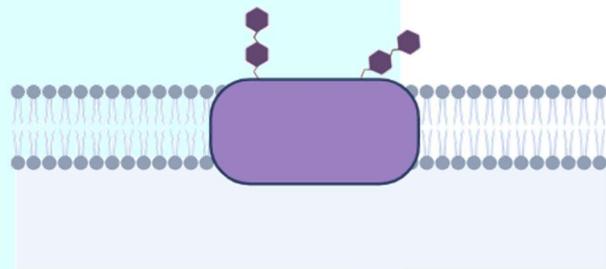
### GLUCOLÍPIDOS

- **Gangliósidos** y **cerebrósidos** forman parte de las membranas celulares.



### GLUCOPROTEÍNAS

- **Peptidoglicanos** forman parte de la pared celular de bacterias.
- **Mucoproteínas** presentes en tubos digestivos y respiratorios con función protectora.
- **Glucoproteínas estructurales** de la membrana plasmática.



## 6. FUNCIONES DE LOS GLÚCIDOS.

1) **Función energética.** La oxidación de los glúcidos libera energía que las células pueden utilizar para realizar sus funciones. La glucosa es el azúcar que con más frecuencia utilizan las células como combustible metabólico primario. Por otra parte, algunos polisacáridos actúan como material de reserva energética que puede ser rápidamente movilizado cuando es necesario. Una ventaja que poseen los glúcidos sobre otras biomoléculas como material energético es que, dada la solubilidad en agua de muchos de ellos, pueden ser transportados muy rápidamente en medio acuoso allí donde resultan necesarios.

2) **Función estructural.** Algunos polisacáridos como la celulosa o la quitina presentan propiedades que los hacen idóneos para formar parte de estructuras que deben ofrecer una gran resistencia mecánica, como las paredes celulares vegetales o el exoesqueleto de los artrópodos.

Aunque tradicionalmente se consideraba a los glúcidos como componentes "pasivos" de la maquinaria celular, destinados a servir de combustible metabólico o a formar parte de estructuras más o

menos permanentes de las células, en los últimos años se está percibiendo cada vez con mayor claridad que algunos de ellos pueden jugar otros papeles de extraordinaria importancia biológica, como la determinación de la estructura tridimensional de algunas proteínas, los procesos de reconocimiento de señales extracelulares o la acción de los anticuerpos.