

# LOS GLÚCIDOS

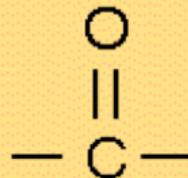
# GRUPOS FUNCIONALES DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

hidroxilo



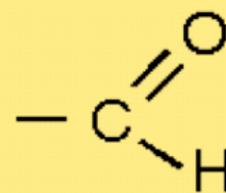
(alcohol)

carbonilo



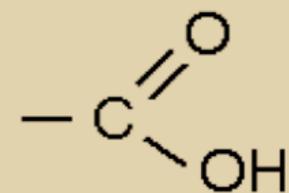
(cetona)

carbonilo



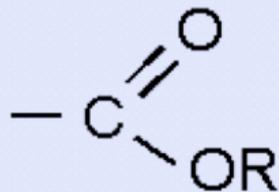
(aldehído)

carboxilo



(ácido)

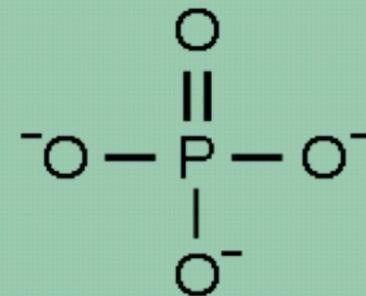
éster



amino



ion fosfato



# ÍNDICE

1. Concepto y clasificación
2. Los monosacáridos: Estructura, propiedades.
3. Estructura en disolución: ciclación de los monosacáridos
4. Ósidos. Holósidos. Oligosacáridos. Disacáridos
5. Ósidos. Holósidos. Polisacáridos
6. Heterósidos.
7. Funciones fisiológicas de los glúcidos (visión conjunta)
8. Métodos de identificación (prácticas laboratorio)

# 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

## BIOMOLÉCULAS

Inorgánicas

Orgánicas

Agua

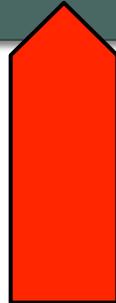
Sales  
Minerales

**Glúcidos**

Lípidos

Proteínas

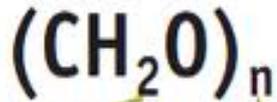
Ácidos  
Nucleicos



# Glúcidos

## Hidratos de carbono

### Carbohidratos



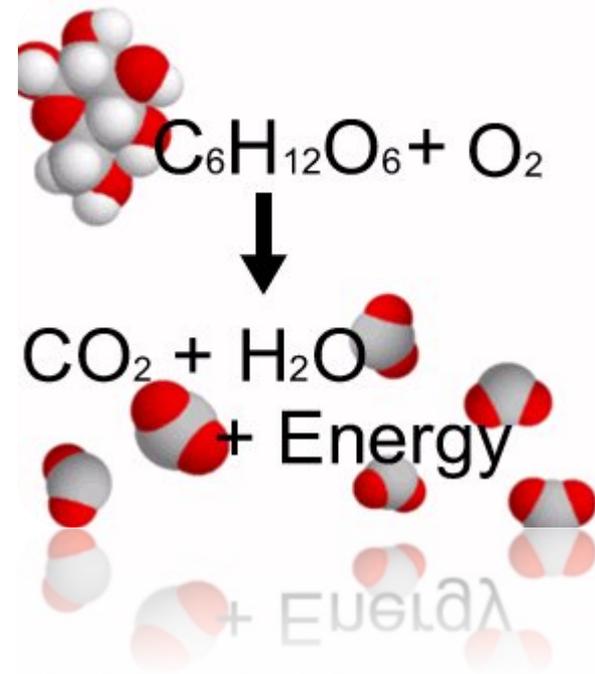
Número que duplica la cantidad de átomos de hidrógeno con respecto a la de carbonos y a la de oxígenos

Número que indica la cantidad de átomos de carbono y de oxígeno que compone la molécula.



# 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Los glúcidos son compuestos ternarios orgánicos constituidos por **carbono, hidrógeno y oxígeno**; en algunos casos pueden tener además otros elementos químicos como **nitrógeno o azufre**.
- **¿Hidratos de carbono?**  $C_n(H_2O)_m$  y **¿azúcares?**
- Polialcoholes con un **grupo funcional carbonilo** (polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas).



# 1. CLASIFICACIÓN

## ■ Osas o monosacáridos

➤ Grupo funcional → Aldosas (ej. **glucosa**) y Cetosas (ej. **fructosa**).

➤ N° de C → Triosas, Tetrasas, Pentosas, .....

## ■ Osidos:

➤ **Holósidos**

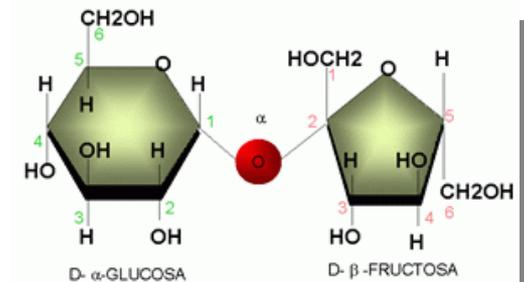
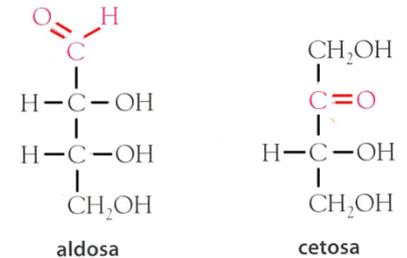
✓ **Oligosacáridos**: 2-10 monosacáridos  
(ej. de disacárido **sacarosa**)

✓ **Polisacáridos** : ↑ n° de monosacáridos (> 10)  
Homopolisacáridos (ej. **almidón, glucógeno y celulosa**)

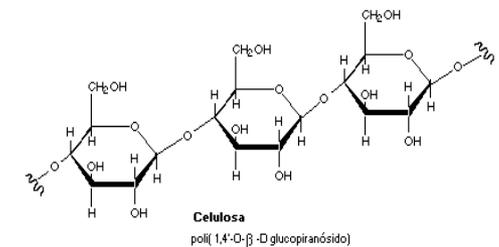
Heteropolisacáridos (ej. Hemicelulosa, ácido hialurónico)

➤ **Heterósidos** ⇒ azúcar + Aglucones o aglicon o aglicona:

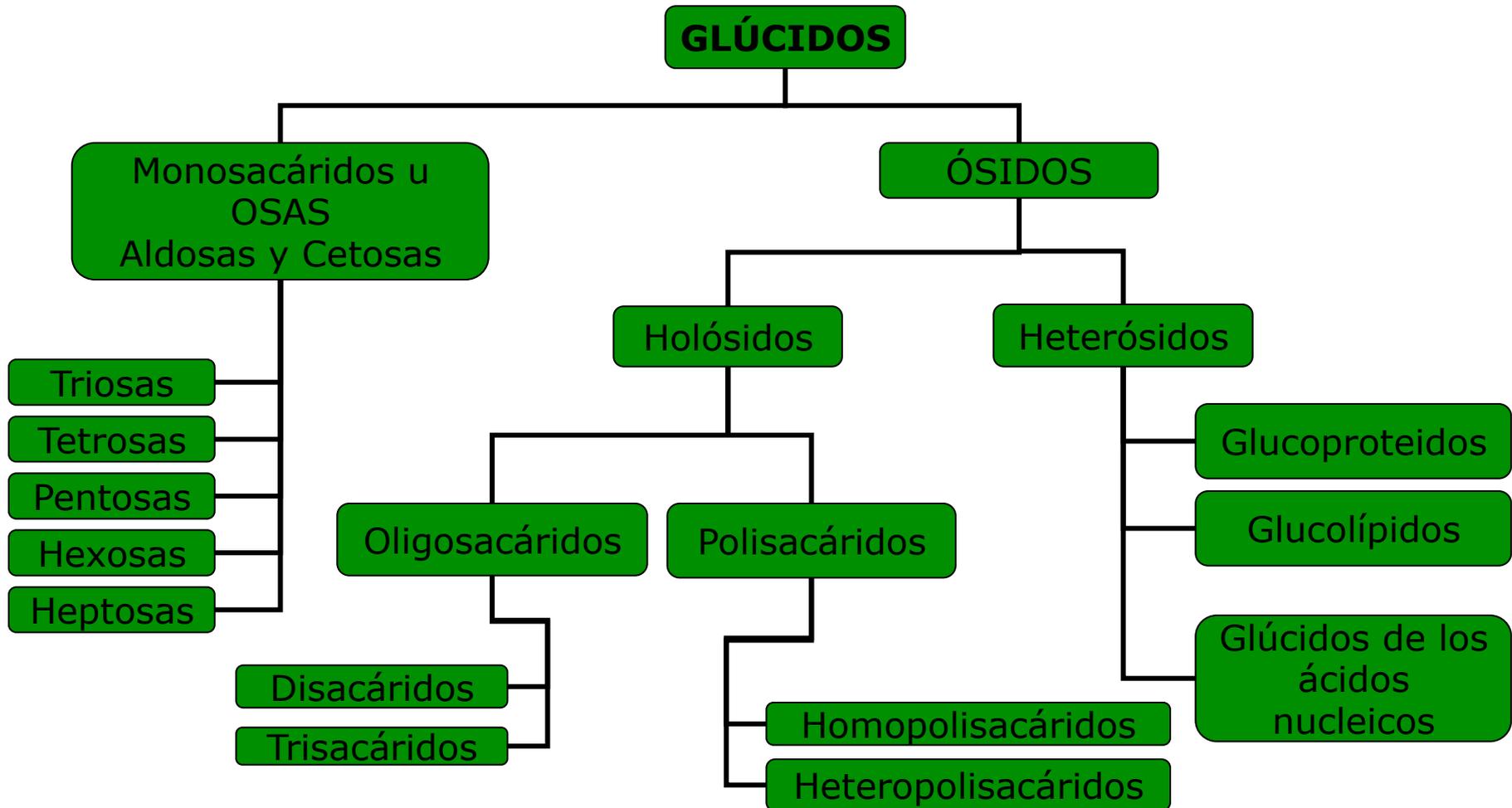
- ✓ Glucolípidos.
- ✓ Glucoproteínas.



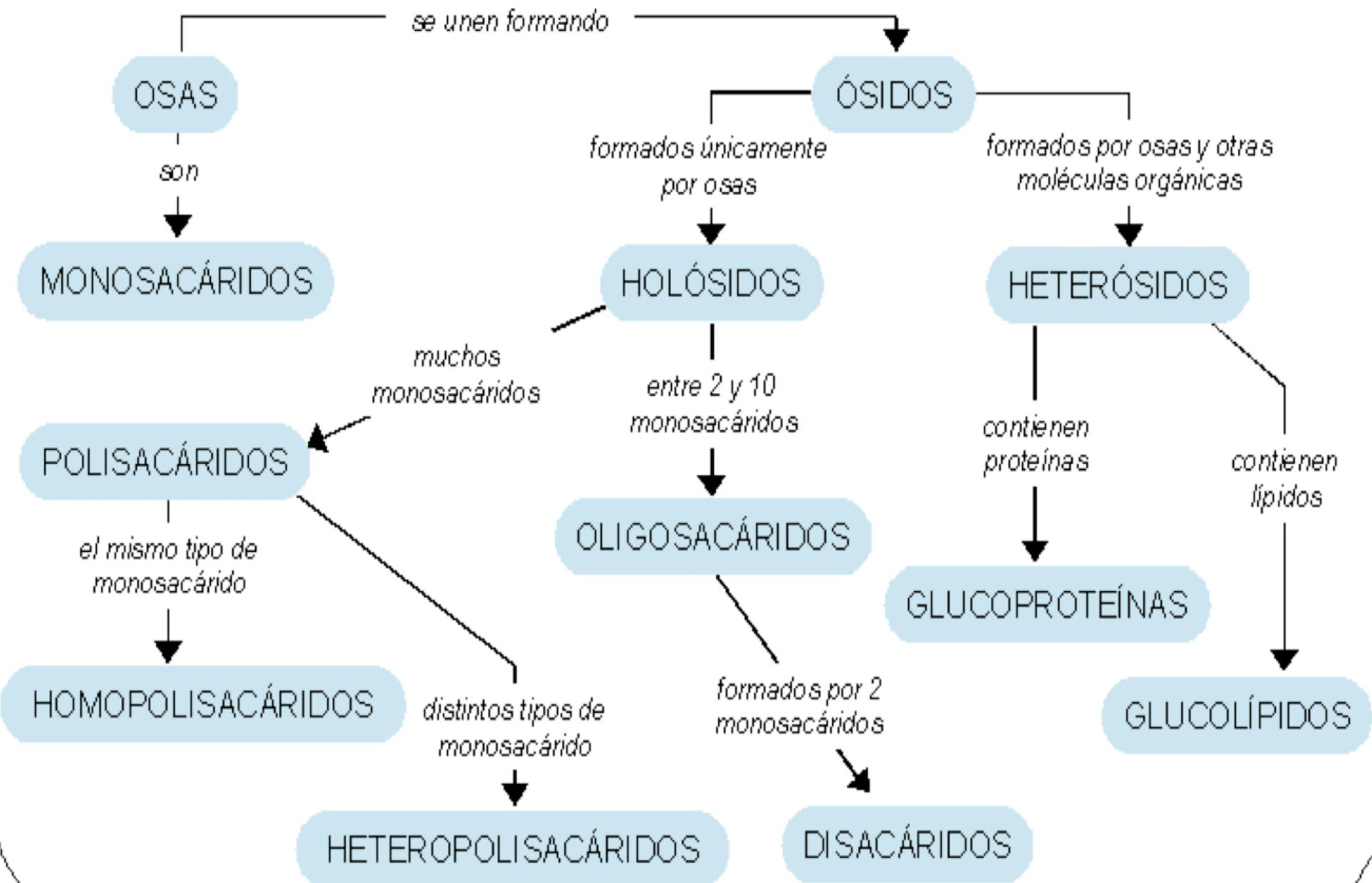
SACAROSA



# CLASIFICACIÓN



# Clasificación de los glúcidos



# 1. IMPORTANCIA BIOLÓGICA

- Los glúcidos son, en general, moléculas **energéticas** (usadas por los seres vivos para obtener energía).
- Existen otros glúcidos no energéticos, que llevan a cabo otras funciones (**estructural**, defensiva, biosintética, etc.)

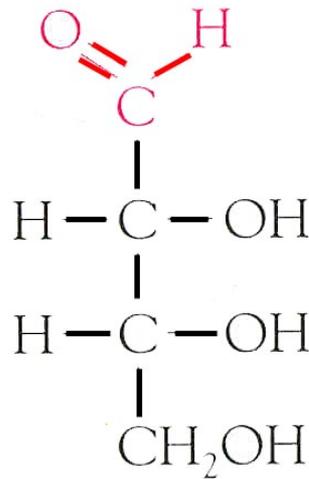


## 2. MONOSACÁRIDOS: concepto y estructura.

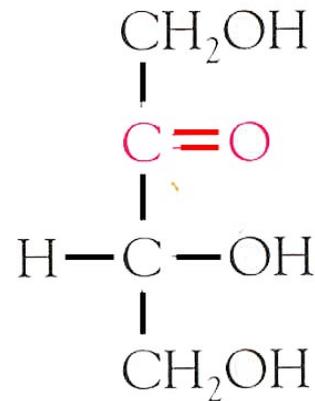
### Polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas

#### Clasificación:

- Según los grupos funcionales



aldosa



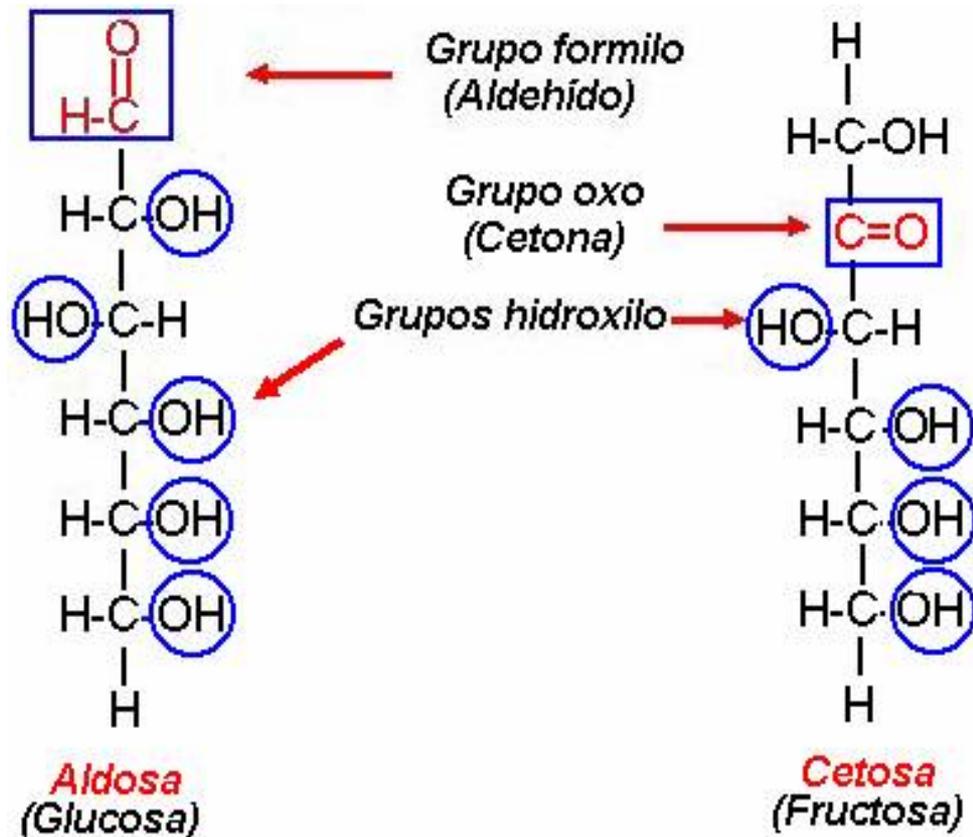
cetosa

polihidroxialdehido y

polihidroxicetona

## 2. MONOSACÁRIDOS: concepto y estructura.

### Polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas



**Aldosas:** Su grupo funcional es un aldehído, con el grupo carbonilo en el C1.

**Cetosas:** Su grupo funcional es una cetona, con el grupo carbonilo en un carbono distinto del C1.

# 2. MONOSACÁRIDOS: concepto y estructura.

## Polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas

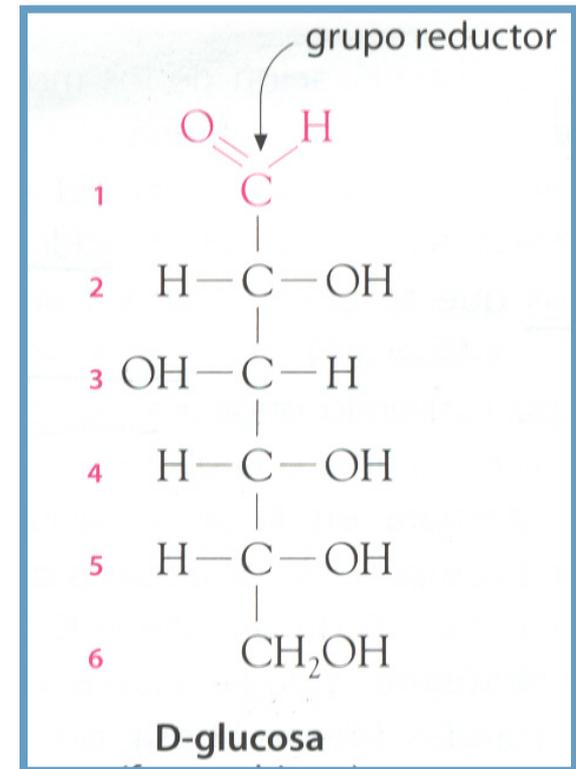
Clasificación:

- Según el número de átomos de carbono

GRUPO	Nº DE ÁTOMOS DE CARBONO
<b>Triosas</b>	3
<b>Tetrosas</b>	4
<b>Pentosas</b>	5
<b>Hexosas</b>	6
<b>Heptosas</b>	7
Etc. (muy raros)	

# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

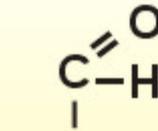
- Las osas o monosacáridos son los glúcidos más sencillos, por lo que las células puede usarlos directamente como fuente energética (los ósidós deben ser previamente hidrolizados para realizar esta función).



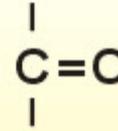
# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

- Son sólidos, blancos, cristalizables, dulces
- Poder reductor
- Solubles en agua (polares)
- Función energética: combustible inmediato
- No hidrolizables
- Presentan Isomería óptica y espacial.

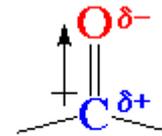
## GRUPOS FUNCIONALES



Aldehído



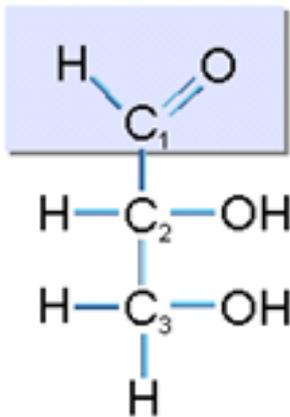
Cetona



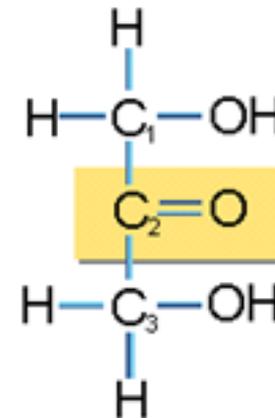
El Ox. es electronegativo, y atrae los e- del átomo de C.

Debido al grupo carbonilo (aldehído o cetona), que puede oxidarse (ceder e<sup>-</sup>) y dar un grupo ácido (-COOH). Por ello todos los monosacáridos dan positivo en la reacción de Maillard y la de Benedict. La glucosa además da positivo en la reacción de Fehling, que se emplea en medicina para detectar su presencia en orina, que es signo de diabetes. En los animales, la glucosa se encuentra generalmente en una concentración de 1g/l, lo que se conoce como índice de glucemia. También puede polimerizarse y formar glucógeno, que es almacenado en el hígado y en los músculos estriados

# MONOSACÁRIDOS: Propiedades



TIENEN CARÁCTER REDUCTOR



POLIHIDROXIALDEHÍDOS

QUÍMICAMENTE SON

POLIHIDROXICETONAS

ALDOSAS (aldehído)

SEGÚN EL GRUPO FUNCIONAL

CETOSAS (cetona)

ALDO+ NÚMERO DE CARBONOS + OSA

SE NOMBRAN

CETO+ NÚMERO DE CARBONOS + OSA

ALDOTRIOSA

EJEMPLO

CETOTRIOSA

# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

## ■ Poder reductor



## Reacción de Fehling simplificada



El óxido de cobre II (óxido cúprico) pasa a óxido de cobre I (óxido cuproso), luego se ha reducido (ha ganado electrones) y la osa se ha oxidado formando un precipitado de color rojo

**Si un azúcar reduce el licor de Fehling a óxido de cobre (I) rojo, se dice que es un azúcar reductor**

# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

- **Solubles en agua (polares)**

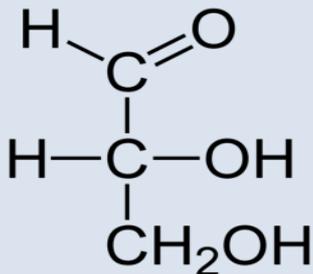
➤ La presencia de átomos de O (muy electronegativos), tanto en los grupos hidroxilo (-OH) como en el grupo carbonilo, confiere a estos compuestos una gran polaridad lo que les hace muy solubles en agua.



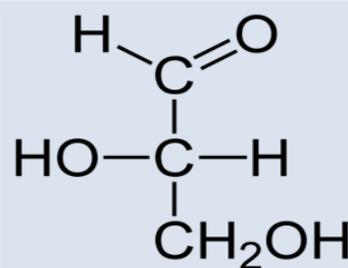
# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

- **Isomería:** es necesario dar la fórmula molecular, ya que la fórmula empírica no da toda la información necesaria de la molécula

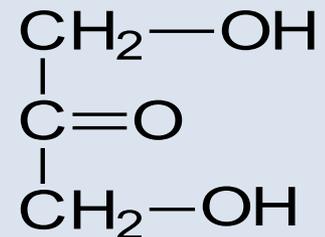
ejemplo:  $C_3H_6O_3$  puede ser 3 glúcidos distintos, que pueden ser isómeros funcionales o espaciales :



D-Gliceraldehído



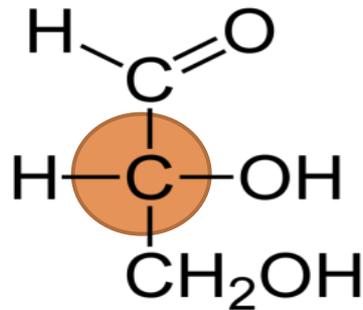
L-Gliceraldehído



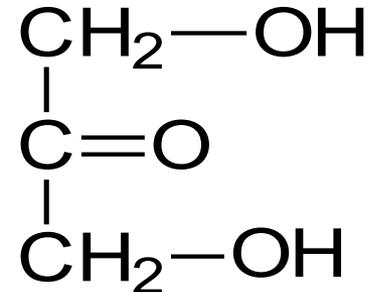
Dihidroxiacetona

# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

- Todos los monosacáridos (excepto la di-hidroxiacetona) poseen **carbonos asimétricos** → tiene sus valencias saturadas con radicales distintos (unido a 4 sustituyentes diferentes).



**D-Gliceraldehído**



**Dihidroxiacetona**

# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

## Isomería de los monosacáridos

Los monosacáridos presentan distinto tipo de isomería:

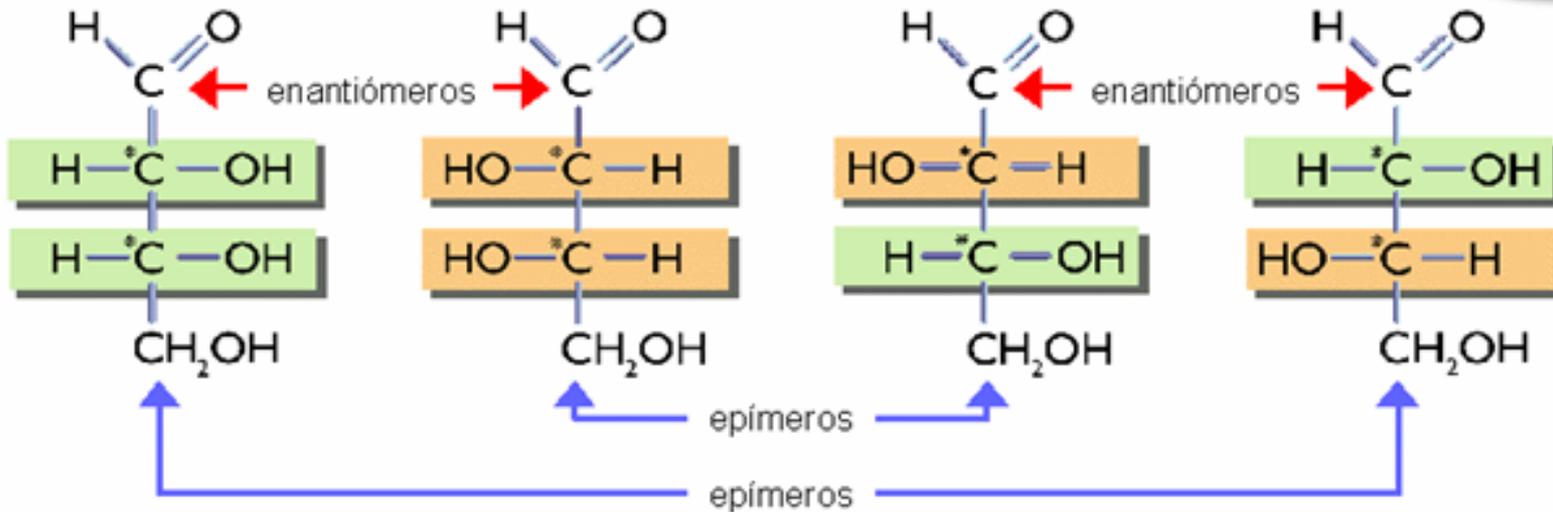
● DE FUNCIÓN

● ESTEREOISOMERÍA

ENANTIÓMEROS

EPÍMEROS

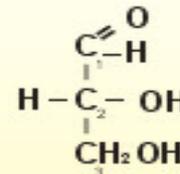
El n° de estereoisómeros que tiene una molécula es de  $2^n$  (siendo n el n° de carbonos asimétricos)



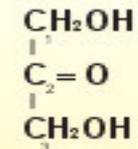
# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

## ISOMERÍA DE FUNCIÓN

Son compuestos que tienen idéntica fórmula molecular pero distintos grupos funcionales. Las aldosas son isómeros de las cetosas y viceversa.



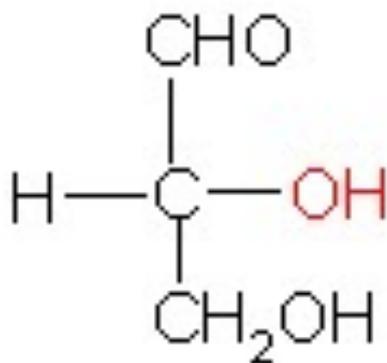
D - Gliceraldehido



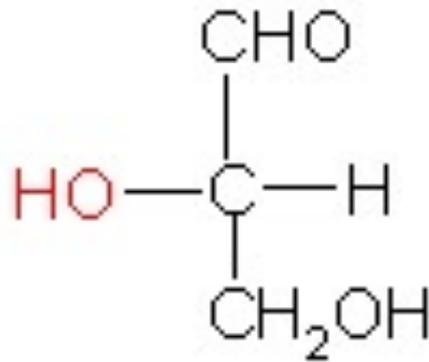
Dihidroxiacetona

# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

- ESTEREOISÓMEROS o **ISÓMEROS ESPACIALES**: cuando dos o más compuestos presentan la misma fórmula molecular, la misma conectividad de los radicales de sus carbonos asimétricos, pero distintas orientación de los mismos en el espacio.



D- Gliceraldehído



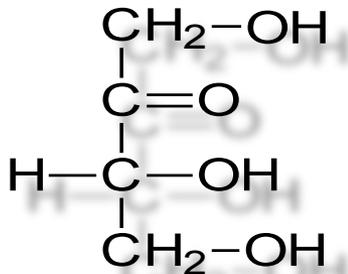
L- Gliceraldehído



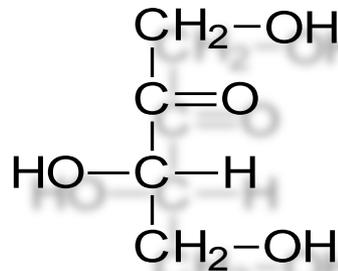
El n° de estereoisómeros que tiene una molécula es de  $2^n$  (siendo n el n° de carbonos asimétricos)

# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

- ¿Cómo diferenciamos los estereoisómeros? →
  - Familia D:** monosacáridos en los que el grupo funcional – OH del *último carbono asimétrico* se sitúa hacia la derecha.
  - Familia L:** monosacáridos en los que el grupo funcional – OH del *último carbono asimétrico* se sitúa hacia la izquierda.



**D-Eritrulosa**

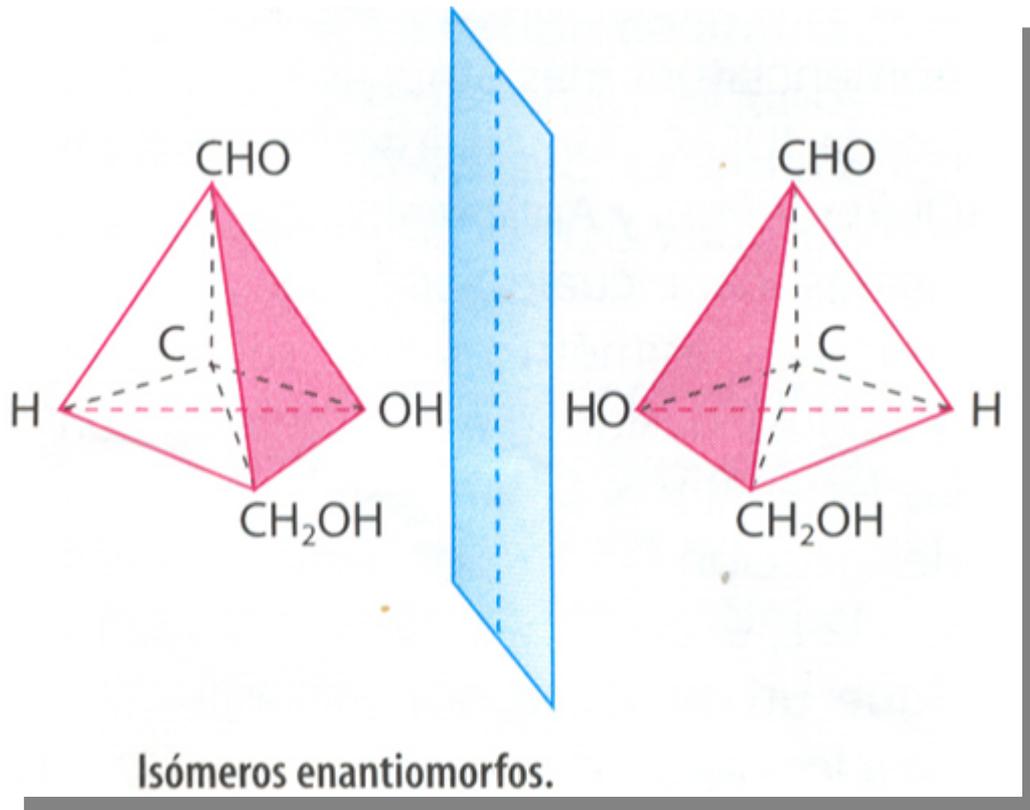


**L-Eritrulosa**

En la naturaleza  
los monosacáridos  
se encuentran en  
forma D

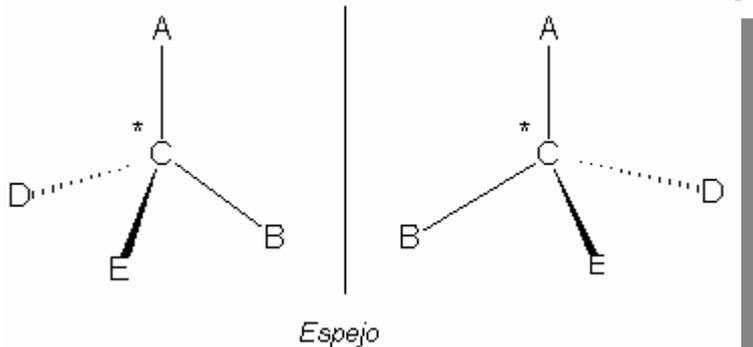
# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

Estereoisómeros enantiomorfos o **enantiómeros**

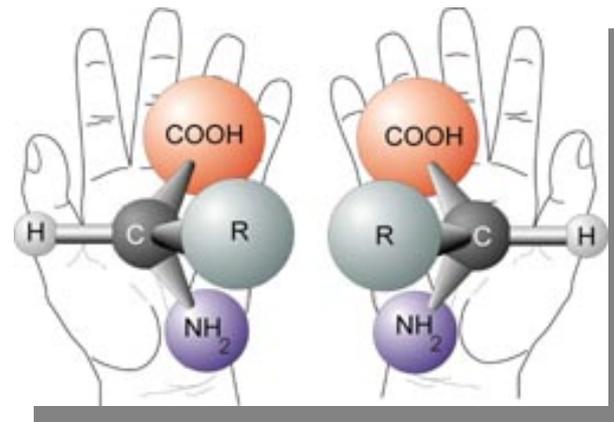
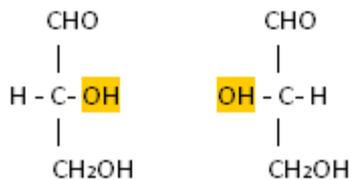
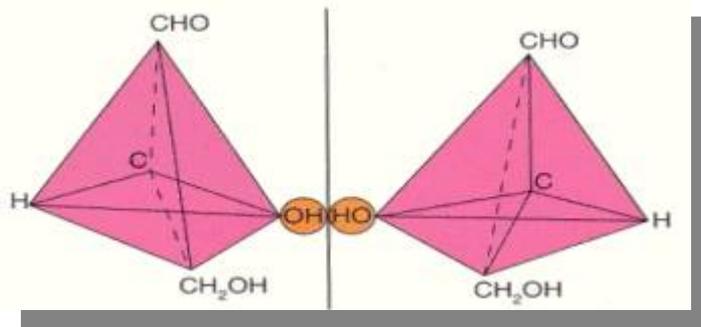


Cuando los estereoisómeros resultan ser imágenes especulares (= imágenes no superponibles).

# MONOSACÁRIDOS: Propiedades



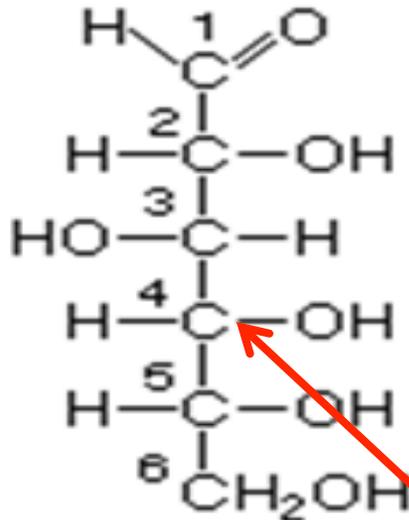
Los **enantiómeros** (o enantiomorfos), son moléculas que tienen los grupos -OH de todos los carbonos asimétricos en posición opuesta, reflejo de la otra molécula isómera, es decir son imágenes especulares uno del otro, por lo que son también llamados isómeros especulares.



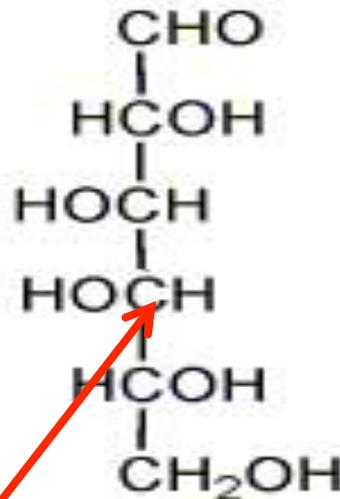
# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

## Estereoisómeros epímeros

D- glucosa



D- galactosa

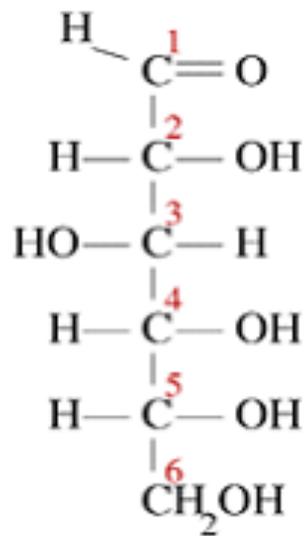


Quando los estereoisómeros solo se diferencia en la orientación de los radicales de un único carbono asimétrico

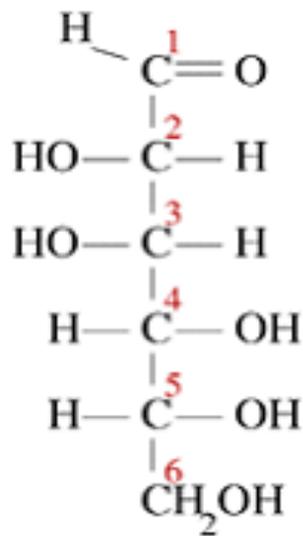
Solo el C nº 4 presenta una orientación diferente

# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

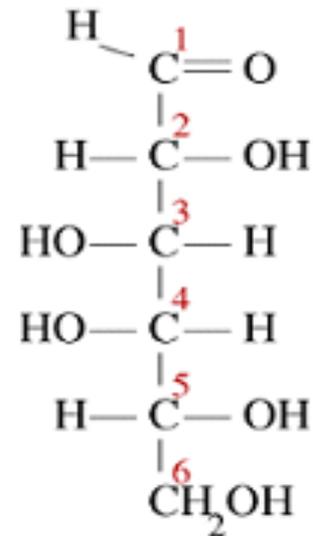
Epímeros de la glucosa.



D-glucosa



D-manosa

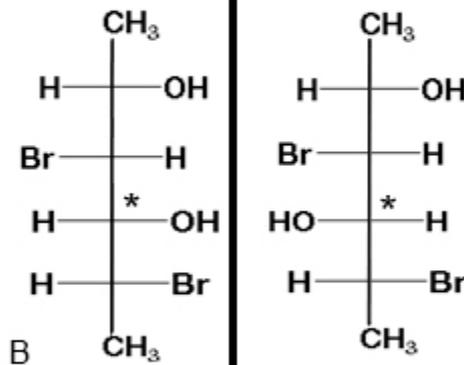
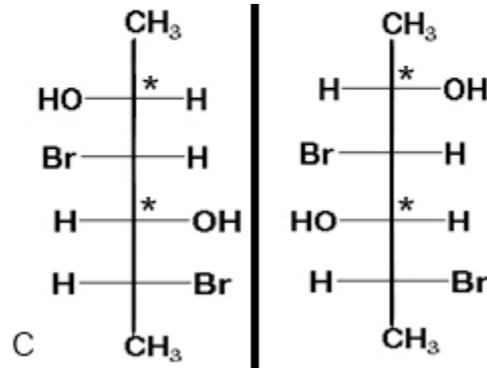
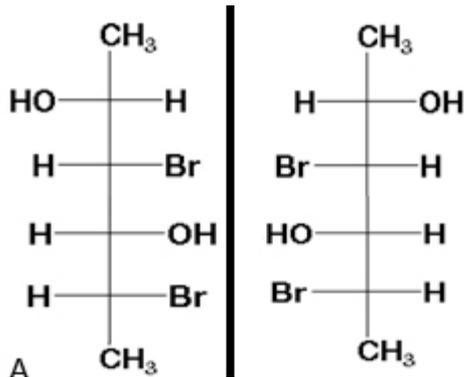


D-galactosa

# Isomería espacial

## Enantiómeros

Imagen especular  
(no superponible)



## Diastereoisómeros

No son imagen especular.  
Pueden diferir en la  
configuración de más de un  
carbono asimétrico.

Un tipo especial de  
diastereoisómeros

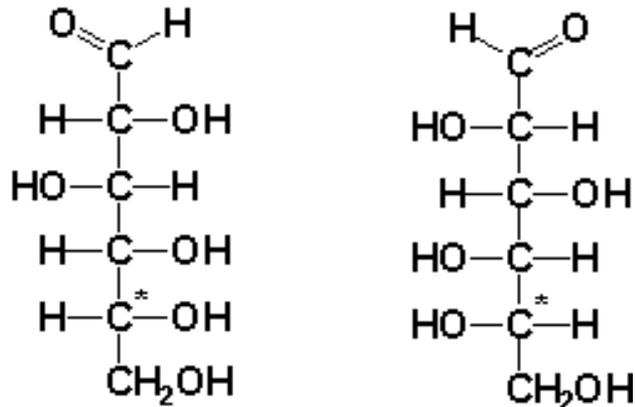
## Epímeros

Son diastereoisómeros que  
difieren **en un sólo** carbono  
asimétrico

# Isomería espacial

## Enantiómeros

Imagen  
especular

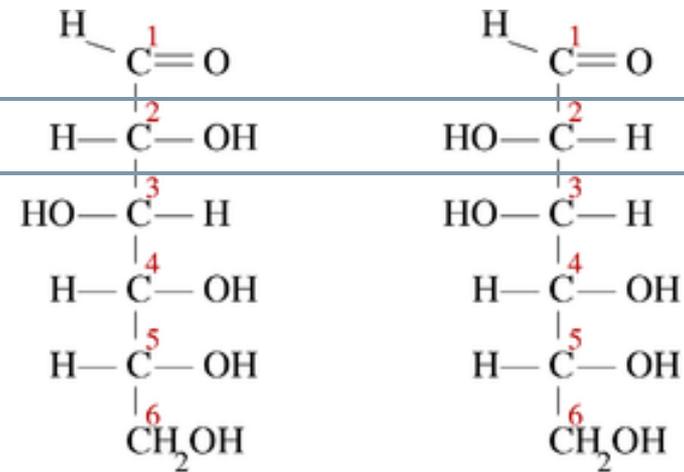


## Diasteroisómeros

No son imagen especular.  
Pueden diferir en la  
configuración de más de un  
carbono asimétrico.

## Epímeros

Son diasteroisómeros que  
difieren **en un sólo**  
carbono asimétrico

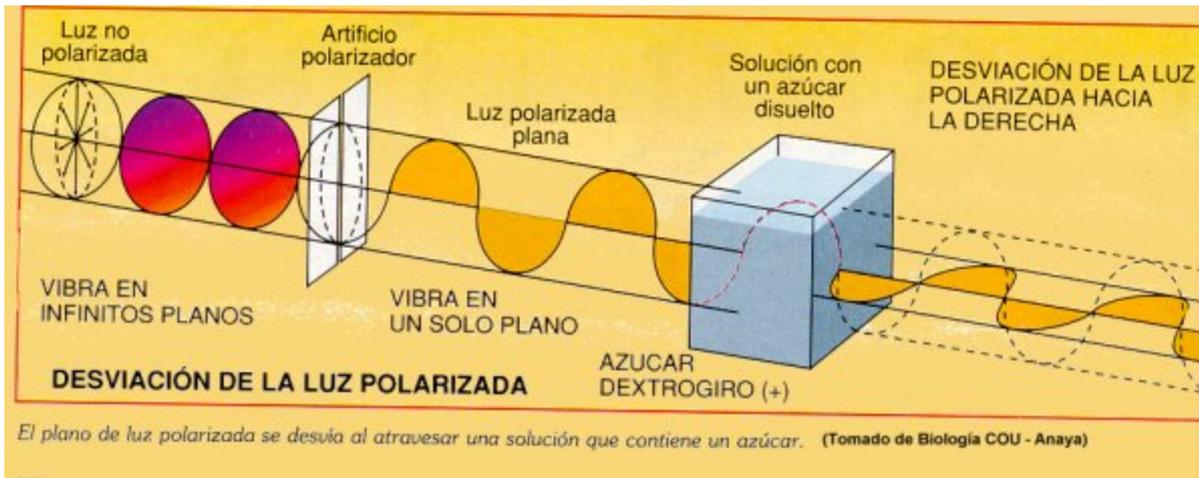


# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

## ▪ Actividad óptica:

C. Asimétrico  $\Rightarrow$  “**Isómeros ópticos**”:

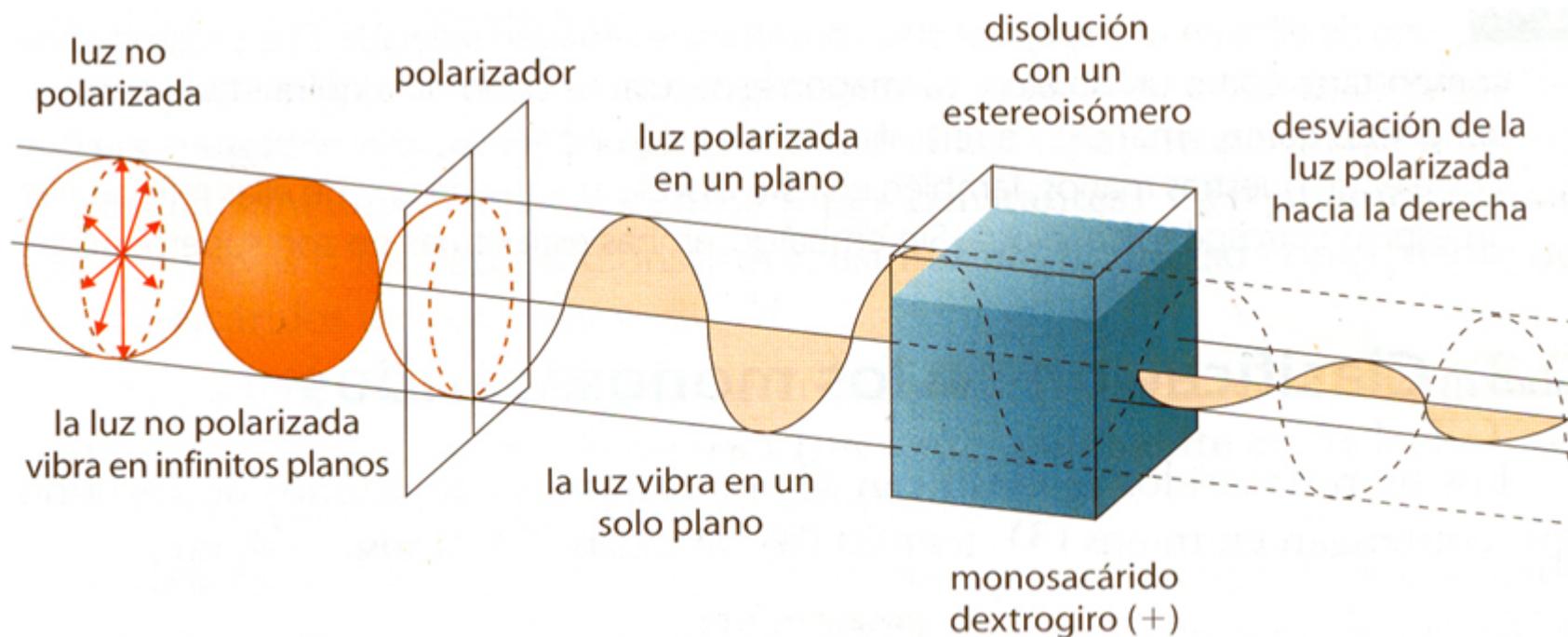
- Dextrógiro (+) : si el plano gira hacia la derecha.
- Levógiro (-) : si el plano gira hacia la izquierda.



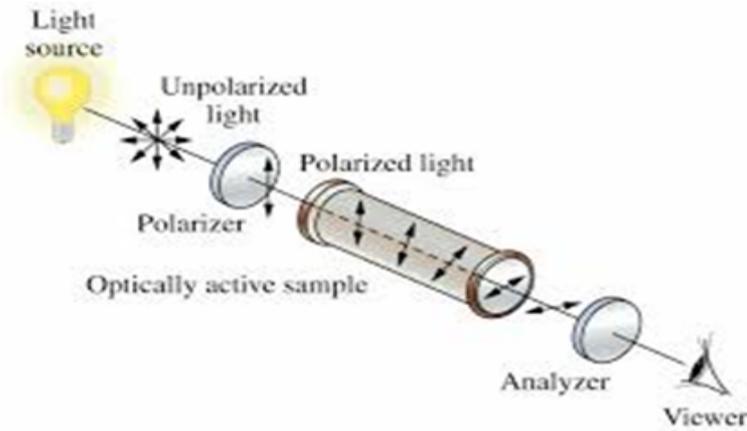
**Al tener uno o más carbonos asimétricos, desvían el plano de luz polarizada cuando ésta atraviesa una disolución de los mismos. Si lo hacen a la derecha son dextrógiros (+), hacia la izquierda levógiros (-)**

**¡NO TIENE QUE VER  
CON LA  
CONFIGURACIÓN D o L!**

# MONOSACÁRIDOS: Propiedades

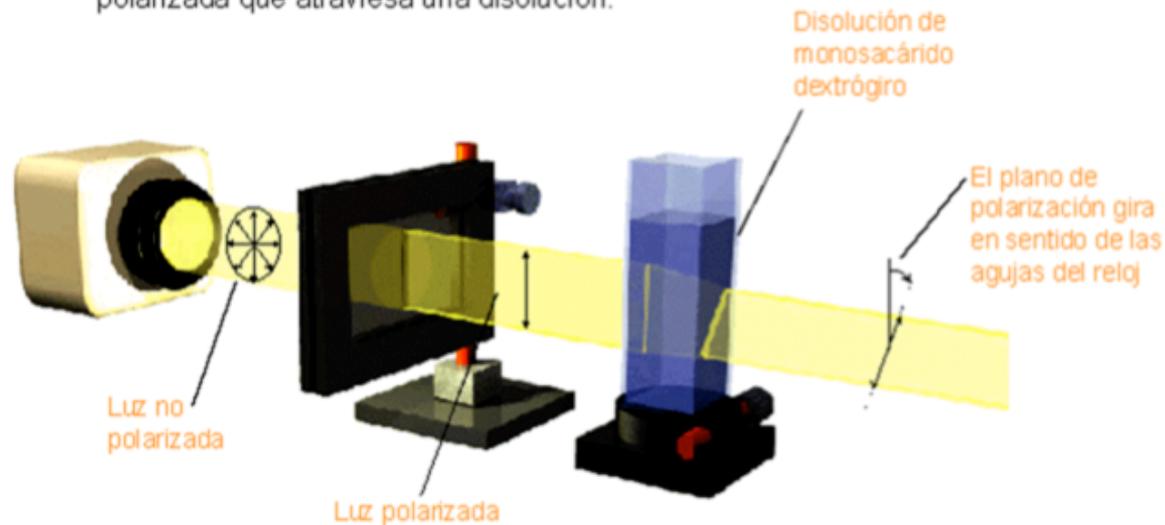


**Luz polarizada.** Desviación de un plano de luz polarizada hacia la derecha al atravesar una disolución con un azúcar.



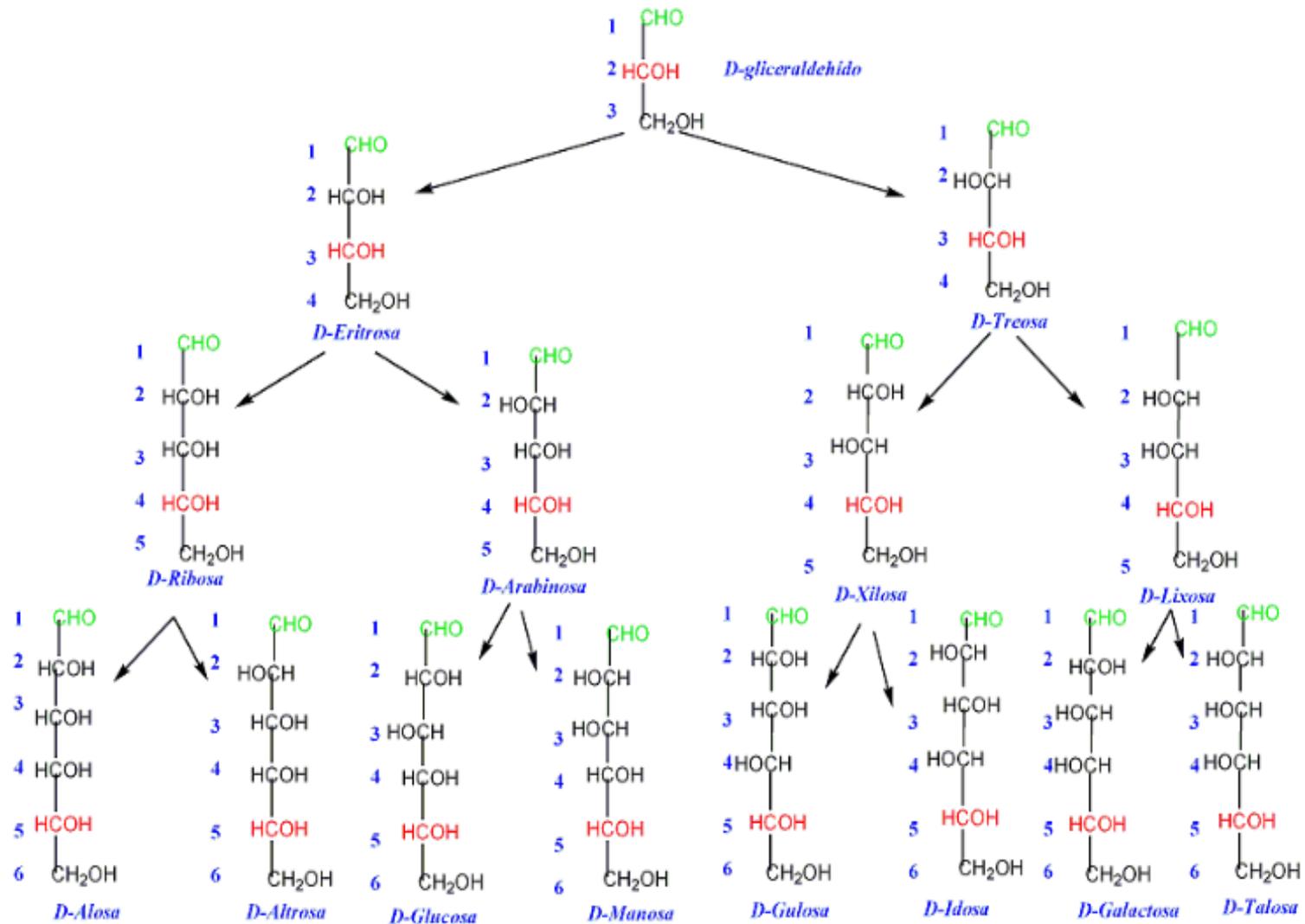
## Actividad óptica de los monosacáridos

Capacidad para desviar el plano de polarización de un haz de luz polarizada que atraviesa una disolución.

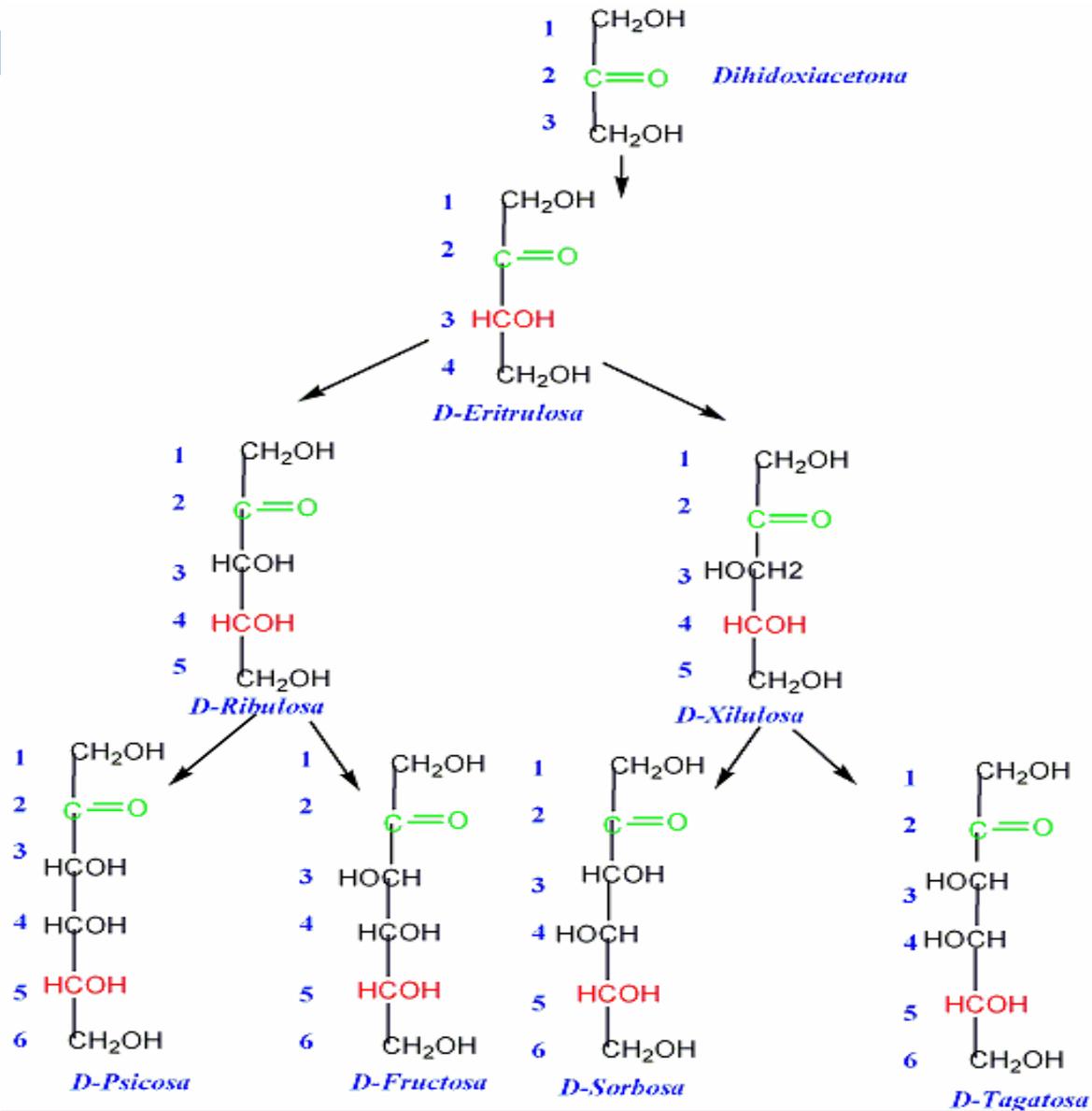


- Si la rotación se produce en el sentido de las agujas del reloj los monosacáridos son **dextrógiros** o **(+)**.
- Si la rotación es contraria a las agujas del reloj, son **levógiros** o **(-)**.

# Familia de las D-aldosas

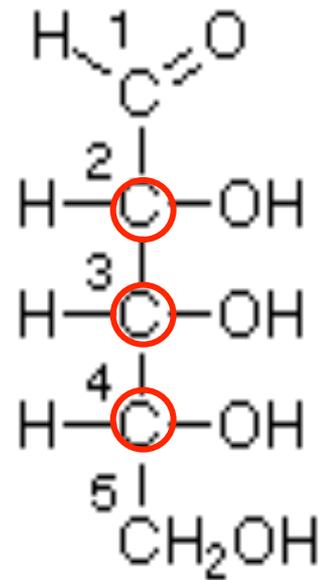
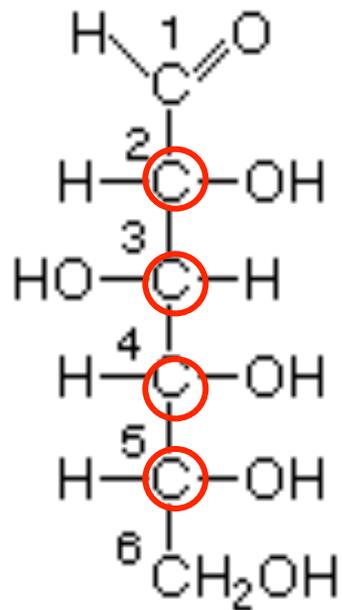


# Familia de las D-cetosas



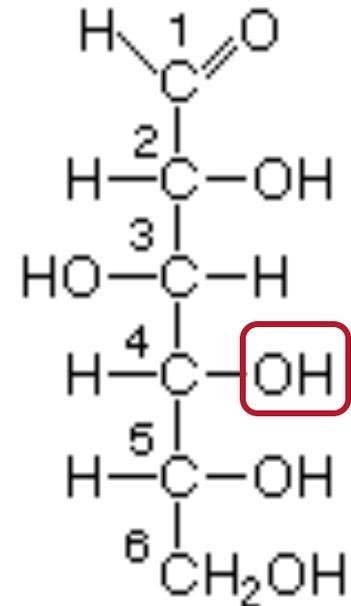
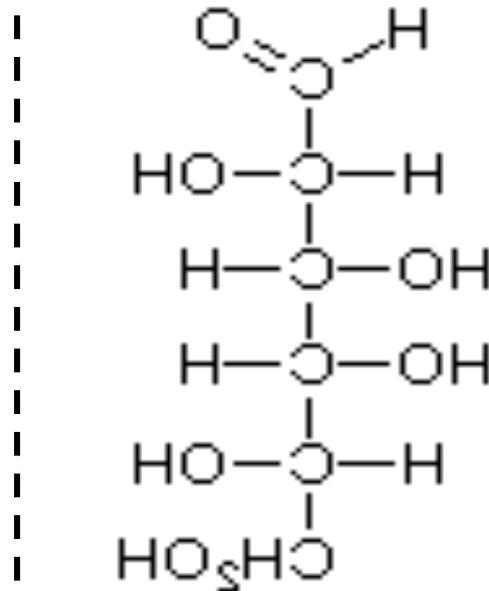
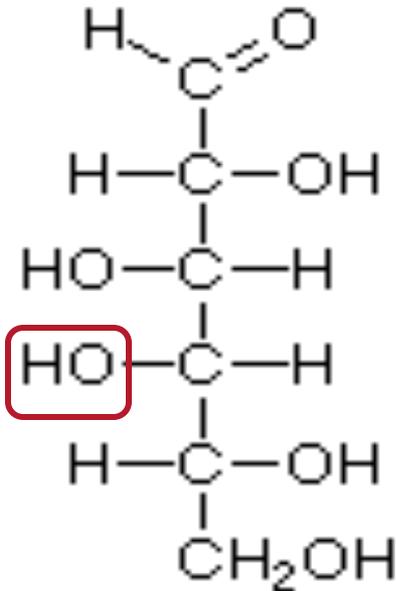
# EJERCICIO 1

- Indica cuales son los carbonos asimétricos de las siguientes moléculas



# EJERCICIO 2

- Formula un enantiómero y un epímero de la siguiente molécula



Los enantiómeros se nombran igual, con D o L

Los epímeros reciben diferente nombre

## EJERCICIO 3

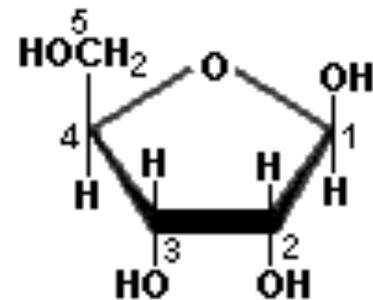
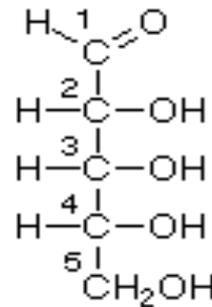
- ¿Cuántas cetopentosas son posibles? Ten en cuenta que en las cetopentosas el grupo cetónico siempre se encuentra en el segundo carbono. Dibuja sus estructuras.

$$2^n = 4$$

# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

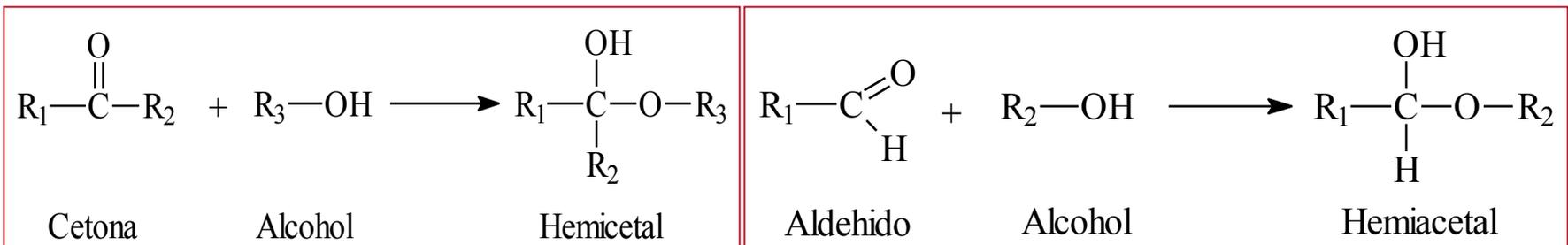
- Hasta ahora, cuando representamos monosacáridos, lo hacemos de acuerdo con la proyección de Fischer → **estructuras lineales**.
- Sin embargo, cuando los monosacáridos de 5 ó + carbonos están disueltos (en un ser vivo siempre lo están), no se disponen de forma lineal si no con **estructura cíclica**.

D-RIBOSA

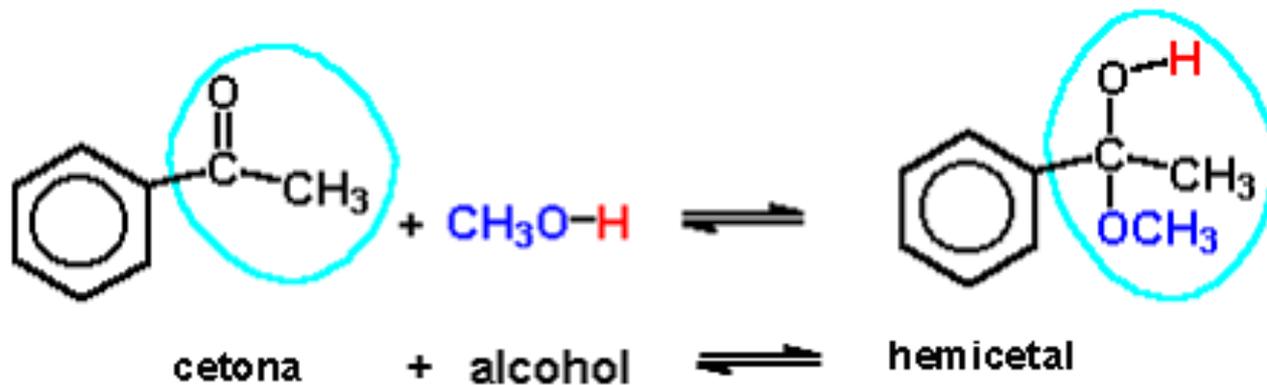
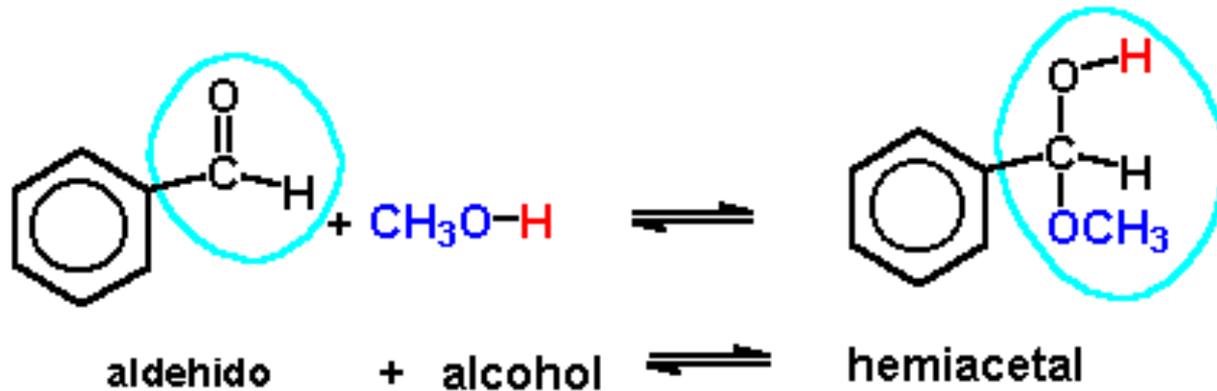


# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

- Para llegar a la fórmula cíclica, se forma un hemiacetal o hemicetal intramolecular entre el grupo carbonilo del monosacárido y el grupo hidroxilo (–OH) del último carbono asimétrico.
- Los hemiacetales se forman por la reacción entre un aldehído con un alcohol y los hemicetales con una cetona y un alcohol.

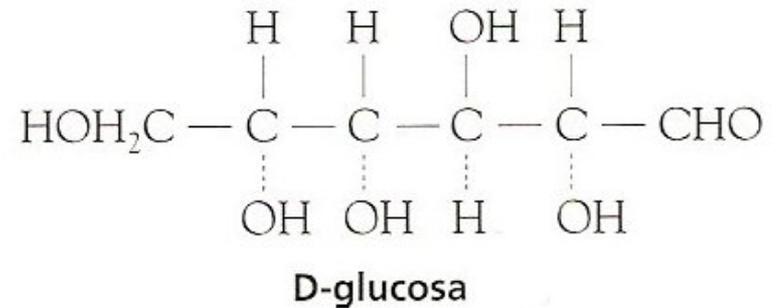
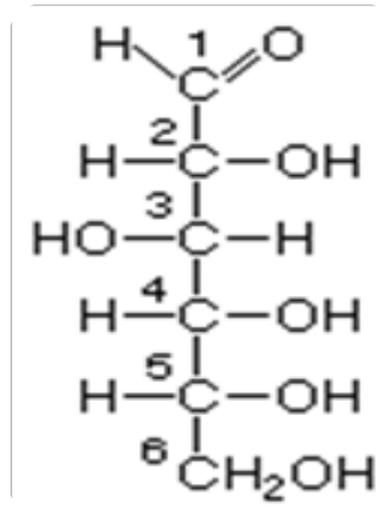


# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN



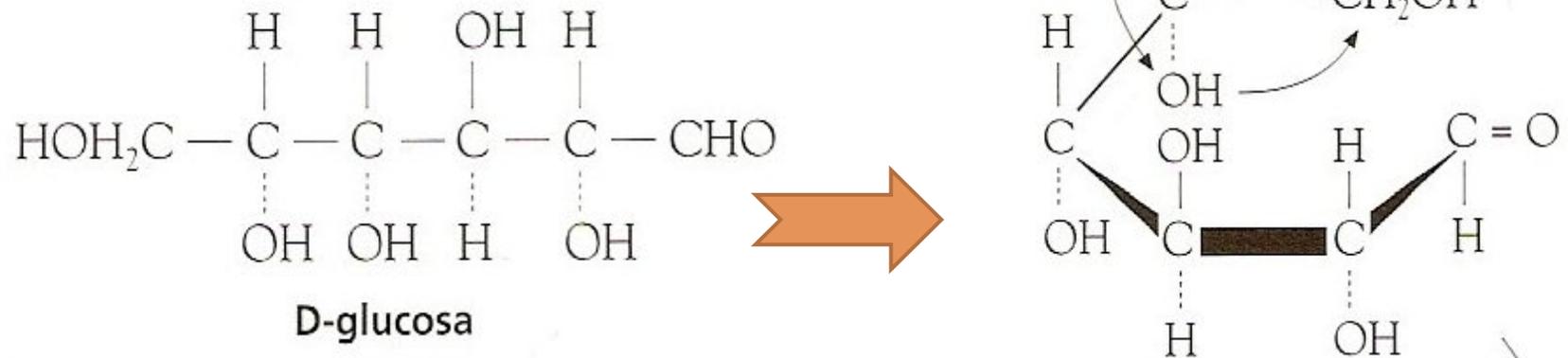
# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

- Para realizar la ciclación de una forma lineal (Fischer) se usa el método de **proyección de Haworth**.
- **PASO 1:**
  - ❑ Si la molécula es D, gira 90° a la derecha
  - ❑ Si la molécula es L, gira 90° a la izquierda



# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

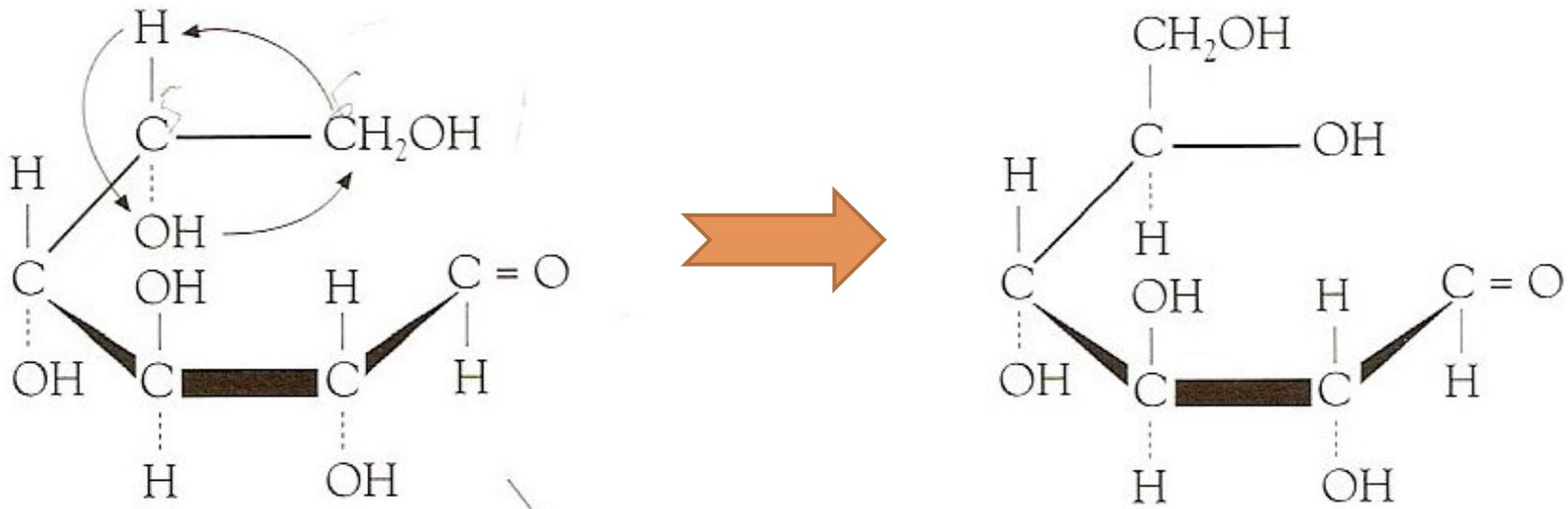
- **PASO 2**
  - La molécula se coloca formando un hexágono



# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

## ▪ PASO 3:

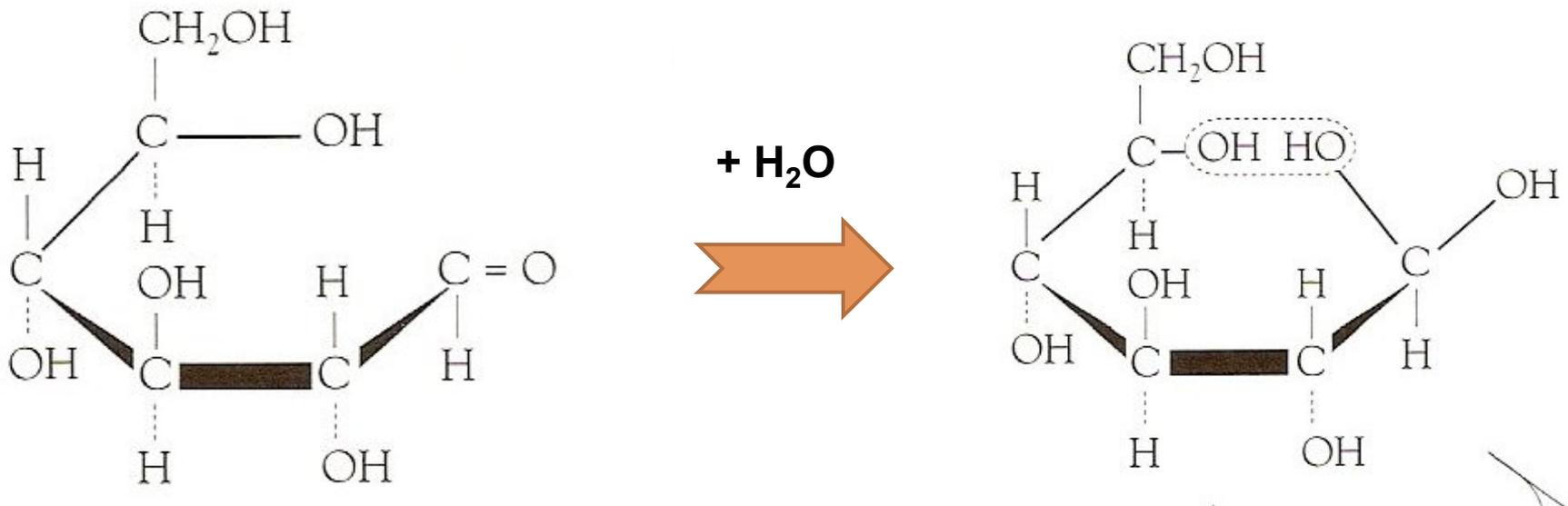
- Los radicales del C<sub>5</sub> giran 1 posición hacia la izquierda



# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

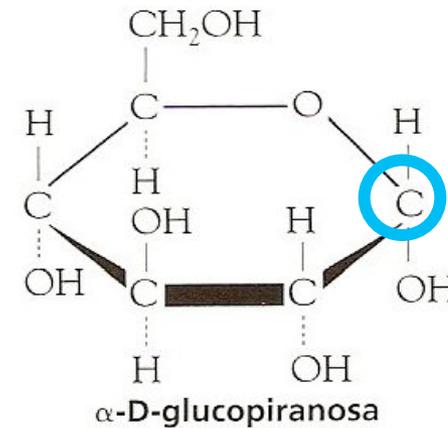
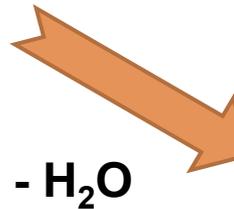
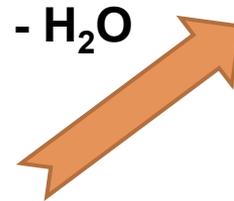
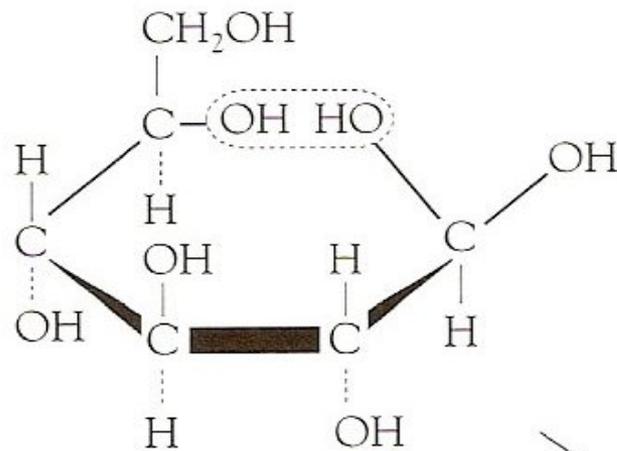
## ▪ PASO 4:

- Entre el grupo carbonilo (aldehído) y el grupo  $\text{-OH}$ , se forma (añadiendo  $\text{H}_2\text{O}$ ) un hemiacetal

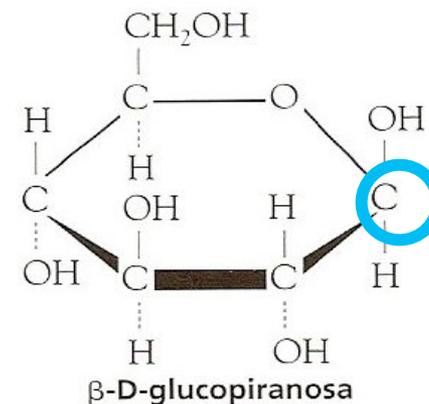


# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

## ■ PASO 5:



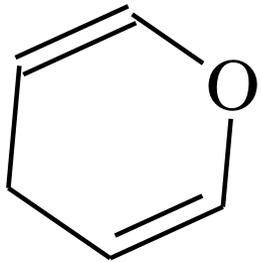
**Carbono anomérico**



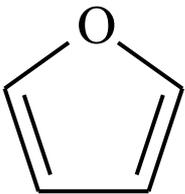
**CARBONO ANOMÉRICO:** El carbono carbonílico pasa a ser un nuevo C asimétrico, luego aparecen dos nuevas alternativas espaciales, los anómeros alfa y beta

# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

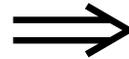
- Aparecen dos nuevos estereoisómeros llamados **ANOMEROS  $\alpha$  y  $\beta$**



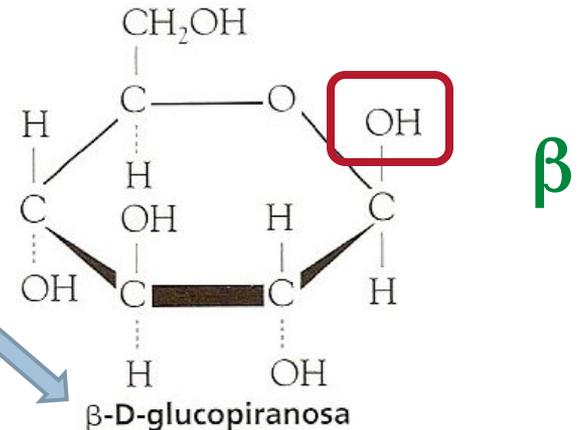
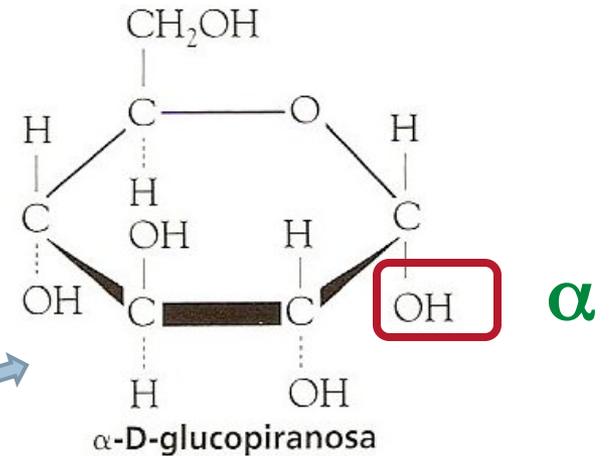
*Anillo de pirano*



*Anillo de furano*

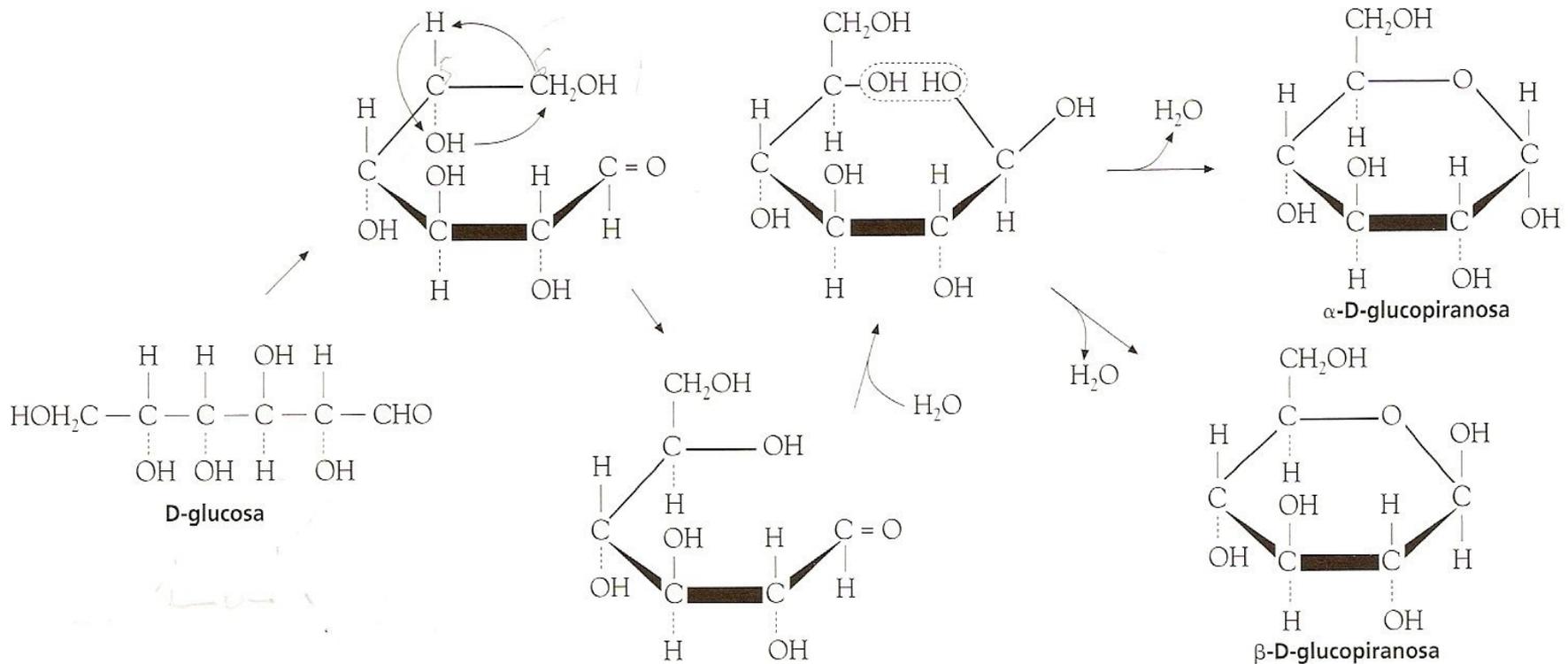


nomenclatura



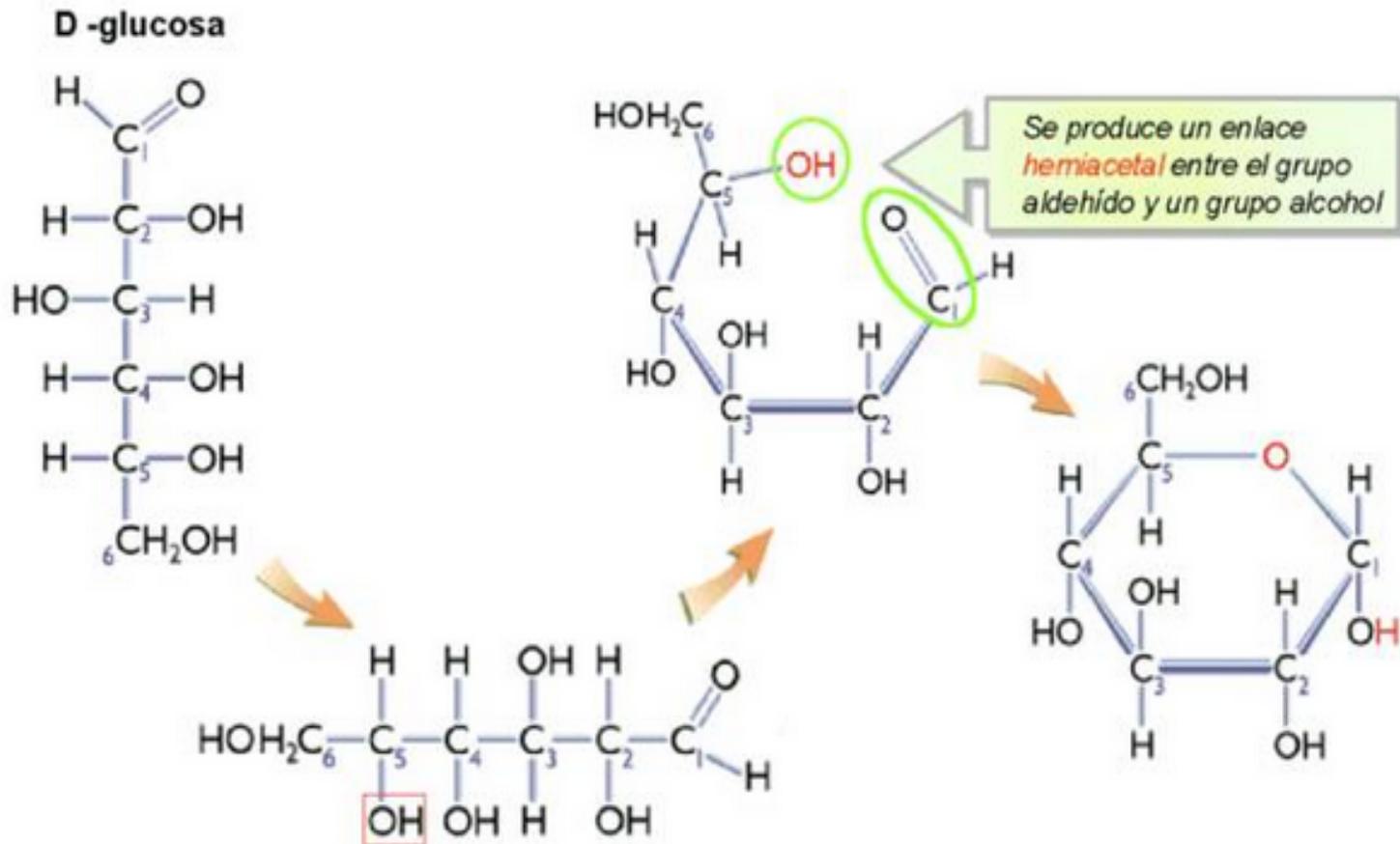
# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

## RESUMEN:

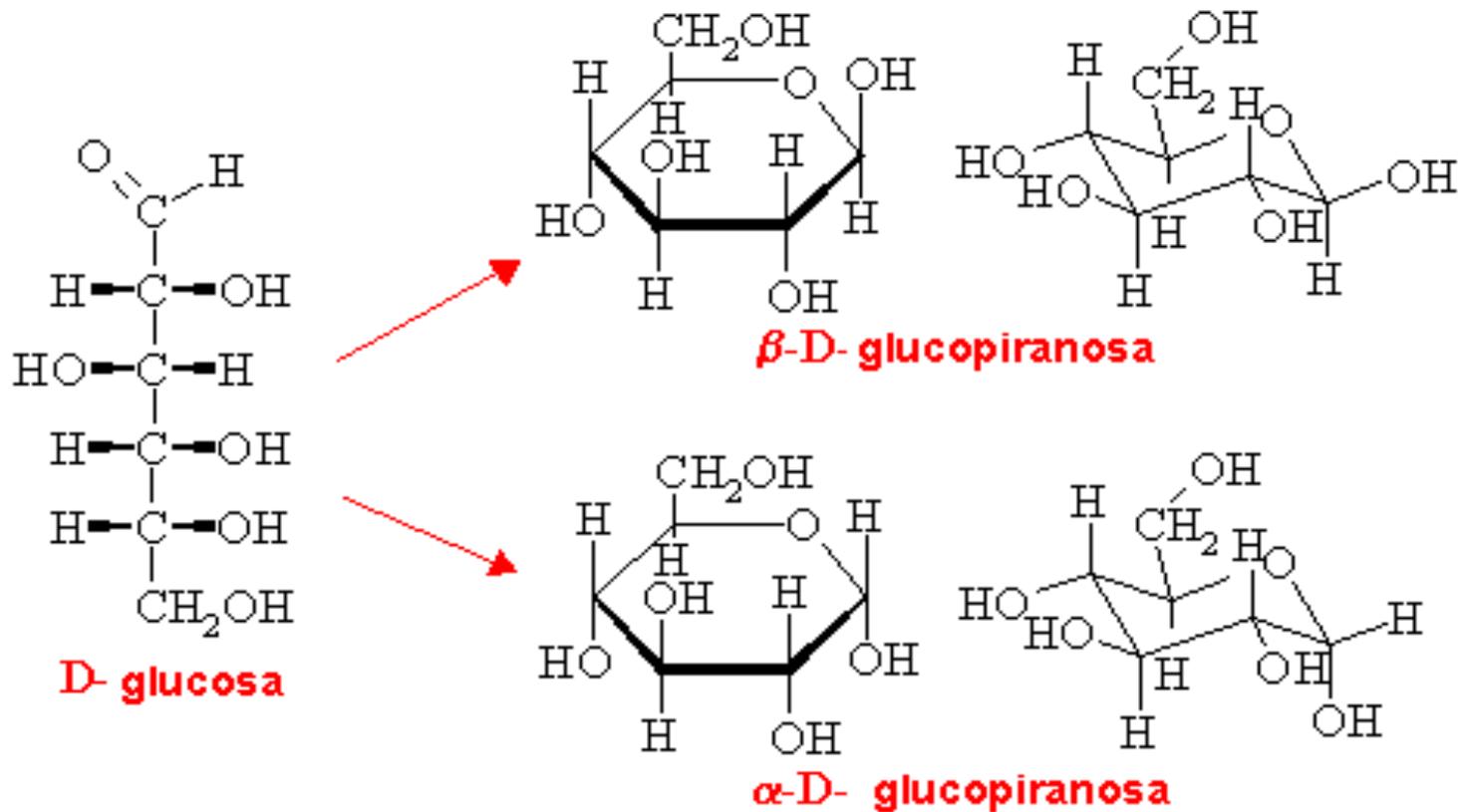


4.6. Método de ciclación de Haworth.

# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN



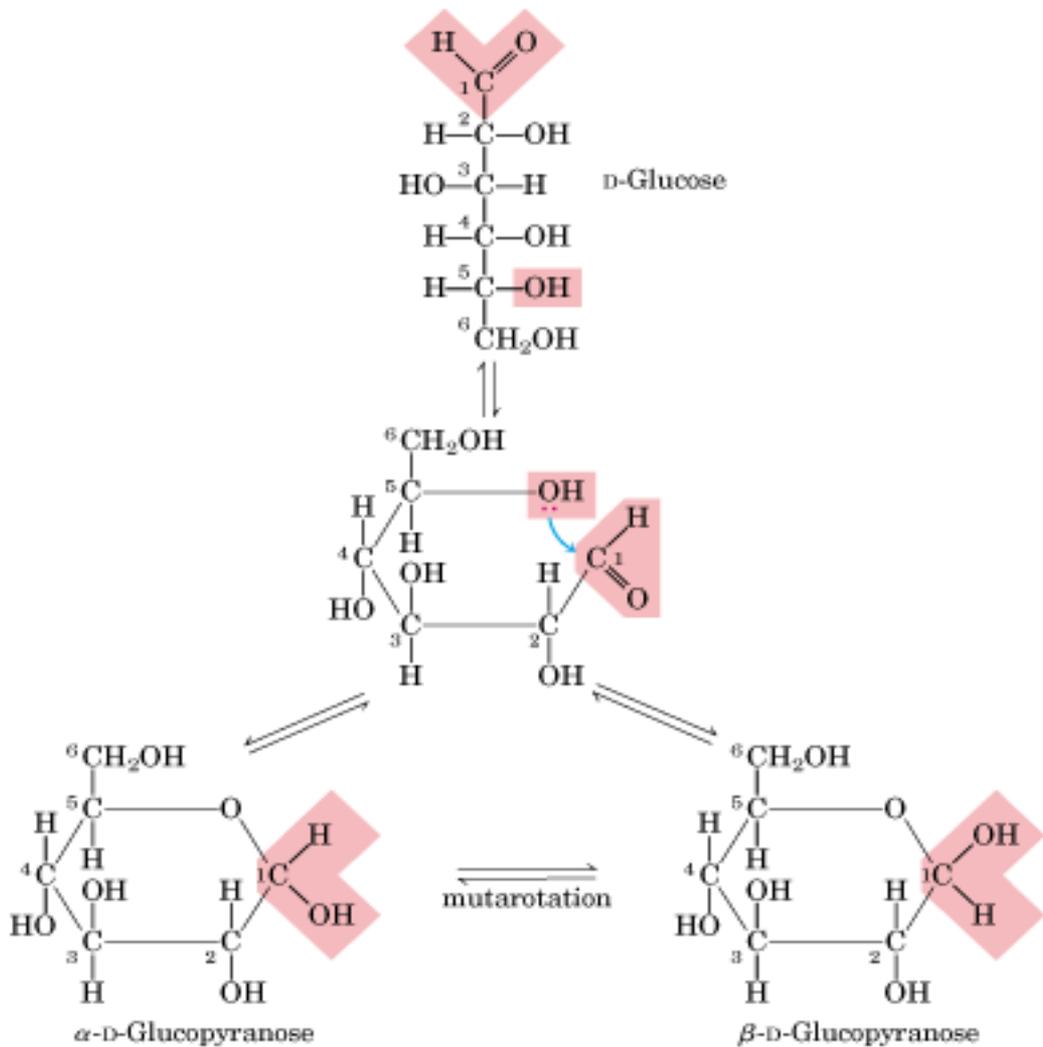
# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN



# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

Ciclación de la glucosa

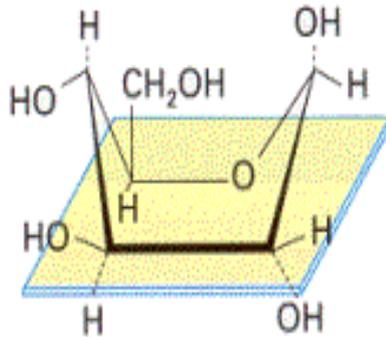
# Ciclación: hemiacetales



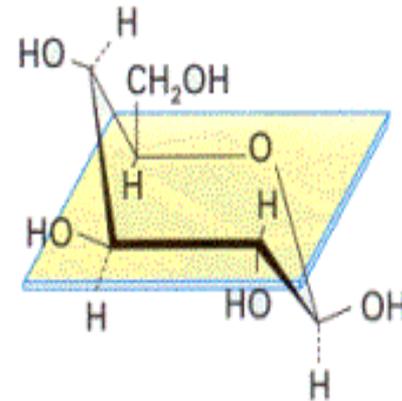
Anómeros: formas  $\alpha$  y  $\beta$

# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

La representación de Haworth no es totalmente correcta: el ciclo obtenido no es plano, ya que los enlaces del carbono son tetraédricos. En realidad, hay dos posibles conformaciones espaciales, denominadas *silla* y *bote*.



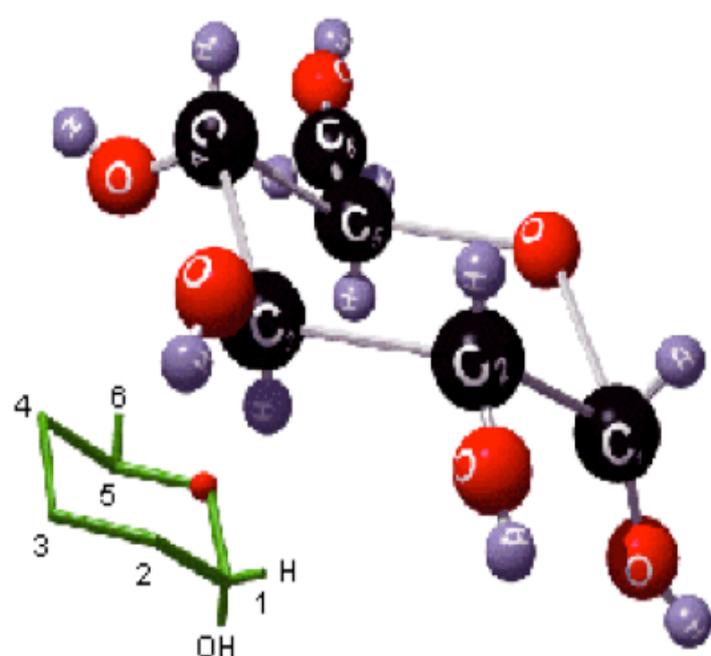
**$\beta$ -D - glucopiranososa en estructura de "bote".**  
Los extremos de la molécula están en el mismo lado. Es una forma muy inestable.



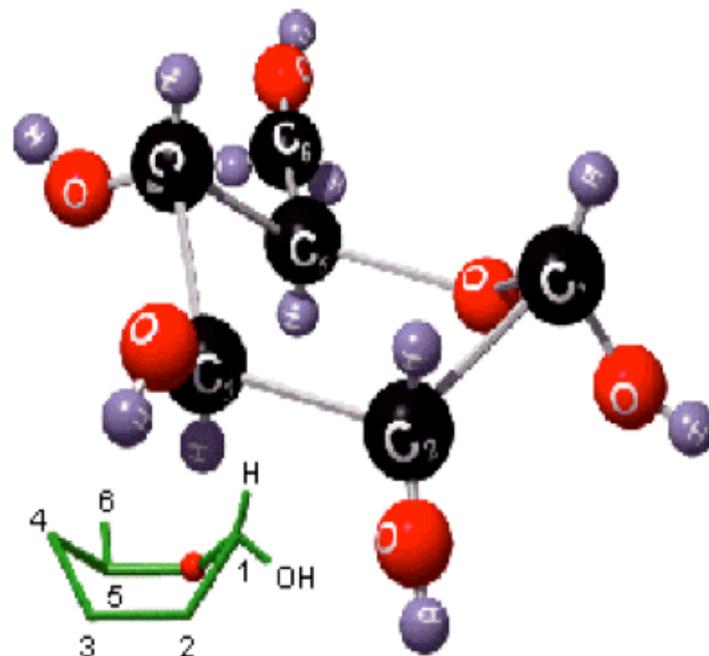
**$\beta$ -D - glucopiranososa en estructura de "silla".**  
Los extremos de la molécula están en diferentes lados respecto al plano.

# Otras formas de representación

Debido a la presencia de enlaces covalentes sencillos las moléculas no pueden ser planas.



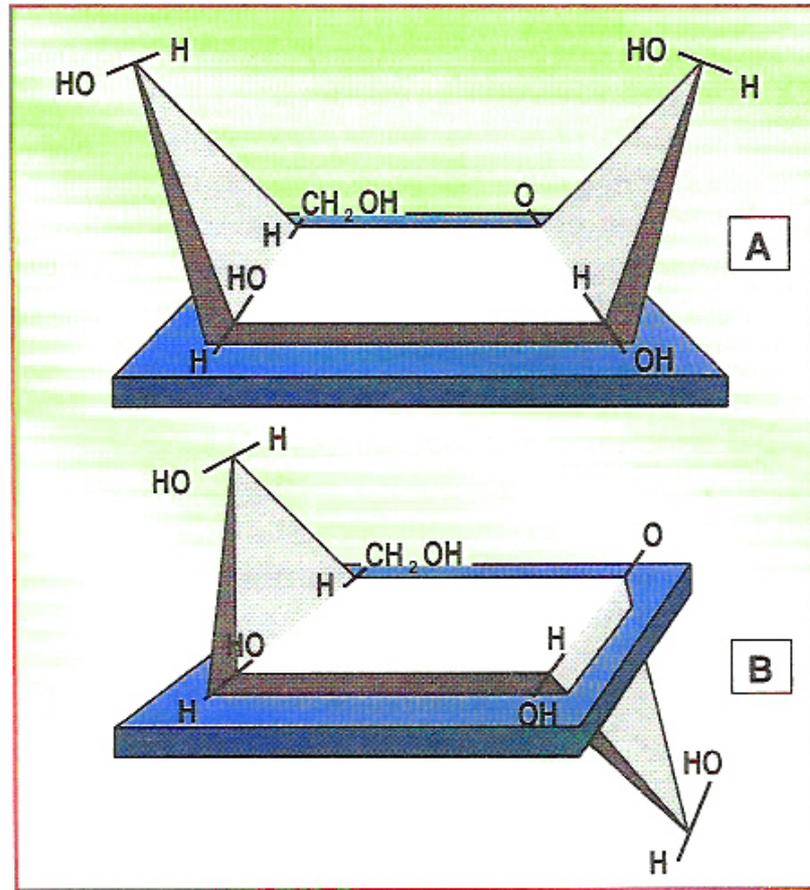
Conformación en *silla* de la  $\alpha$ -D - glucosa



Conformación en *bote* de la  $\beta$ -D - glucosa

Los carbonos C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>5</sub> y el **oxígeno** están en el mismo plano

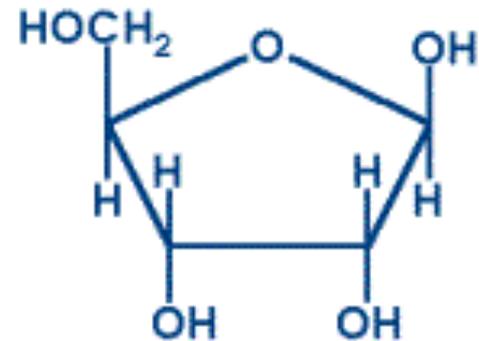
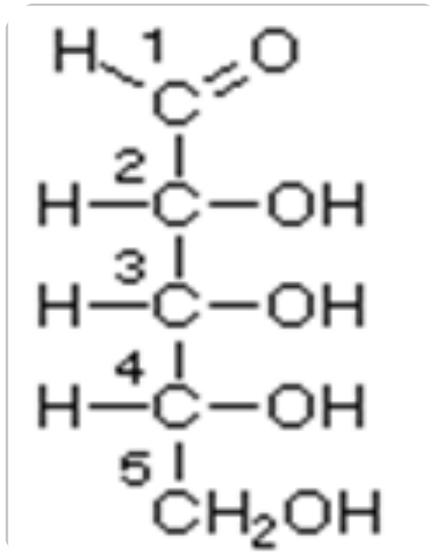
# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN



Forma trans (A) y cis (B) de la  $\beta$ -D-glucopiranososa.

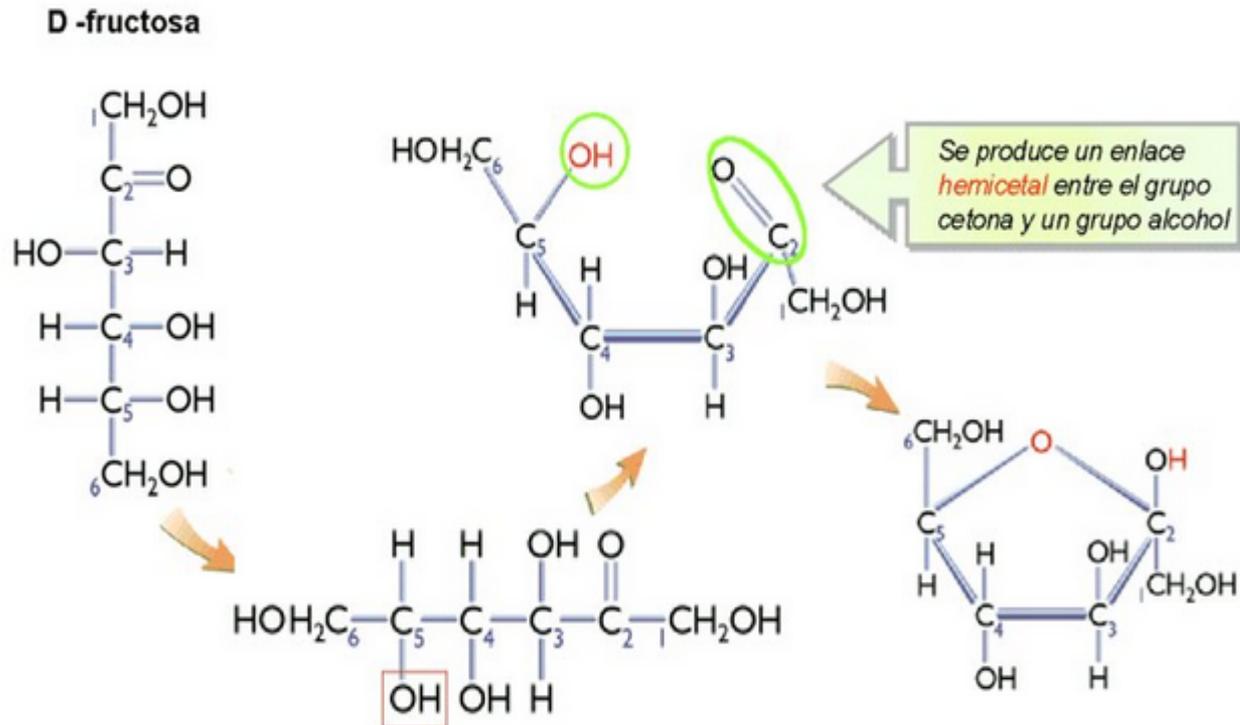
# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

- Intentad hacer en casa la ciclación de la D-Ribosa

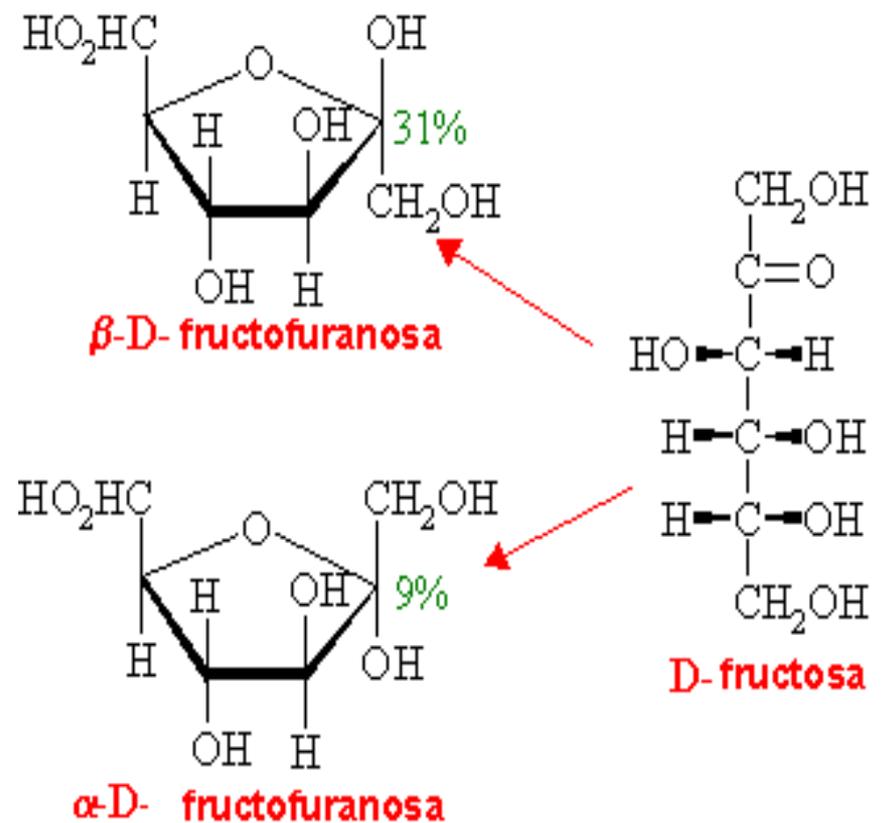
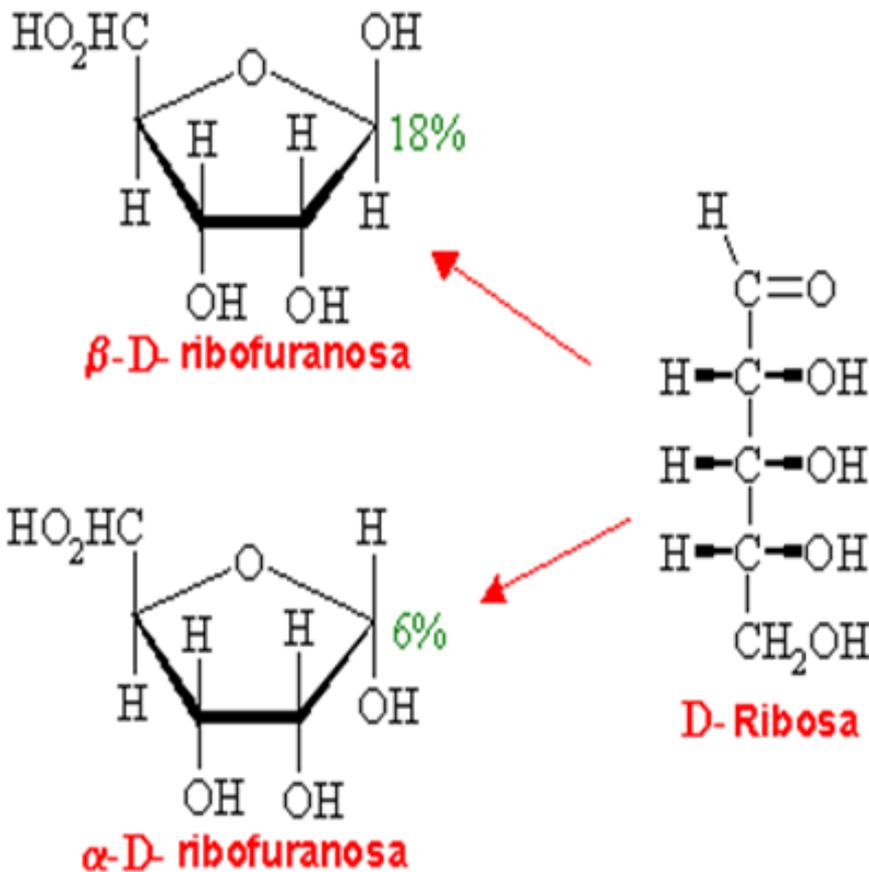


# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

CETOHEXOSAS

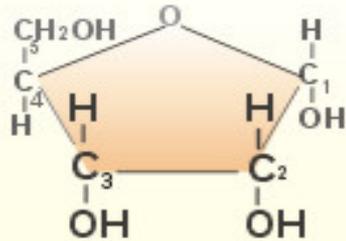


# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

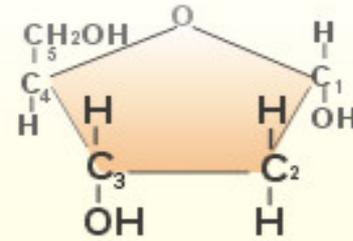


# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

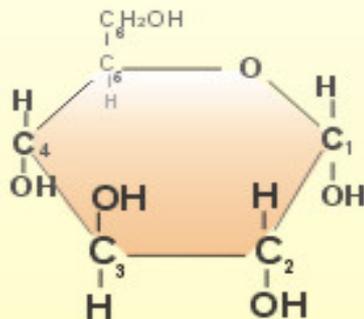
## Monosacáridos ciclados



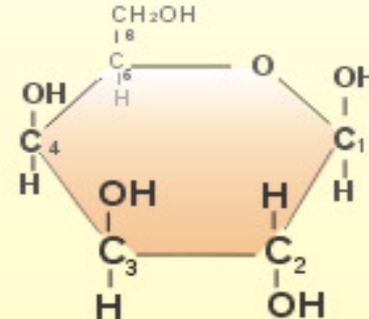
$\alpha$  - D - Ribofuranosa



$\alpha$  - D - Desoxirribofuranosa



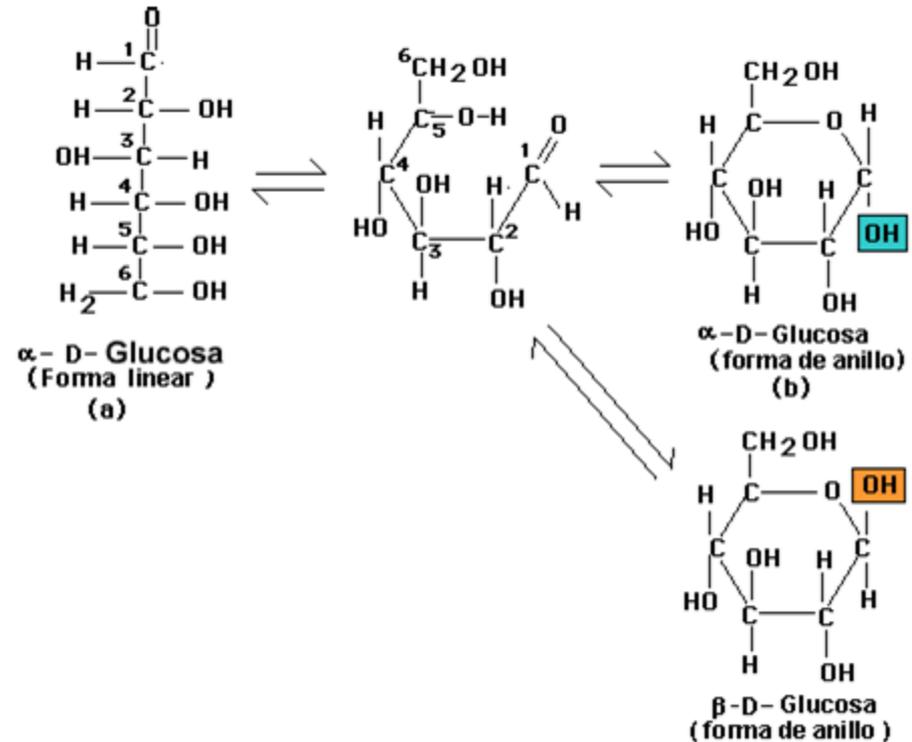
$\alpha$  - D - Glucopiranososa



$\beta$  - D - Galactopiranososa

# ESTRUCTURA DE LOS MONOSACÁRIDOS EN DISOLUCIÓN

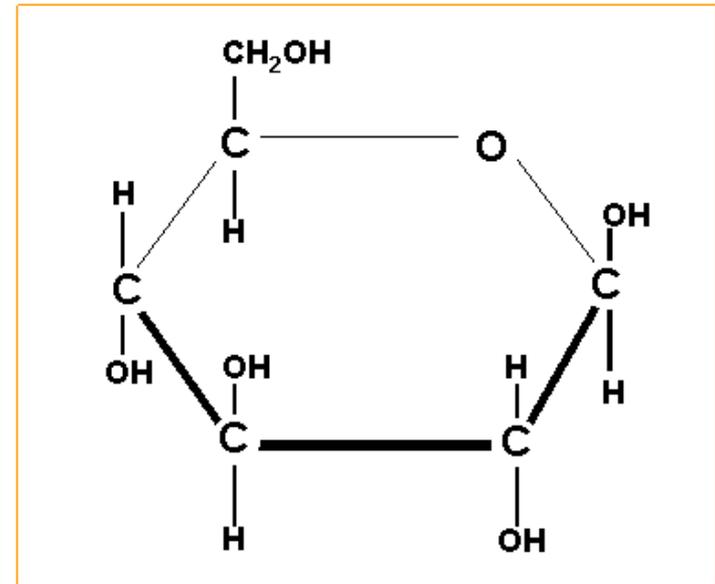
La mutarrotación se refiere al cambio de la rotación específica de una solución de un carbohidrato en el tiempo. Se debe a la transformación de un anómero en otro a través de la forma abierta hasta alcanzar el equilibrio.



*Predomina el anómero  $\beta$  por ser éste más estable que el  $\alpha$ .*

# IMPORTANCIA BIOLÓGICA DE LOS MONOSACÁRIDOS

**D-glucosa:** Es una aldosa, se presenta en forma piranósica. Se puede encontrar libre en muchas frutas especialmente las uvas a las que da sabor dulce. También se encuentra en la sangre de los animales, en el hombre en una concentración de 1 gr/l. Forma parte de otros glúcidos más complejos (almidón, glucógeno, maltosa etc.) por lo que se puede obtener por hidrólisis de los mismos. Es el principal combustible que utilizan las células para obtener energía, y en el caso de las neuronas el único.

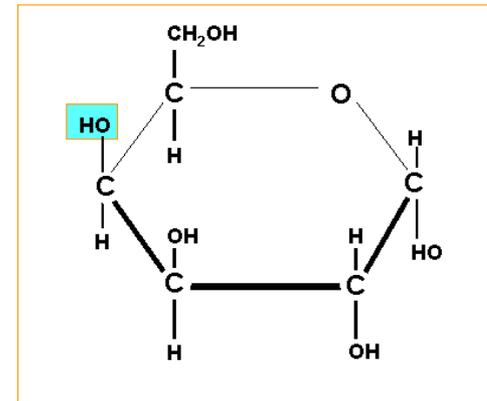


$\beta$ -D-glucopiranososa

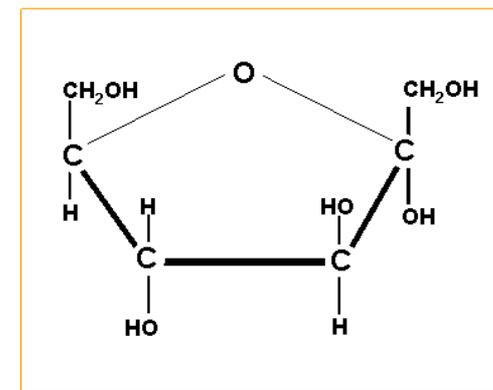
# IMPORTANCIA BIOLÓGICA DE LOS MONOSACÁRIDOS

**D-galactosa:** Es una aldosa, se presenta en forma piranósica. Es un componente de la lactosa, también se encuentra libre en la leche o formando parte de polisacáridos (pectina) y de glucolípidos.

**D-fructosa:** Es una cetosa, se presenta en forma furanósica. Se encuentra libre en muchas frutas y en la miel. En el hígado se transforma en glucosa. Forma parte de la sacarosa.



**$\alpha$ -D-galactopiranososa**



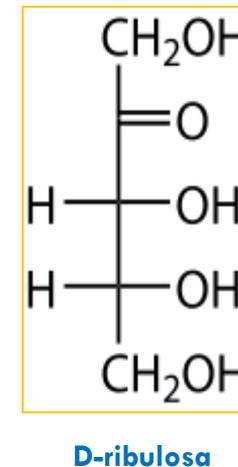
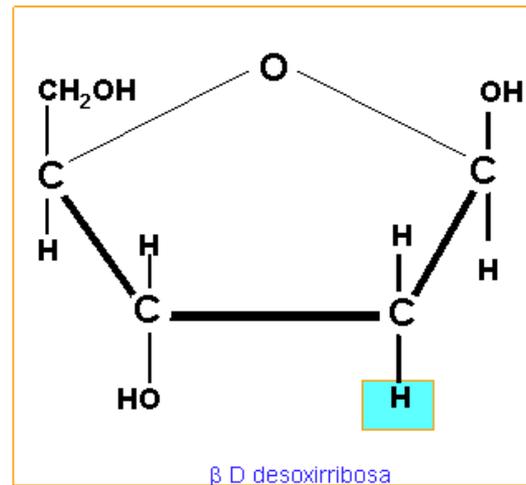
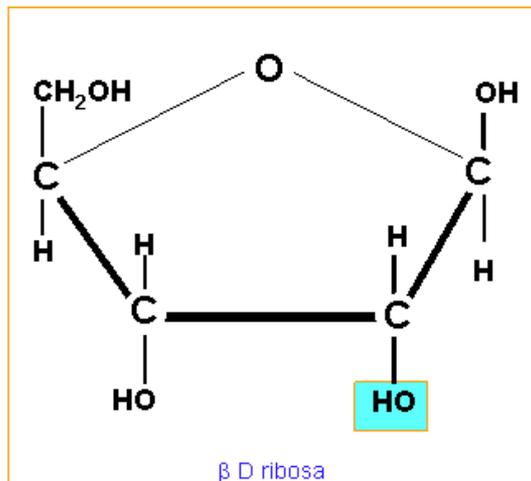
**$\alpha$ -D-fructofuranosa**

# IMPORTANCIA BIOLÓGICA DE LOS MONOSACÁRIDOS

**D- ribosa:** aldopentosa. Forma parte de muchas sustancias orgánicas de gran interés biológico, como el ATP o el ARN.

**D- desoxirribosa:** Derivada de la ribosa. Le falta el grupo alcohol en el carbono 2. Forma parte del ADN.

**D-ribulosa** destaca su importancia en la fotosíntesis, es la molécula que condensa el  $\text{CO}_2$  atmosférico en la fase oscura o ciclo de Calvin.



# IMPORTANCIA BIOLÓGICA DE LOS MONOSACÁRIDOS (RESUMEN)

## TRIOSAS

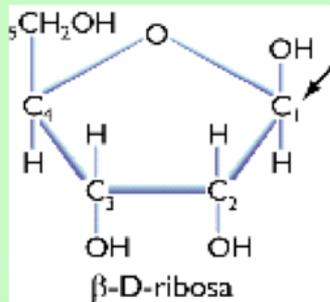
GLICERALDEHÍDO y DIHIDROXIACETONA  
*Intermediarios del metabolismo de la glucosa.*

## TETROSAS

ERITROSA  
*Intermediario en procesos de nutrición autótrofa.*

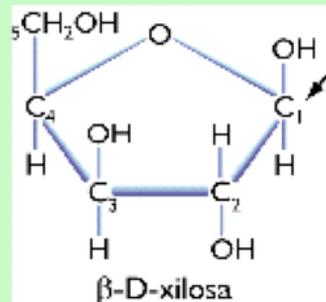
## PENTOSAS

### RIBOSA



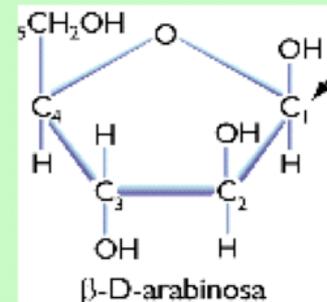
*Componente estructural de nucleótidos.*

### XILOSA



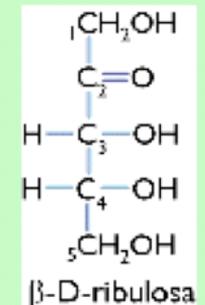
*Componente de la madera.*

### ARABINOSA



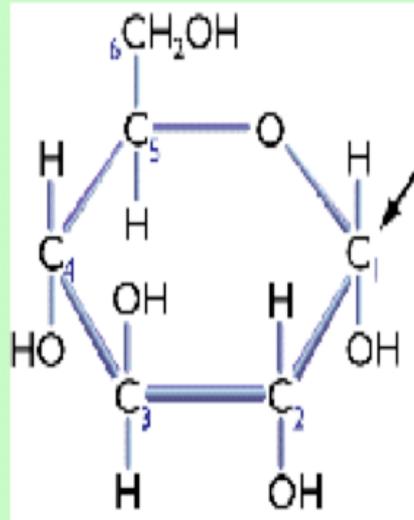
*Presente en la goma arábica.*

### RIBULOSA



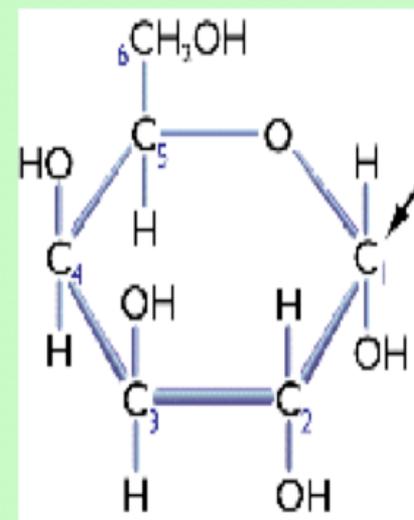
*Intermediario en la fijación de CO<sub>2</sub> en autótrofos.*

## HEXOSAS



### GLUCOSA

*Principal nutriente de la respiración celular en animales.*

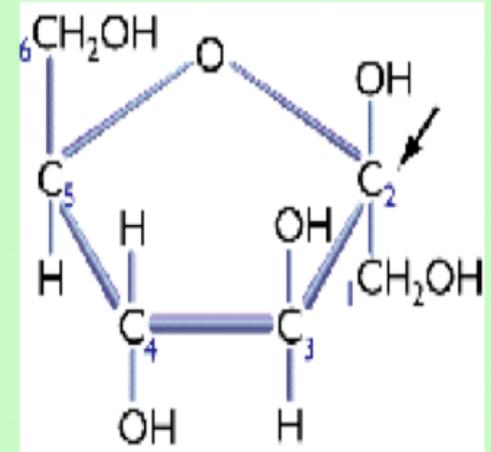


### GALACTOSA

*Forma parte de la lactosa de la leche.*

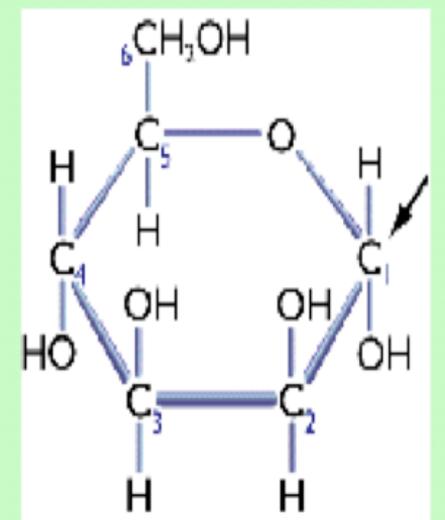
### FRUCTOSA

*Actúa como nutriente de los espermatozoides.*



### MANOSA

*Componente de polisacáridos en vegetales, bacterias, levaduras y hongos.*

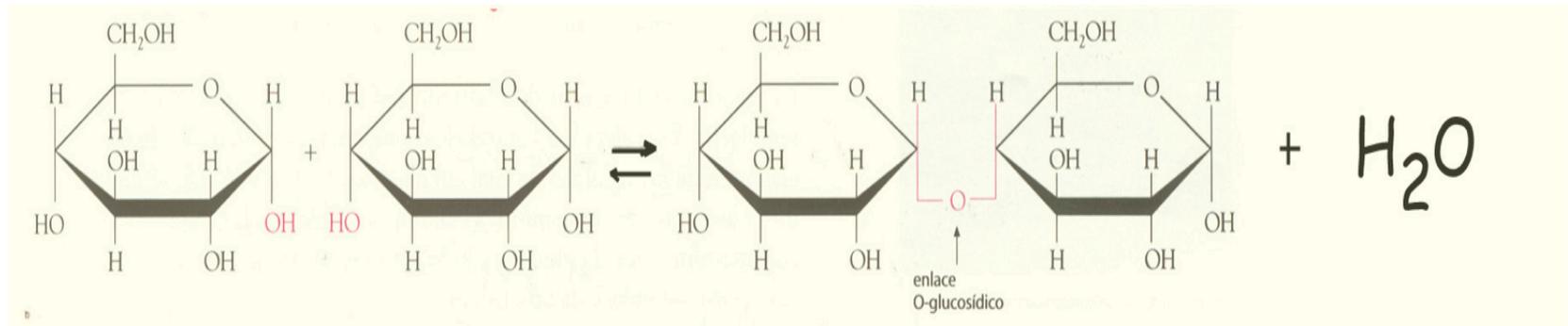


# 3. OSIDOS. HOLÓSIDOS. OLIGOSACARIDOS.

- Los oligosacáridos son Glúcidos formados por un número pequeño de monosacáridos, entre 2 y 10. Se denominan Disacáridos, si están compuestos por dos monosacáridos, Trisacáridos, si están compuestos por tres monosacáridos, Tetrasacáridos, si están compuestos por cuatro monosacáridos y así sucesivamente.
- Pueden hidrolizarse dando lugar a los monosacáridos que los conforman.
- Tiene sabor dulce
- Son cristalizables
- Son solubles en agua.
- La mayoría no tiene poder reductor.
- Los de > peso molecular suelen proceder de la hidrólisis de polisacáridos
- Los más abundantes son:
  - Disacáridos

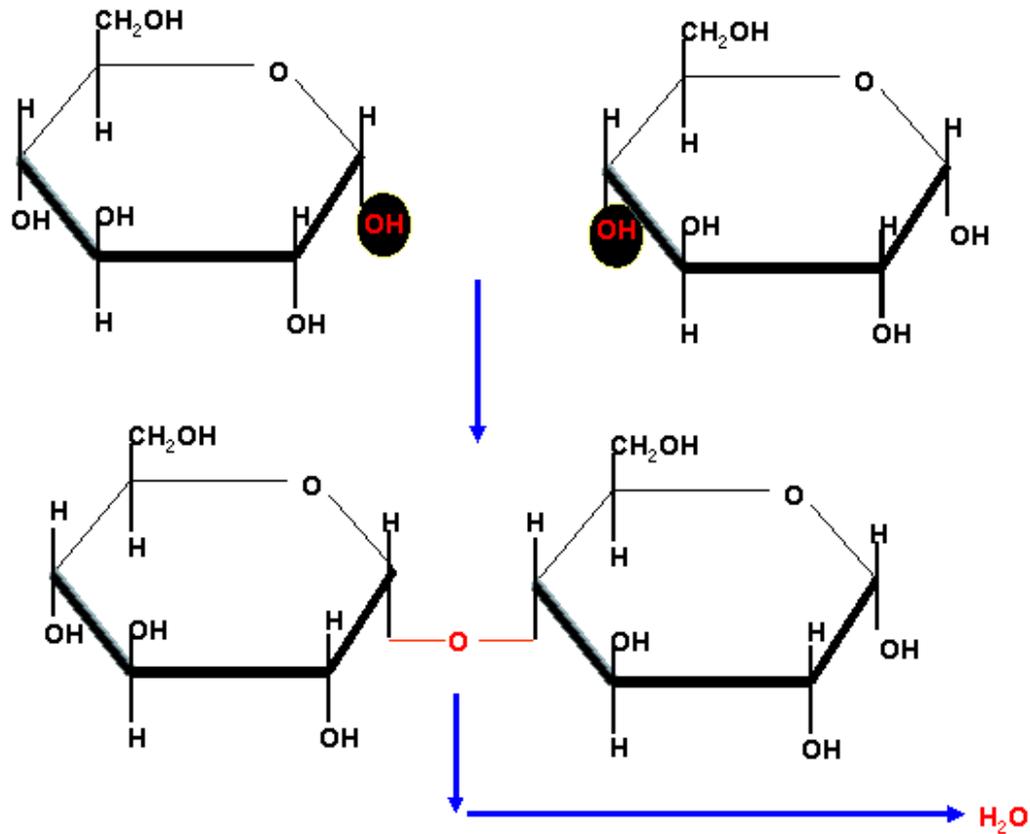
# DISACÁRIDOS: Enlace O-Glucosídico e hidrólisis

- Los monosacáridos se unen para formar disacáridos, mediante un enlace **O-GLICOSÍDICO** ( un tipo de condensación).



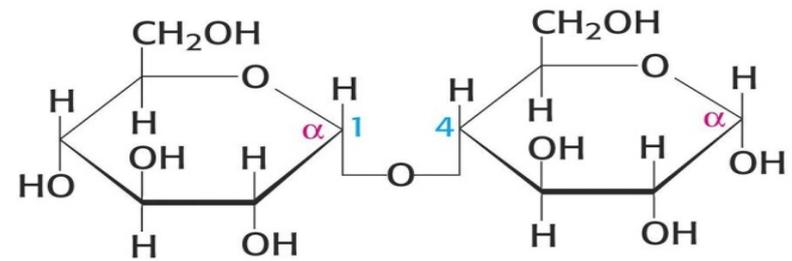
- El enlace O-glucosídico se establece cuando reaccionan los grupos hidroxilo (-OH) de 2 monosacáridos entre sí, formándose un puente de O, y desprendiéndose agua. La reacción inversa, se denomina **hidrólisis**.
- Pueden ser  $\alpha$  ó  $\beta$ , dependiendo de si el primer carbono implicado es  $\alpha$  ó  $\beta$ .

# DISACÁRIDOS: Enlace O-Glucosídico e hidrólisis



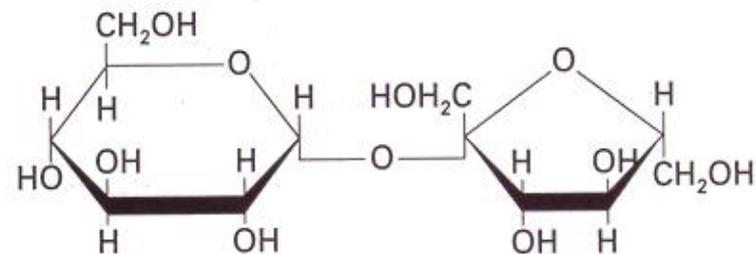
# DISACÁRIDOS: Enlace O-Glucosídico e hidrólisis

- Los enlaces O-glucosídicos también se pueden clasificar en:
  - Monocarbonílico:** C anomérico + C no anomérico



**Maltose**  
**( $\alpha$ -D-Glucopyranosyl-(1  $\rightarrow$  4)- $\alpha$ -D-glucopyranose)**

- Dicarbonílico:** C anomérico + C anomérico



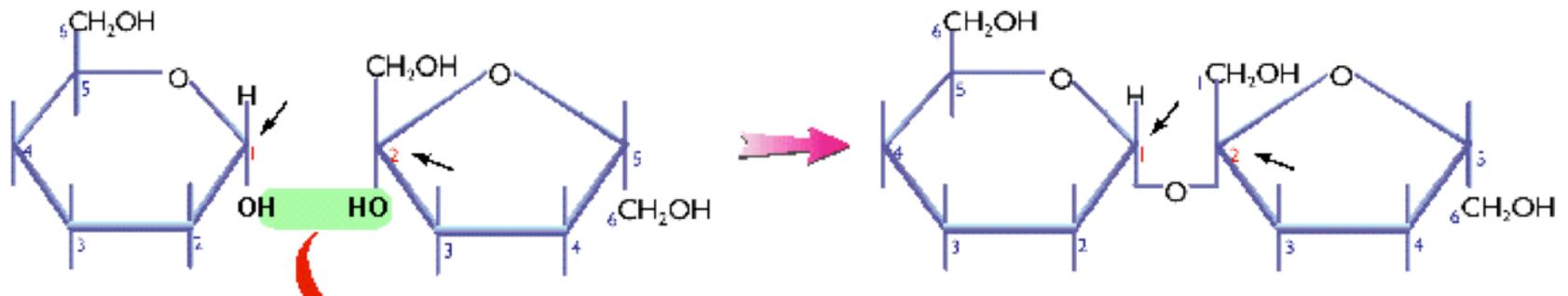
**Sacarosa**

# Enlace O-Glucosídico

## ENLACE MONOCARBÓNICO

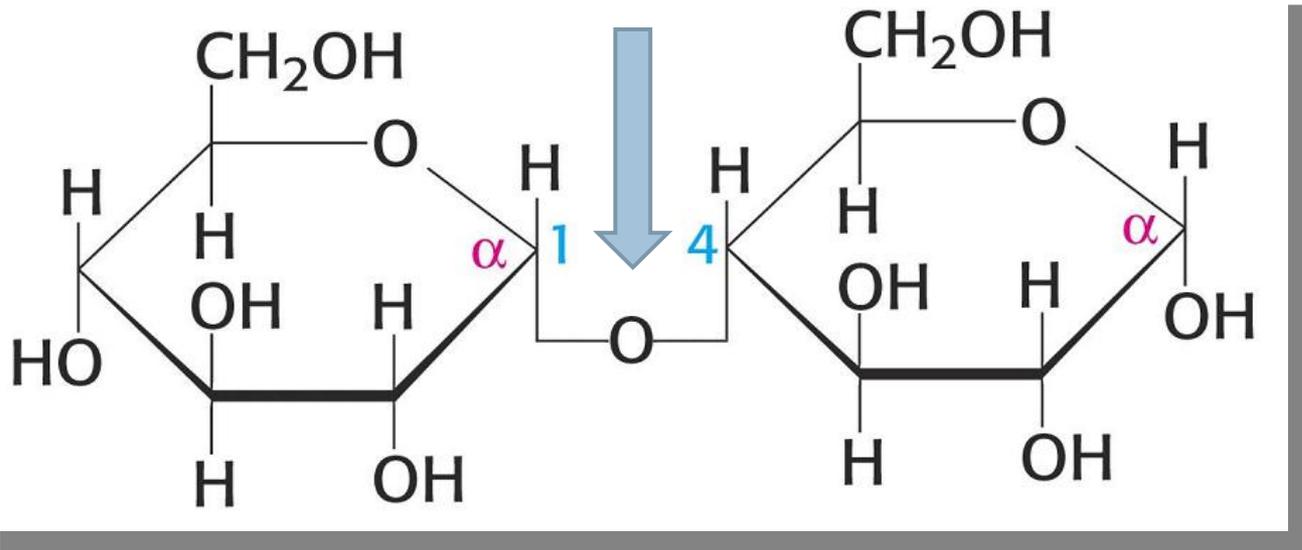


## ENLACE DICARBÓNICO



# DISACÁRIDOS: Nomenclatura

ENLACE  $\alpha$  (1 - 4)



$\alpha$ -D-glucopiranosil (1 $\rightarrow$ 4)  $\alpha$ -D-glucopiranososa

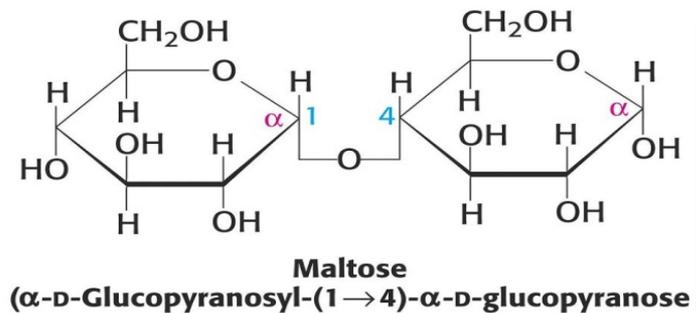
**MALTOSA**

# DISACÁRIDOS: Propiedades

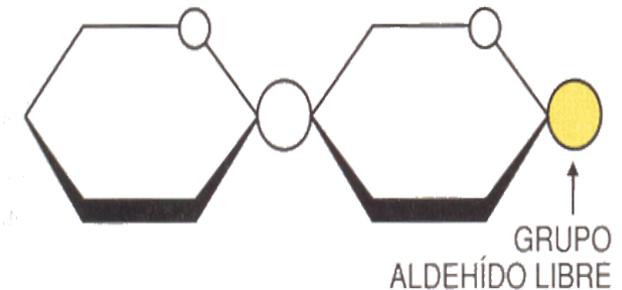
- Presentan las mismas propiedades que los monosacáridos (excepto el poder reductor, que depende de su tipo de enlace)
- PODER REDUCTOR

- Monocarbonílico:** C anomérico + C no anomérico

SI

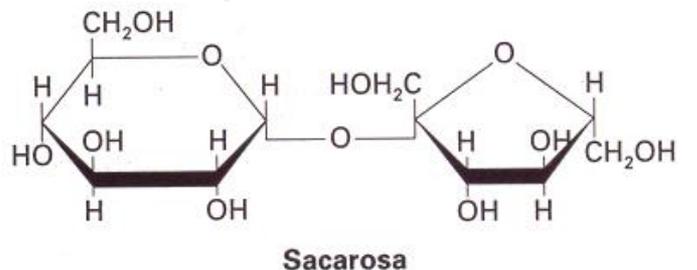


## DISACÁRIDO REDUCTOR



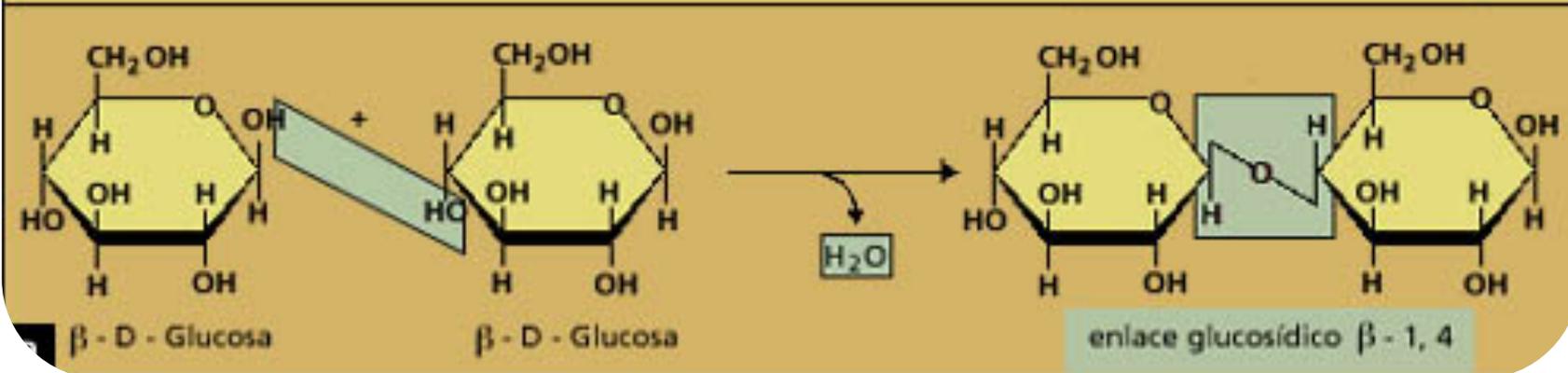
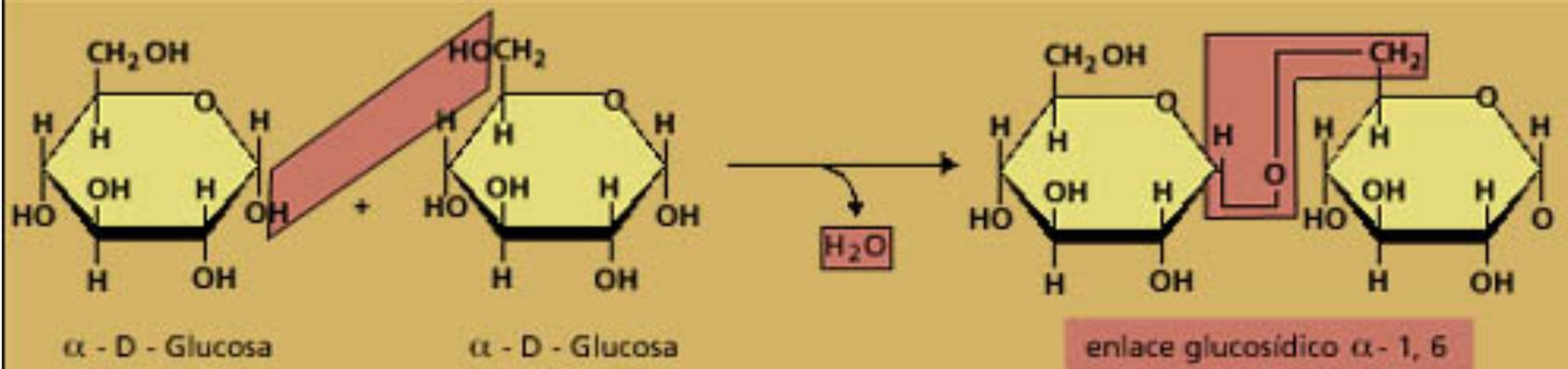
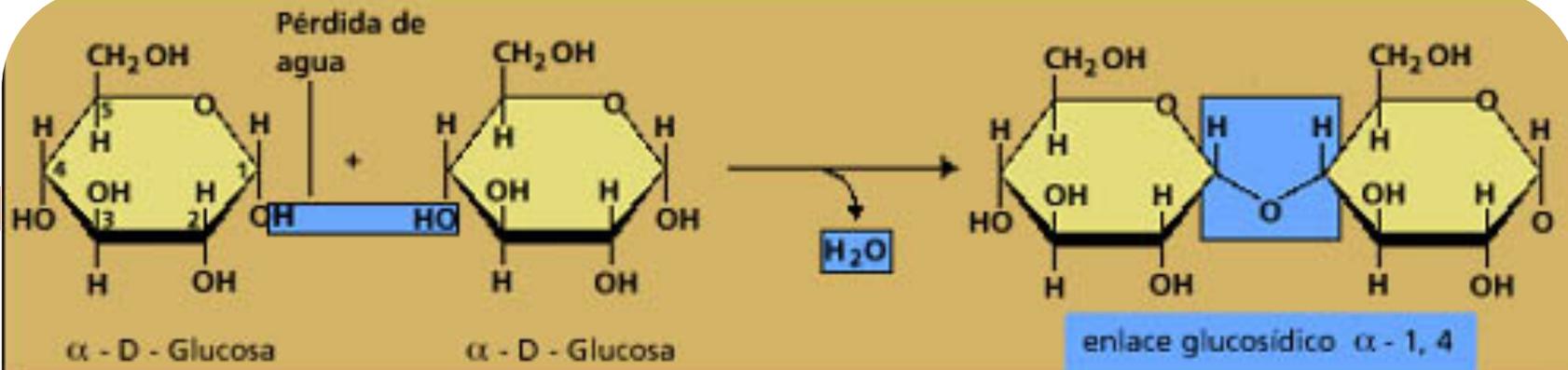
- Dicarbonílico:** C anomérico + C anomérico

NO



## DISACÁRIDO NO REDUCTOR

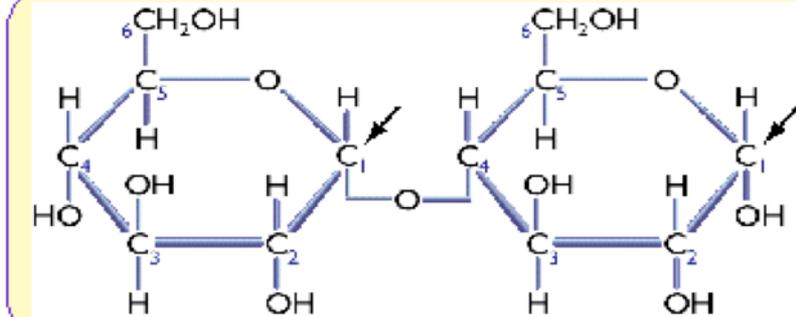




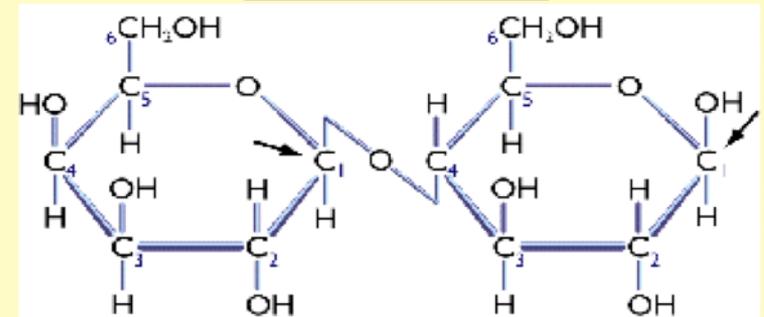
# DISACÁRIDOS: Importancia biológica

## Disacáridos de mayor interés biológico

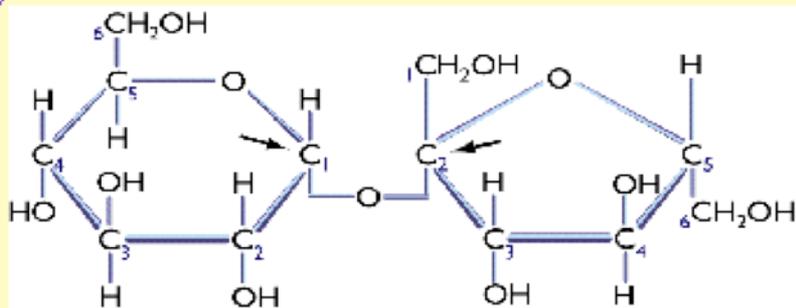
**MALTOSA**



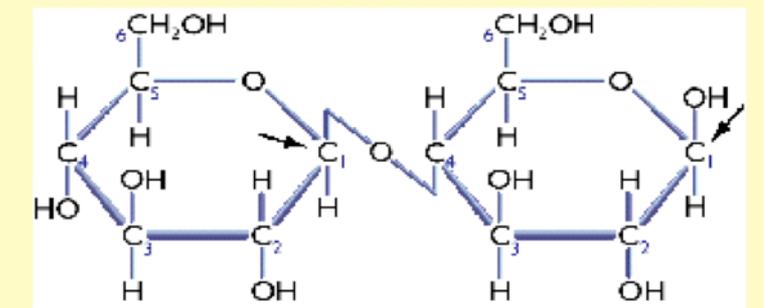
**LACTOSA**



**SACAROSA**



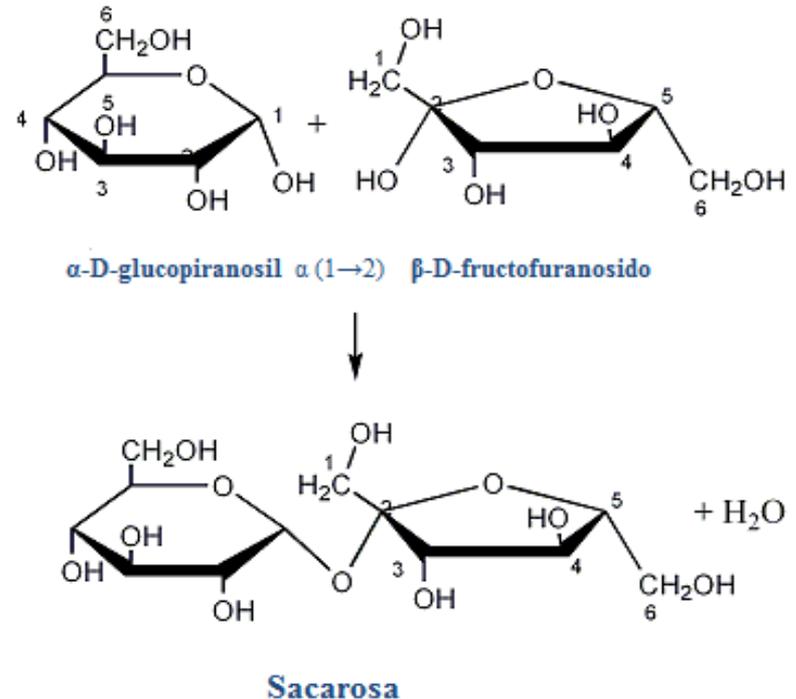
**CELOBIOSA**



# DISACÁRIDOS: Importancia biológica

## ■ SACAROSA:

- Presente en el azúcar común, de caña o de remolacha. Es uno de los componentes de la savia elaborada.
- Formado por la unión de:
  - ✓ 1 molécula de  $\alpha$ -D-Glucopiranososa
  - ✓ 1 molécula de  $\beta$ -D-Fructofuranosa
  - ✓ El enlace entre ambas es  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 2) dicarbonílico: no presenta poder reductor
- Es Dextrógira



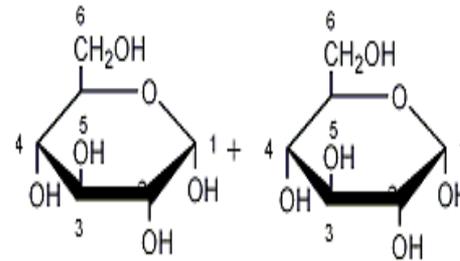
$\alpha$ -D glucopiranosil (1-2)  $\beta$ -D fructofuranósido

*La terminación -ósido hace referencia a que no tiene ese carácter reductor*

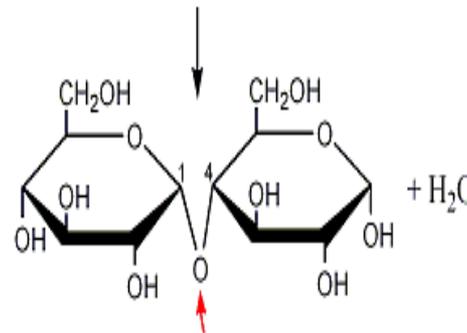
# DISACÁRIDOS: Importancia biológica

## MALTOSA:

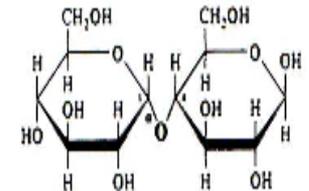
- Es un disacárido que no se encuentra libre en la Naturaleza. Se obtiene por digestión de almidón o glucógeno. Aparece libre en las semillas en germinación, cuando comienzan a emplear las reservas de almidón.
- Posee poder reductor. Es un enlace que contiene mucha energía.
  - Se obtiene por la hidrólisis del almidón y del glucógeno.
  - Se encuentra en las semillas en germinación.
  - Formada por 2 moléculas de  $\alpha$ -D-Glucopiranososa
  - Enlace  $\alpha(1 \rightarrow 4)$  monocarbonílico



$\alpha$ -D-glucopiranosil  $\alpha(1 \rightarrow 4)$   $\alpha$ -D-glucopiranososa



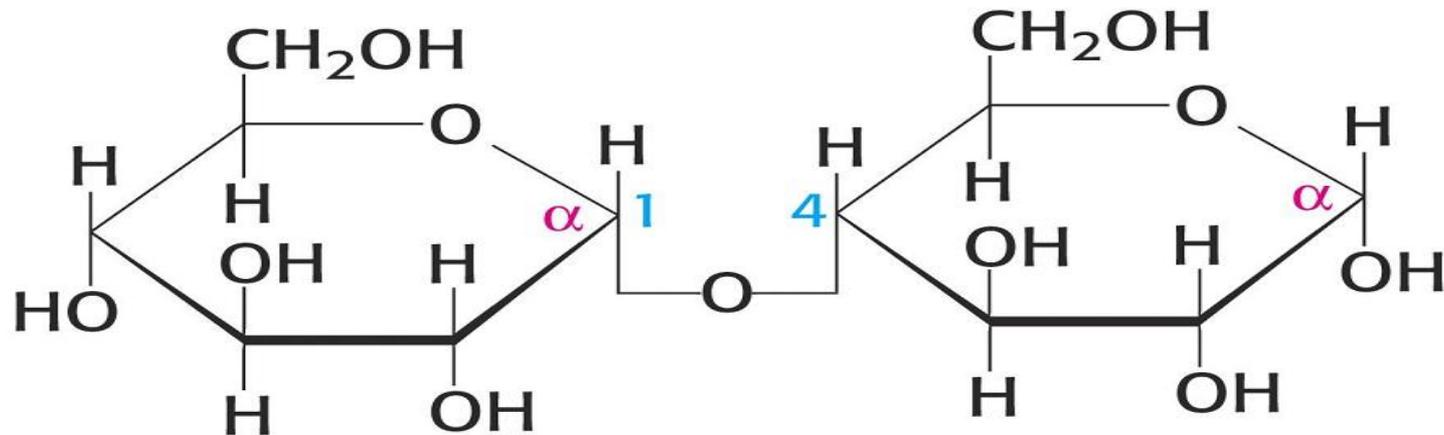
Maltosa, forma  $\alpha$



Anómero  $\beta$  de la maltosa

$\alpha$ -D-glucopiranosil (1  $\rightarrow$  4)  $\alpha$ -D-glucopiranososa

La maltosa se encuentra libre en el grano germinado de la cebada. La cebada germinada artificialmente se utiliza para fabricar cerveza, y tostada se emplea como sustitutivo del café, es la llamada malta. En la industria se obtiene a partir de la hidrólisis del almidón y del glucógeno.

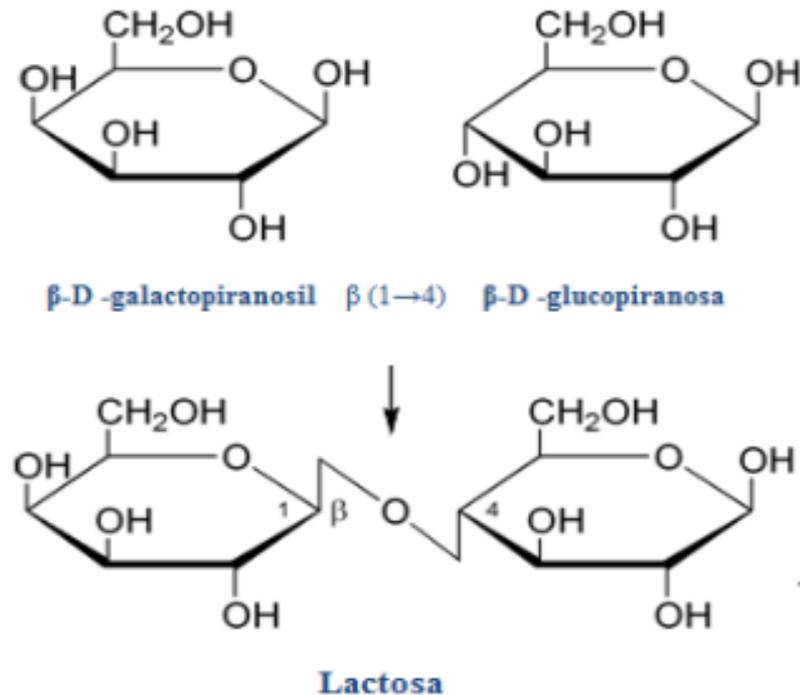


**Maltose**  
**( $\alpha$ -D-Glucopyranosyl-(1  $\rightarrow$  4)- $\alpha$ -D-glucopyranose)**

# DISACÁRIDOS: Importancia biológica

## ■ LACTOSA:

- Se encuentra libre en la leche
- Formada por 2 moléculas:
  - ✓  $\beta$ -D-galactopiranososa
  - ✓  $\alpha$ -D-glucopiranososa
- Enlace  $\beta(1 \rightarrow 4)$  monocarbonílico

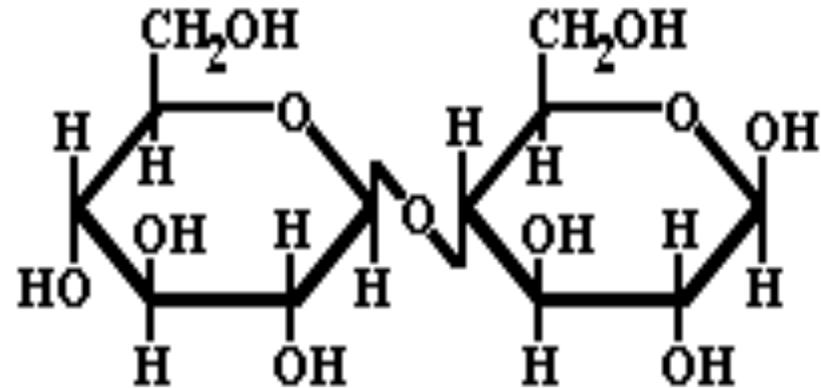


$\beta$ -D-galactopiranosil (1  $\rightarrow$  4)  $\beta$ -D-glucopiranososa

# DISACÁRIDOS: Importancia biológica

## ■ CELOBIOSA:

- No se encuentra libre en la naturaleza
- Se obtiene por hidrólisis de la celulosa
- Formada por 2 moléculas de  $\beta$ -D-glucopiranososa
- Enlace  $\beta$  (1  $\rightarrow$  4) monocarbonílico

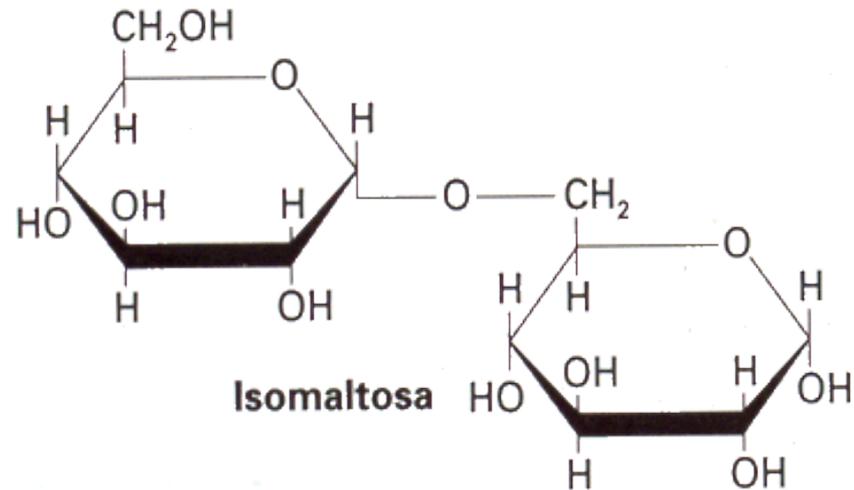


$\beta$ -D-glucopiranosil (1  $\rightarrow$  4)  $\beta$ -D-glucopiranososa

# DISACÁRIDOS: Importancia biológica

## ■ ISOMALTOSA:

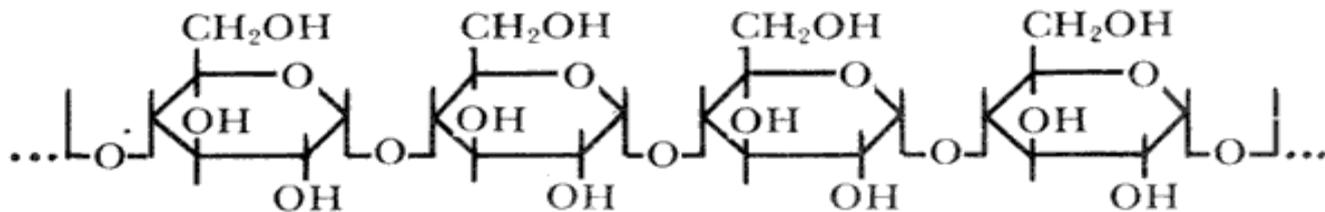
- ❑ Formada por 2 moléculas de  $\alpha$ -D-glucopiranososa
- ❑ Enlace  $\alpha(1 \rightarrow 6)$  monocarbonílico
- ❑ Se obtiene por hidrólisis parcial de amilopectina o glucógeno



$\alpha$ -D-glucopiranosil (1  $\rightarrow$  6)  $\alpha$ -D-glucopiranososa

### 3. OSIDOS: HOLÓSIDOS: POLISACARIDOS.

- Formados por la unión de + de 10 monosacáridos mediante enlaces O-glucosídicos, formando largas cadenas lineales o ramificadas.
- Masa molecular elevada (macromoléculas)
- $n$  (monosacáridos)  $\longrightarrow$   $(n-1) \text{H}_2\text{O} + \text{Polisacárido}$



# POLISACARIDOS: Propiedades. Clasificación

- No suelen ser solubles en agua (celulosa) o dan disoluciones coloidales (almidón)
  - ✓ Según estructura globular o laminar
- No poseen poder reductor
  - ✓ Intervienen casi todos los C anóméricos
- No son dulces
- No son cristalizables

## CLASIFICACIÓN:

- Según su **COMPOSICIÓN** se clasifican en:
  - Homopolisacaridos: Todos los monosacáridos son iguales.
  - Heteropolisacaridos: Las unidades de monosacáridos son distintas.
- Según su **FUNCIÓN** se clasifican en:
  - Polisacáridos de reserva => enlace  $\alpha$ -glucosídico.
  - Polisacaridos estructurales => enlace  $\beta$ -glucosídico.

según su composición

# Polisacáridos

según su función

↓  
son

Polímeros de monosacáridos unidos por enlaces O-glucosídicos.

## HOMOPOLISACÁRIDOS

*Formados por el mismo tipo de monosacárido.*

- ALMIDÓN •
- GLUCÓGENO •
- DEXTRANOS •

- CELULOSA •
- QUITINA •

## DE RESERVA

*Proporcionan energía.*

## HETEROPOLISACÁRIDOS

*Formados por monosacáridos diferentes.*

- PECTINAS •
- HEMICELULOSAS •
- AGAR - AGAR •
- GOMAS •
- MUCÍLAGOS •
- PEPTIDOGLUCANOS •
- GLUCOSAMINOGLUCANOS •

## ESTRUCTURAL

*Proporcionan soporte y protección.*

# POLISACARIDOS: Propiedades. Clasificación

HOMOPOLISACÁRIDOS		HETEROPOLISACÁRIDOS
Mediante enlace $\alpha$	Mediante enlace $\beta$	Presentan enlace $\alpha$
Almidón	Celulosa	Pectina Agar agar Goma arábica Mucinas
Glucógeno	Quitina	Mucopolisacáridos o glucosaminglucanos

# POLISACARIDOS: Estructura e importancia biológica

## **Función estructural:**

- Tienen enlaces  $\beta$ -Glucosídicos (resistentes, son más difíciles de romper). Ejemplos: Celulosa y Quitina
- Son lineales
- Son insolubles

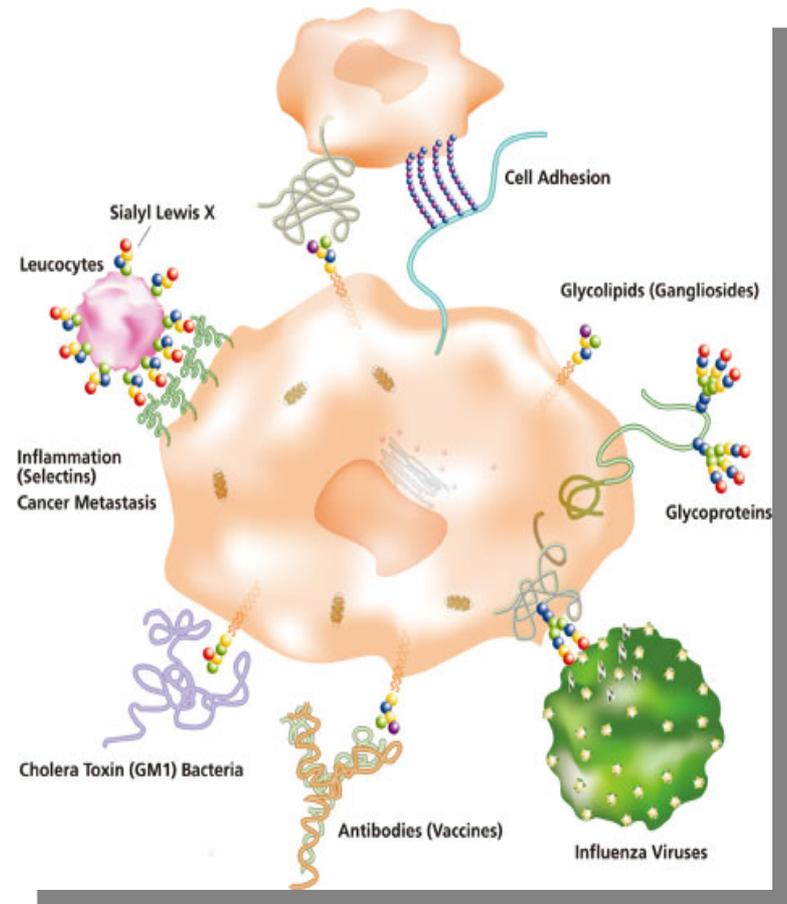
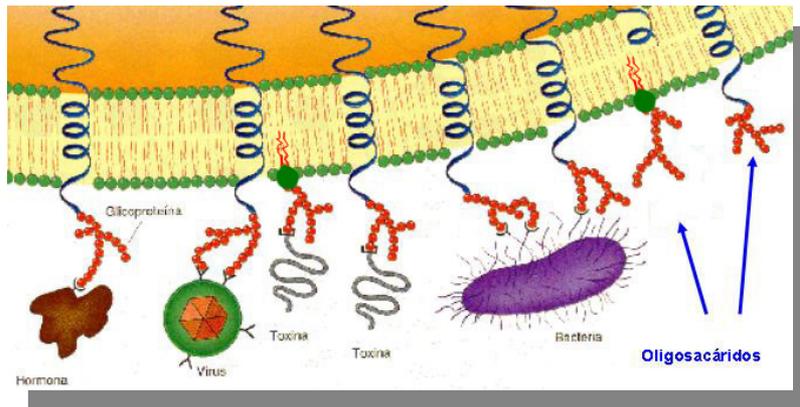
## **Función de reserva energética**

- Tienen enlaces  $\alpha$ -Glucosídicos  $\rightarrow$  función de reserva energética (porque pueden hidrolizarse)
- Son ramificados (amilasas simultáneas)
- Pueden dar dispersiones coloidales.
- Ejemplos: El almidón es la principal sustancia de reserva de los vegetales y el glucógeno es una de las sustancias de reserva de los animales

## **Función de reconocimiento celular**

# POLISACARIDOS: Estructura e importancia biológica

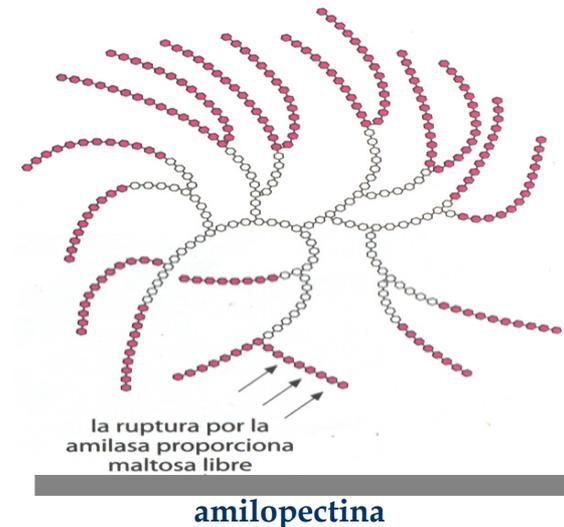
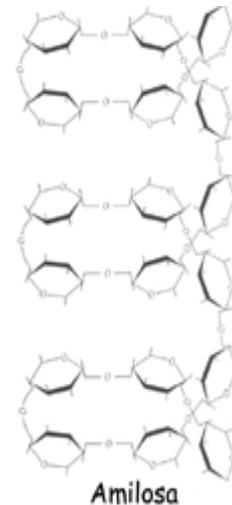
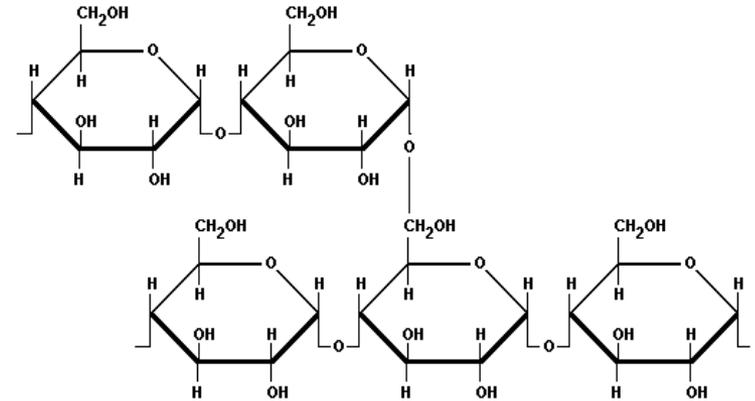
## Función de reconocimiento celular



# POLISACARIDOS: HOMOPOLISACÁRIDOS ENERGÉTICOS (hexosanas)

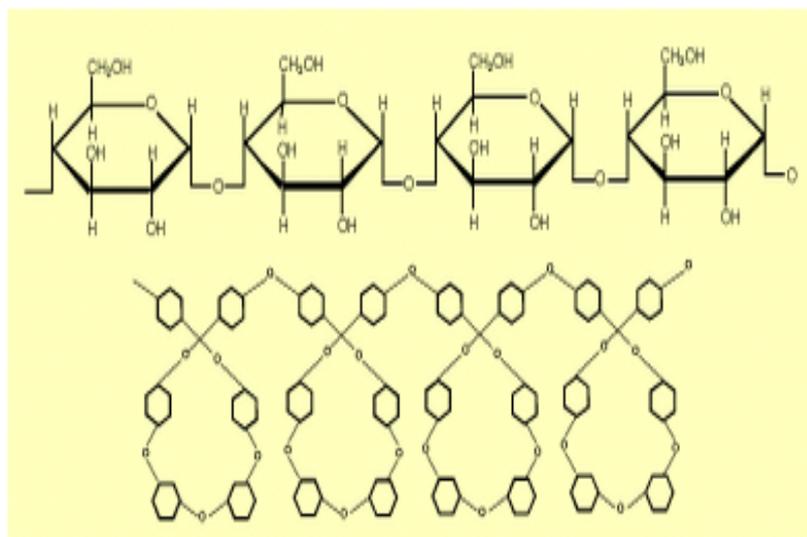
## ■ ALMIDÓN:

- Principal elemento de reserva en los vegetales
- Se encuentra en semillas, raíces y tallos
- Se sintetiza en los cloroplastos, al estar en el interior de los amiloplastos, no influyen en la presión osmótica interna.
- Los granos de almidón están formados por:
  - **Amilosa** (30%): en su parte interior
  - **Amilopectina** (70%): en su parte externa

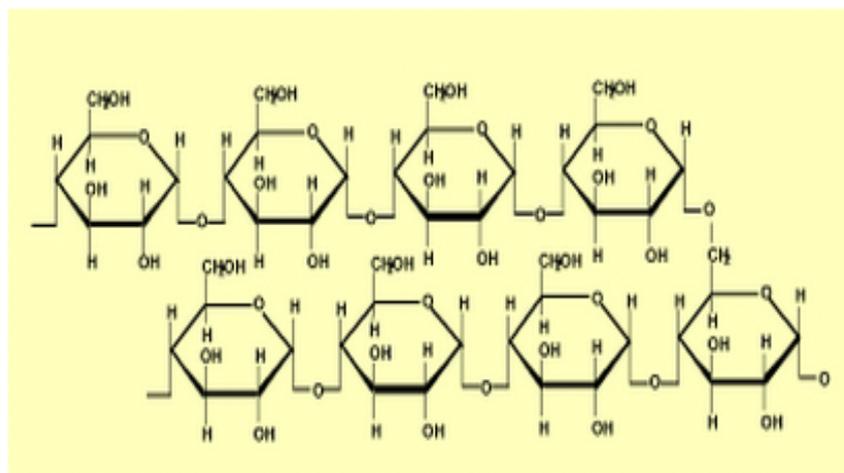


# ALMIDÓN:

AMILOSA



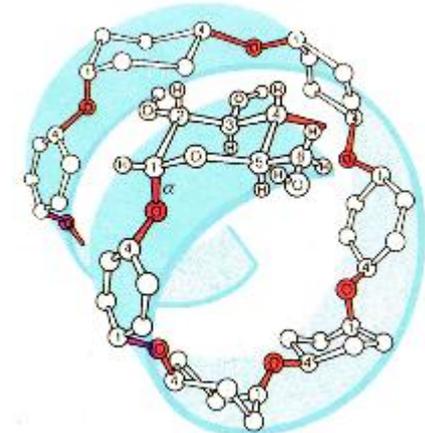
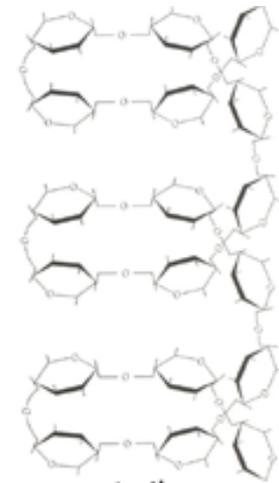
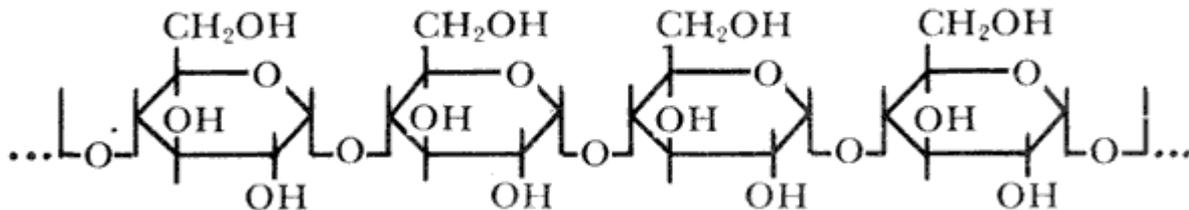
AMILOPECTINA



# POLISACARIDOS: HOMOPOLISACÁRIDOS ENERGÉTICOS

## ■ **AMILOSA:**

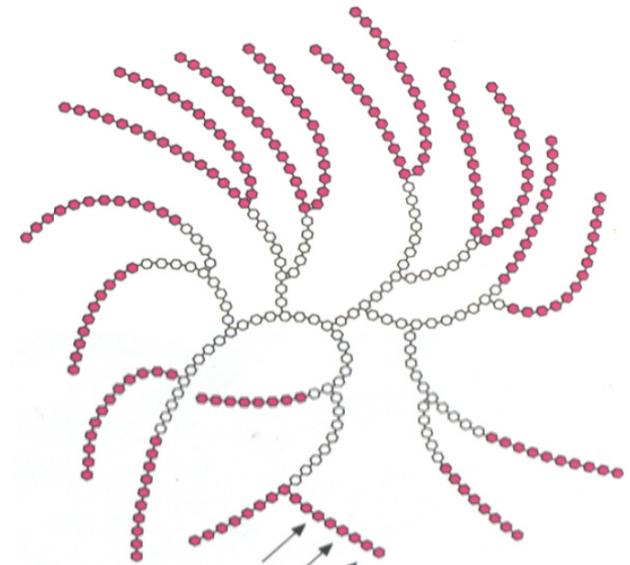
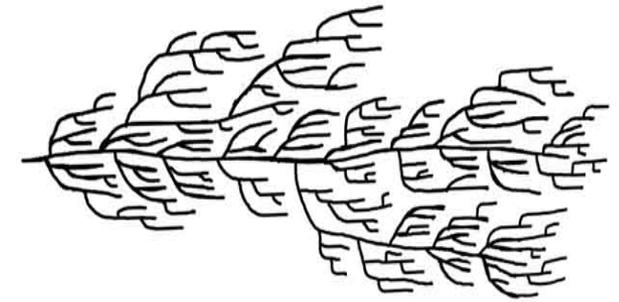
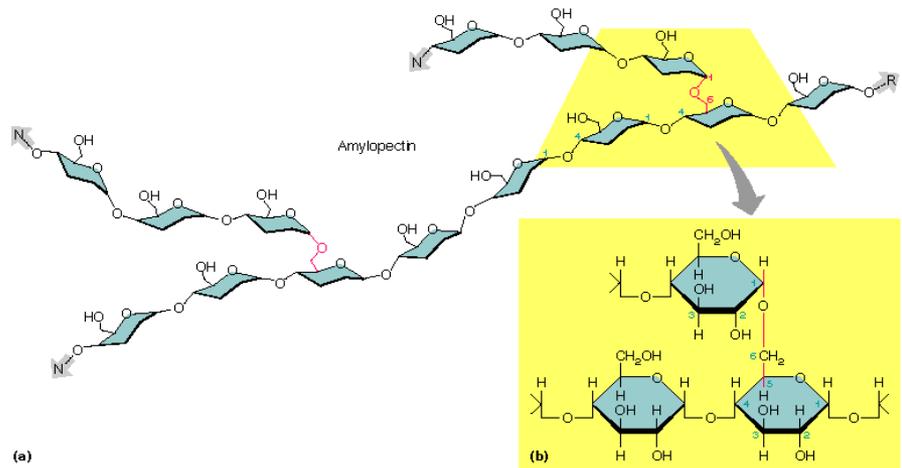
- Polímero de maltosa ( $\alpha$ -D-glucopiranosas)
- Forma cadenas helicoidales, sin ramificaciones. (6 moléculas de glucosa/vuelta)
- Soluble en agua, forma dispersiones coloidales.
- Con yodo se tiñe de azul negrozuzco.



# POLISACARIDOS: HOMOPOLISACÁRIDOS ENERGÉTICOS

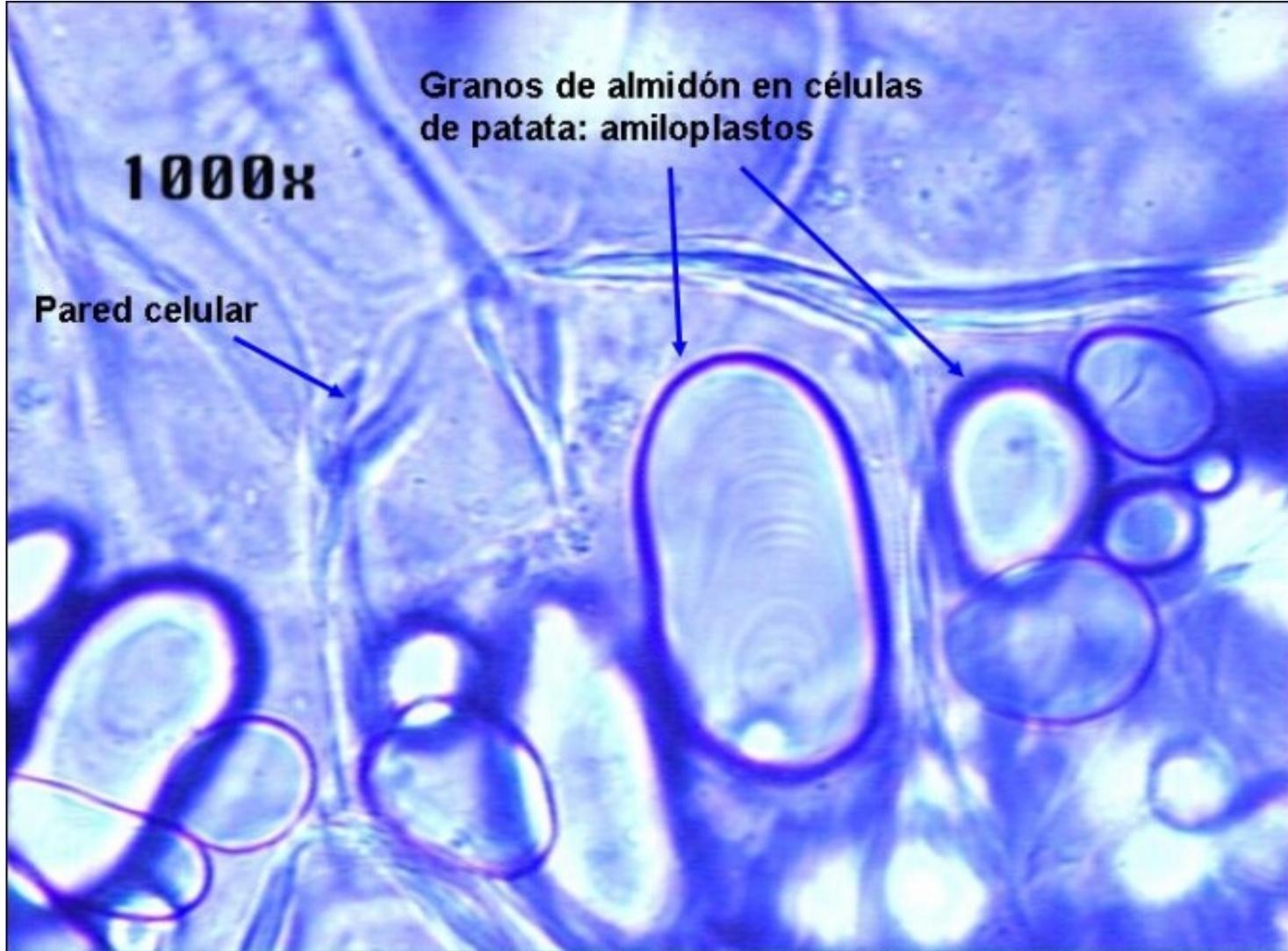
## ■ AMILOPECTINA:

- Polímero muy ramificado
- Formado por un gran n° de unidades de  $\alpha$ -D-glucopiranosas que adoptan disposición helicoidal con ramificaciones laterales mediante enlaces  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 6) cada 12 unidades. Cada ramificación está formada por un polímero de 12 glucosa unidas por enlaces  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4))
- Con yodo de se tiñe de rojo oscuro.



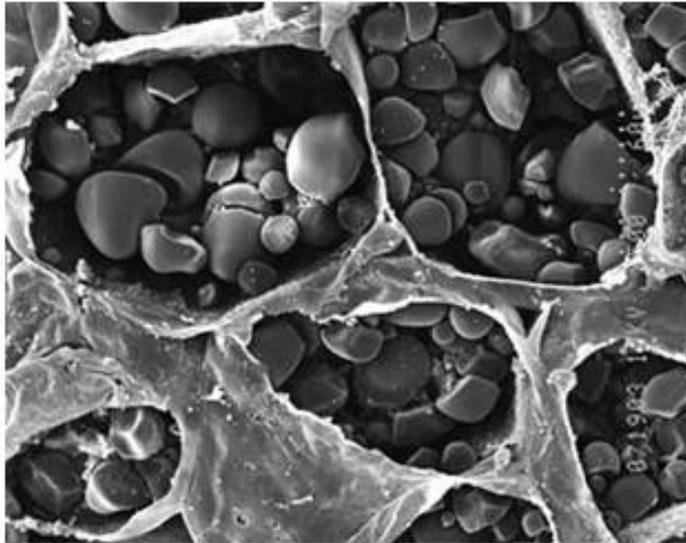
la ruptura por la amilasa proporciona maltosa libre

# ALMIDÓN AL M. ÓPTICO

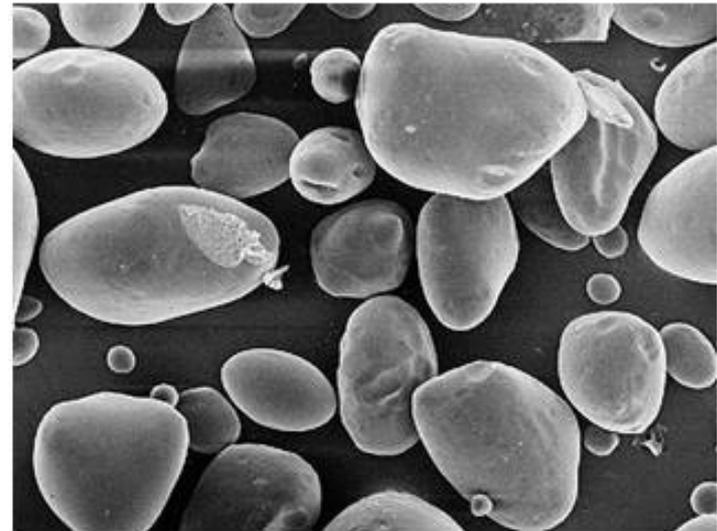


# ALMIDÓN AL M. ELECTRÓNICO

Granos de almidón, observación microscópica.

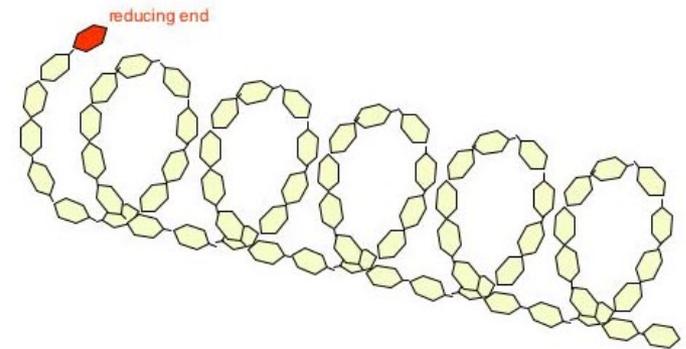
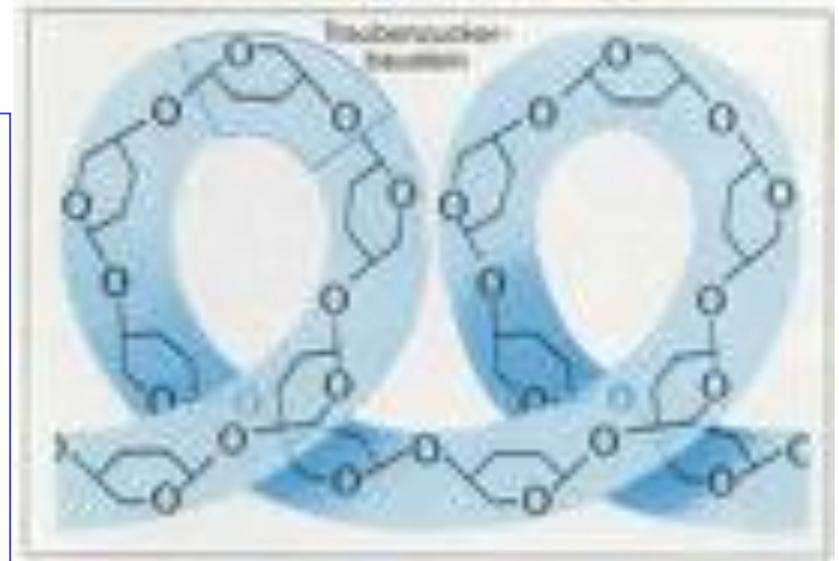
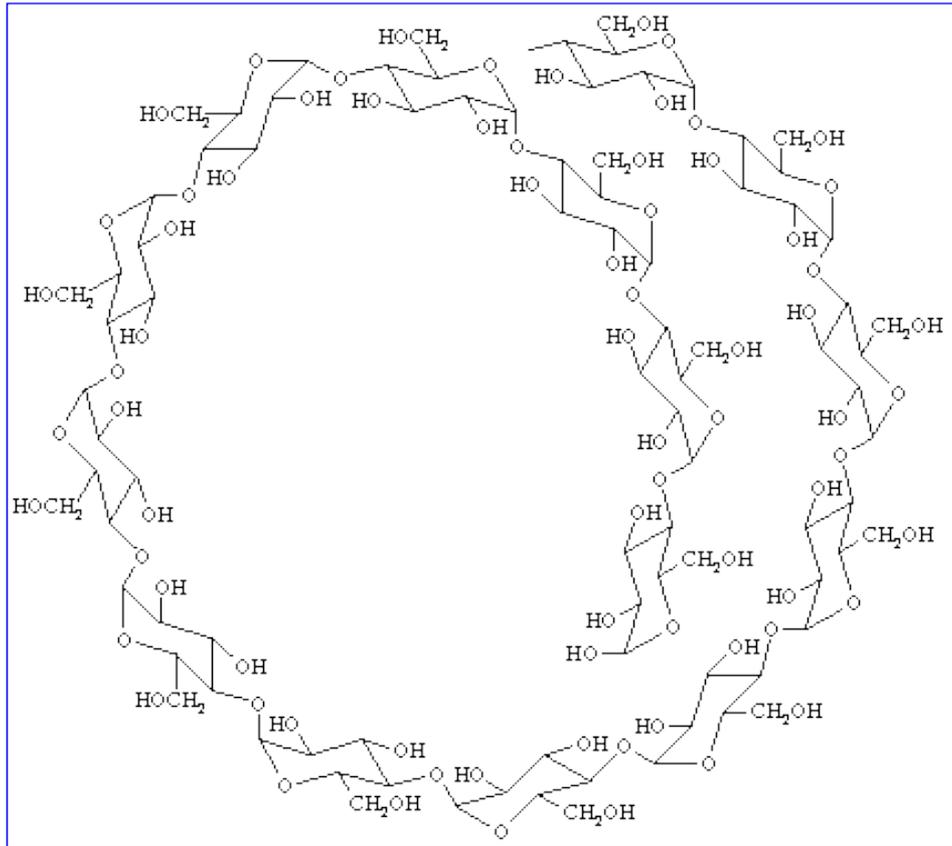


Células vegetales en las que se observan gránulos de almidón (amiloplastos).



Amiloplastos aislados.

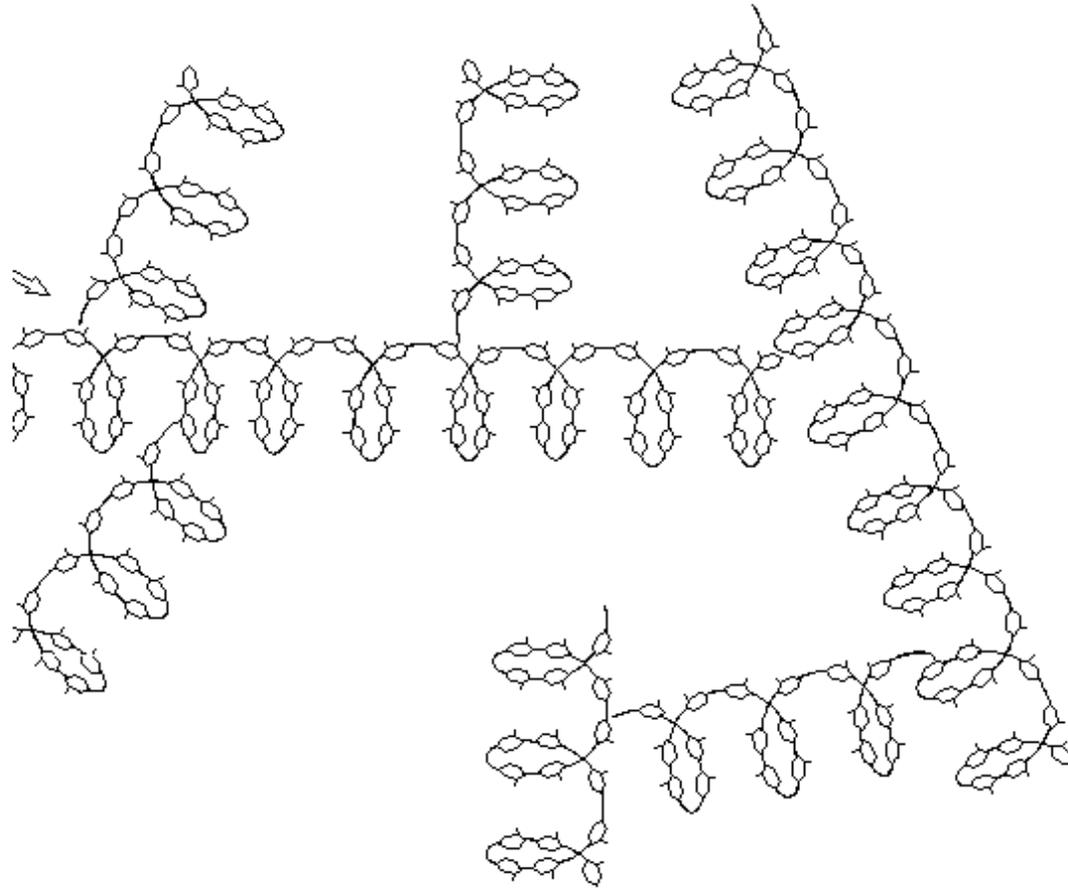
# ALMIDÓN: AMILOSA



Amylose, an unbranched starch

# ALMIDÓN: AMILOPECTINA

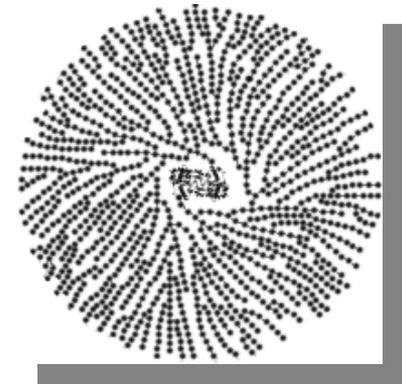
Fragmento de la molécula del almidón (amilopectina).



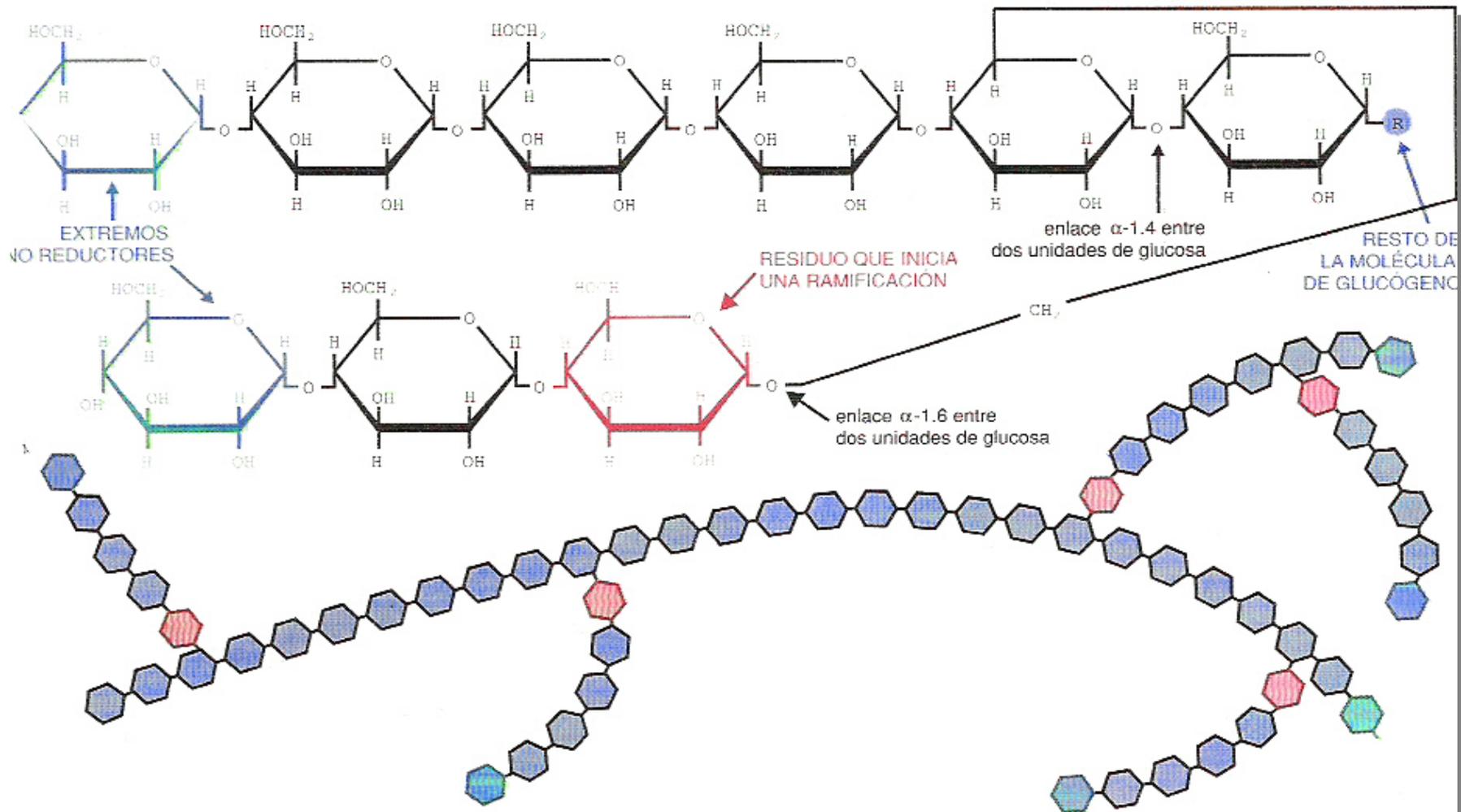
# POLISACARIDOS: HOMOPOLISACÁRIDOS ENERGÉTICOS

## ▪ **GLUCÓGENO:**

- Formado por la unión de muchas  $\alpha$ -D-glucopiranosas (+ de 30.000) (unión  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4))
- Su estructura es similar a la de la amilopectina pero con más ramificaciones unidas por enlace  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4). Cada 8 ó 12 monómeros.
- Actúa como polisacárido de reserva en algunas bacterias y animales.
- Se almacena en el hígado y los músculos esqueléticos, pero se agota rápidamente.



# GLUCÓGENO



# GLUCÓGENO AL M. ELECTRÓNICO

[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-9502201000300008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-9502201000300008&script=sci_arttext)

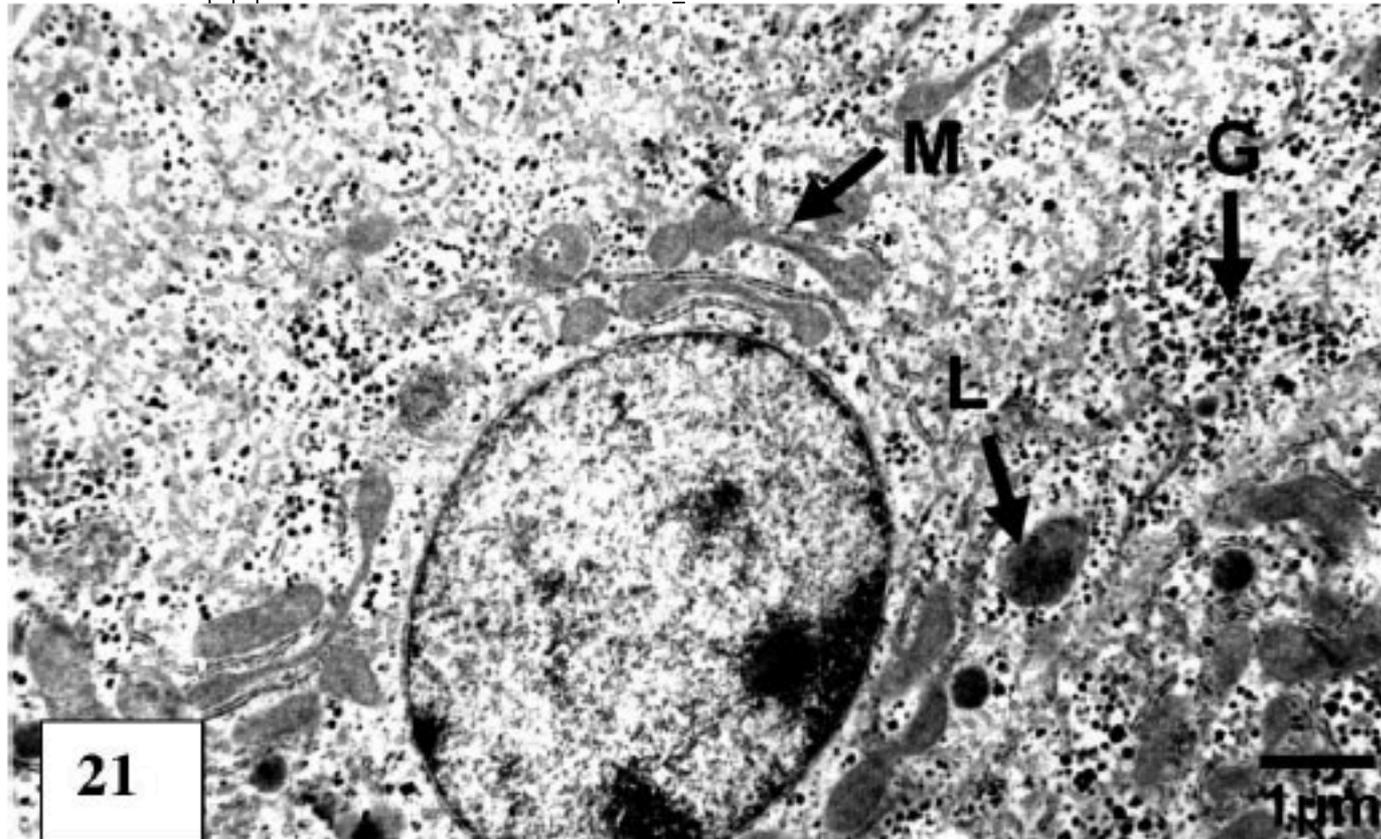
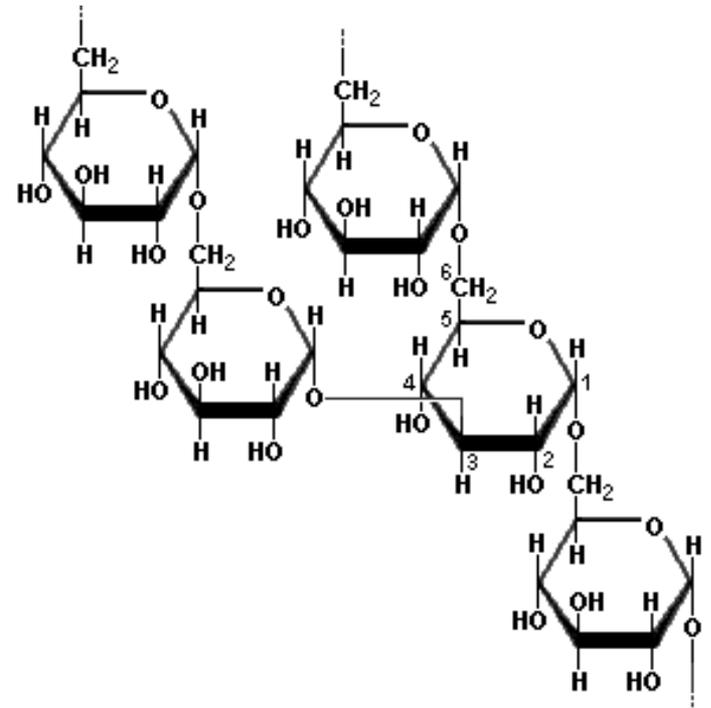


Fig. 21. Micrografía TEM de hígado. En el componente hepático se observa un hepatocito el cual se caracteriza por su gran cantidad de mitocondrias (M) con su forma característica, son identificables gránulos de glucógeno (G) y algunos lisosomas (L).

# POLISACARIDOS: HOMOPOLISACÁRIDOS ENERGÉTICOS

## ▪ Dextranos

- Polímeros de reserva de levaduras y bacterias, formados por  $\alpha$ -D-glucospiranosa con enlaces distintos a los  $\alpha(1 \rightarrow 4)$  y muy ramificado.
- Las bacterias bucales producen dextranos que se adhieren a los dientes formando placa dental.
- Tienen usos comerciales en la producción de dulces, lacas, aditivos comestibles, y voluminizadores del plasma sanguíneo.

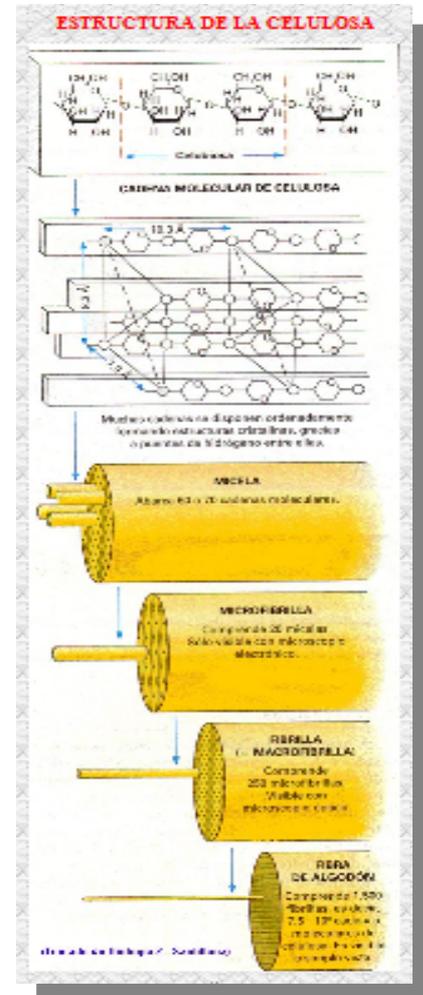
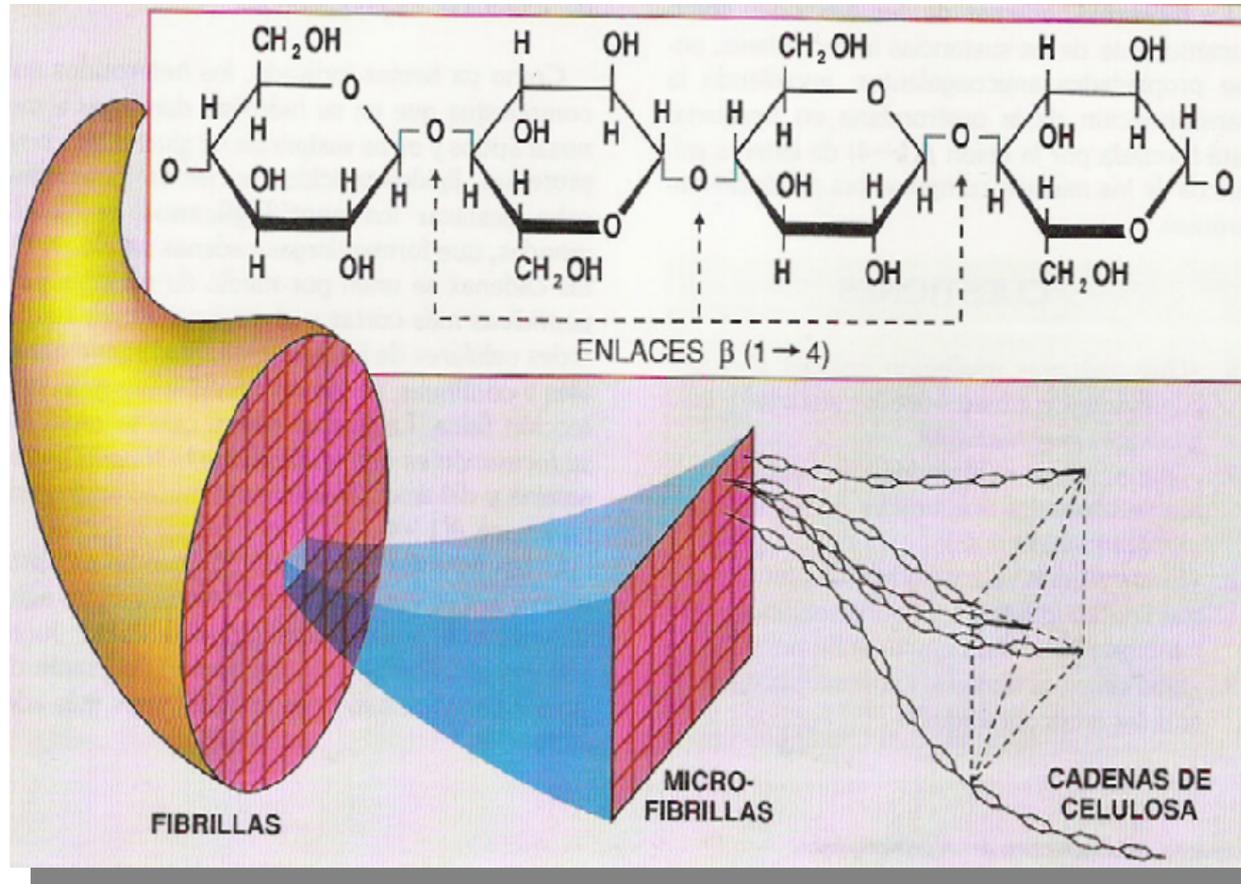


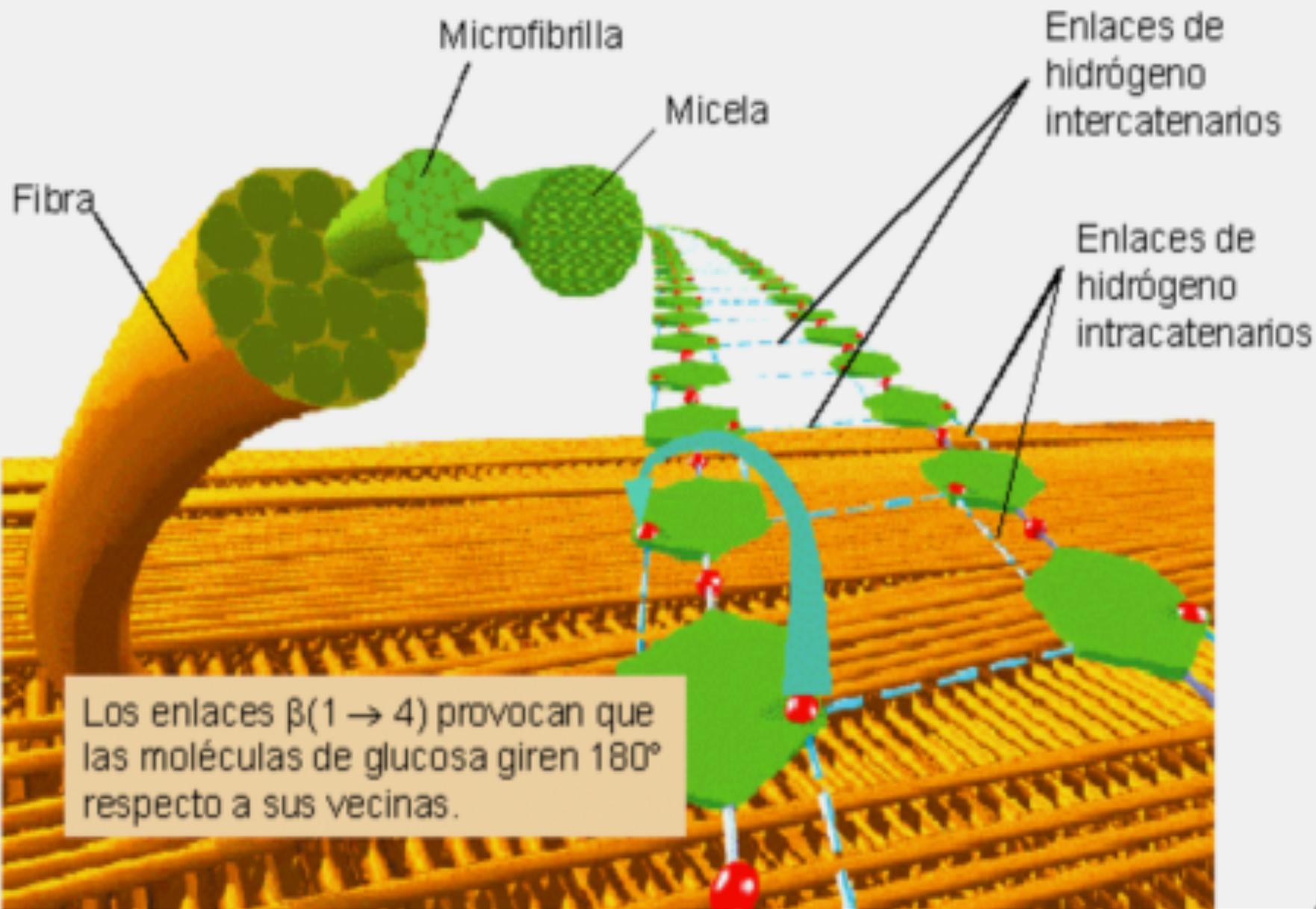
# POLISACARIDOS: HOMOPOLISACÁRIDOS ESTRUCTURALES (Hexosanas)

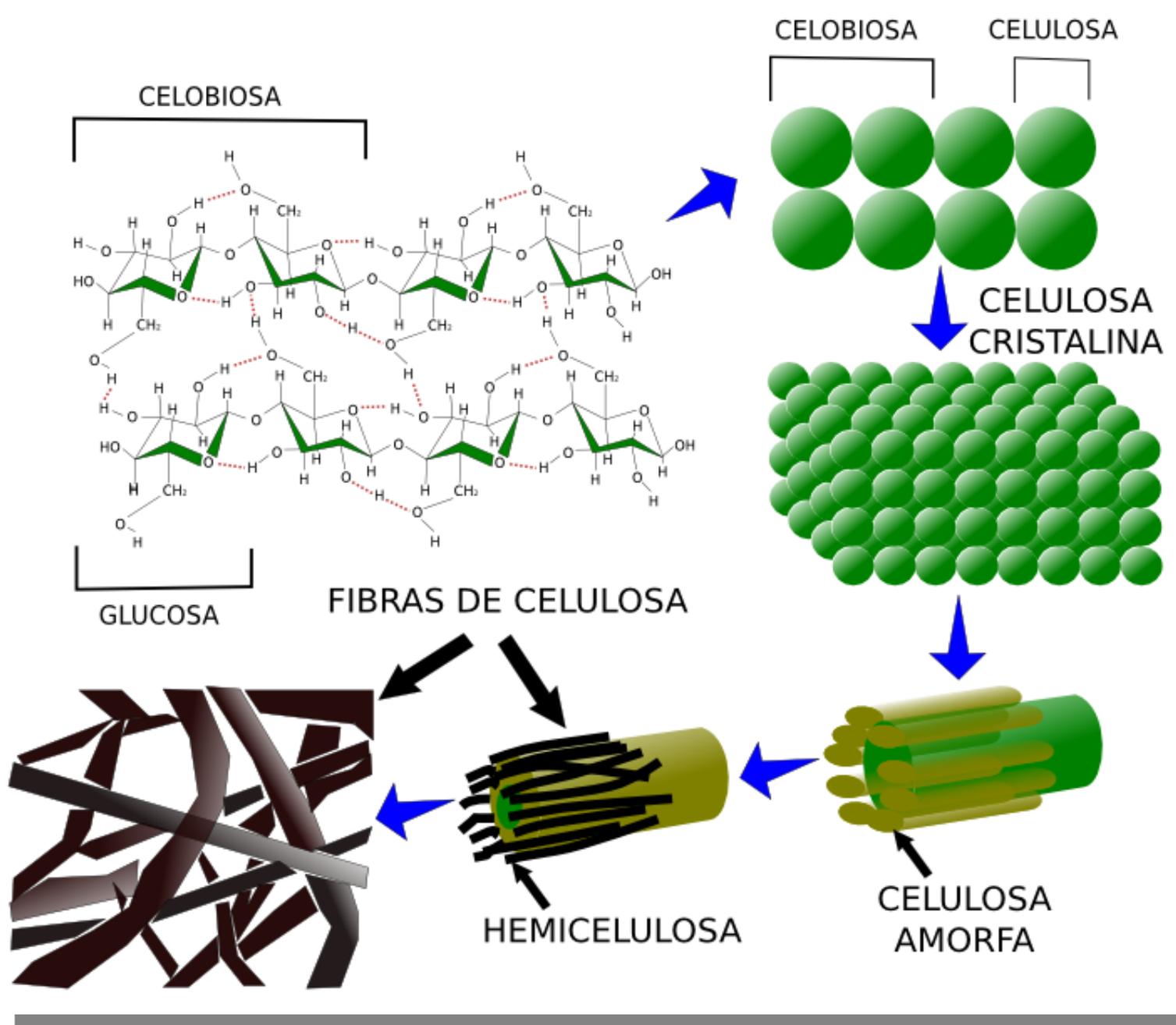
## ■ **CELULOSA:**

- Es un homopolisacárido lineal, no ramificado, constituido por 10.000 o más unidades de moléculas de  $\beta$ -D-glucopiranosas con enlaces  $\beta$  (1  $\rightarrow$  4), que constituyen cadenas lineales no ramificadas.
- Es un polímero de la celobiosa
- Las cadenas se unen entre sí por puentes de hidrógeno formando microfibrillas  $\rightarrow$  fibrillas  $\rightarrow$  fibras
- Forma las paredes celulares de las células vegetales.
- Es fibrosa, resistente, insoluble en agua.
- No se destruye con enzimas digestivas, por lo que los animales herbívoros deben tener bacterias específicas en su estómago que les ayuden a digerir la celulosa. Las termitas digieren la celulosa gracias a que en su tracto intestinal se aloja un parásito *Trichonymfa* que segrega la enzima celulasa que permite digerir la celulosa.

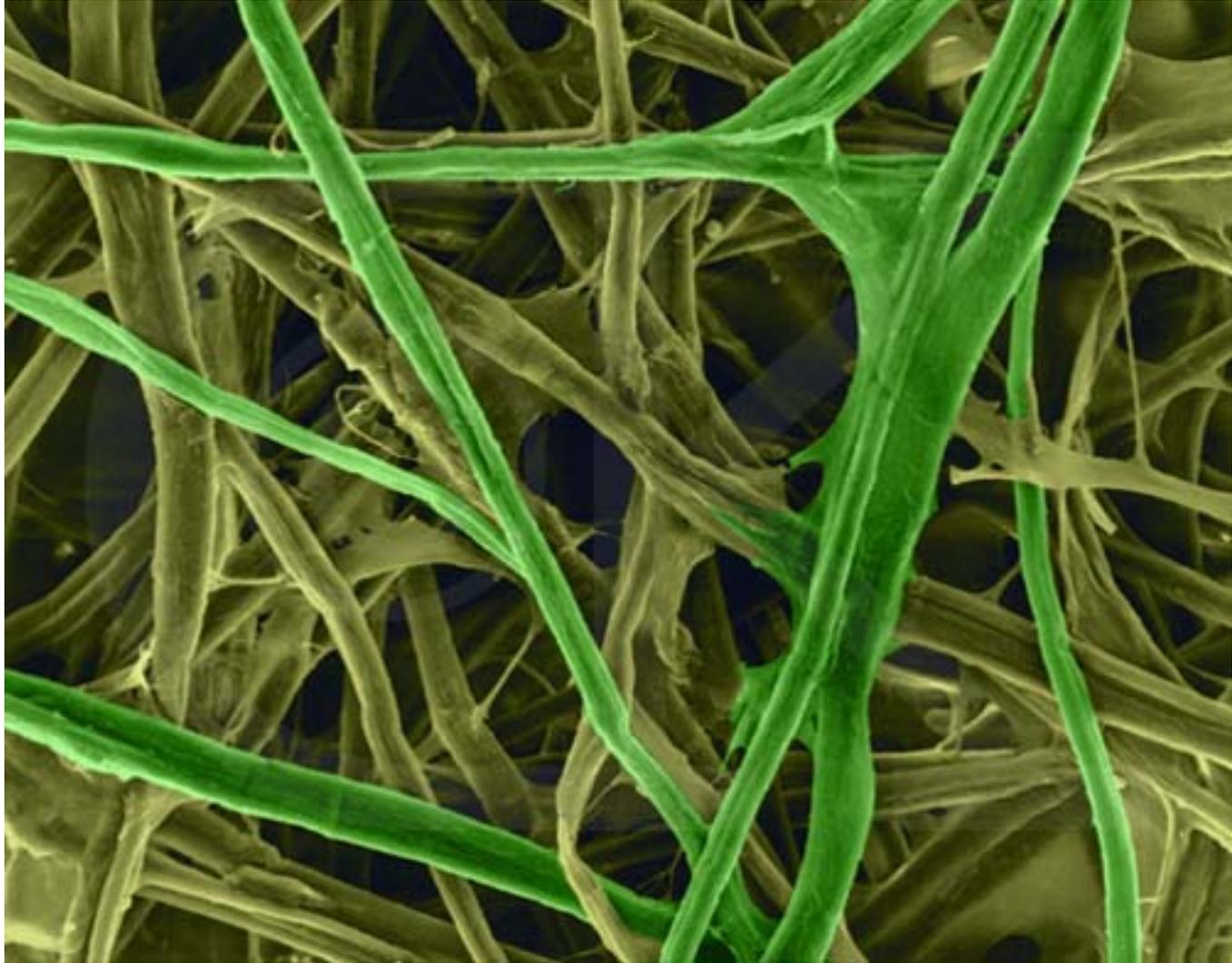
# CELULOSA:







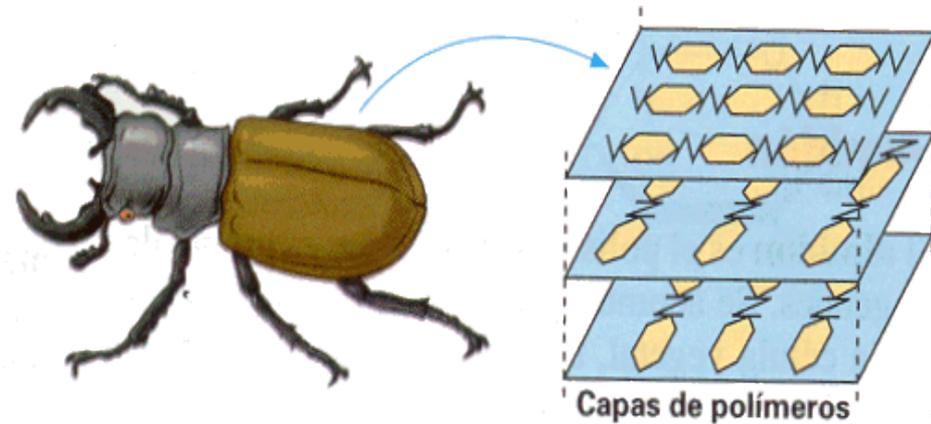
# FIBRAS CELULOSA



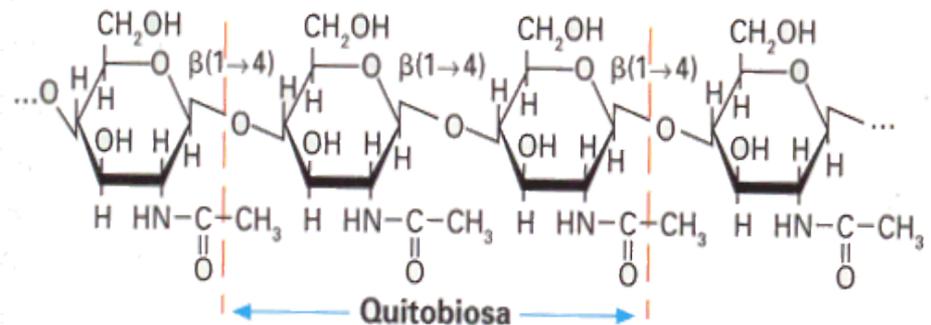
# POLISACARIDOS: HOMOPOLISACÁRIDOS ESTRUCTURALES

## ■ QUITINA:

- Componente fundamental de las cutículas y del exoesqueleto de los artrópodos, en crustáceos está impregnada de  $\text{CaCO}_3$ . Tb en recubrimientos celulares de los hongos.
- Formada por un monómero derivado de la glucosa (N-acetil- $\beta$ -D-glucosamina) mediante enlaces  $\beta(1 \rightarrow 4)$ .
- Forma cadenas lineales similares a las de la celulosa.

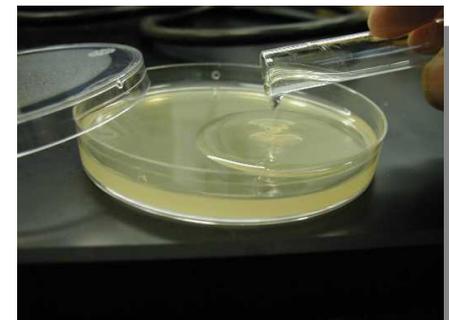


(Tomado de Biología 2 - Santillana)



# POLISACÁRIDOS: HETEROPOLISACÁRIDOS ESTRUCTURALES

- Formados por 2 o + polisacáridos distintos.
- Cabe destacar los siguientes:
  - **Hemicelulosa:** pared celular (formado por aldopentosas: xilosa y arabinosa)
  - **Gomas:** Función defensiva en vegetales
  - **Mucílagos:** Se encuentran en vegetales, bacterias y algas. Absorben agua  $\Rightarrow$  espesantes: **agar-agar** (=con enlace  $\alpha$ . Se extrae de algas rojas o rodofíceas.  
Se utiliza en microbiología para cultivos y en la industria alimentaria como espesante. En las etiquetas de productos alimenticios lo puedes encontrar con el código E-406.



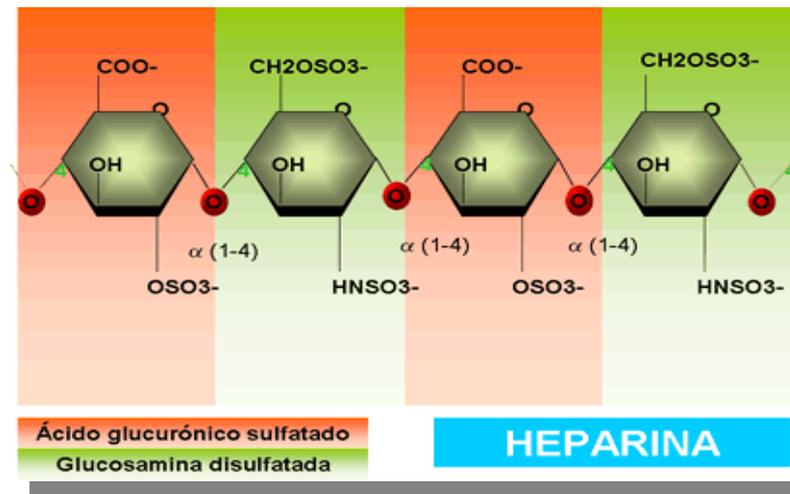
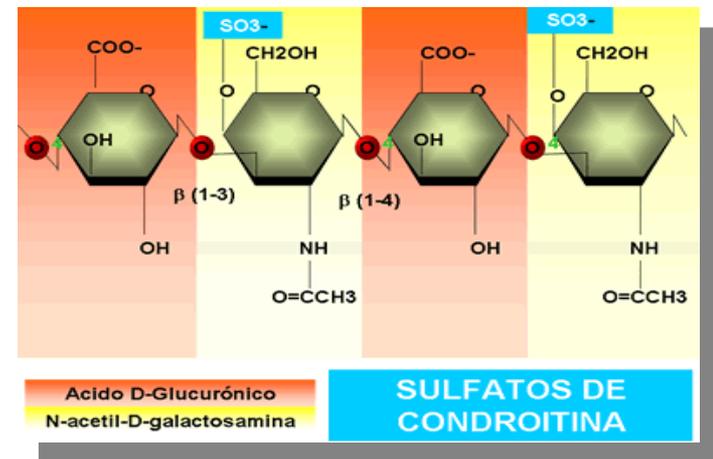
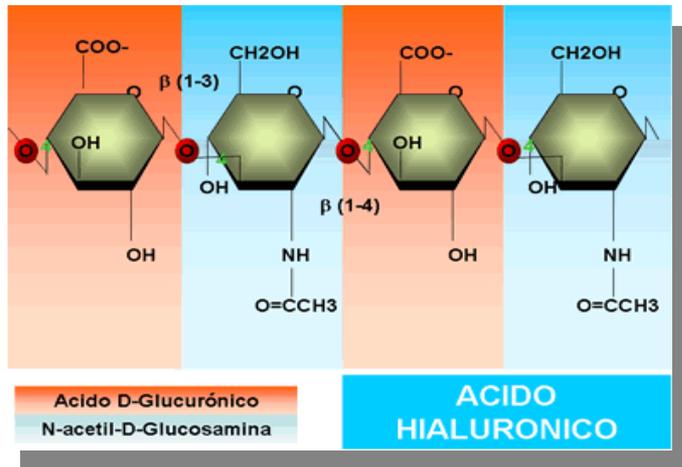
# POLISACÁRIDOS: HETEROPOLISACÁRIDOS

## ➤ MUCOPOLISACÁRIDOS:

- De origen animal.
- Variada composición y funciones
- Suelen asociarse a proteínas para formar productos viscosos (sustancias intercelulares o lubricantes)
  - **Ácido hialurónico:** En tejidos conectivos, articulaciones, líquido sinovial y en la cubierta de los ovocitos.
  - **Condroitina:** composición y función similar a la del ác. Hialurónico. En huesos y cartílagos.
  - **Heparina:** inhibe la coagulación de la sangre y se halla en la sustancia intercelular del hígado y de los pulmones, y en la pared de las arterias.

# POLISACÁRIDOS: HETEROPOLISACÁRIDOS

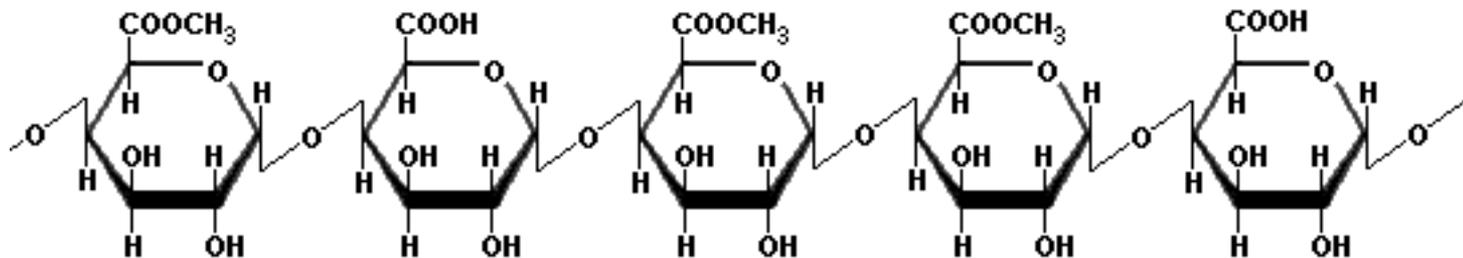
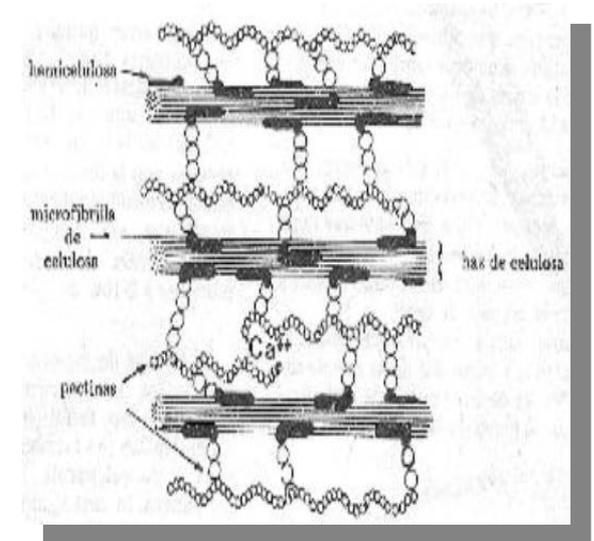
## ➤ MUCOPOLISACÁRIDOS:

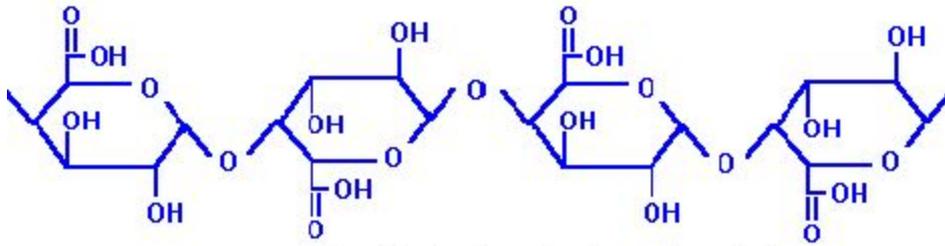


# POLISACARIDOS: HETEROPOLISACÁRIDOS ESTRUCTURALES

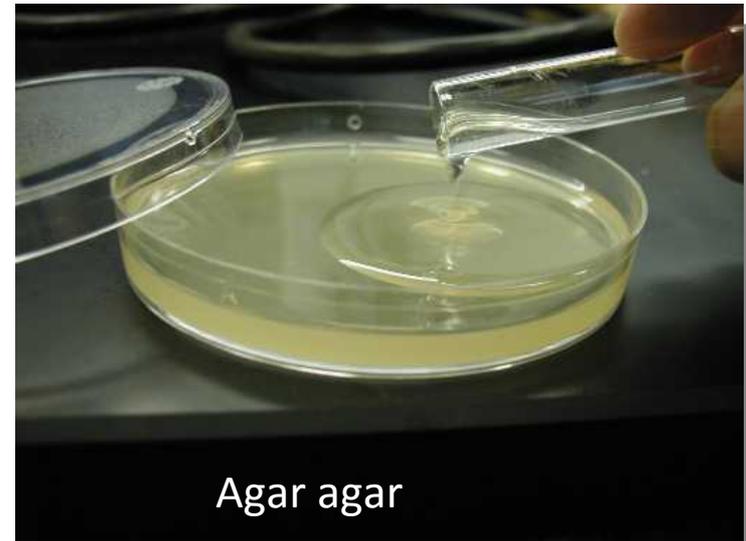
## ➤ PECTINA:

- Es un polímero del ácido galacturónico intercalado con otros monosacáridos como la ramnosa (metilpentosa), de la que surgen ramificaciones
- Es otro constituyente de las paredes celulares vegetales.
- Constituye la matriz en la que se insertan las microfibrillas de celulosa
- Se encuentra también en los hongos.
- Abunda en la manzana, pera, ciruela y membrillo. Posee una gran capacidad gelificante que se aprovecha para preparar mermeladas





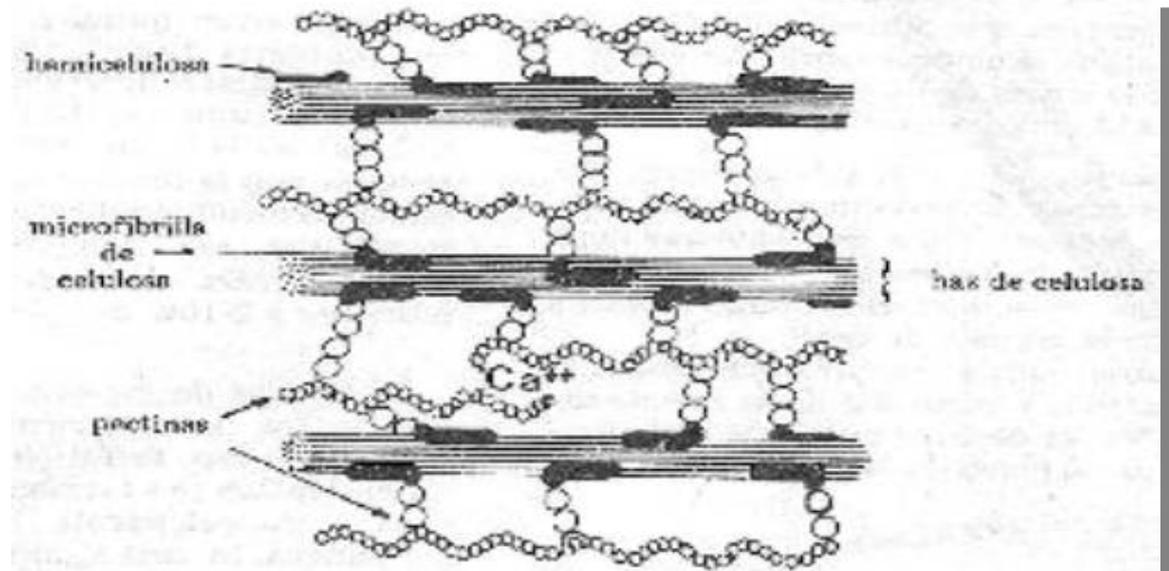
Pectin (polygalacturonic acid)



Agar agar

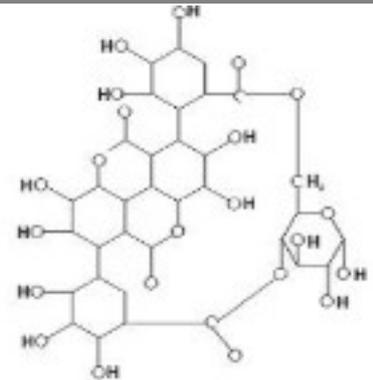
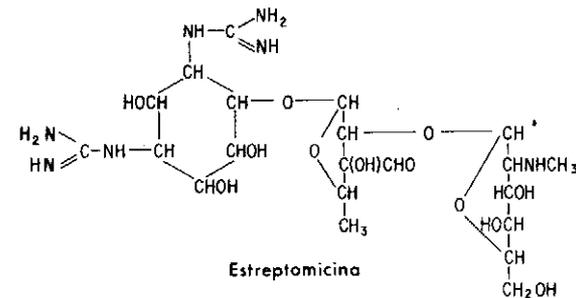


Goma arábica



# 4. OSIDOS: HETERÓSIDOS

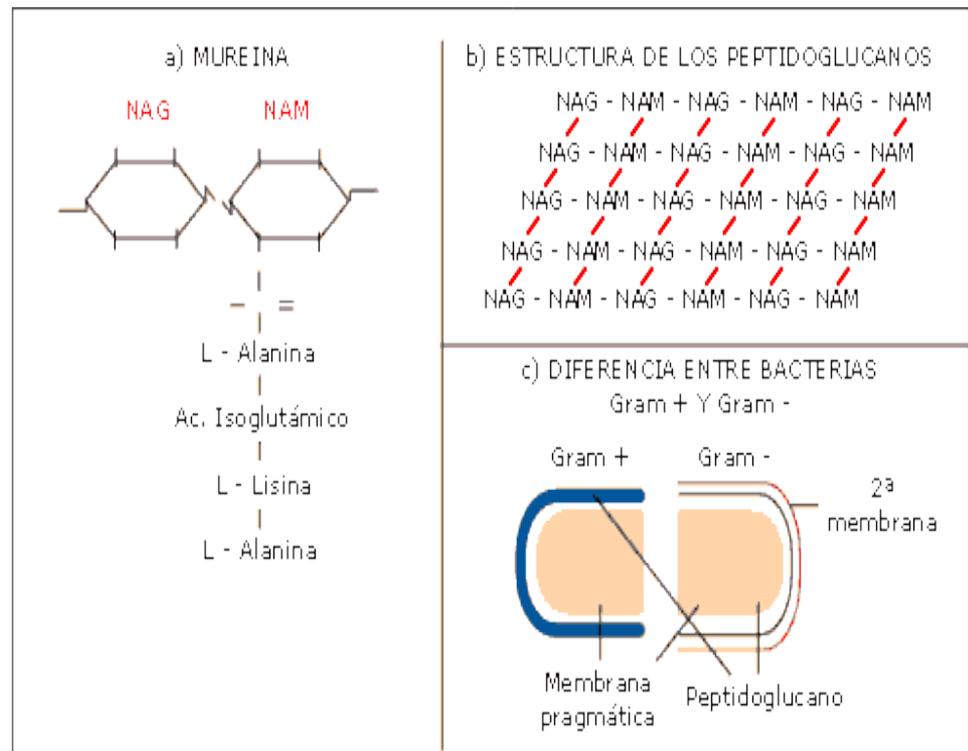
- Resultan de la unión de un monosacárido, o de un pequeño oligosacárido, con una molécula o grupo de moléculas no glucídicas, también de bajo peso molecular, denominadas aglucón.
- Podemos citar:
  - Digitalina: utilizada en el tratamiento de enfermedades vasculares.
  - Antocianósidos, responsables del color de las flores.
  - Tanósidos; de propiedades astringentes.
  - Estreptomina; antibiótico.
  - Nucleotidos derivados de la ribosa, como la desoxirribosa que forman los ácidos nucleicos.



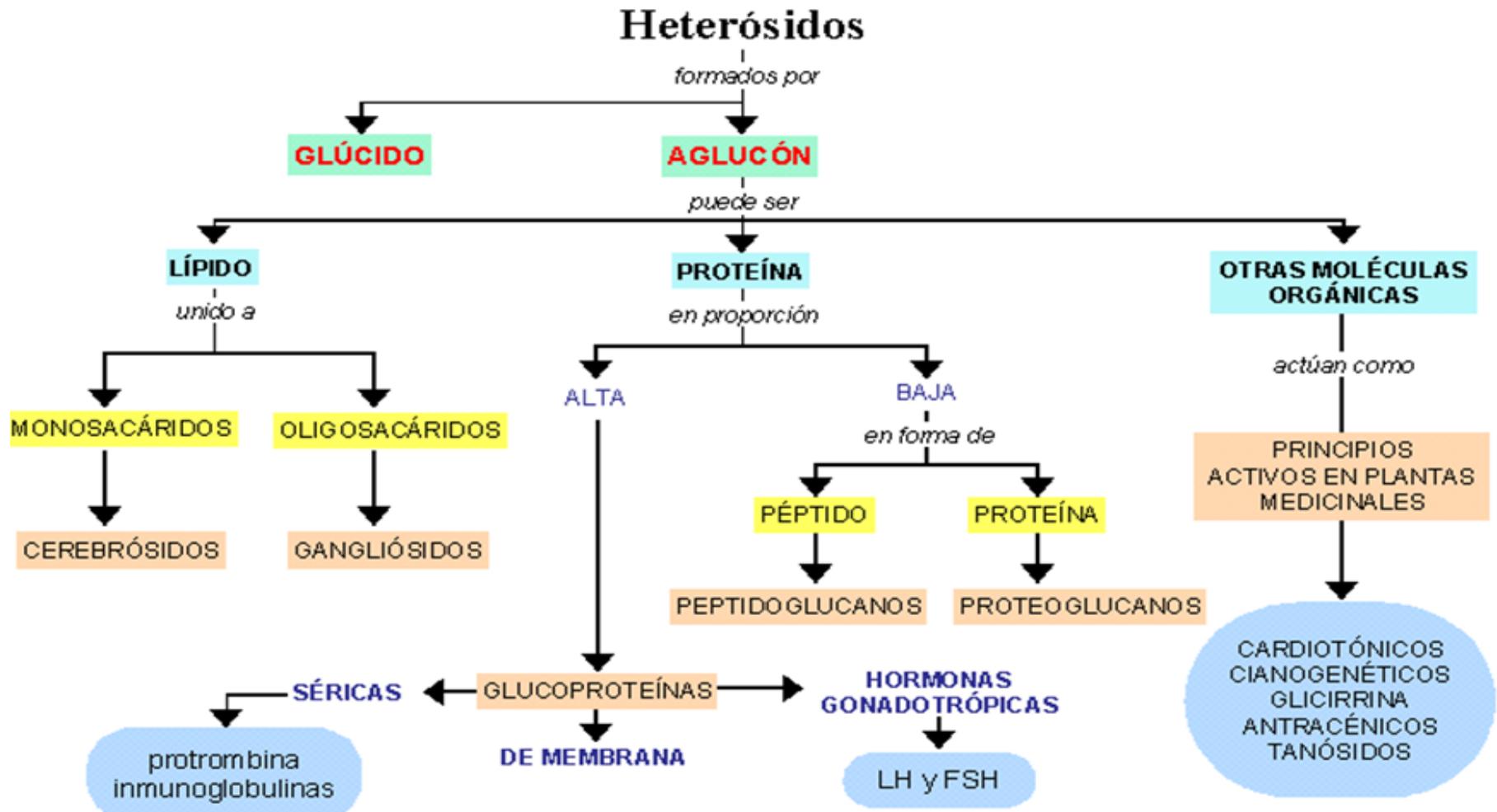
# 4. OSIDOS: HETERÓSIDOS

## Peptidoglucanos o mureína

- Resultan de la unión de cadenas de heteropolisacáridos mediante pequeños oligopéptidos de cinco aminoácidos.
- El heteropolisacárido es el polímero de *N*-acetil-glucosamina (NAG) y de ácido *N*-acetil-murámico (NAM) unidos entre sí mediante enlaces  $\beta$  (1  $\rightarrow$  4). La fracción oligopéptica une entre sí las cadenas de polisacáridos.
- Constituyen la pared bacteriana.



# 4. OSIDOS: HETERÓSIDOS



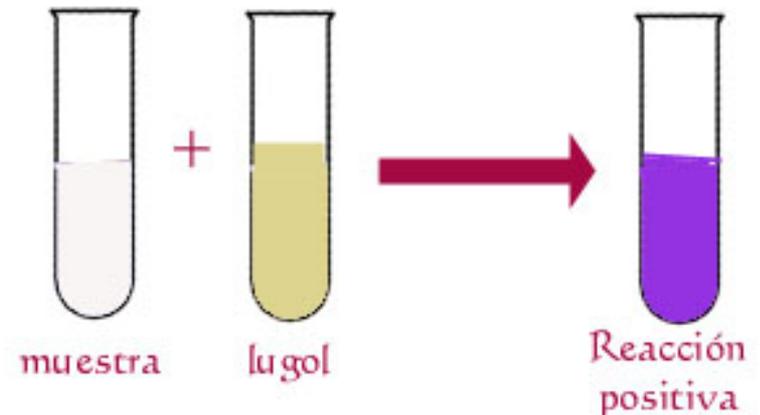
# 5. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN.

- **IDENTIFICACIÓN CON LUGOL:** identificación de almidón, celulosa y glucógeno. El reactivo lugol formado por una disolución de yodo y yoduro potásico. El almidón da una coloración azul y el glucógeno roja.

*Fundamento: La coloración producida por el*

*Lugol se debe a que el yodo se introduce entre las espiras de la molécula de almidón.*

*No es por tanto, una verdadera reacción química, sino que se forma un compuesto de inclusión que modifica las propiedades físicas de esta molécula, apareciendo la coloración azul violeta.*



# 5. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN.

- **PRUEBA DE FEHLING:** identifica la presencia de glúcidos reductores.

Reacción de Fehling:

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



# 5. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN.

- ❖ Consiste en calentar una disolución compuesta por el glúcido que se investiga y sulfato de cobre (II). Si el glúcido es reductor (mono y disacáridos excepto la sacarosa), se oxidará, reduciendo al sulfato de cobre (II), de color azul, a óxido de cobre (I), de color rojo anaranjado. Si no es reductor, la reacción no se producirá y el color no cambiará.



# 5. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN.

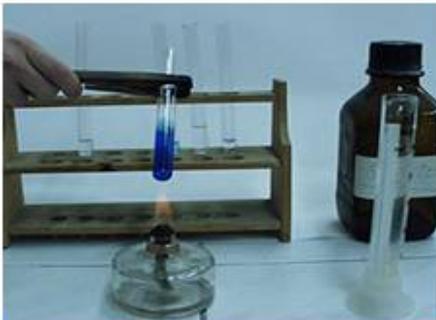
## La reacción de Fehling



Añadir, a 3 cc de una disolución de glucosa, 1cc de Fehling A y....



... 1 cc de Fehling B, usar pipetas diferentes.

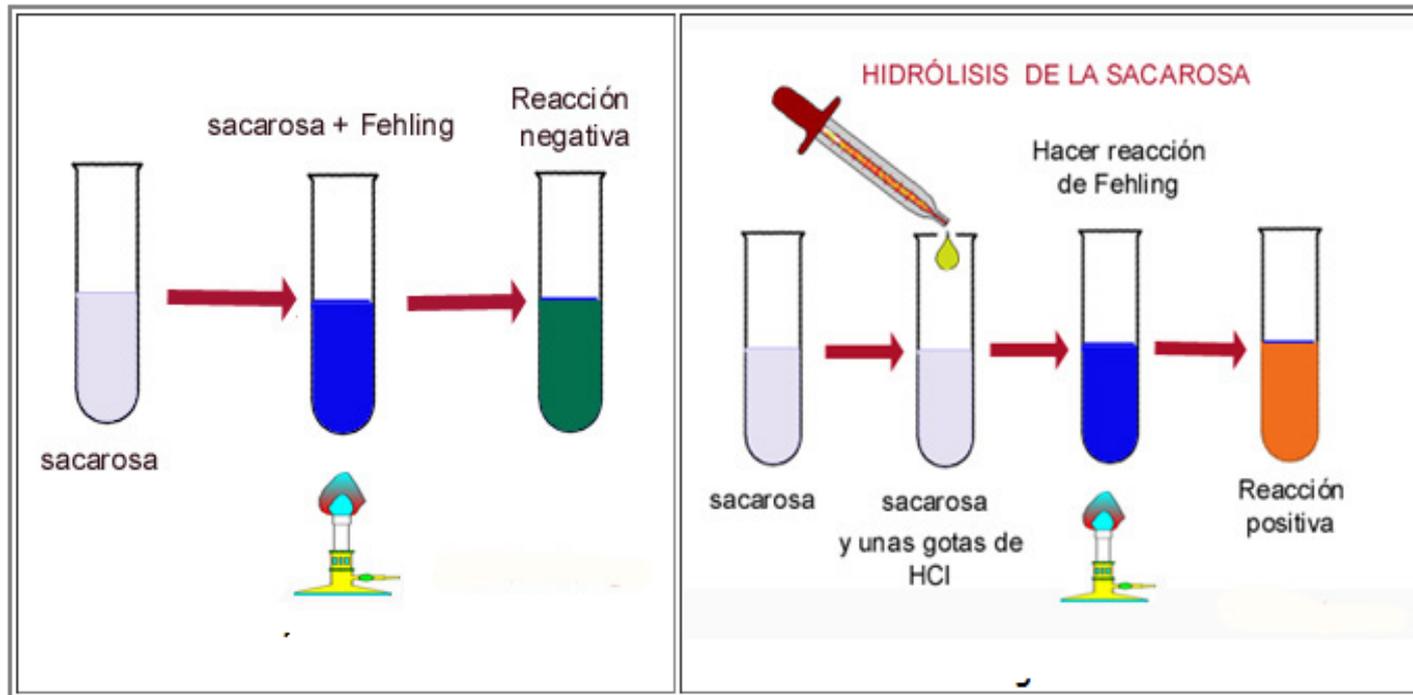


Calentar suavemente a la llama de un mechero. Usar las debidas precauciones.



Si la disolución contiene un glúcido reductor, se volverá de color rojo ladrillo.

# 5. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN.



# PÁGINAS DE INTERÉS

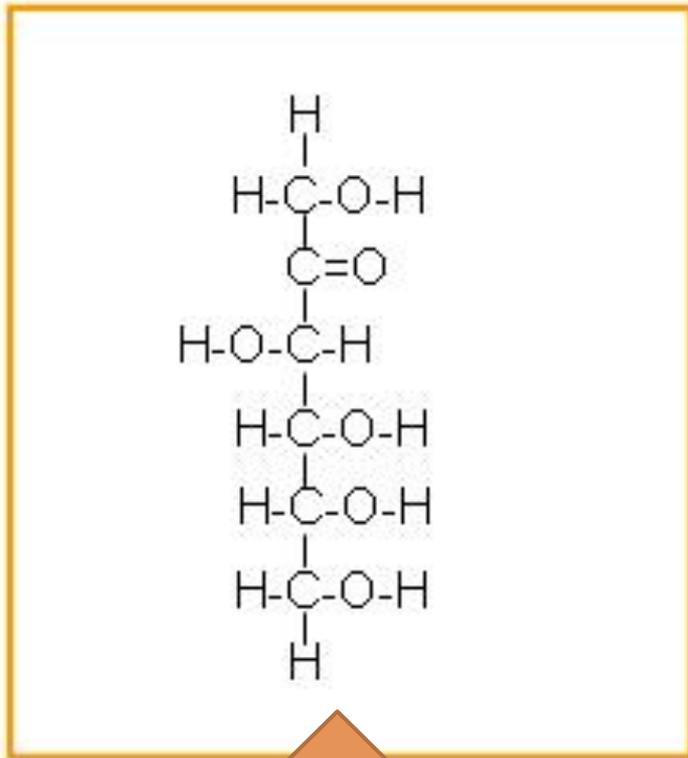
- <http://www.terravivida.com/vivida/monosaccharide/> : página web para practicar con todos los tipos de monosacáridos.
- <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/biomol/contenidos6.htm>: Página web para ver la ciclación de la glucosa

# TEMA 4

## **TEST DE REPASO**

# Describe estas moléculas

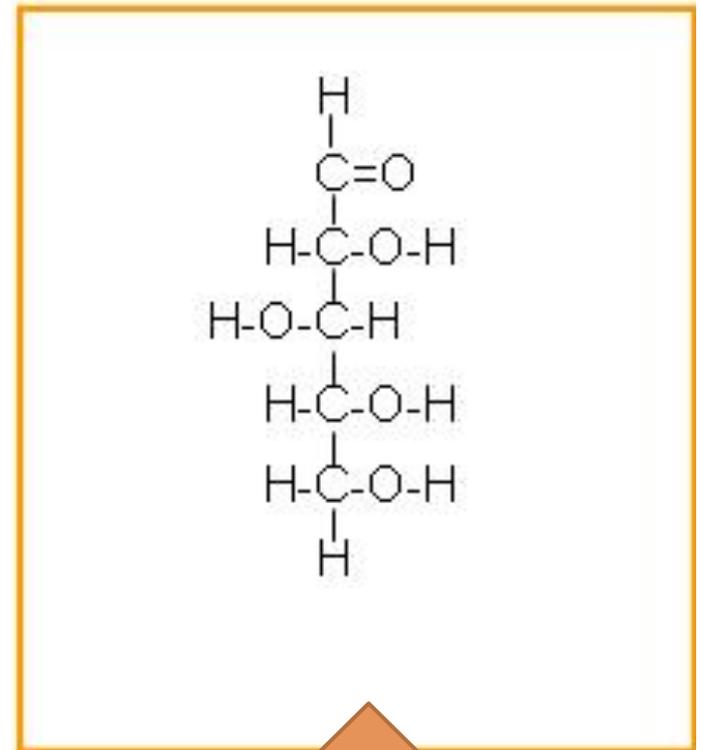
## □ Molécula A



**D-FRUCTOSA**

(Glúcido, Monosacárido,  
Cetona, Hexosa, D)

## □ Molécula B

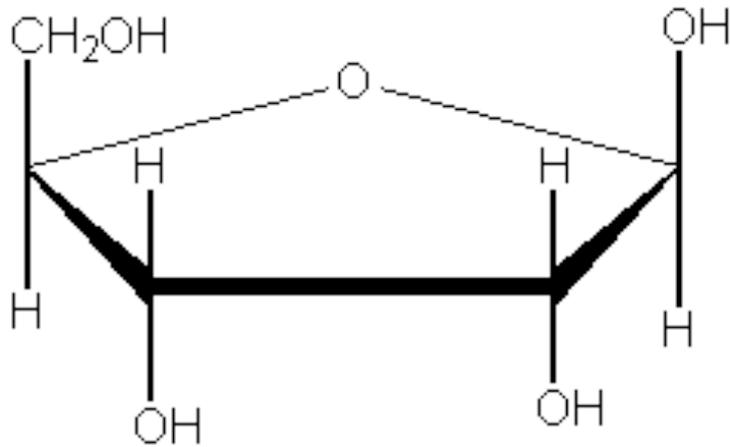


**D-XILOSA**

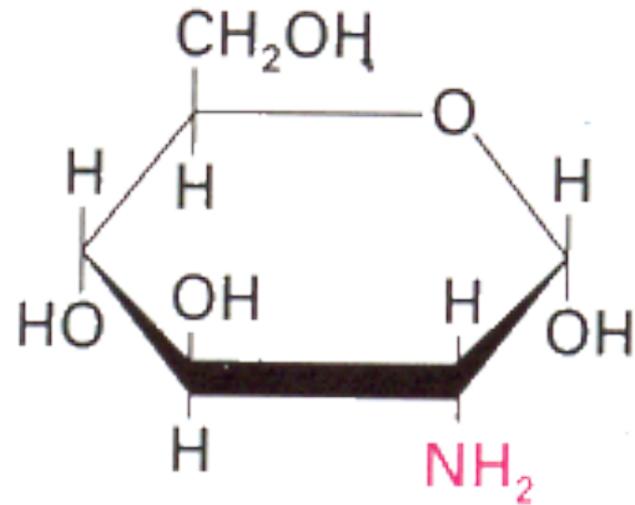
(Glúcido, Monosacárido,  
Aldehído, Pentosa, D)

# ¿De qué molécula se trata?

RIBOSA

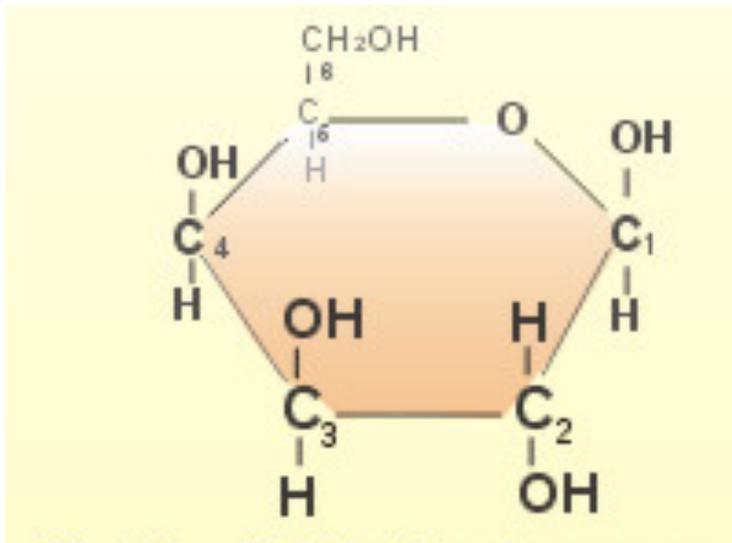


GLUCOSAMINA

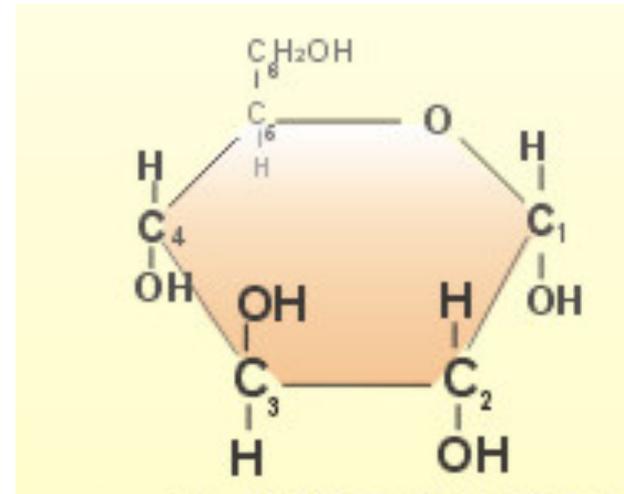


# ¿De qué molécula se trata?

GALACTOSA



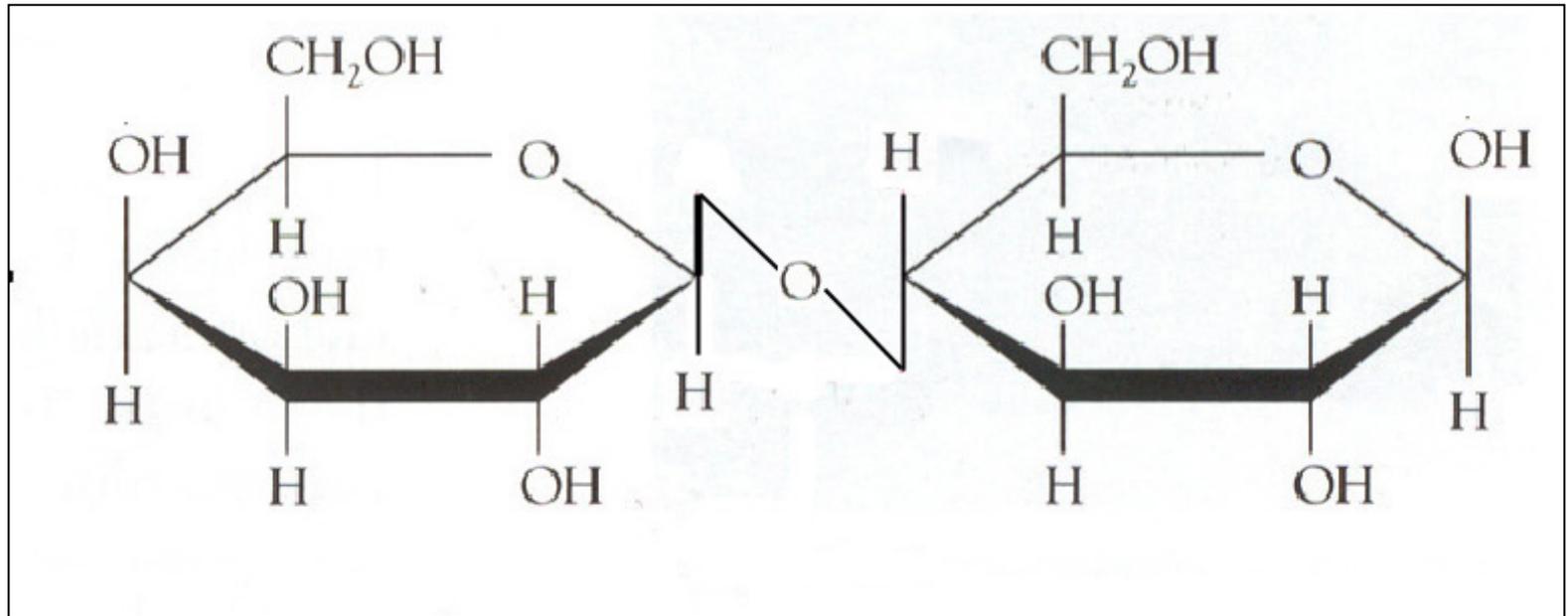
GLUCOSA



# Identifica la siguiente molécula

$\beta$ -D-galactopiranosil (1 $\rightarrow$ 4)  $\alpha$ -D-glucopiranososa

LACTOSA

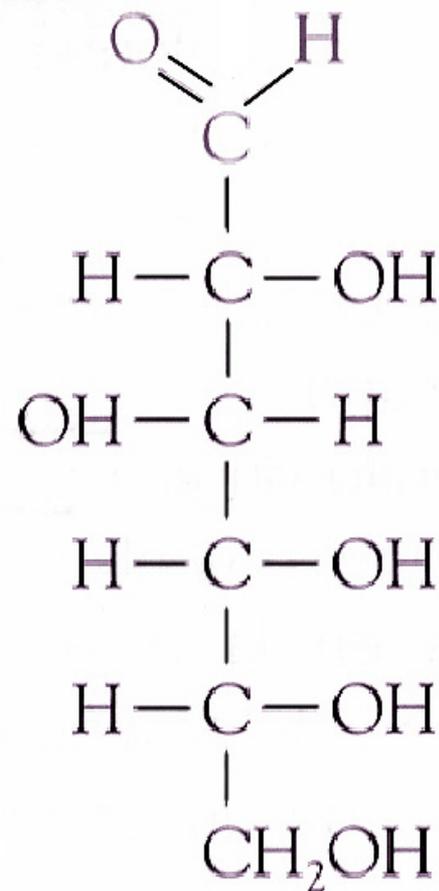


- ¿Tiene poder reductor?

SI

## Sobre la siguiente molécula, indica:

- A qué grupo pertenece, cual es su nombre
- Los carbonos asimétricos que presenta
- Si presenta o no poder reductor (justifícalo brevemente)
- Si es soluble o no (justifícalo brevemente)
- Representa su forma cíclica e indica como pasa a llamarse una vez ciclada:



# BIBIOGRAFÍA Y PÁGINAS WEB

- <http://departamentobiologiageologiaiesmuriedas.wordpress.com/2o-bachillerato/biologia-2/>
- **Biología. 2º Bachillerato. SANZ ESTEBAN, Miguel. SERRANO BARRERO, Susana. TORRALBA REDONDO. Begoña. Editorial Oxford.**
- <http://www.bioquimicaqui11601.ucv.cl/unidades/hdec/HdeC2.html>
- <http://cienciastella.com/Glucidos.html>
- [http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo\\_ov/](http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/)
- [http://www.geocities.ws/batxillerat\\_biologia/glucids.htm](http://www.geocities.ws/batxillerat_biologia/glucids.htm)
- [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos\\_informaticos/concurso2001/accesit\\_4/glucidos.html](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/concurso2001/accesit_4/glucidos.html)
- <http://temabiomoleculas.blogspot.com.es/>