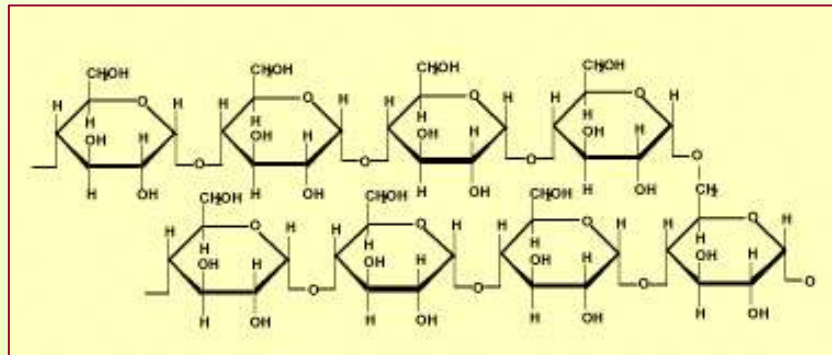
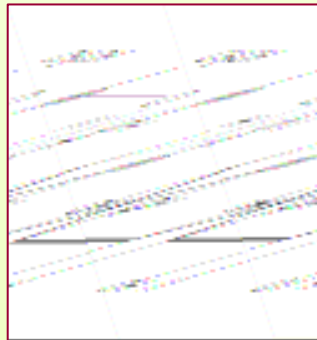


# CARBOHIDRATOS OU GLÍCIDOS



**Carmen Cid Manzano**

**I.E.S. Otero Pedrayo. Ourense. Departamento Bioloxía e Xeoloxía.**

# CONCEPTO DE GLÍCIDO

Reciben o nome de carbohidratos ou hidratos de carbono porque a súa fórmula xeral é  $C_n(H_2O)_n$ . Desde o punto de vista químico é un nome incorrecto, xa que esta fórmula só describe a una ínfima parte destas moléculas.

Tamén se lles pode coñecer polos seguintes nomes:

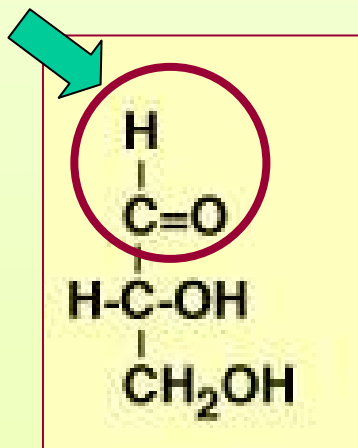
- **Glúcidos** (da palabra grega que significa doce), pero son moi poucos os que teñen sabor doce.
- **Sacáridos** (da palabra latina que significa azucre), aínda que o azucre común é un só dos centenares de compostos distintos que poden clasificarse neste grupo.

## Desde o punto de vista químico

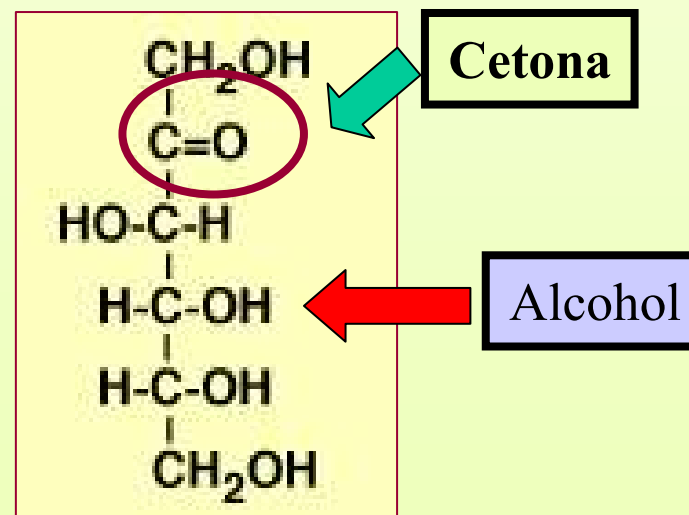
Os glúcidos son biomoléculas formadas basicamente por carbono (C), hidróxeno (H) e osíxeno (O).

Os glúcidos poden definirse como polihidroxialdehídos ou polihidroxicetonas ou derivados destes.

Aldehido



Cetona



Alcohol

# CLASIFICACIÓN DOS GLÍCIDOS

Non hidrolizables → **Monosacáridos**

Osas

**Holósidos**: formado pola unión de monosacáridos:

- **Disacáridos**: 2 monosacáridos.
- **Oligosacáridos**: entre 2 e 10 monosacáridos.
- **Polisacáridos**: moitos monosacáridos.

Hidrolizables

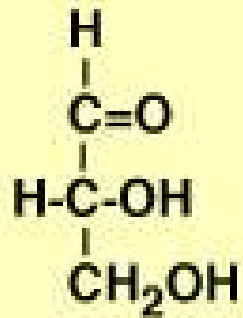
Ósidos

**Heterósidos** = parte glicídica + parte non glicídica.

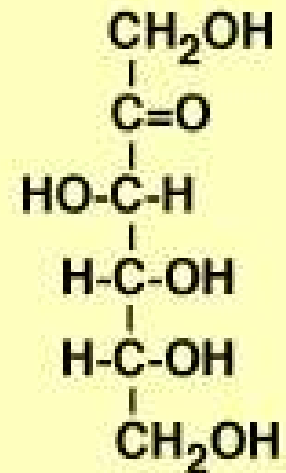
# Monosacáridos

Segundo o grupo funcional

ALDOSAS



CETOSAS



# Monosacáridos

Segundo o número de átomos de C

3 Carbonos



Triosas

4 Carbonos



Tetrosa

5 Carbono



Pentosa

6 Carbono



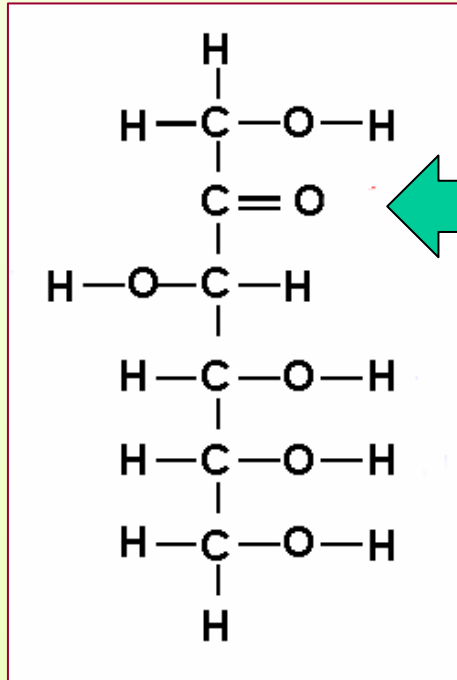
Hexosa

7 Carbono



Heptosas

## Fórmulas lineais dos monosacáridos ou en Proxección de Fischer



Nas cetosas o grupo cetona atópase no carbono 2

**Cetohexosa**

# PROPIEDADES DOS MONOSACÁRIDOS

- Sólidos
- Cristalinos
- De cor branco
- De sabor doce
- As disoluciones de monosacáridos cando son atravesados pola luz polarizada desvían o plano de vibración desta. ▶
- Son reductores



Os monosacáridos reducen as sales de cobre de cúpricas (azul) a cuprosas (vermella).

# Isomería

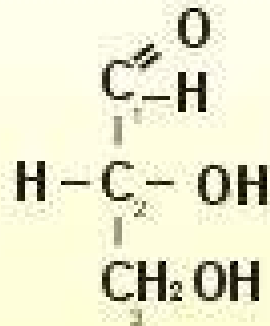
A isomería é unha característica que aparece nas moléculas que teñen a mesma fórmula empírica, pero presentan características físicas ou químicas que as fai diferentes. A estas moléculas se lles denomina **isómeros**.

Nos monosacáridos podemos atopar:

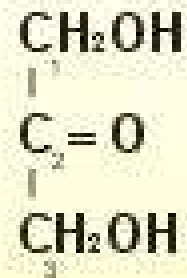
- isomería de función
- isomería espacial
- isomería óptica.

## • Isomería de función

Os isómeros distínguense por ter distintos grupos funcionais. As aldosas son isómeros das cetosas.



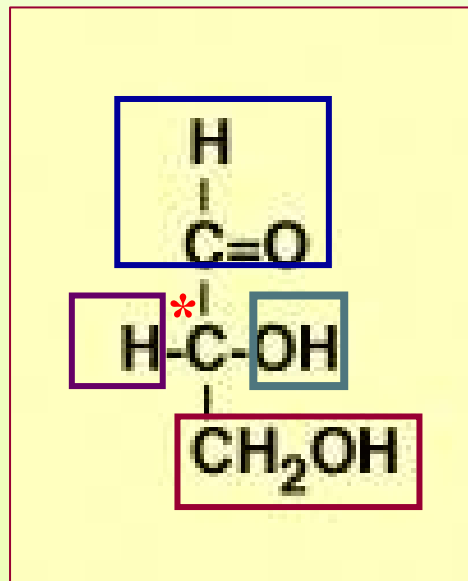
D - Gliceraldehido



Dihidroxiacetona

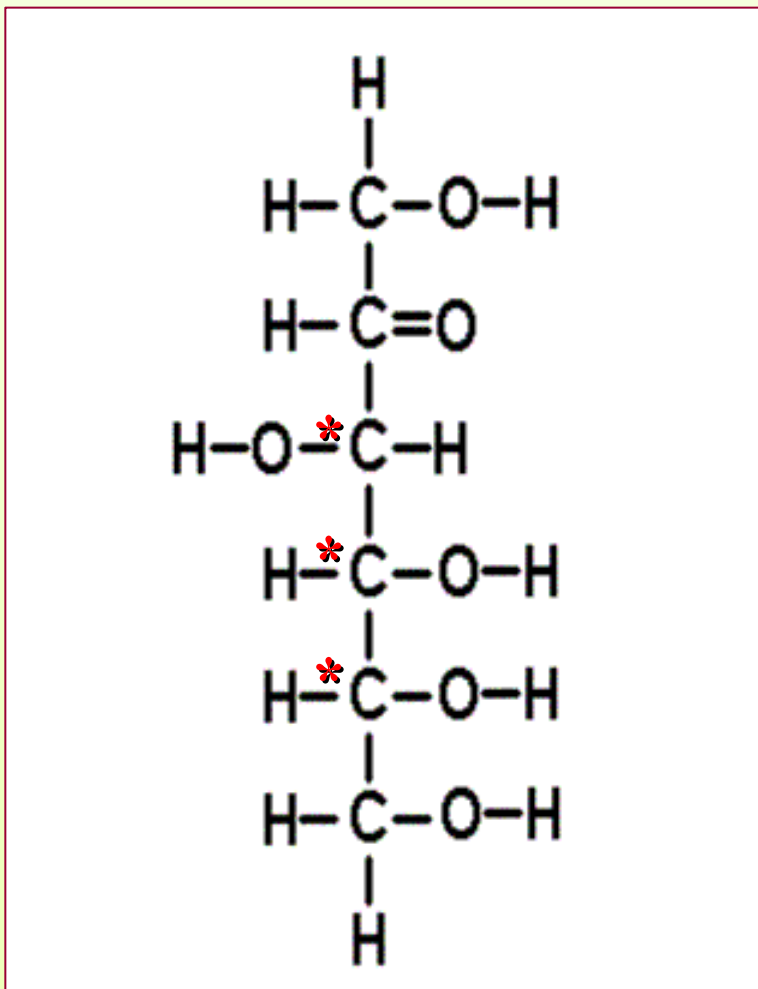
## • Isomería espacial

Os isómeros espaciais, ou estereoisómeros, prodúcense cando a molécula presenta un ou máis **carbonos asimétricos**. Os radicais unidos a estes carbonos pódense dispor no espacio en distintas posicións. Cantos máis carbonos asimétricos teña a molécula, máis tipos de isómeros presenta.



\* **Carbono asimétrico**

¿Cantos carbonos asimétricos ten a seguinte molécula?

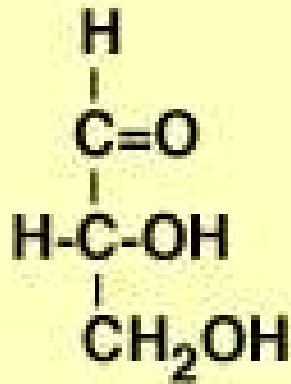


\*C = Carbono asimétrico

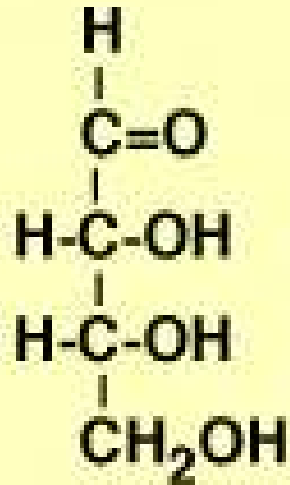
¿Cantos esteroisómeros?

$N^{\circ}$  de esteroisómeros =  $2^n$   
Sendo  $n = n^{\circ}$  de carbonos asimétricos

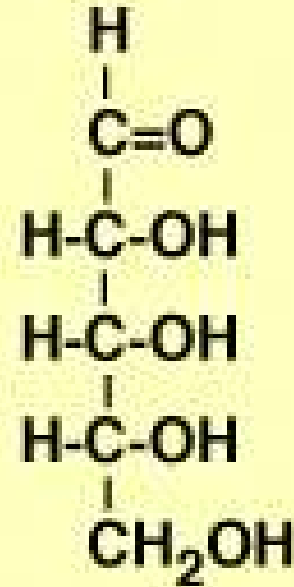
## Fórmulas lineais dos monosacáridos ou en Proxección de Fischer



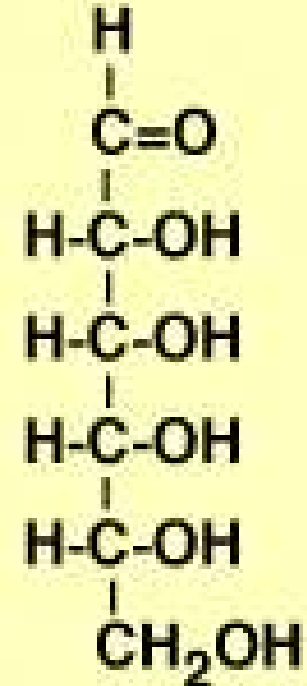
Aldtriosa



Aldotetrosa

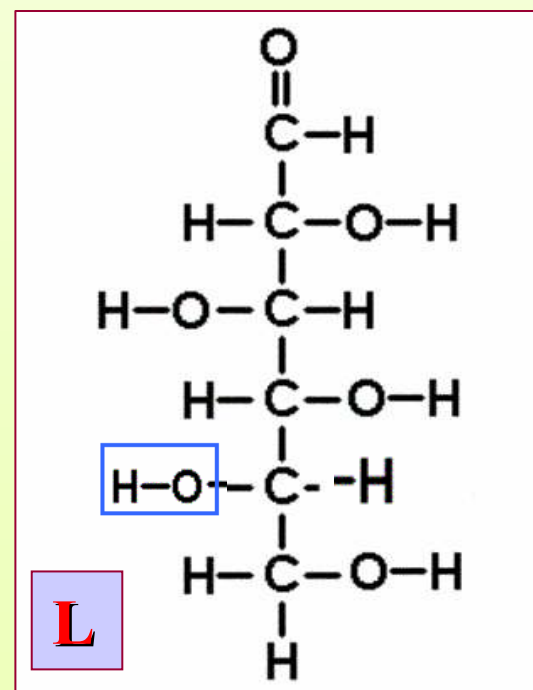
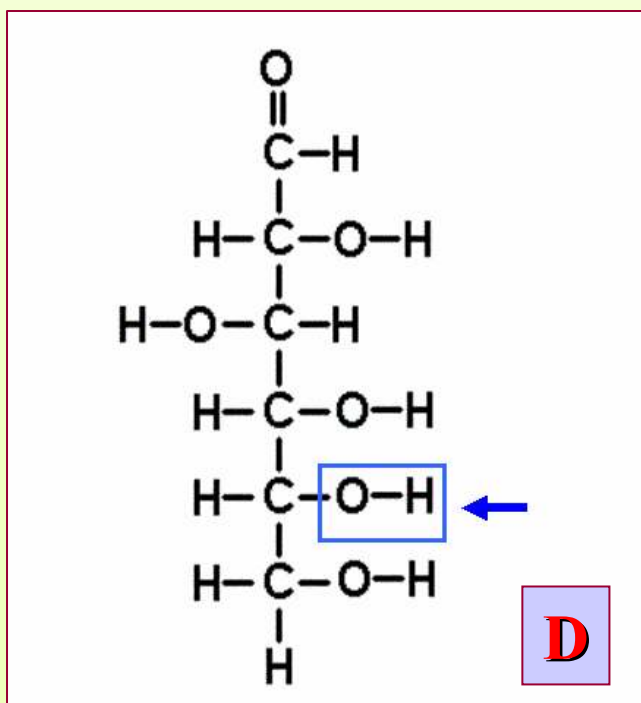


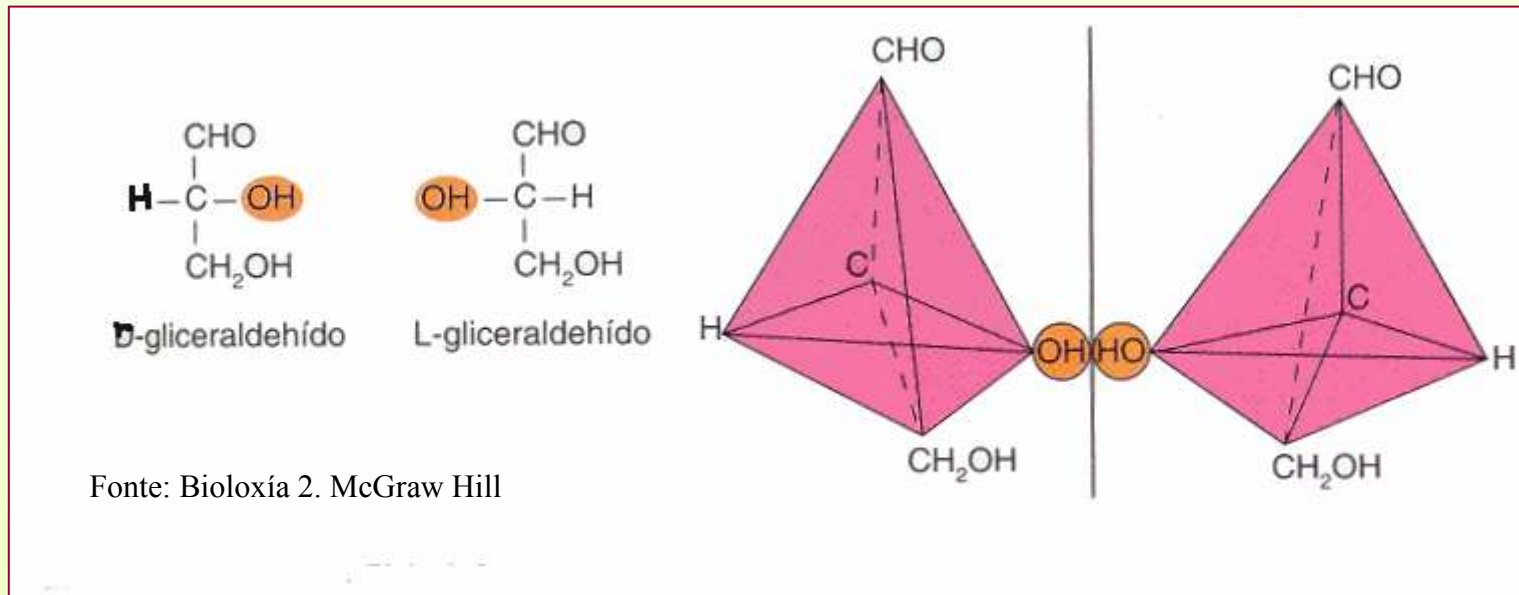
Aldopentosa



Aldohexosa

O carbono asimétrico máis afastado do grupo funcional serve como referencia para nomear a isomería dunha molécula. Cando o grupo alcohol deste carbono se atopa representado a súa **dereita** na proxección lineal dise que esa molécula é **D**. Cando o grupo alcohol deste carbono se atopa representado a súa esquerda na proxección lineal dise que esa molécula é **L**.



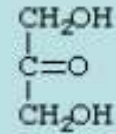


## Simetria espacial do Gliceraldehído

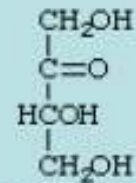
Na natureza todos os esteroisómeros pertencem a serie D



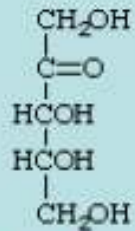
# CETOSAS



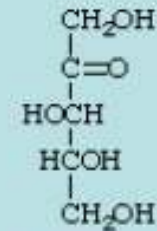
**Dihidroxiacetona**



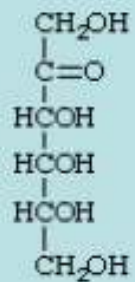
**D-eritrolosa**



**D-ribulosa**



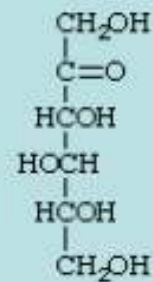
**D-xilulosa**



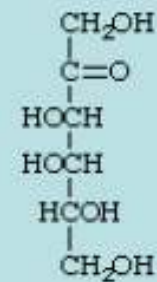
**D-Psicosa**



**D-Fructosa**

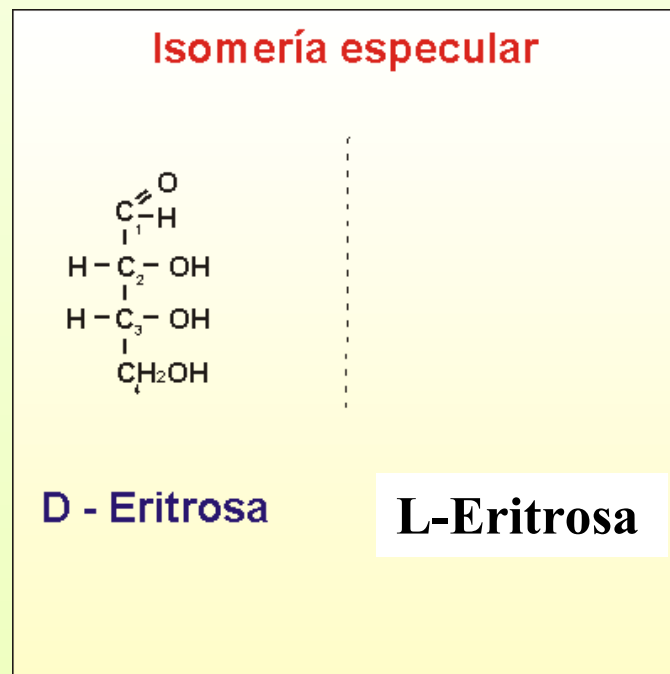


**D-Sorbosa**



**D-Tagatosa**

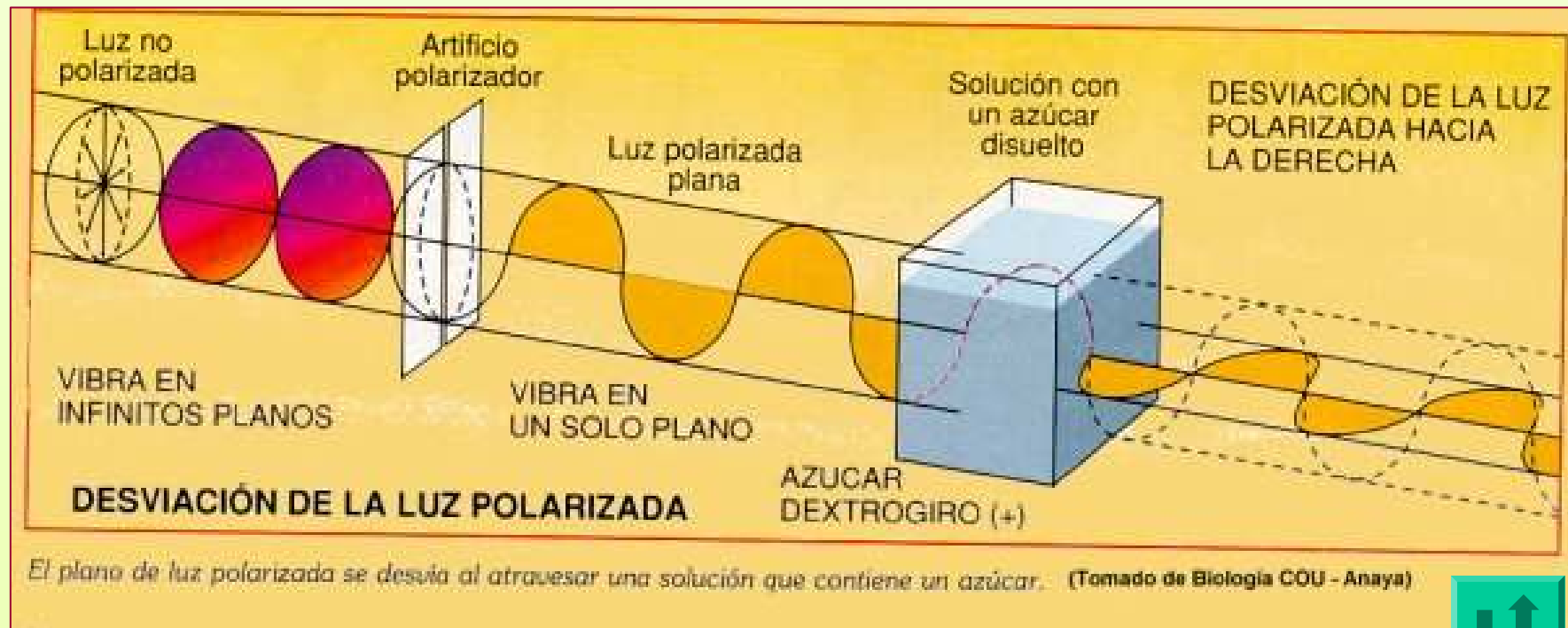
Os **isómeros especulares**, chamados tamén **enantiómeros**, ou **enantiomorfos**, ou isómeros quirales, son moléculas que teñen os grupos -OH de todos os carbonos asimétricos, en posición oposta.



Considéranse **epímeros** ás moléculas isómeras que se diferencian na posición dun único -OH nun carbono asimétrico.

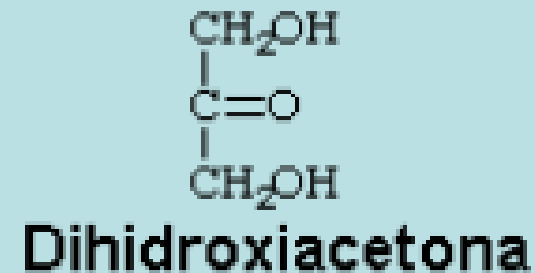
## • Isomería óptica

Cando se fai incidir a luz polarizada sobre unha disolución de monosacáridos que posúen carbonos asimétricos, o plano da luz desvíase. Se a desviación prodúcese cara a **dereita** dise que o isómero é **dextróxiro** e represéntase co signo (+). Se a desviación é cara a **esquerda** o isómero é **levóxiro** e represéntase co signo (-).



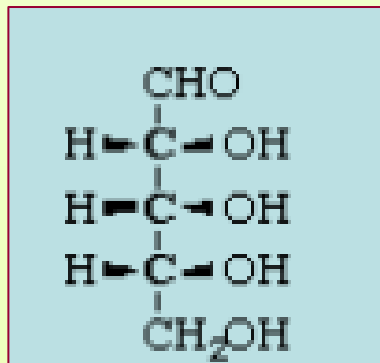
## MONOSACÁRIDOS IMPORTANTES

As triosas, **gliceraldehido** e **dihidroxicetona** son abundantes no interior da célula, xa que son metabolitos intermedios da degradación de la glicosa (respiración) e da fotosíntese.

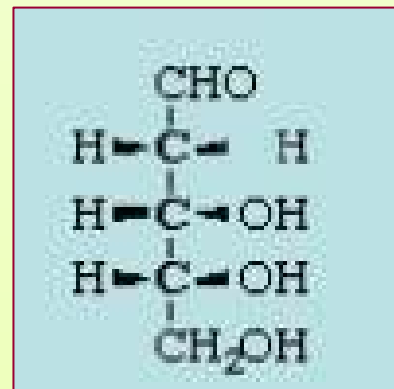


## MONOSACÁRIDOS IMPORTANTES

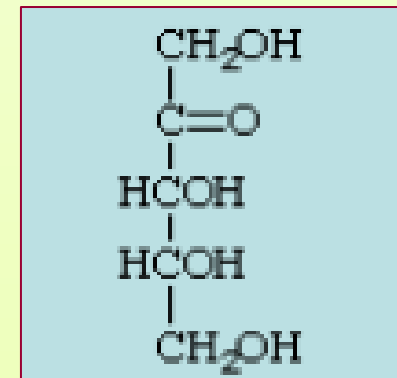
As pentosas, son glícidos de 5 carbonos e, entre eles atópanse: **ribosa e desoxirribosa**, que forman parte dos Ácidos nucleicos. A **ribulosa** que desempeña un importante papel na fotosíntese, debido a que a ela se fixa o  $\text{CO}_2$  atmosférico e de esta maneira se incorpora o carbono ó ciclo da materia viva.



D- Ribosa



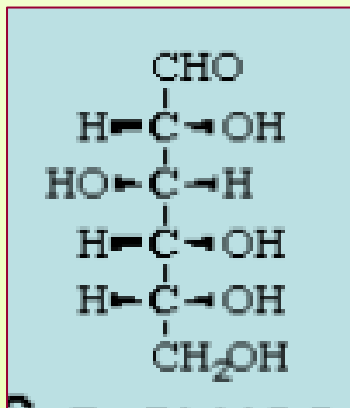
D- Desoxirribosa



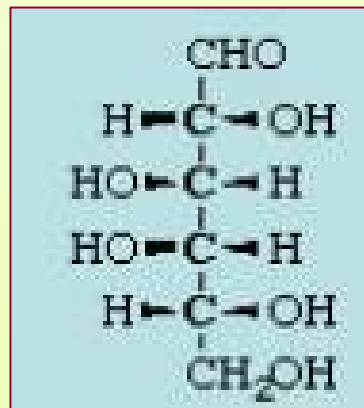
D- Ribulosa

## MONOSACÁRIDOS IMPORTANTES

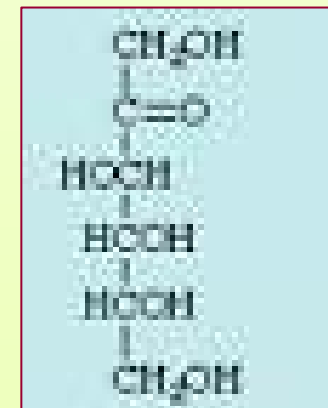
Hexosas, son glúcidos con 6 átomos de carbono. Teñen interese a **glicosa** e **galactosa** entre as aldohexosas e a **fructosa** entre as cetohehexosas.



D-glicosa



D-galactosa



D-fructosa

## Fórmulas cíclicas dos monosacáridos ou de Hawort

A representación da glicosa en proxeccións lineais como a de Fischer non explica todas as características químicas da glicosa. En primeiro lugar, a glicosa non dá todas as reaccións propias dos aldehídos, e en segundo lugar, as disolucións de D-glicosa presentan o fenómeno chamado mutarrotación.

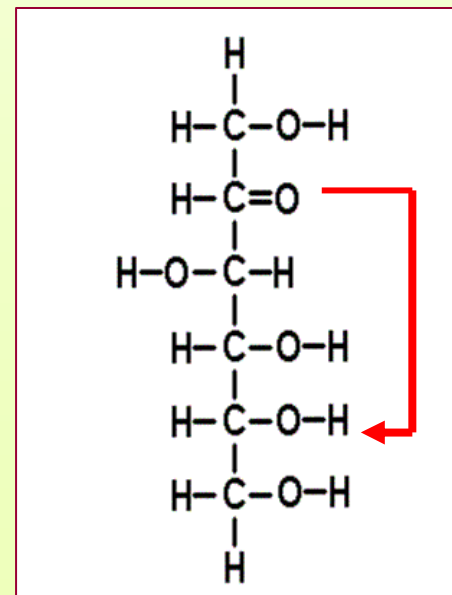
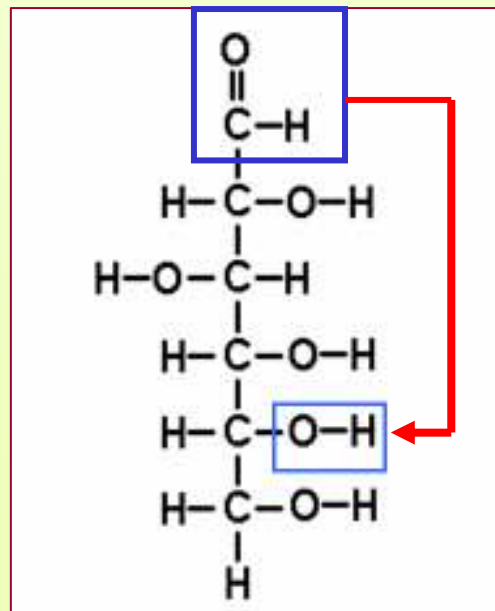
Cando se dissolve en auga a D-glicosa cristalina o seu poder rotatorio varía gradualmente co tempo, ata alcanzar un valor estable ( $+52,5^\circ$ ). Este fenómeno chámase mutarrotación.

Estos datos experimentais poden explicarse se supomos que a glicosa en disolución forma un enlace hemiacetálico interno entre o grupo carbonilo e un dos hidroxilos, orixinando unha molécula cíclica.

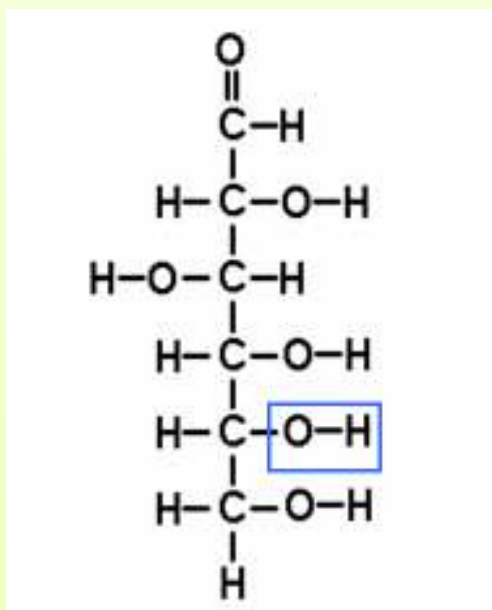
## Fórmulas cíclicas dos monosacáridos ou de Hawort

En disolución acuosa o grupo aldehído dos monosacáridos reacciona co grupo alcohol do carbono 4, nas aldopentosas, ou do carbono 5, nas aldohexosas, formando un **hemiacetal**.

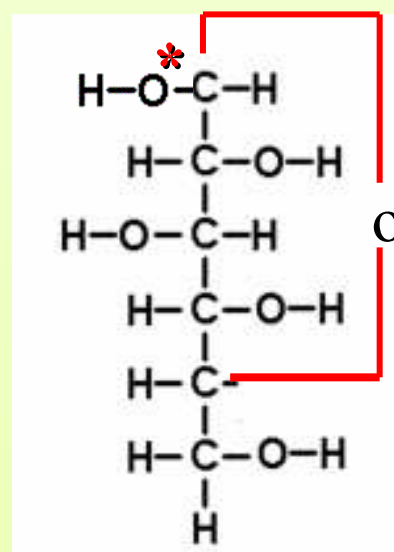
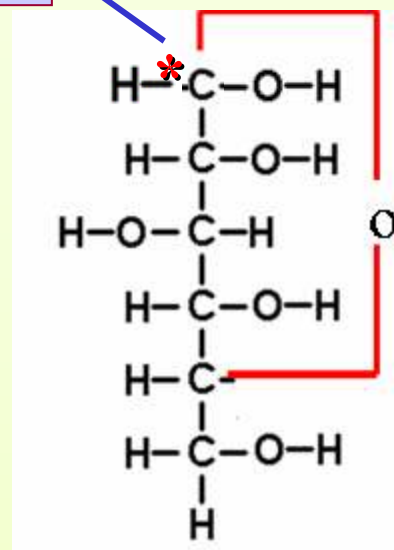
Nas cetopentosas reacciona o grupo cetona co alcol do carbono 5 formando un **hemiacetal**.



Carbono anomérico



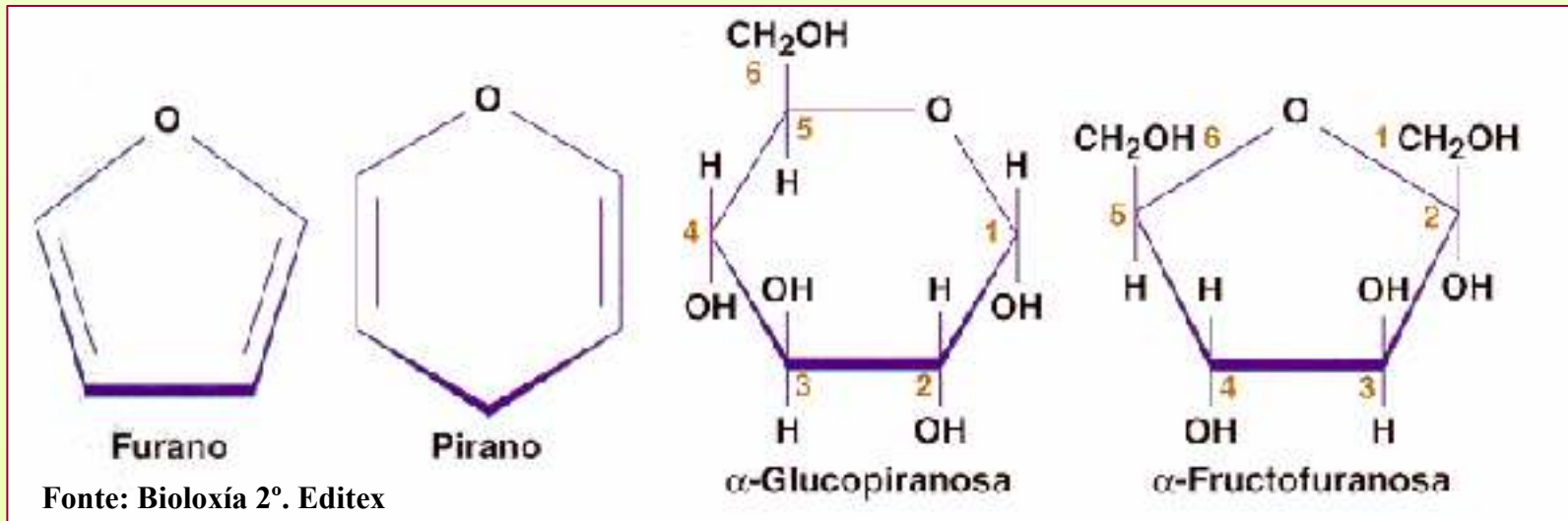
Na fórmula lineal o C 1  
non é asimétrico



Nas fórmulas cíclicas o C 1 é assimétrico e chama-se C  
anomérico.

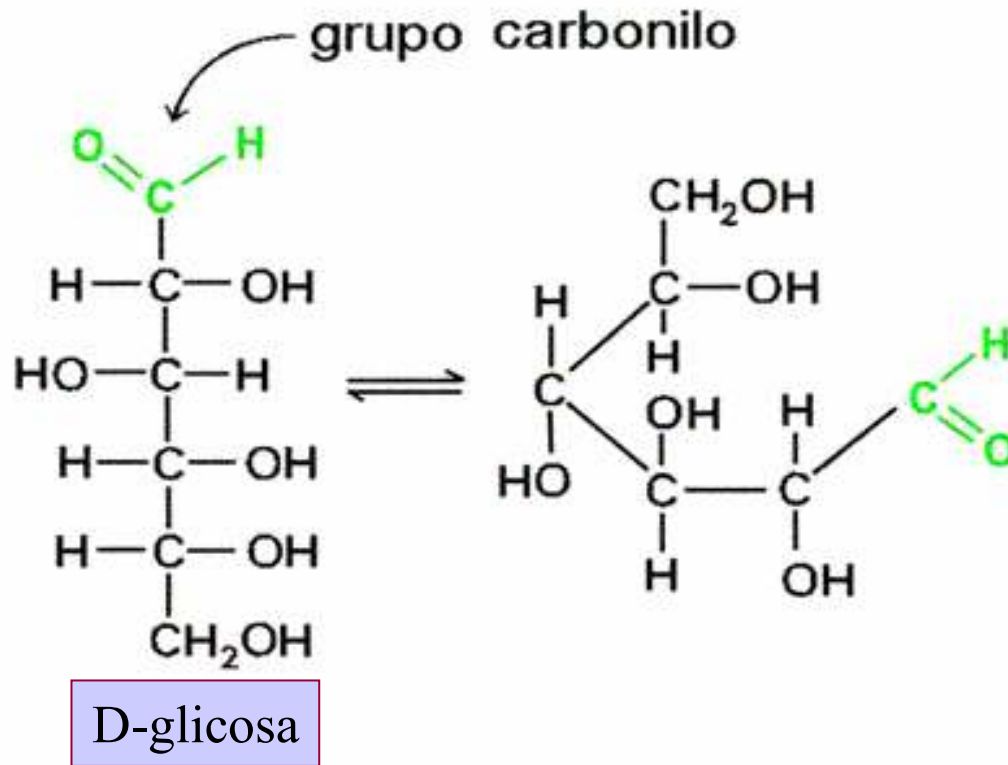
## Fórmulas cíclicas dos monosacáridos ou de Hawort

As distancias interatómicas teóricas nas fórmulas lineais das pentosas e hexosas non coinciden coas distancias reais. Hawort propuxo as formas en anel. As que pechan formando un anel de 5 lados se lles denomina **formas furanósicas** porque recordan o anel do furano. Os aneles de 6 lados son as **formas piranósicas** por recordar o pirano.

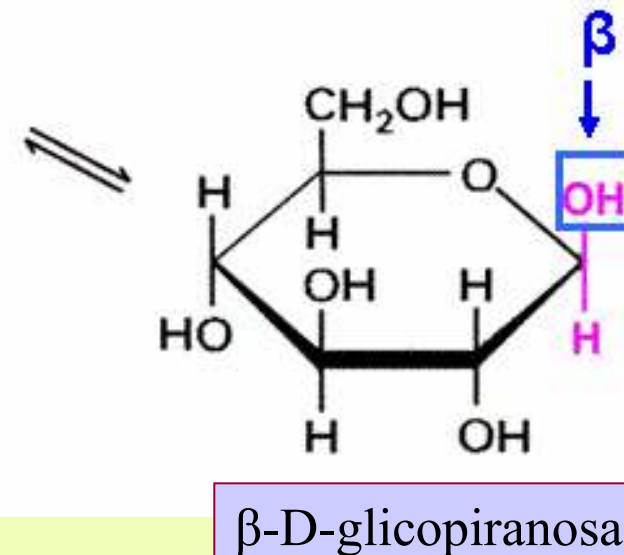
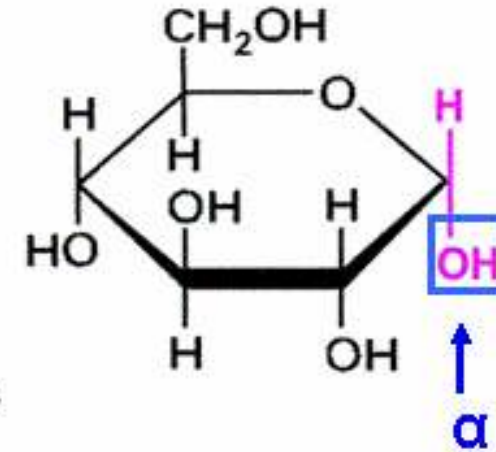


# Ciclación da glucosa

# Ciclación da D-glicosa



Todos os -OH que na forma lineal están cara a dereita, no plano colocaranse cara a abaixo e todos os que están cara a esquerda cara arriba. O C número 6 colócase cara arriba no plano.



As formas isómeras da glicosa difiren en moitas das súas propiedades, e en particular na súa capacidade en desviar o plano de xiro da luz polarizada, dado que ten distinta configuración nun carbono asimétrico.

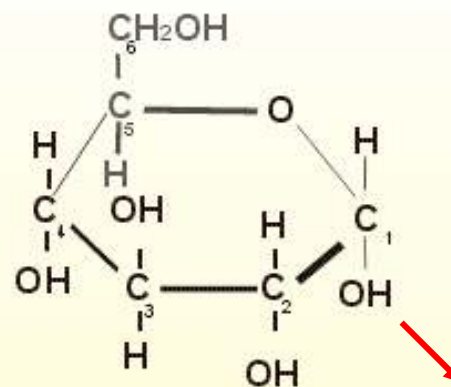
	$\alpha$ -glicosa	$\beta$ -glicosa	Equilibrio
<i>Rotación específica</i>	112,0	18,7	52,7

Cando cristaliza a glicosa obtense cristais de só unha delas, dependendo das condicións, xa que as moléculas son demasiado distintas para que podan cristalizar xuntas. Normalmente obtense a  $\alpha$ -glicosa. Cando a  $\alpha$ -glicosa se dissolve, comeza inmediatamente a producirse o paso á forma  $\beta$ , ata que se alcanza o equilibrio. Neste proceso obsérvase a chamada "mutarrotación", o cambio do valor do desvío do plano de xiro da luz polarizada desde o correspondente á  $\alpha$ -glicosa ata o correspondente ó equilibrio. O establecemento do equilibrio depende da temperatura.

## Isomería nos monosacáridos ciclados

Nos monosacáridos ciclados tamén presentan isomería espacial. Dependendo da posición que ocupe o grupo -OH do carbono anomérico, así atopamos isómeros en configuración **TRANS**, co carbono anomérico en posición  $\alpha$  ou configuración **CIS**, co carbono anomérico en posición  $\beta$ .

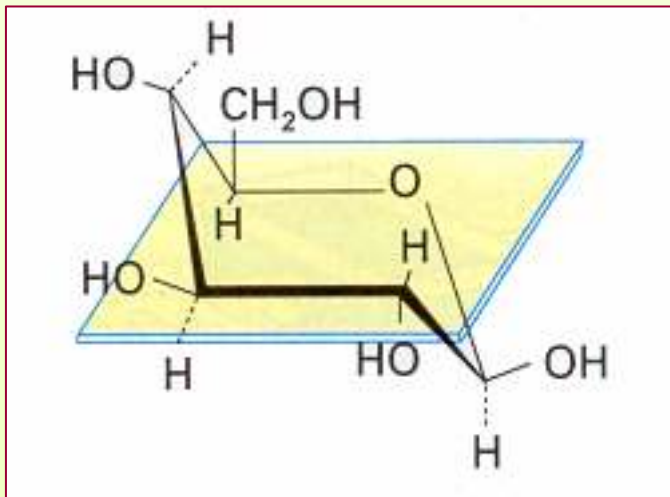
### Anómeros de la glucosa



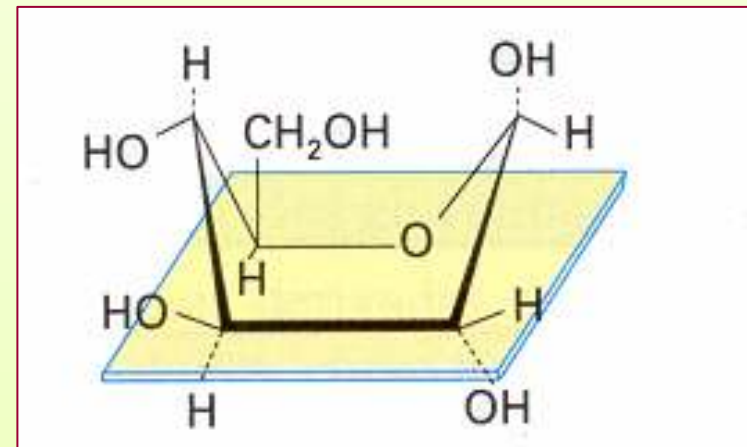
-OH hemiacetálico

$\alpha$  - D - Glucopiranososa

## Fórmulas tridimensionais da glicosa

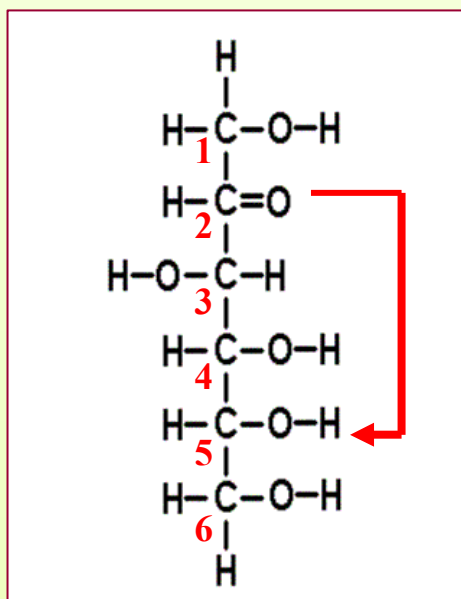


B- D- glucopiranososa en **estructura en cadeira**

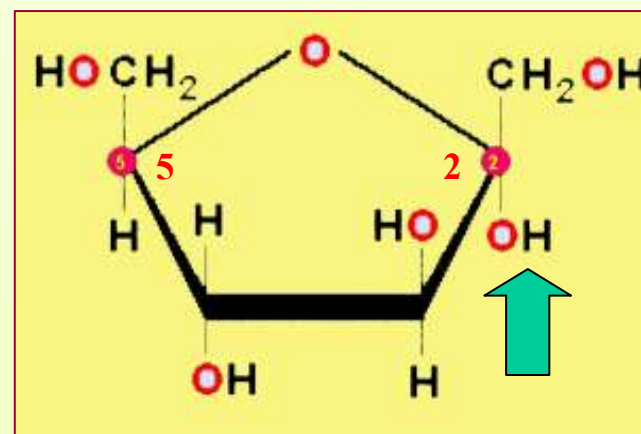
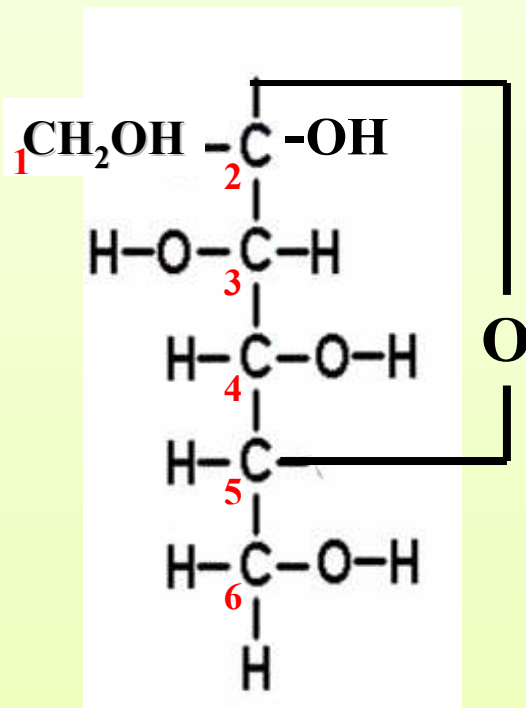


B- D- glucopiranososa en **estructura en nave** (forma máis inestable que a estrutura en cadeira)

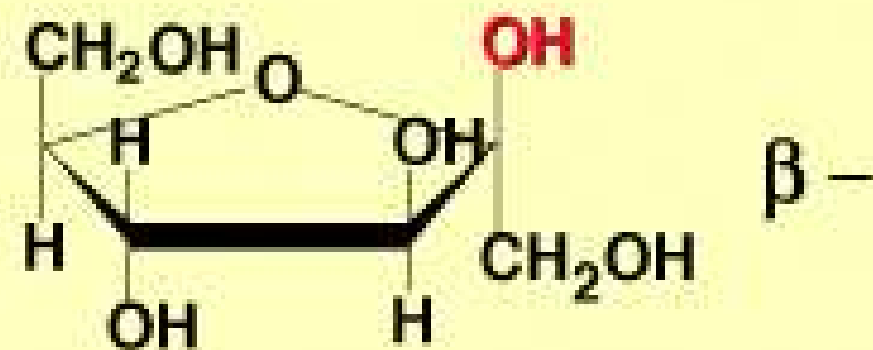
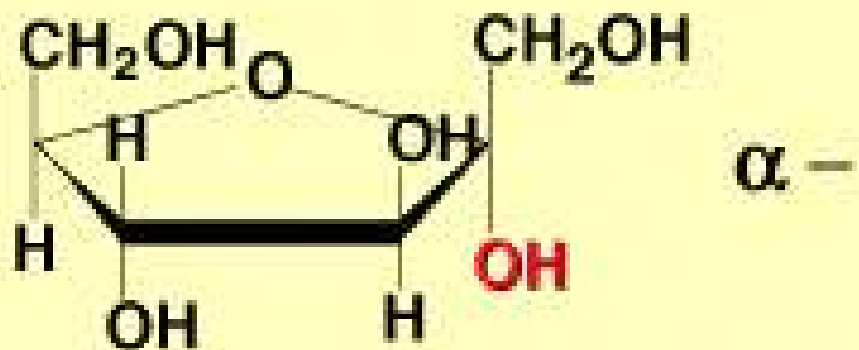
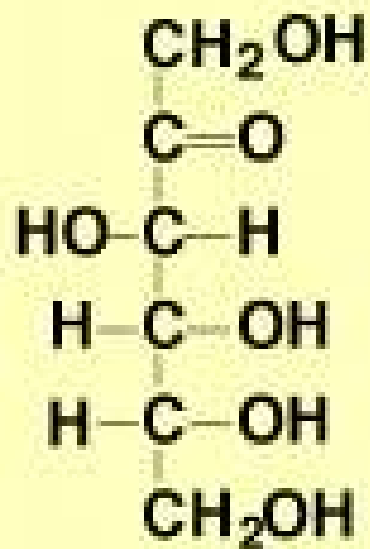
# Ciclación de D-fructosa

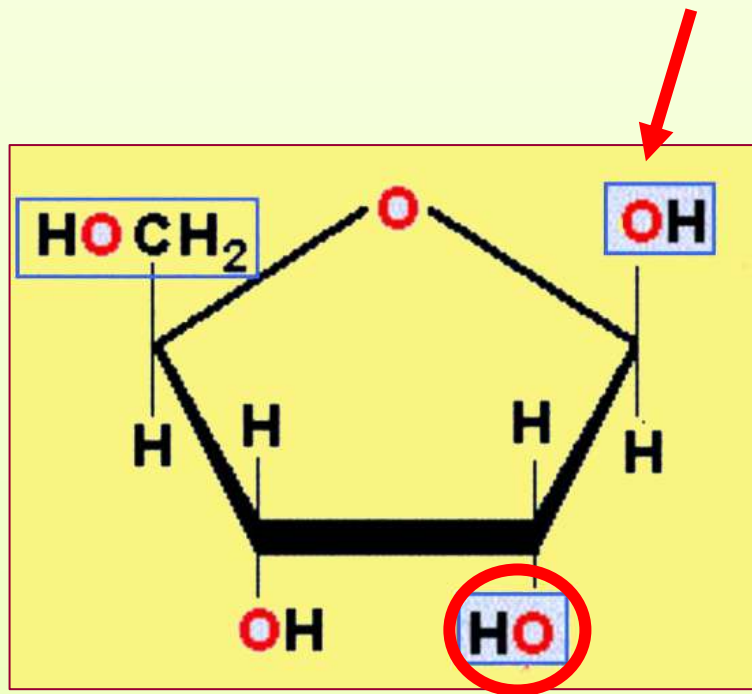


D- Fructosa

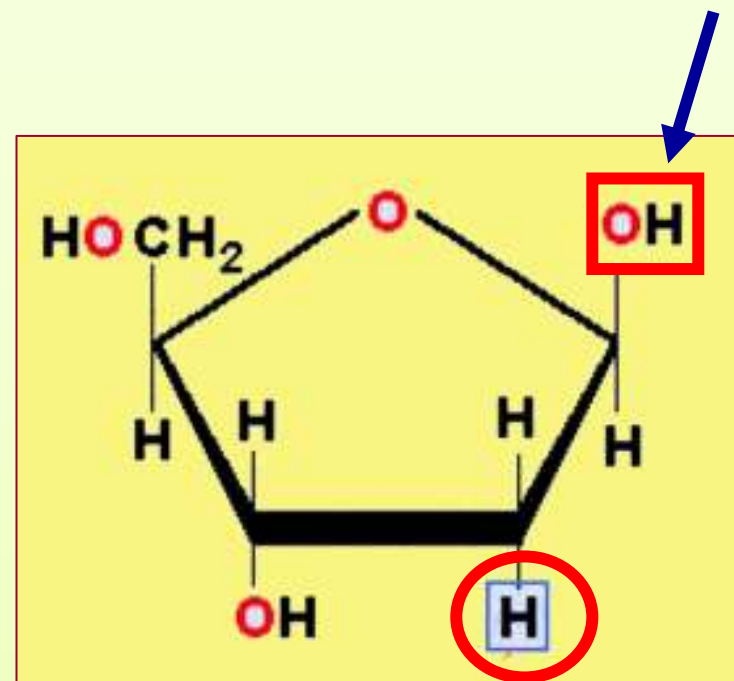


$\alpha$ -D- Fructofuranosa





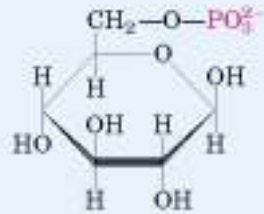
**$\beta$ -D-ribofuranosa**  
forma parte do ARN



**$\beta$ -D-desoxirribofuranosa**  
forma parte do ADN

# Derivados de monosacáridos

## Azucres esterificados

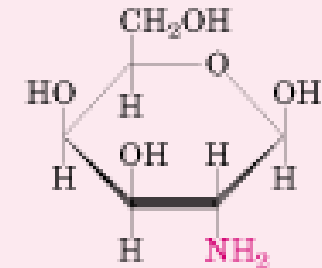


$\beta$ -D-Glucose 6-phosphate

## Aminoazucres

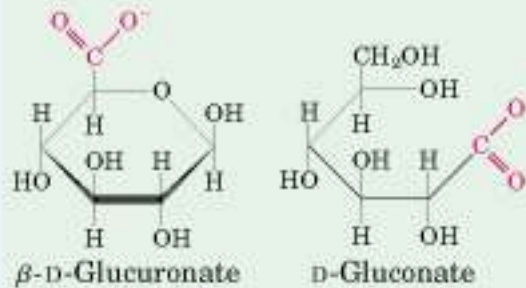


$\beta$ -D-Glucosamine



$\beta$ -D-Galactosamine

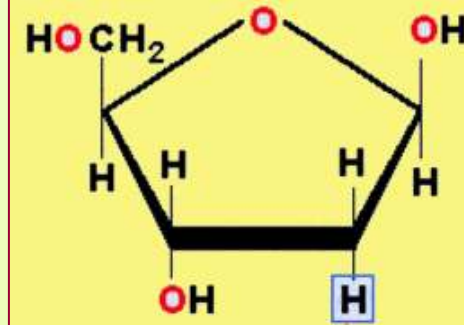
## Azucres ácidos



$\beta$ -D-Glucuronate

D-Gluconate

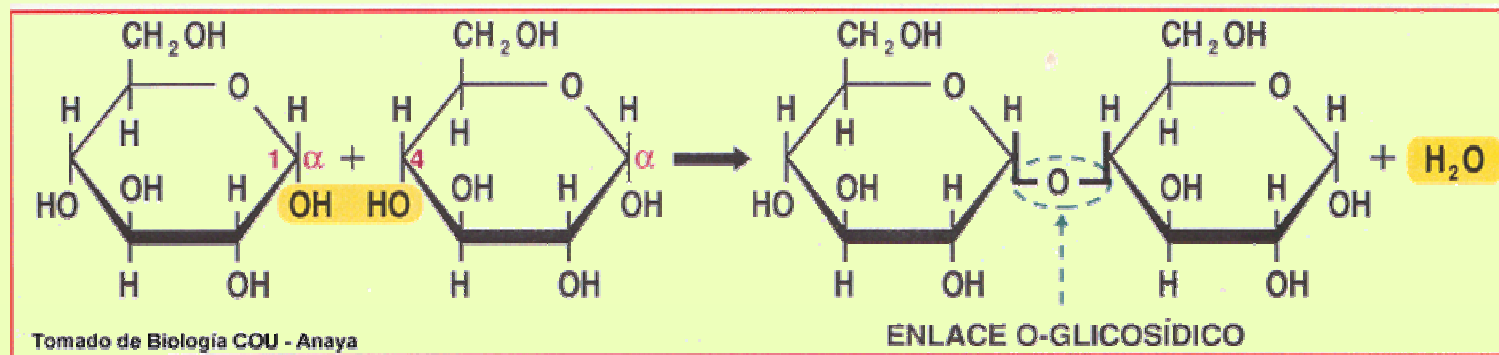
## Desoxiazucres



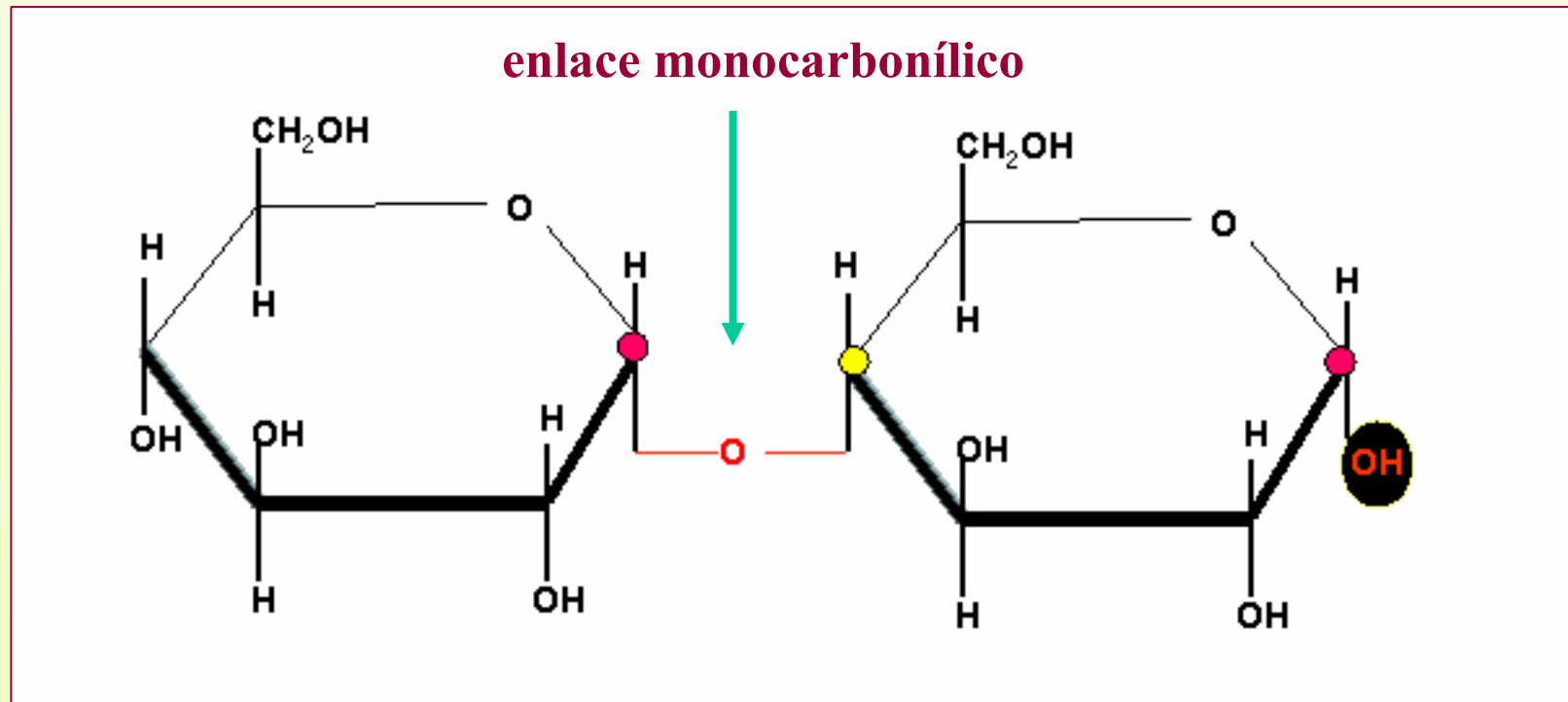
# Disacáridos

Concepto: Son os Holósidos máis sinxelos. Fórmanse pola condensación do OH hemiacetálico dun monosacárido e un OH calquera dun segundo monosacárido formando o enlace **O-glicosídico**.

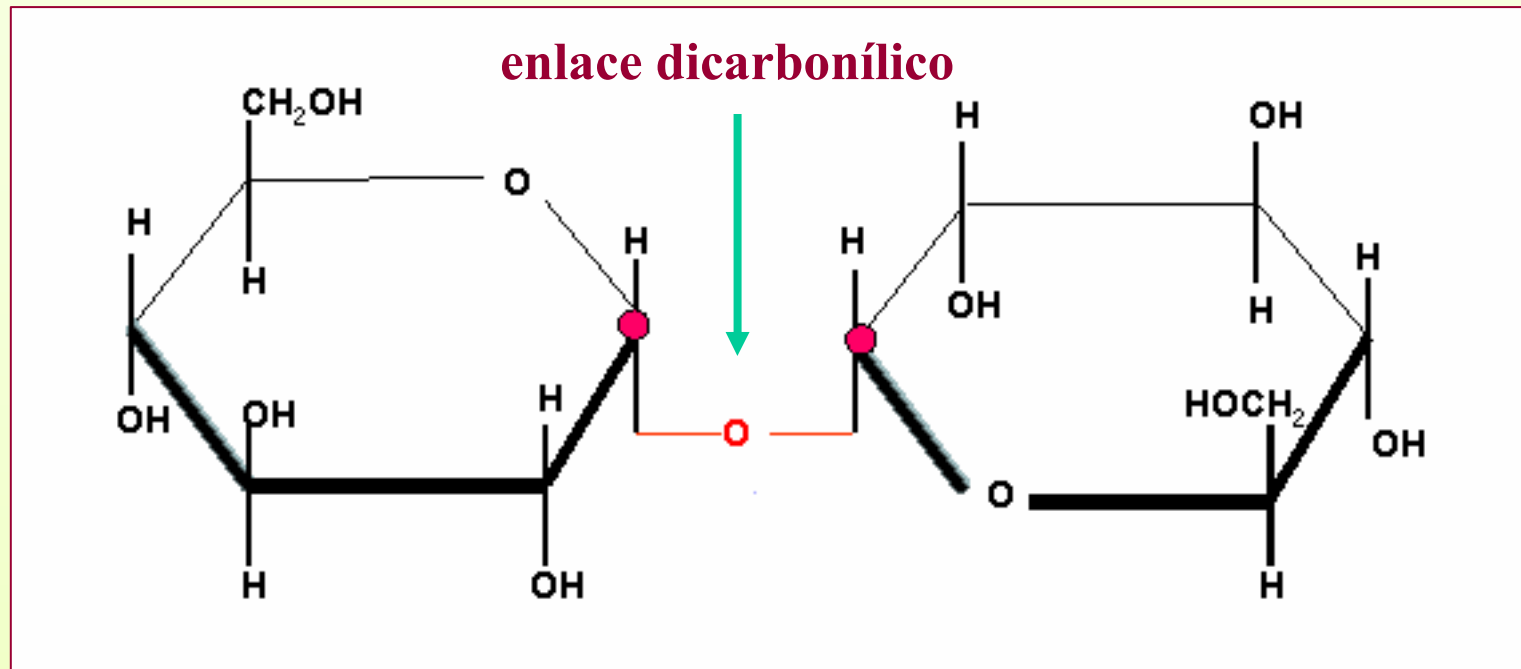
Son solubles en auga, doces e cristalizables. Poden hidrolizarse e ser reductores cando o carbono anomérico dalgún dos monosacáridos non está implicado no enlace. A capacidade reductora dos glúcidos débese a que o grupo aldehído ou cetona pode oxidarse dando un ácido.



**Formación de maltosa**  
**Enlace  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4)**



Este disacárido presenta un enlace monocarbonílico porque ten un OH hemiacetálico libre e polo tanto é un disacárido reductor.



Este disacárido presenta un enlace dicarbonílico porque ten os dous OH hemiacetálicos implicados no enlace e polo tanto é un disacárido non reductor.

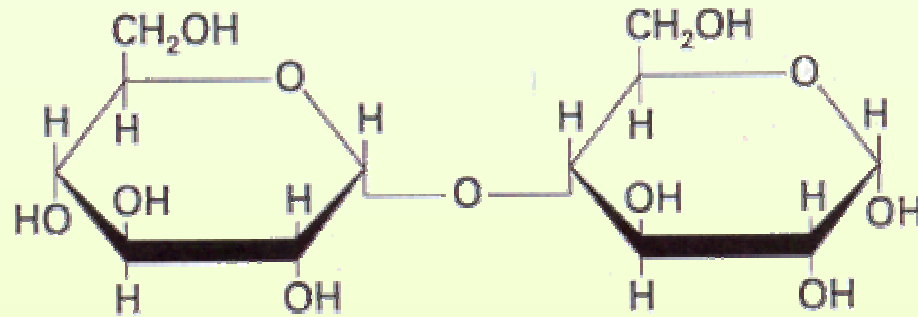
# Nomenclatura dos disacáridos

1º monosacárido terminado en -osil

2º monosacárido → Terminado en -osido cando o OH hemiacetálico está implicado no enlace O-glicosídico.

→ Terminado en -osa cando o OH hemiacetálico non está implicado no enlace O-glicosídico.

## DISACÁRIDOS IMPORTANTES



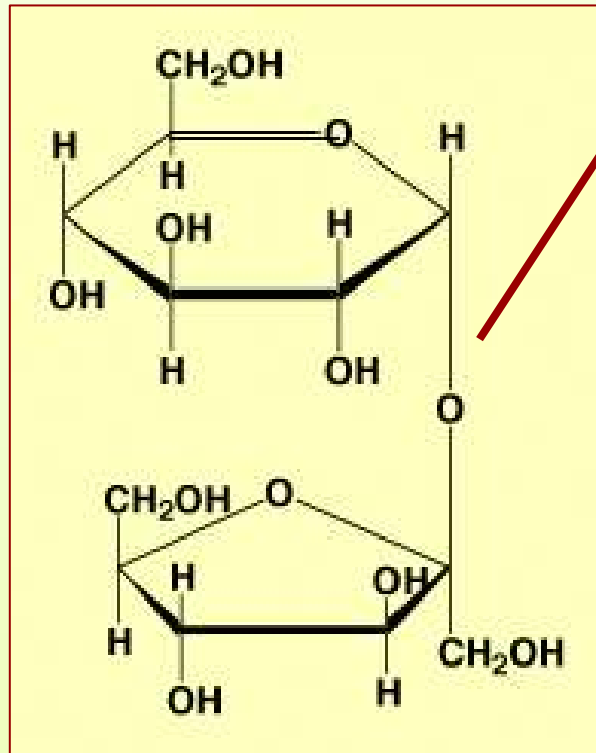
Maltosa (forma  $\alpha$ )

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

A maltosa obtense da cebada xerminada, empregada na fabricación da cervexa. Tostada utilízase como substituto do café (malta). É un disacárido reductor que se obtén pola hidrólise do glicóxeno e o amidón.

## Sacarosa

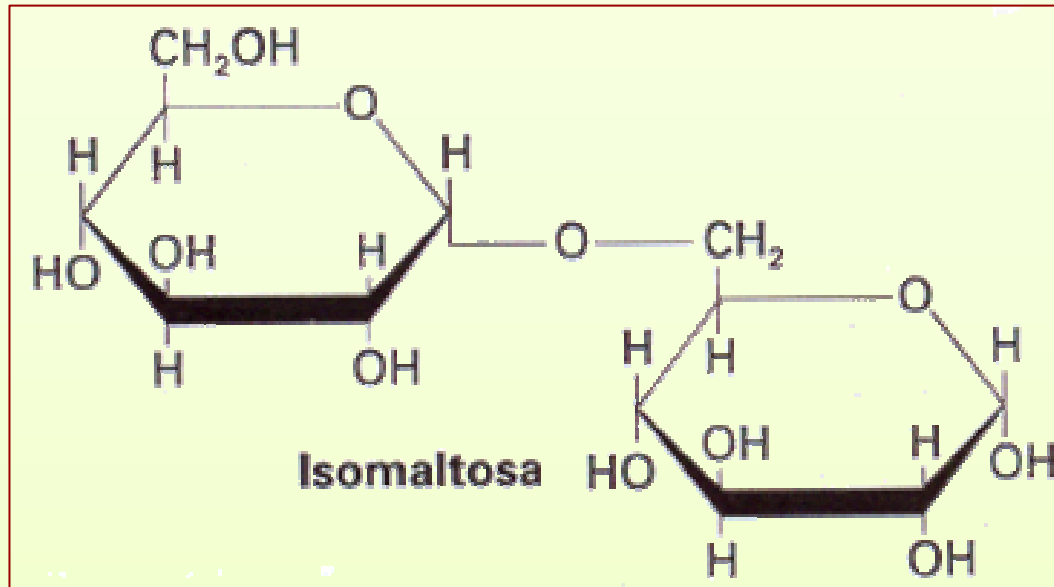
enlace dicarbonílico



É un azucre de mesa. Obtense da caña e da remolacha. É un glícido non reductor porque presenta un enlace dicarbonílico.

$\alpha$ -D-glucopiranosil-  $\beta$ - D-fructofuranósido

**Formación de sacarosa**  
**Enlace  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 2)**

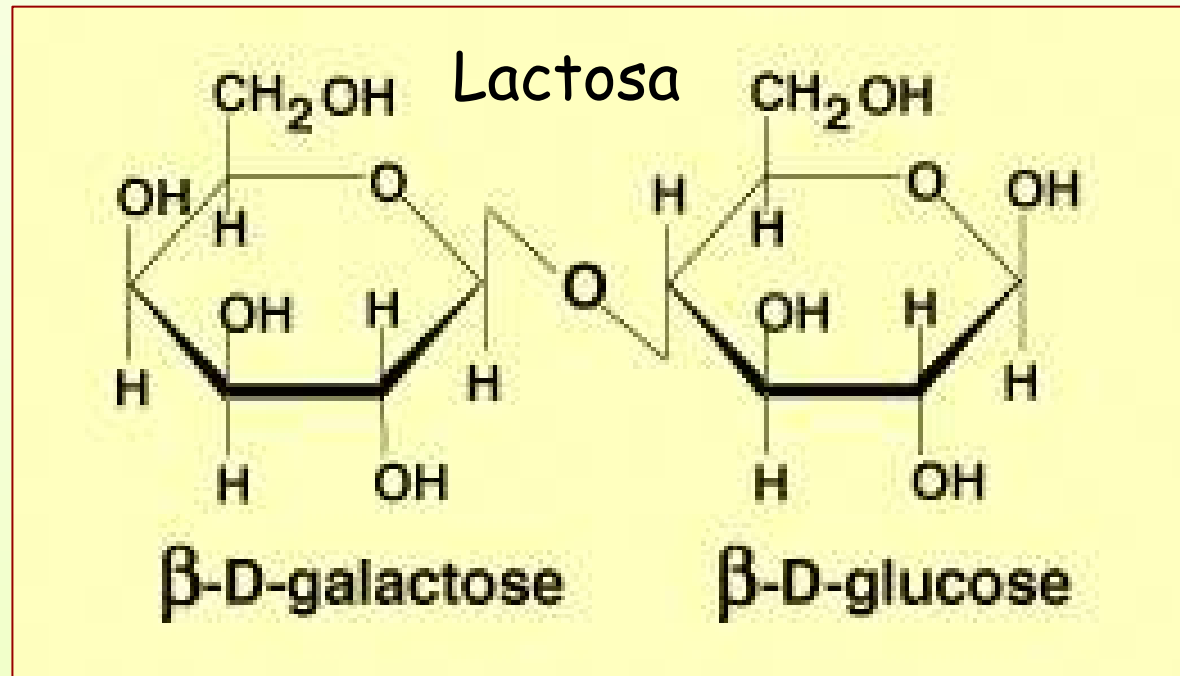


$\alpha$ -D-glucopiranosil- (1-6)-  $\alpha$ -D-glucopiranososa

Obtense por hidrólise da amilopectina e glicóxeno. Únense dúas moléculas de glicosa por enlace tipo (1-6).

## **Formación de la isomaltosa**

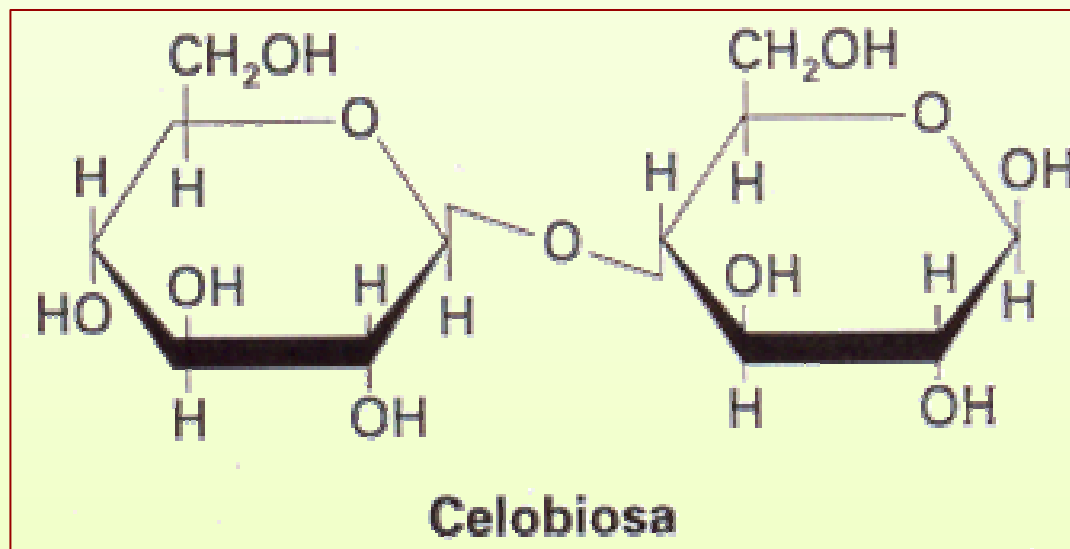
**Enlace  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 6)**



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

É un azucre reductor. Atópase no leite dos mamíferos.

**Formación de lactosa**  
**Enlace  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4)**



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

Obtense pola hidrólise da celulosa.

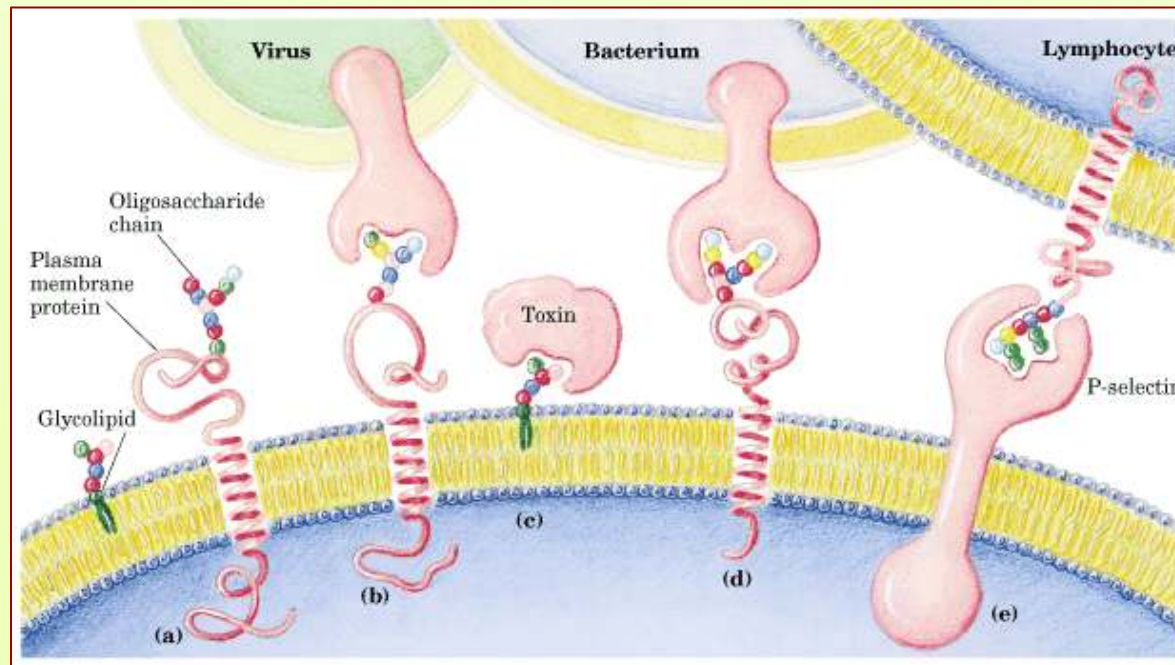
**Formación de celobiosa**  
**Enlace  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4)**

# OLIGOSACÁRIDOS

Os oligosacáridos son polímeros de ata **20 unidades** de monosacáridos. A unión dos monosacáridos ten lugar mediante **enlaces O-glicosídicos**.

Os máis abundantes son os disacáridos, oligosacáridos formados por dous monosacáridos, iguais ou distintos.

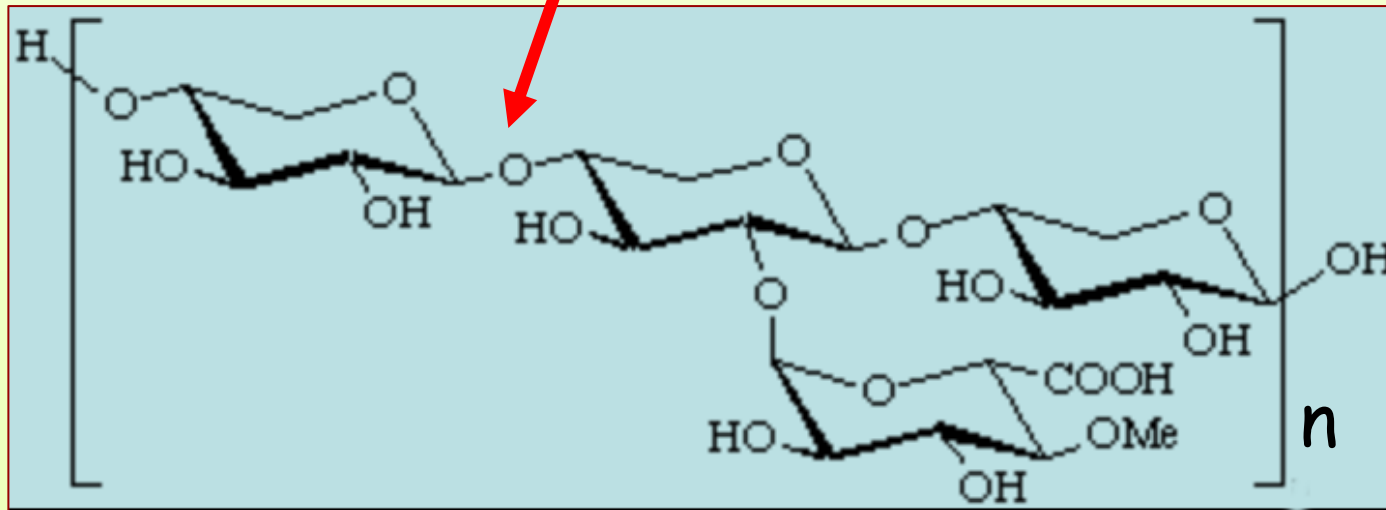
Os oligosacáridos son parte integrante dos **glicolípidos e glicoproteínas** que se atopan na superficie externa da membrana plasmática e polo tanto ten unha gran importancia nas **funcións de recoñecemento** en superficie.



# POLISACÁRIDOS

Están formados pola unión de moitos monosacáridos.

Os seus enlaces son **O-glicosídicos**.

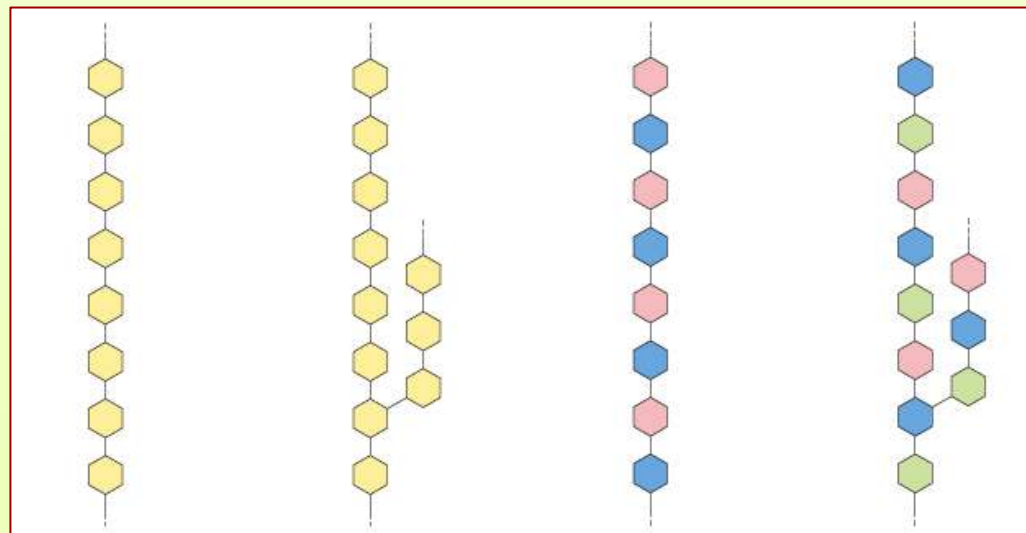


## PROPIEDADES DOS POLISACÁRIDOS

- Masa molecular elevado.
- Non ten sabor doce.
- Poden ser insolubles ou formar dispersións coloidais.
- Non posen poder reductor.
- Son estruturais (enlace  $\beta$ -Glicosídico) ou de reserva enerxética (enlace  $\alpha$ -Glicosídico).

# CLASIFICACIÓN DOS POLISACÁRIDOS

- a) **Homopolisacáridos:** formados monosacáridos dun solo tipo.
- Unidos por enlace  $\alpha$ : amidón e glicóxeno.
  - Unidos por enlace  $\beta$ : celulosa e quitina.
- b) **Heteropolisacárido:** formado máis dun tipo de monosacárido: pectina, a goma arábica e o agar-agar.



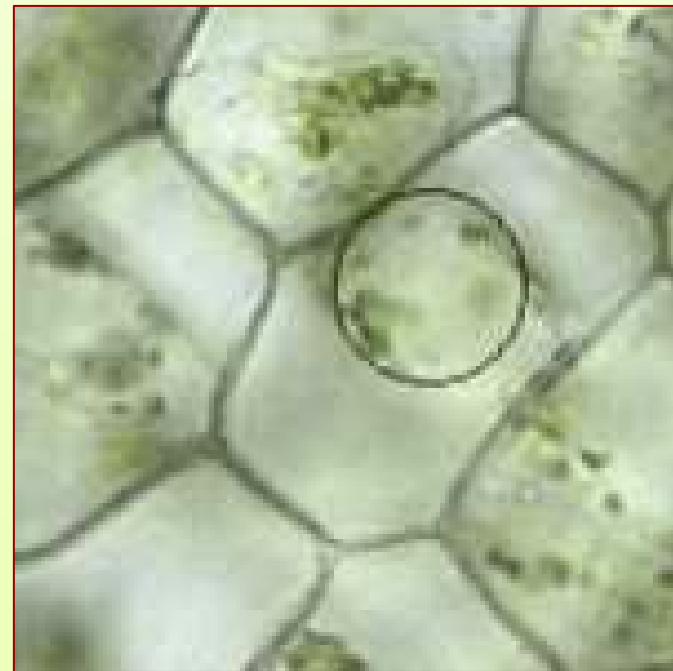
Homopolisacáridos

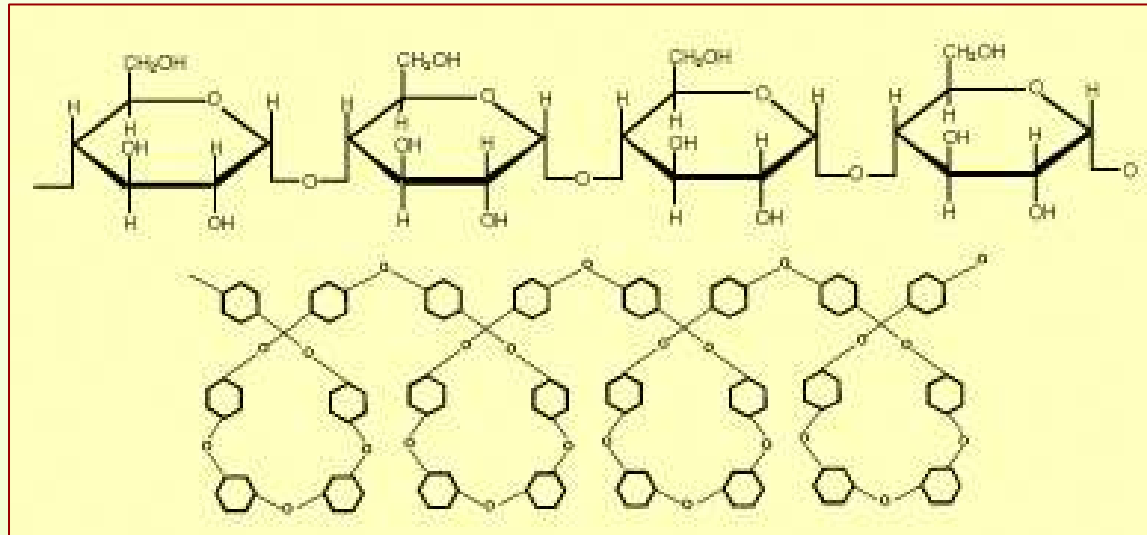
Heteropolisacáridos

# Amidón

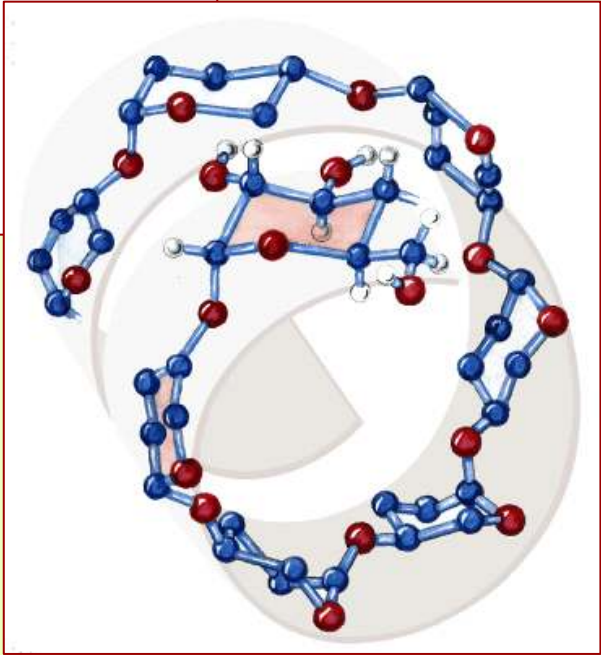
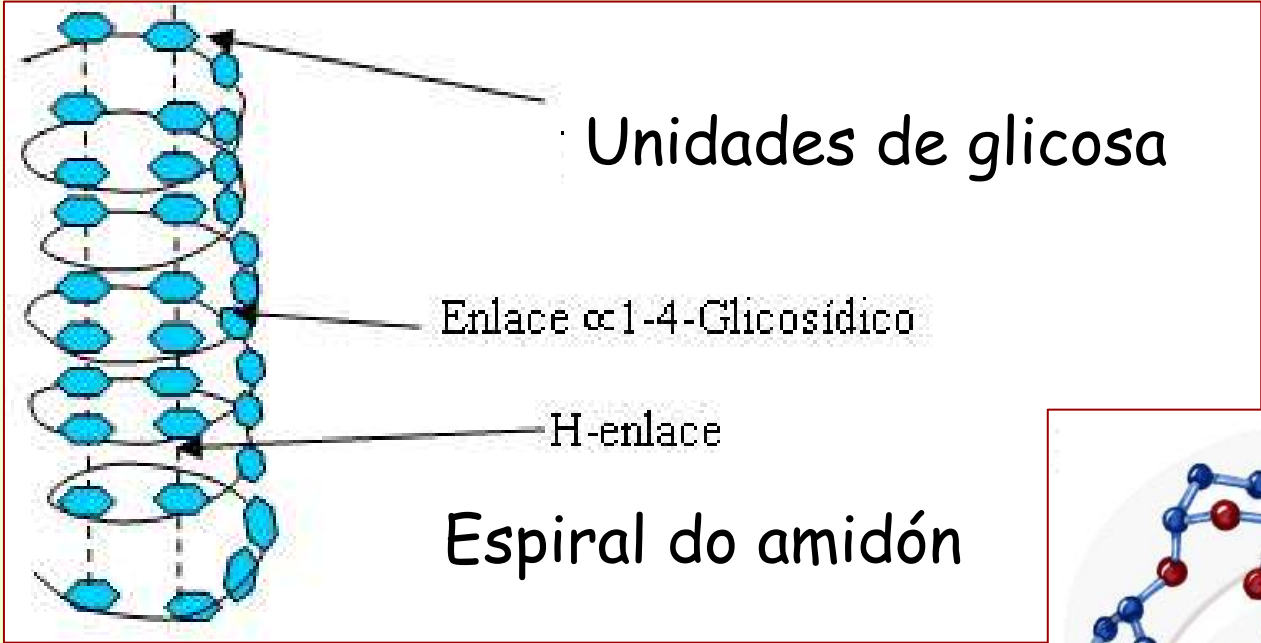
Amidón, é o polisacárido de reserva dos vexetais, e está integrado por dous tipos de polímeros:

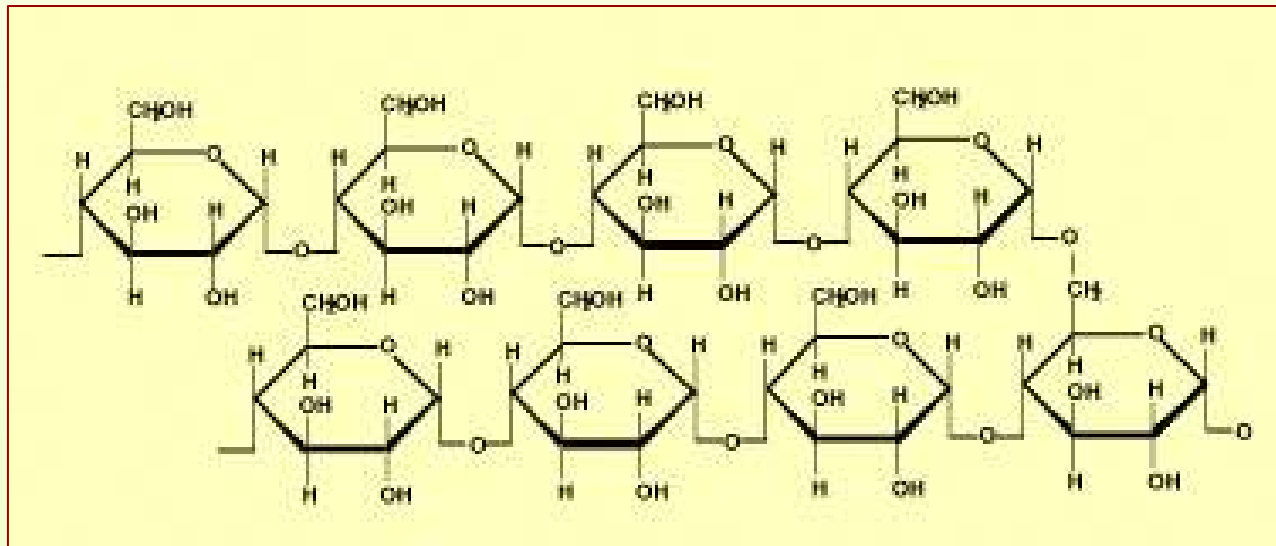
- **amilosa**
- **amilopectina**



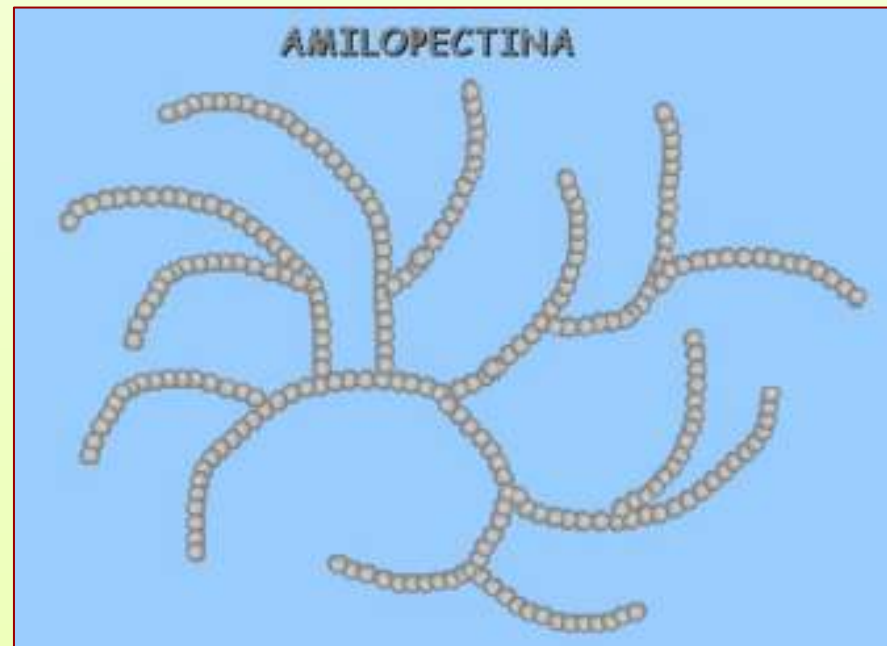
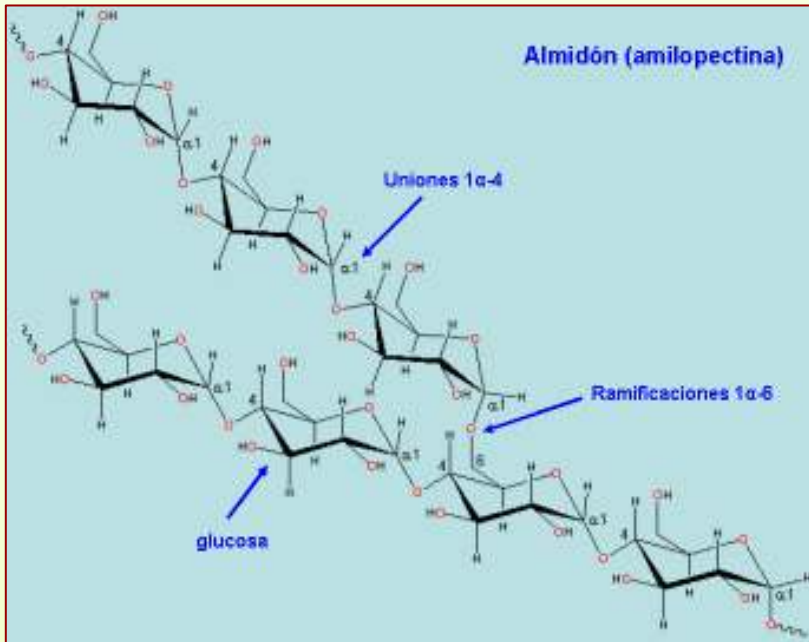


• **Amilosa**, formada por 250-300 glicosas, unidas mediante enlaces  $\alpha(1-4)$ . A amilosa disólvese facilmente en auga, adquirindo unha estrutura secundaria característica, de forma helicoidal, na que cada volta da hélice comprende 6 unidades de glicosa.

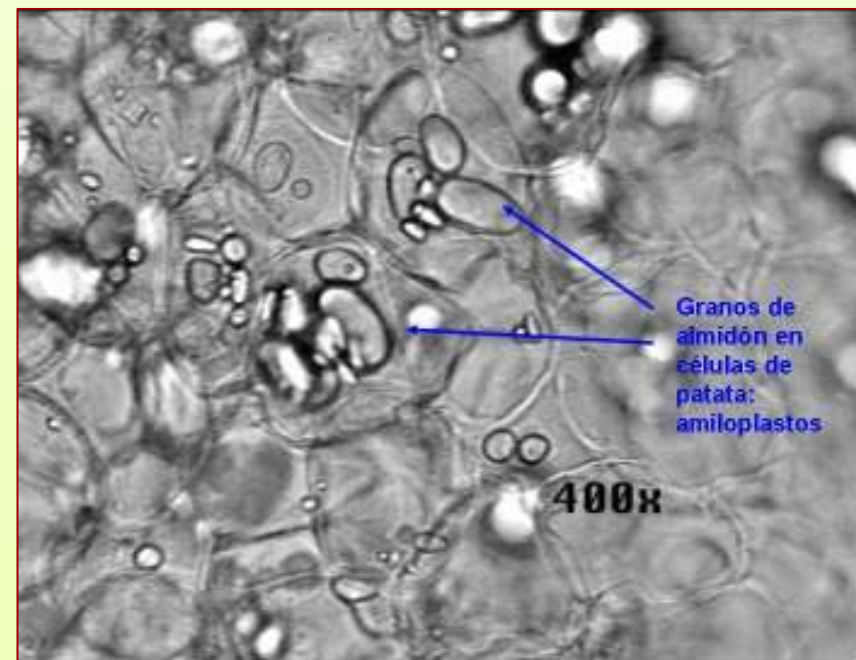




• **Amilopectina**, formada por unhas 1000 unidades de glicosas unidas mediante enlaces  $\alpha(1-4)$ , con ramificacions en posición  $\alpha(1-6)$ . As unións  $\alpha(1-6)$  están regularmente espaciadas (cada 25-30 residuos de glicosa), e son os puntos por onde se ramifica a estrutura.



Constitúe a forma máis xeneralizada, aínda que non a única, de reserva enerxética **en vexetais**. Almacénase en forma de graos, e pode chegar ata o 70% do peso de graos (millo e trigo) ou de tubérculos (pataca). Os amidóns constitúen a principal fonte de nutrición glicídica para a humanidade.



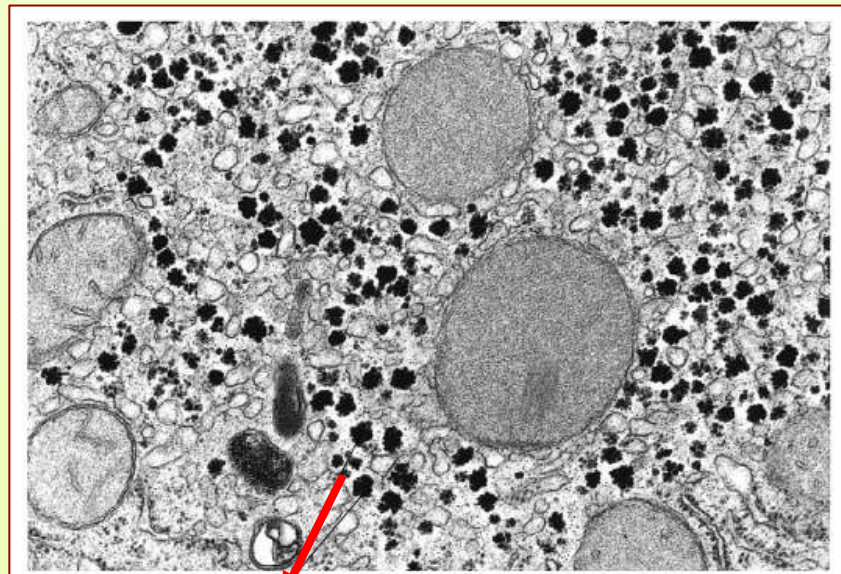
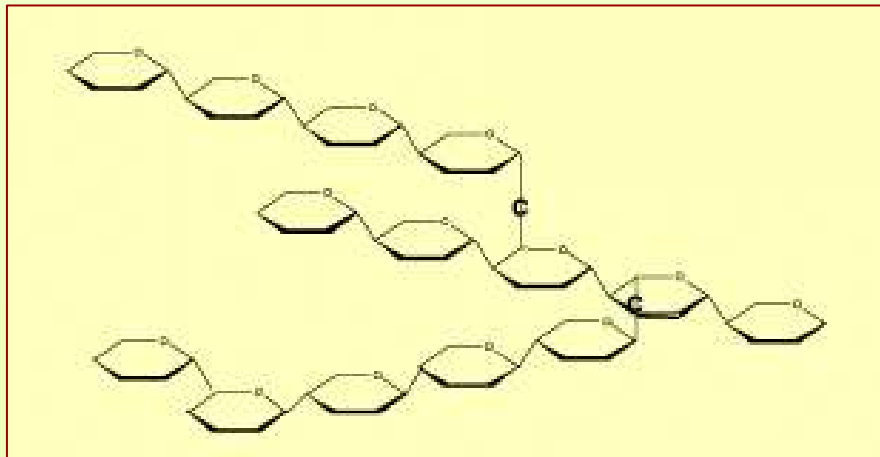
O amidón pode ser degradado por encimas específicas. Nos mamíferos, estas encimas chámanse **amilasas**, e prodúcense sobre todo nas glándulas salivares e no páncreas.

La hidrólise parcial do amidón da dextrinas e maltosa e a hidrólise total  $\alpha$ -D-glucopiranosas

# Glicóxeno

É un polisacárido de reserva en animais, que se atopa no fígado e músculos .

Presenta ramificacións cada 8-12 glicosas con unha cadea moi longa (ata 300.000 glicosas). Requírense dous encimas para a súa hidrólise (glicóxeno-fosforilasa) e (1-6) glicosidasa, dando lugar a unidades de glicosa



Graos de glicóxeno en células do fígado

# Celulosa

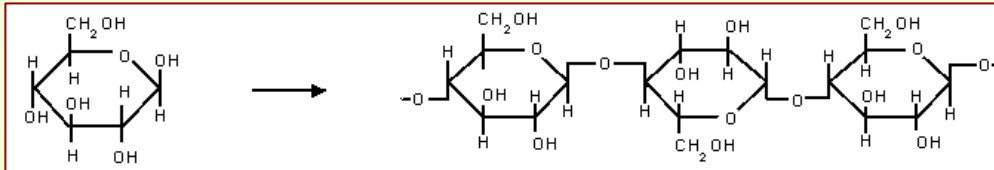
Polisacárido estrutural dos vexetais nos que constitúe a parede celular.

É o compoñente principal da madeira (o 50% é celulosa) algodón, cáñamo etc.

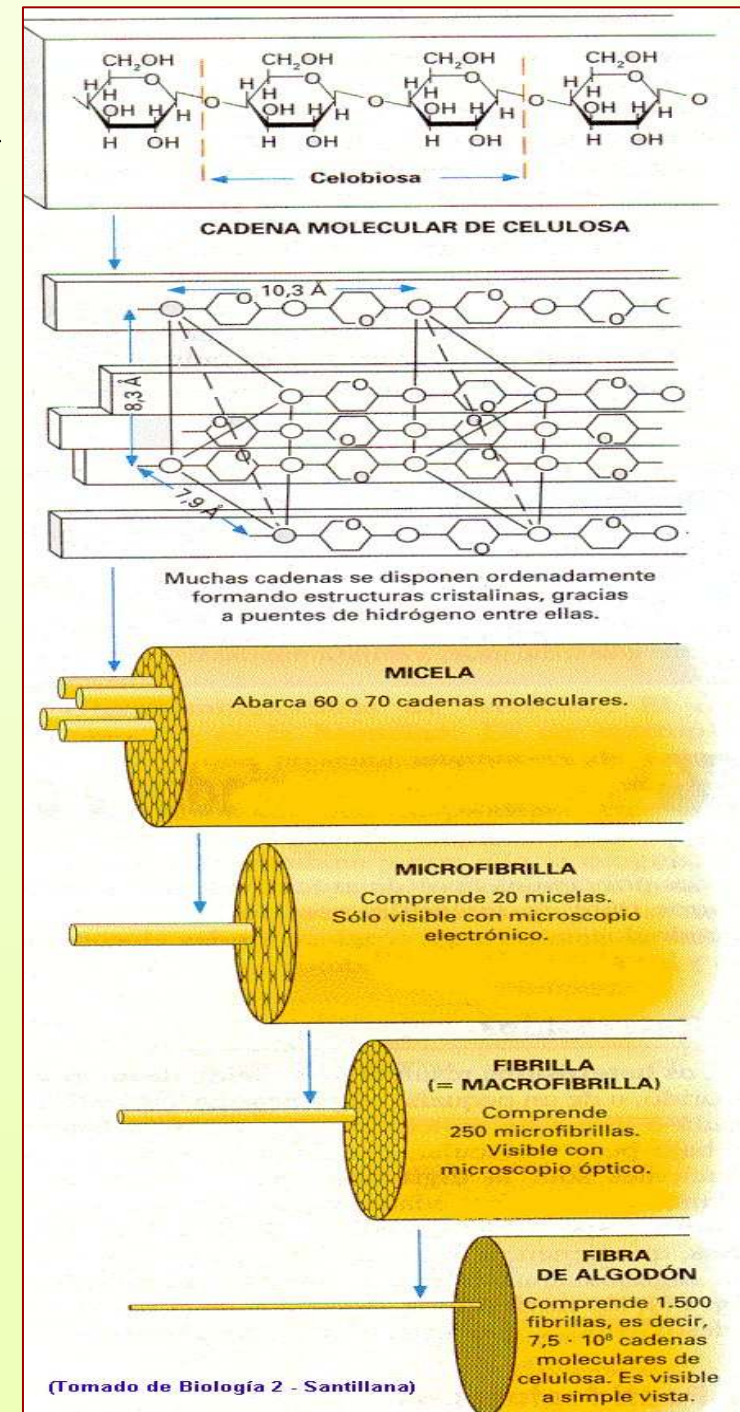
O 50 % da materia orgánica da Biosfera é celulosa.

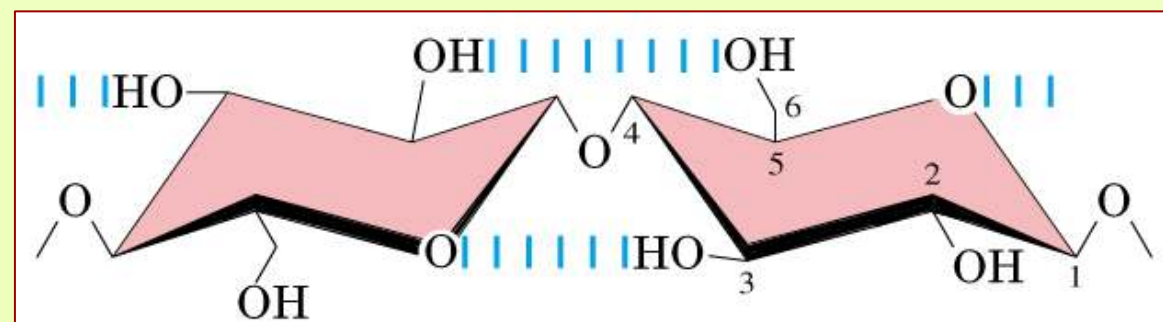
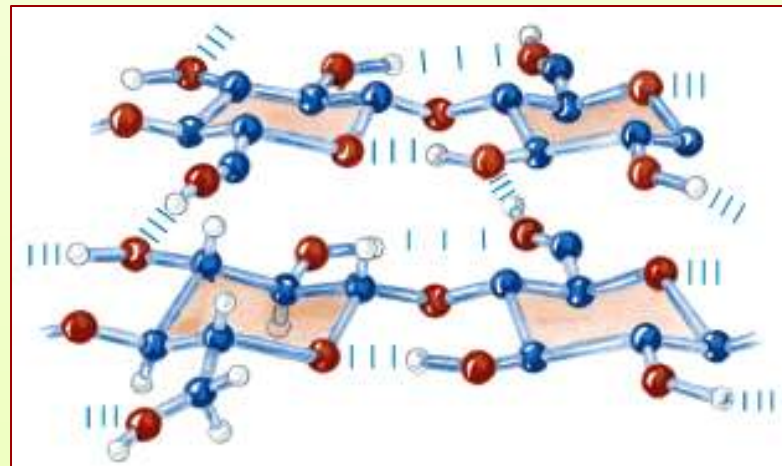
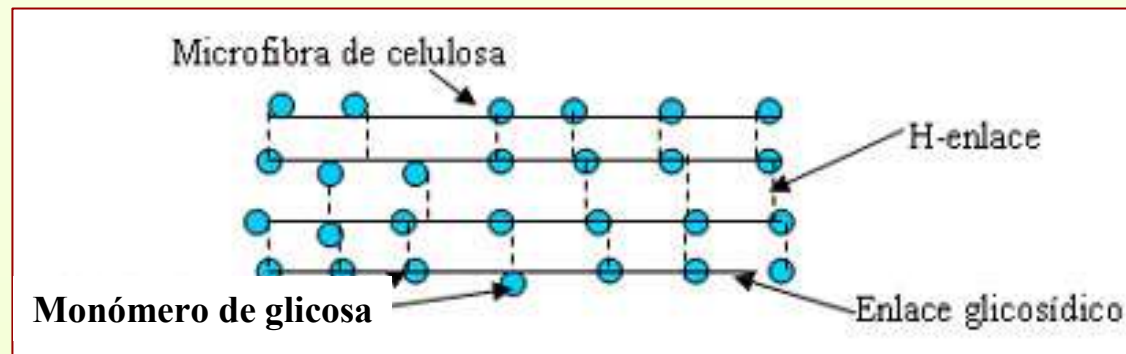


# ESTRUCTURA DA CELULOSA



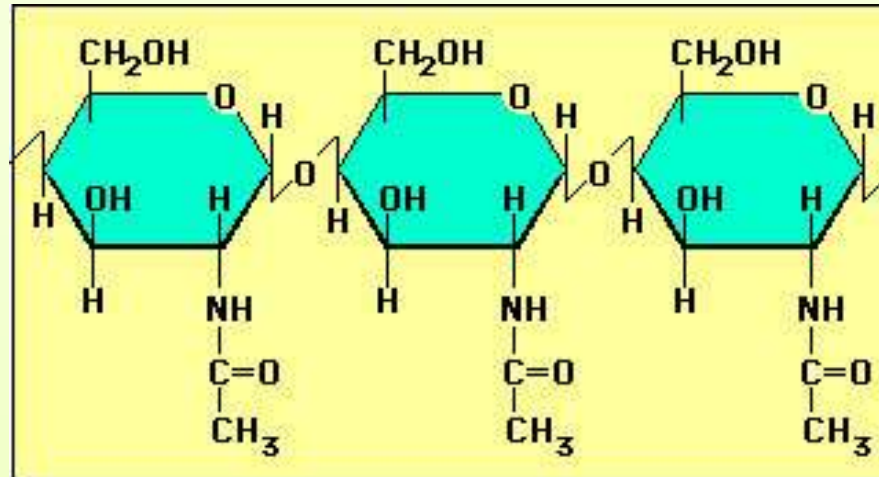
É un polímero lineal de celobiosa. As súas glicosas únense por pontes de hidróxeno dando microfibrillas, que se unen para dar fibrillas e que a súa vez producen fibras visibles.





# QUITINA

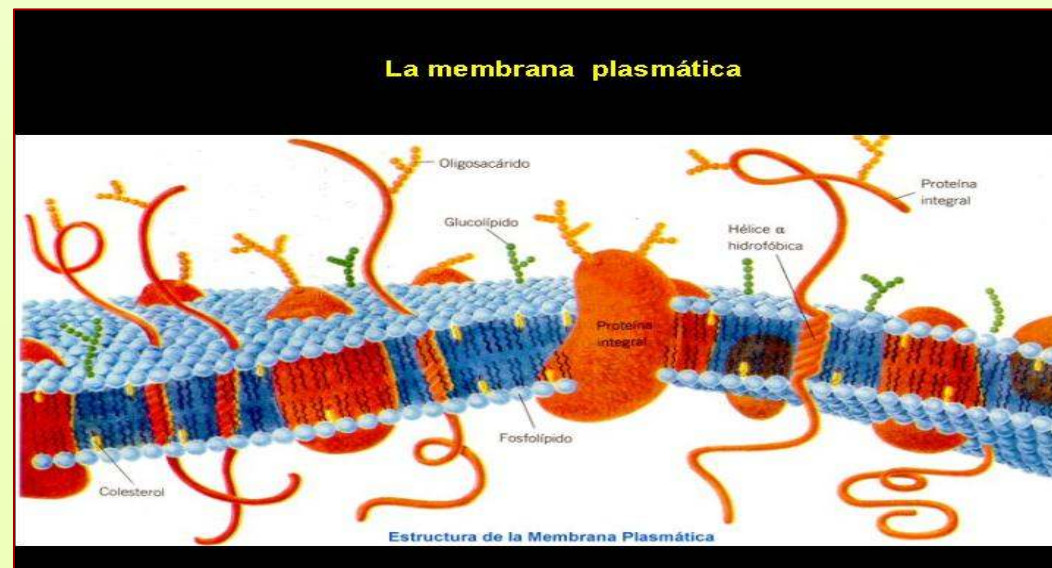
Homopolisacárido estructural. Atópase na parede das células dos fungos e no exoesqueleto dos artrópodos.



# HETERÓSIDOS

**Glicoproteínas.** Moléculas formadas por unha fracción glicídica (do 5 ó 40%) e unha fracción proteica unidas por enlaces covalentes. As principais son as mucinas de secreción como as salivares, Glicoproteínas do sangue e Glicoproteínas das membranas celulares.

**Glicolípidos.** Están formados por monosacáridos u oligosacáridos unidos a lípidos. Poden atoparse na membrana celular. Os máis coñecidos son os cerebrósidos e gangliósidos.



# Outros Heterósidos

## PECTINAS

Heterósidos integrantes da parede celular vexetal como elementos cementantes e, polo tanto, con función estrutural.

## MUCOPOLISACÁRIDOS

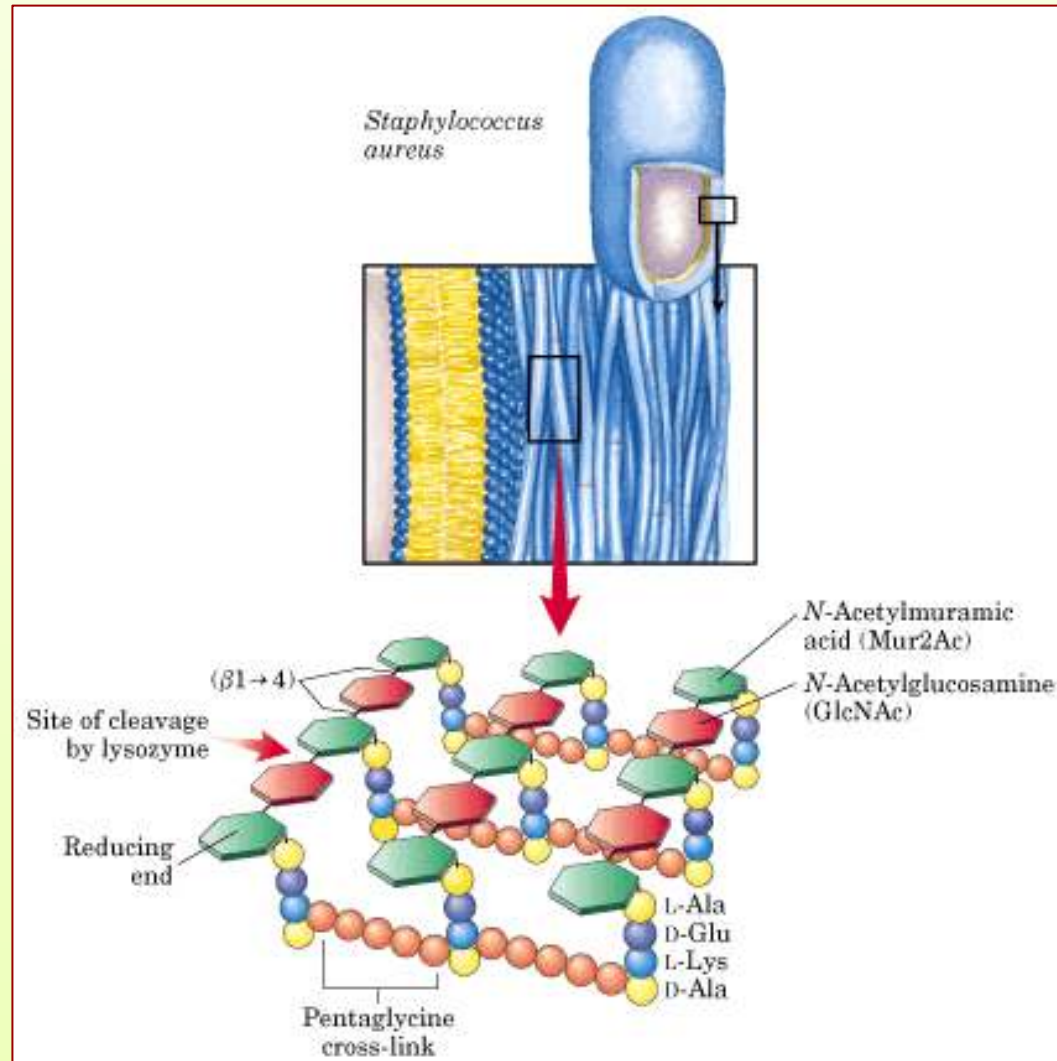
Heterósidos moi complexos que forman parte da matriz intercelular dos tecidos conectivos. Son compostos moi heteroxéneos:

- a) condroitina: da consistencia ó tecido cartilaxinoso.
- b) heparina: localízase en distintos órganos, é un anticoagulante.
- c) ác.hialurónico: atópase en diversos líquidos biolóxicos, cun papel lubricante ou, ás veces, cementante.

**PEPTIDOGLICANOS:** polisacáridos unidos a glícidos que forman a parede das bacterias.

## ÁC. TEICOICOS

Heterósidos moi complexos que forman parte da parede bacteriana.



## PEPTIDOGLICANOS

# FUNCIÓNS BIOLÓXICAS DOS GLÚCIDOS

➤ **Enerxética:** glicosa

➤ **Reserva enerxética:** disacáridos, amidón e glicóxeno.

➤ **Estructural:** ribosa, desoxirribosa, celulosa, quitina, pectina, glicoproteínas e glicolípidos membrana, peptidoglicanos...



*Departamento Bioloxía e Xeoloxía  
I.E.S. Otero Pedrayo. Ourense.*