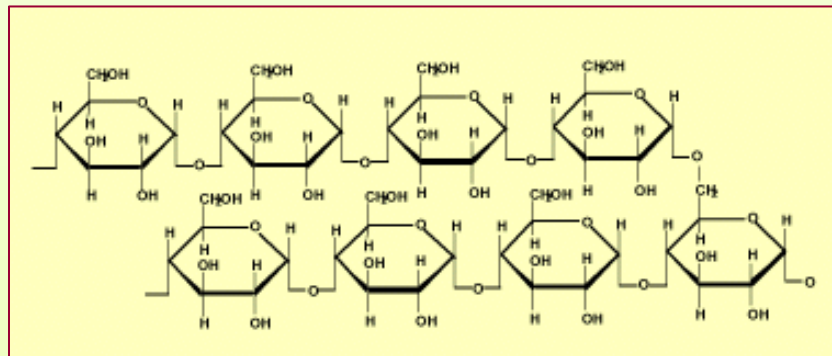
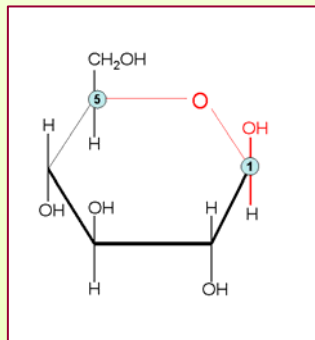


# CARBOHIDRATOS OU GLÍCIDOS



**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:

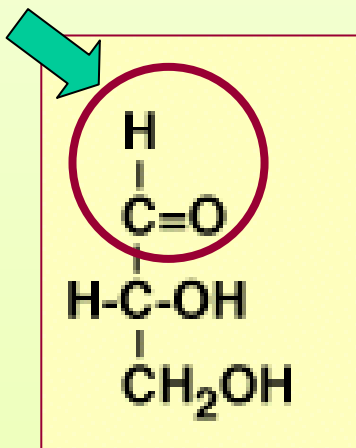
- **Glícidos** (da palabra grega que significa doce), pero son moi poucos os que teñen sabor doce.
- **Sacáridos** (da palabra latina que significa azucre), aínda que o azucre común é un só dos centenares de compostos distintos que poden clasificarse neste grupo.

## Desde o punto de vista químico

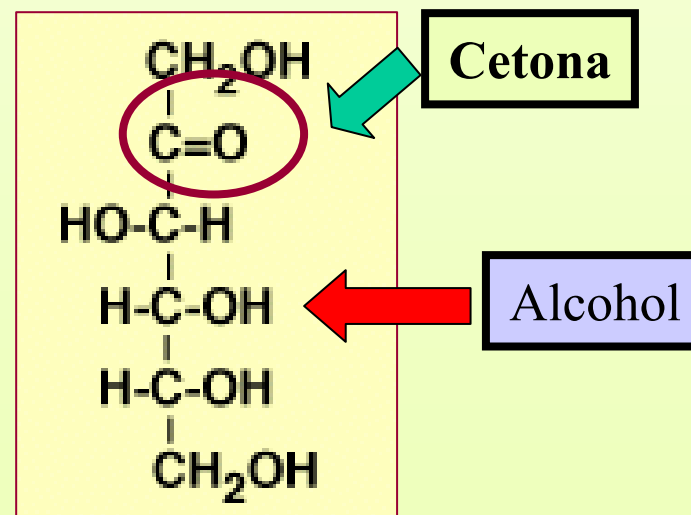
Os glúcidos son biomoléculas formadas basicamente por carbono (C), hidróxeno (H) e osíxeno (O).

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

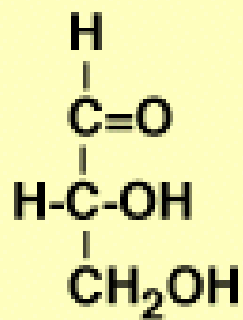
Ósidos

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

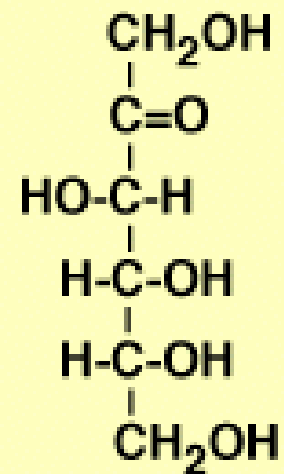
# Monosacáridos

Segundo o grupo funcional

ALDOSAS



CETOSAS

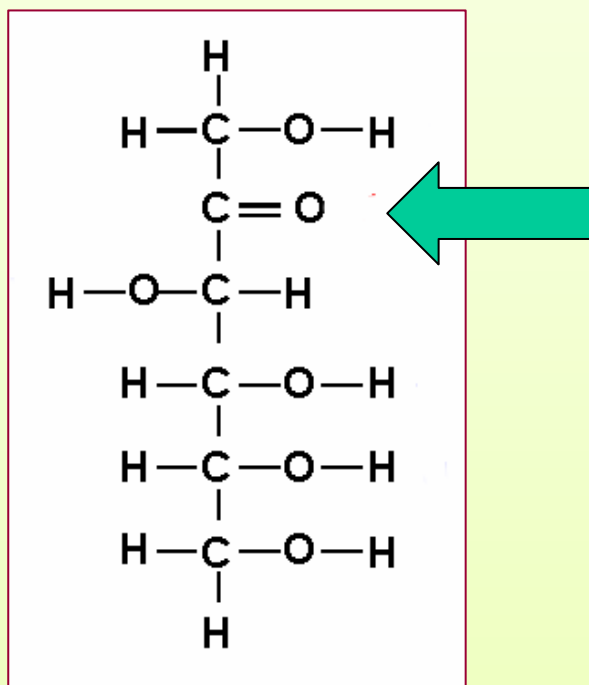


# Monosacáridos

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 disolucións 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

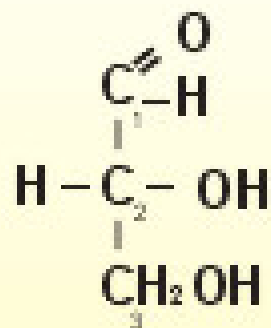
A isomería é unha característica que aparece nas moléculas que teñen a mesma fórmula empírica, pero presentan características físicas ou químicas que as fai diferentes. A estas moléculas se lles denomina **isómeros**.

Nos monosacáridos podemos atopar:

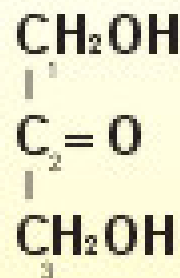
- ☐ isomería de función
- ☐ isomería espacial
- ☐ isomería óptica.

## • Isomería de función

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



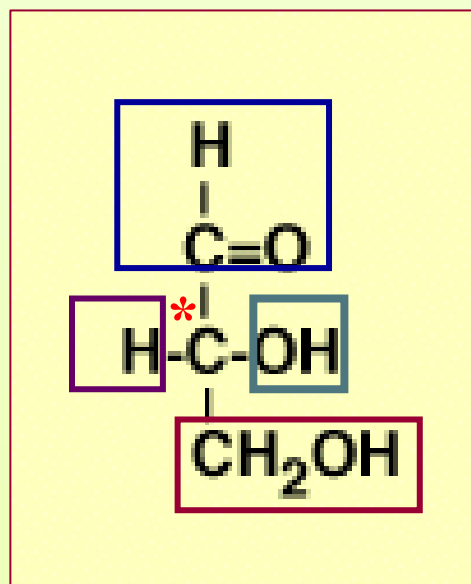
**D - Gliceraldehido**



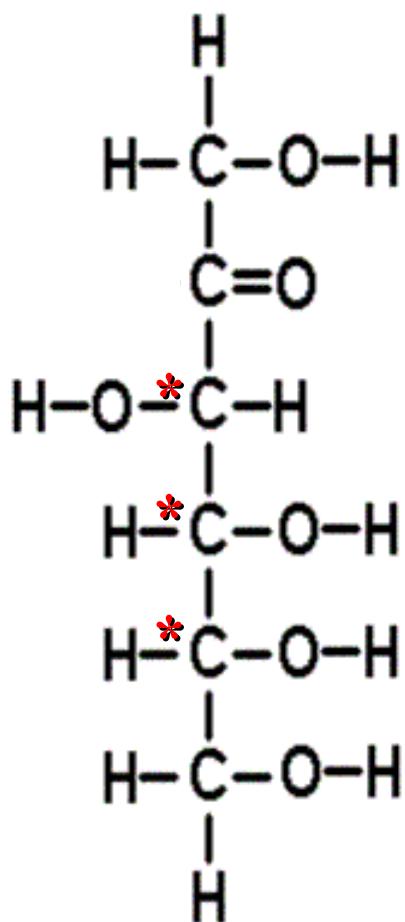
**Dihidroxiacetona**

## • 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.



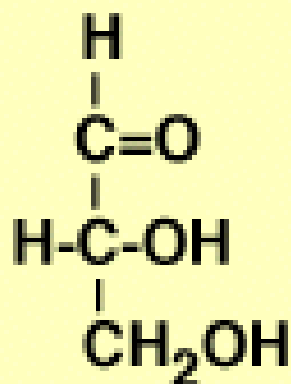
¿Cantos carbonos asimétricos ten a seguinte molécula?



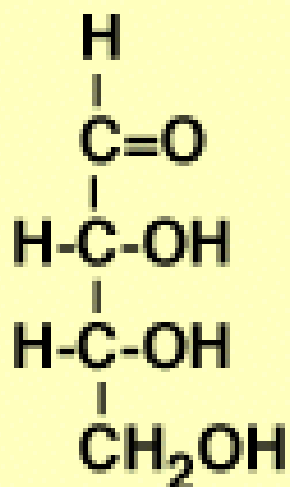
¿Cantos esteroisómeros?

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

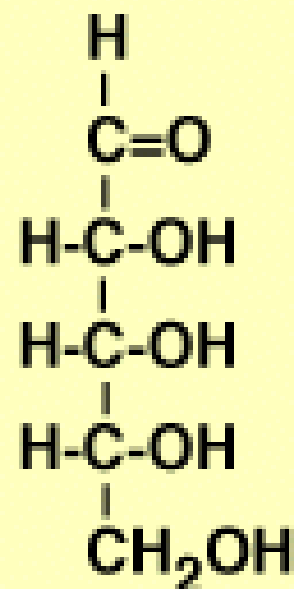
## Fórmulas lineais dos monosacáridos ou en Proxección de Fischer



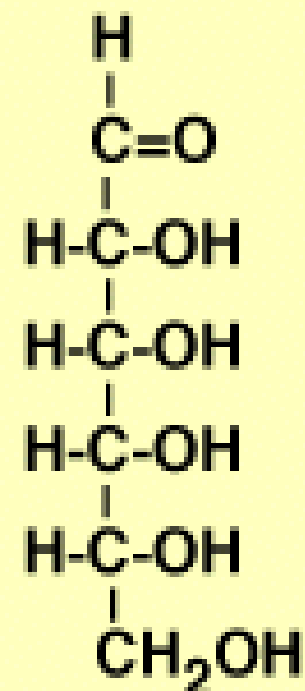
Aldotriosa



Aldotetrosa

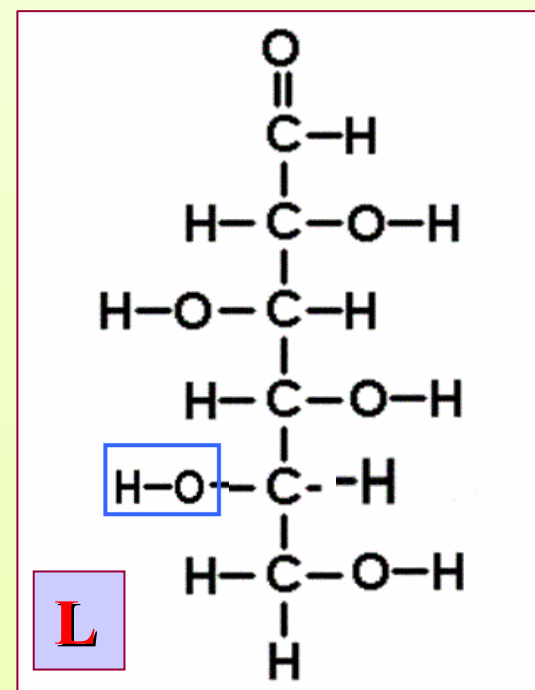
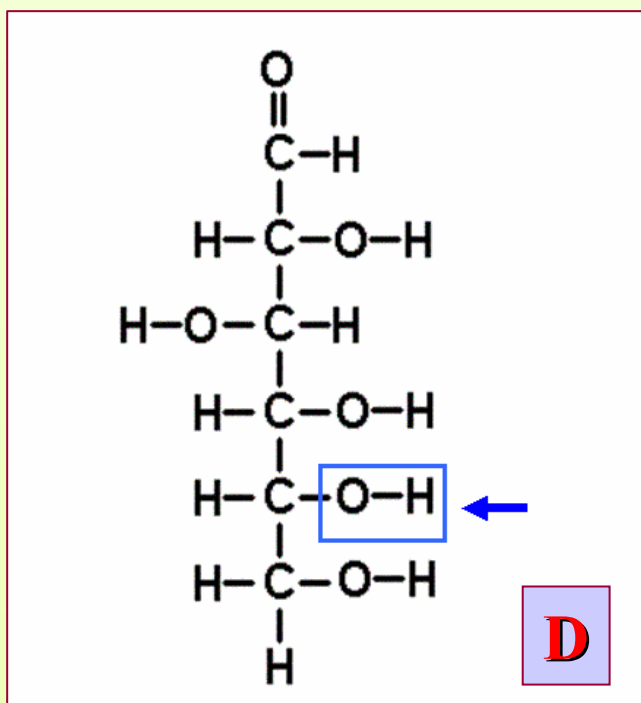


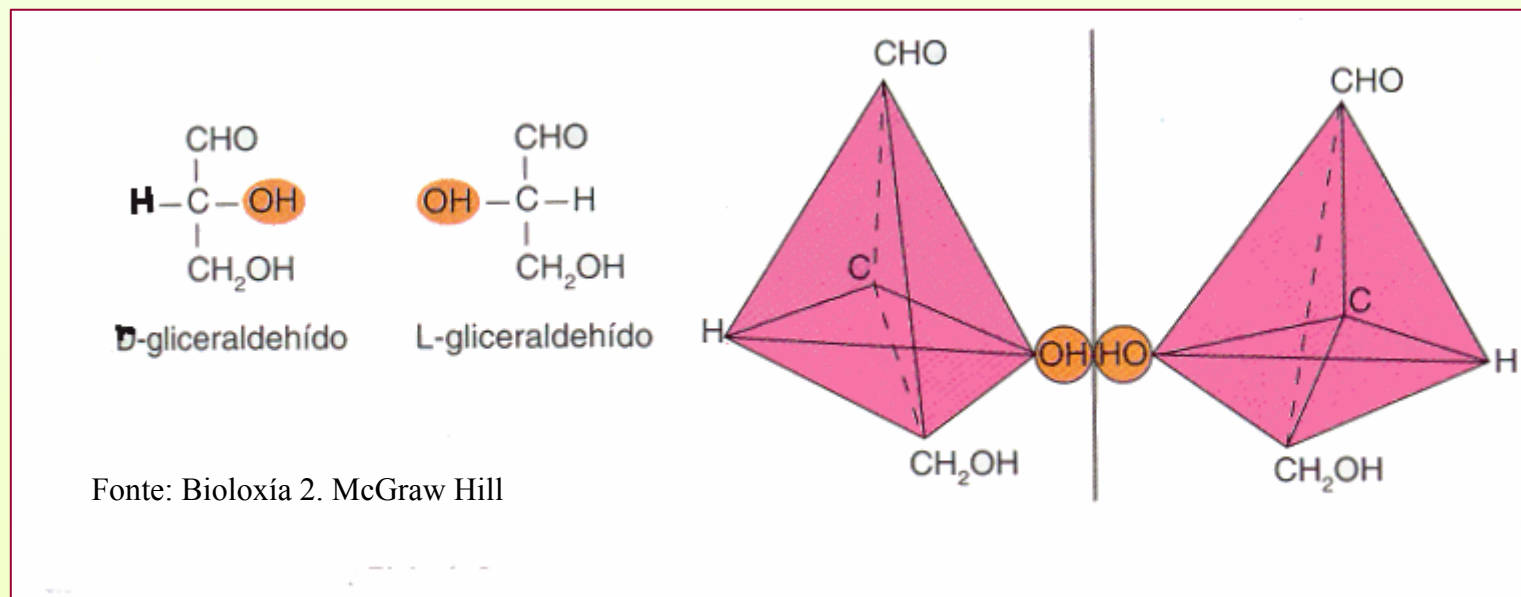
Aldopentosa



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 alcol deste carbono se atopa representado a súa esquerda na proxección lineal dise que esa molécula é **L**.

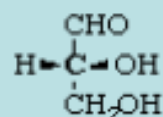




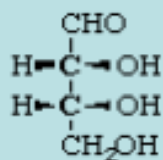
## Simetria espacial do Gliceraldehído

Na natureza todos os esteroisómeros pertencem a serie D

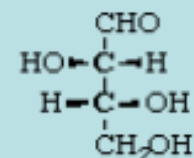
# ALDOSAS



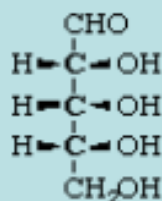
## D-GLICERALDEHIDO



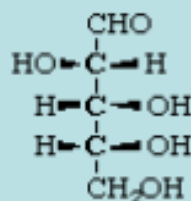
## D-ERITROSA



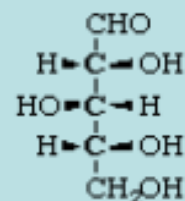
## D-TREOSA



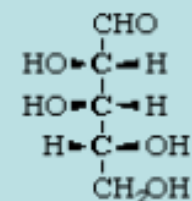
## D-RIBOSA



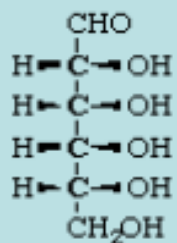
D-ARABINOSA



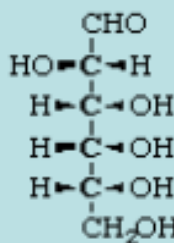
D-XII OSA



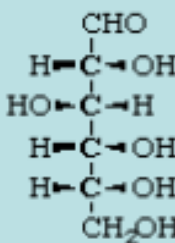
D-LIXOSA



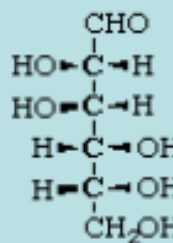
D-ALOSA



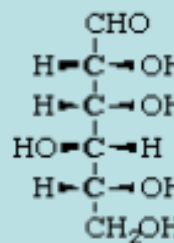
## D-ALTROS



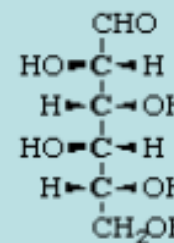
D-GLUCOSA



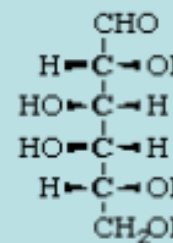
## D-MANOSA



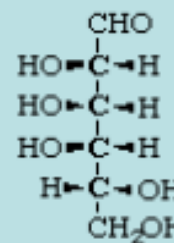
D-GULOSEA



D-IDOSA

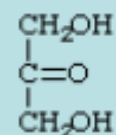


## D-GALACTOSA

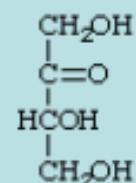


D-TALOSA

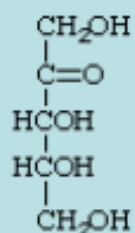
# CETOSAS



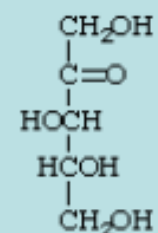
**Dihidroxiacetona**



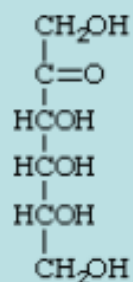
**D-eritrulosa**



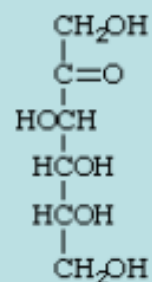
**D-ribulosa**



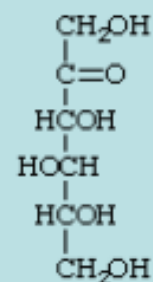
**D-xilulosa**



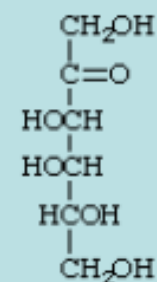
**D-Psicosa**



**D-Fructosa**

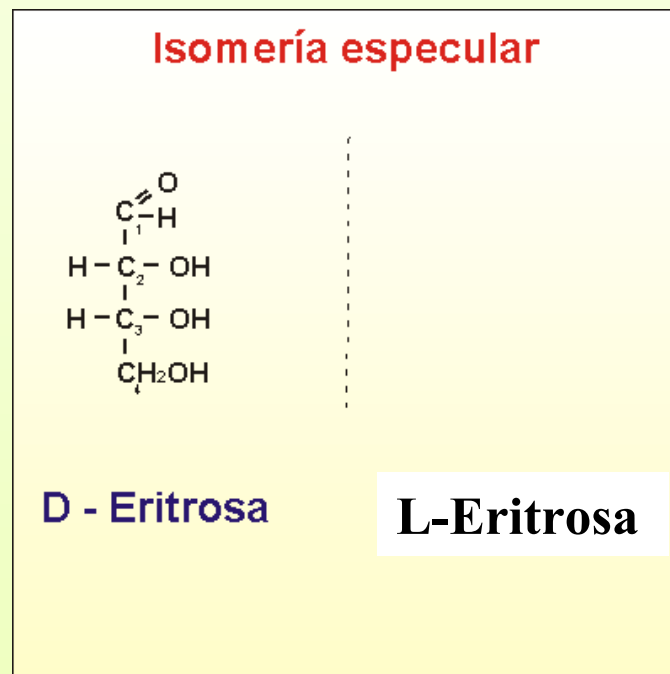


**D-Sorbosa**



**D-Tagatosa**

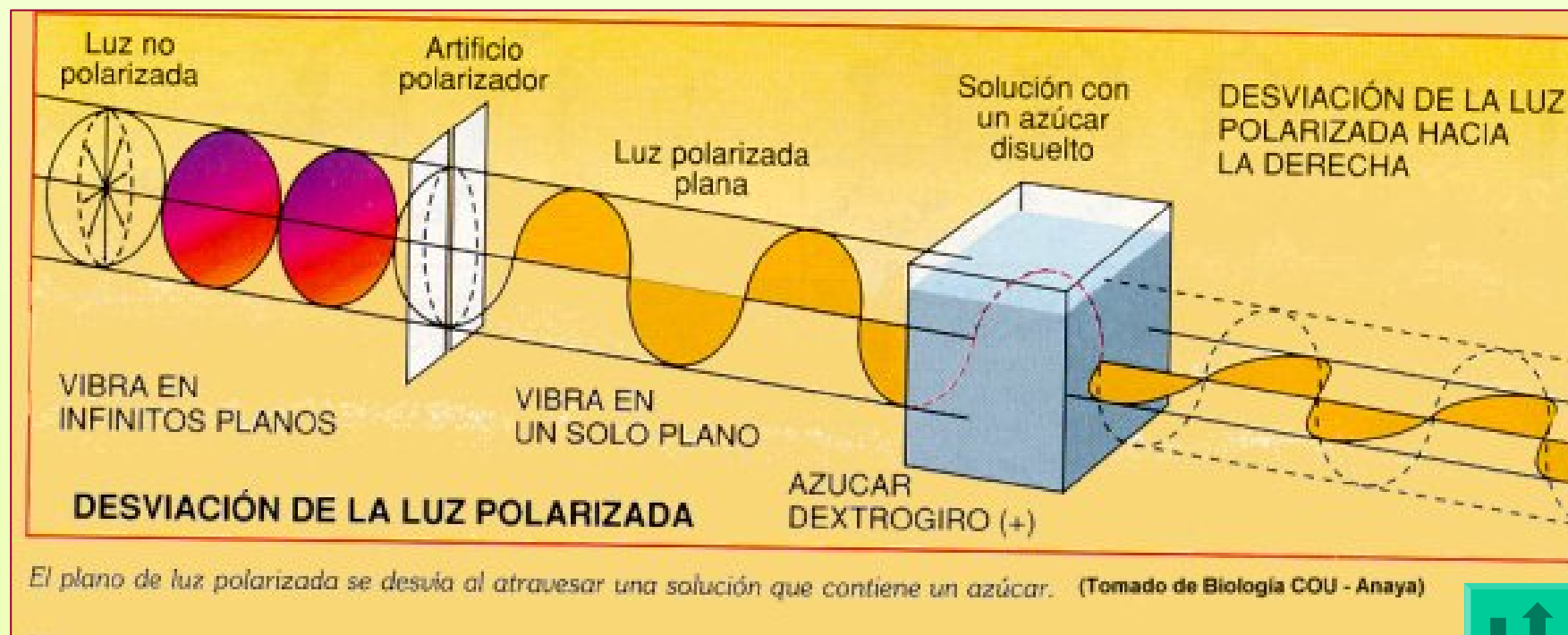
Os **isómeros especulares**, chamados tamén **enantiómeros**, ou **enantiomorfos**, ou isómeros quirales, son moléculas que teñen os grupos -OH de todos os carbonos asimétricos, en posición oposta.

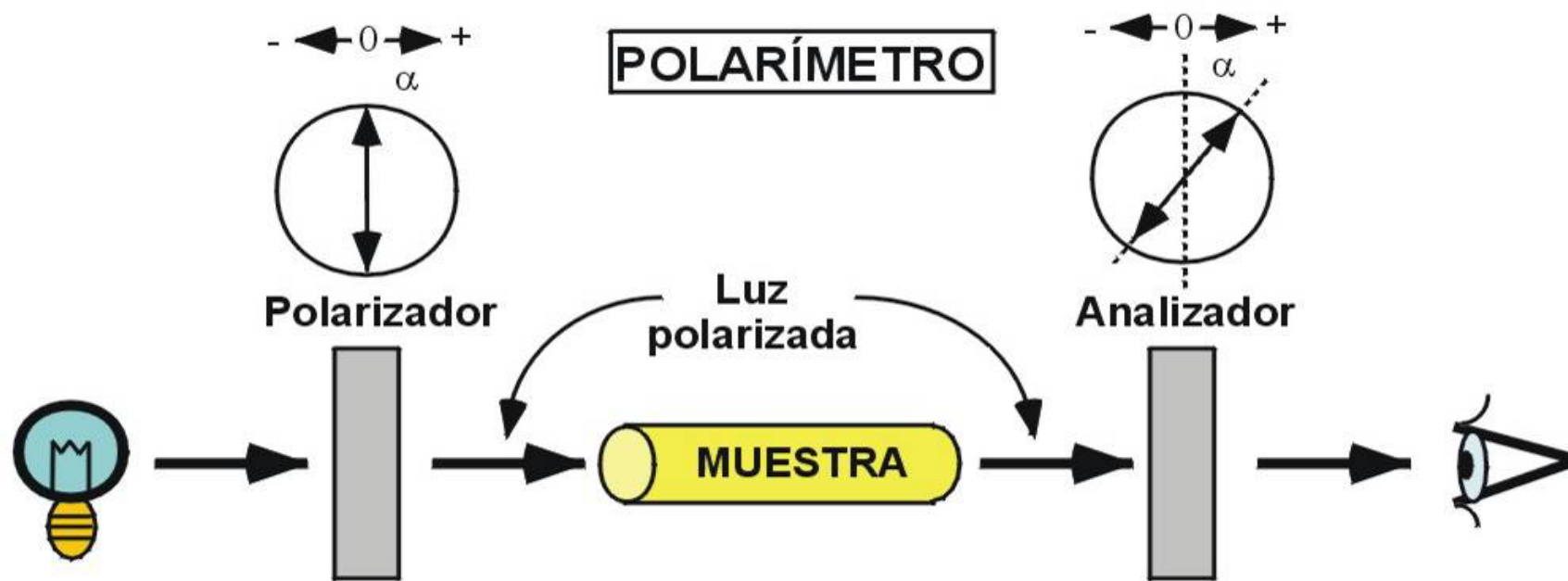


Considéranse **epímeros** ás moléculas isómeras que se diferencian na posición dun único -OH nun carbono asimétrico.

## •Isomería óptica

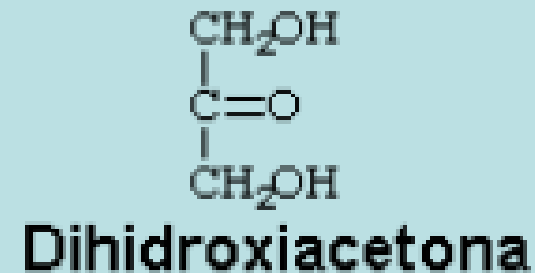
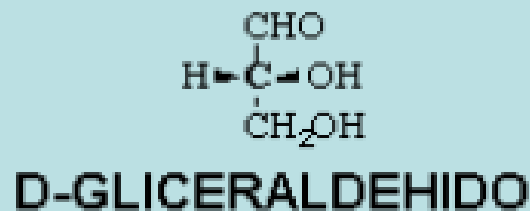
Cando se fai incidir a luz polarizada sobre unha disolución de monosacáridos que posúen carbonos asimétricos, o plano da luz desvíase. Se a desviación prodúcese cara a **dereita** dise que o isómero é **dextróxiro** e represéntase co signo **(+)**. Se a desviación é cara a **esquerda** o isómero é **levóxiro**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





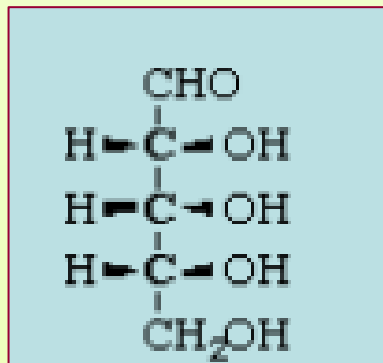
## MONOSACÁRIDOS IMPORTANTES

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.

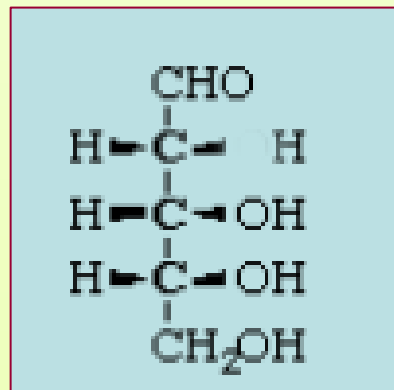


# MONOSACÁRIDOS IMPORTANTES

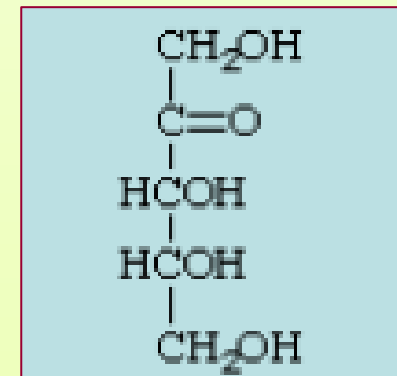
As pentosas, son glúcidos de 5 carbonos e, entre eles atópanse: **ribosa e desoxirribosa**, que forman parte dos Ácidos nucleicos. A **ribulosa** que desempeña un importante papel na fotosíntese, debido a que a ela se fixa o  $\text{CO}_2$  atmosférico e de esta maneira se incorpora o carbono ó ciclo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



D- Ribosa



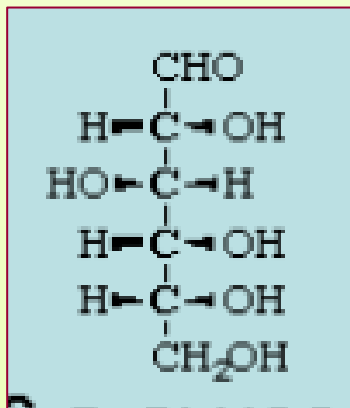
D- Desoxirribosa



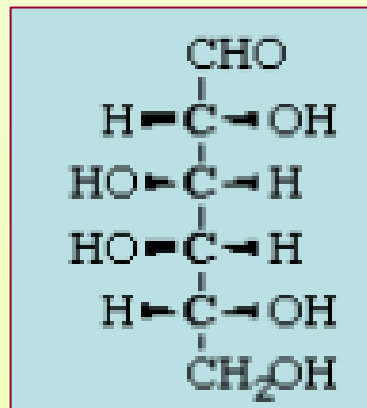
D- Ribulosa

# MONOSACÁRIDOS IMPORTANTES

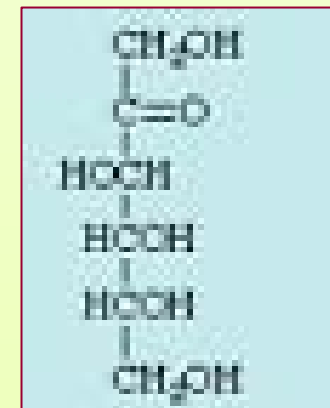
Hexosas, son glúcidos con 6 átomos de carbono. Teñen interese a **glicosa** e **galactosa** entre as aldohexosas e a **fructosa** entre as cetohehexosas.



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 reacciones propias dos aldehídos, e en segundo lugar, as disolucións de D-glicosa presentan o fenómeno chamado mutarrotación.

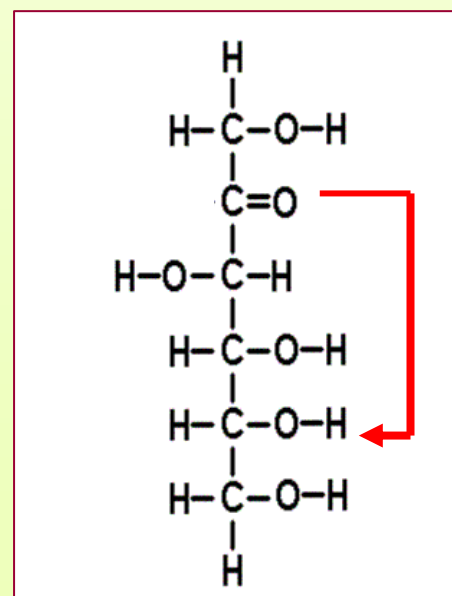
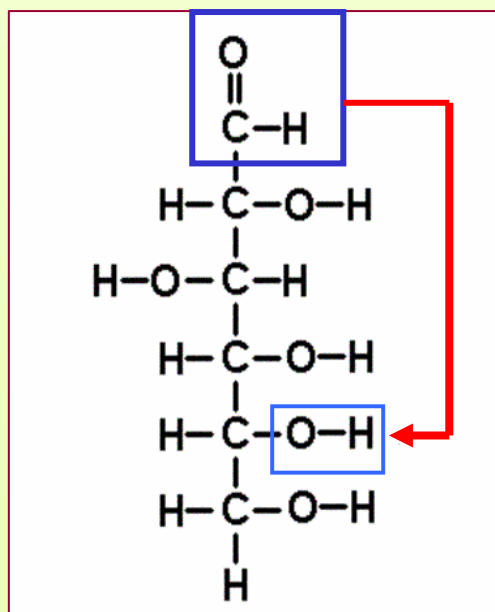
Cando se dissolve en auga a D-glicosa cristalina o seu poder rotatorio varía gradualmente co tempo, ata alcanzar un valor estable ( $+52,5^\circ$ ). Este fenómeno chámase mutarrotación.

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.

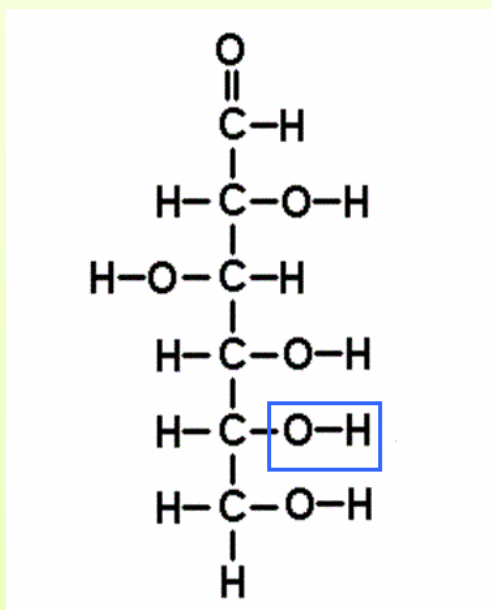
## Fórmulas cíclicas dos monosacáridos ou de Hawort

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**.

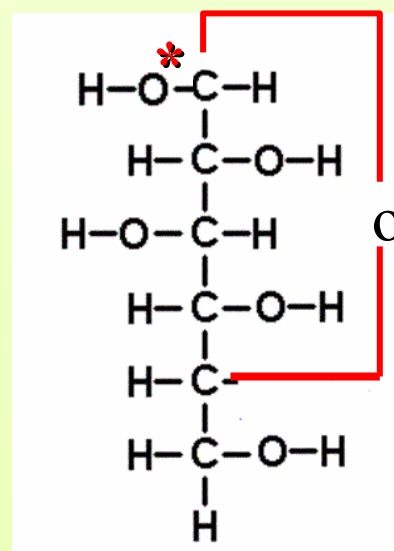
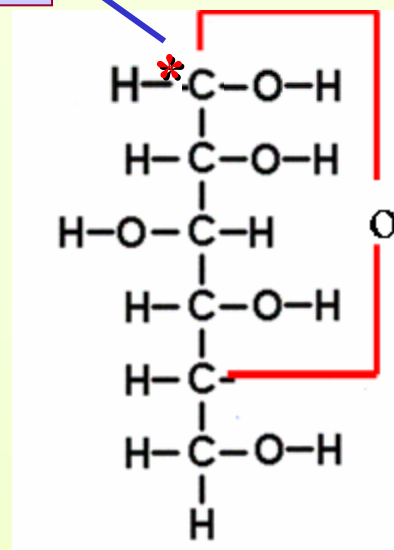
Nas cetopentosas reacciona o grupo cetona co alcol do carbono 5 formando un **hemiacetal**.



Carbono anomérico



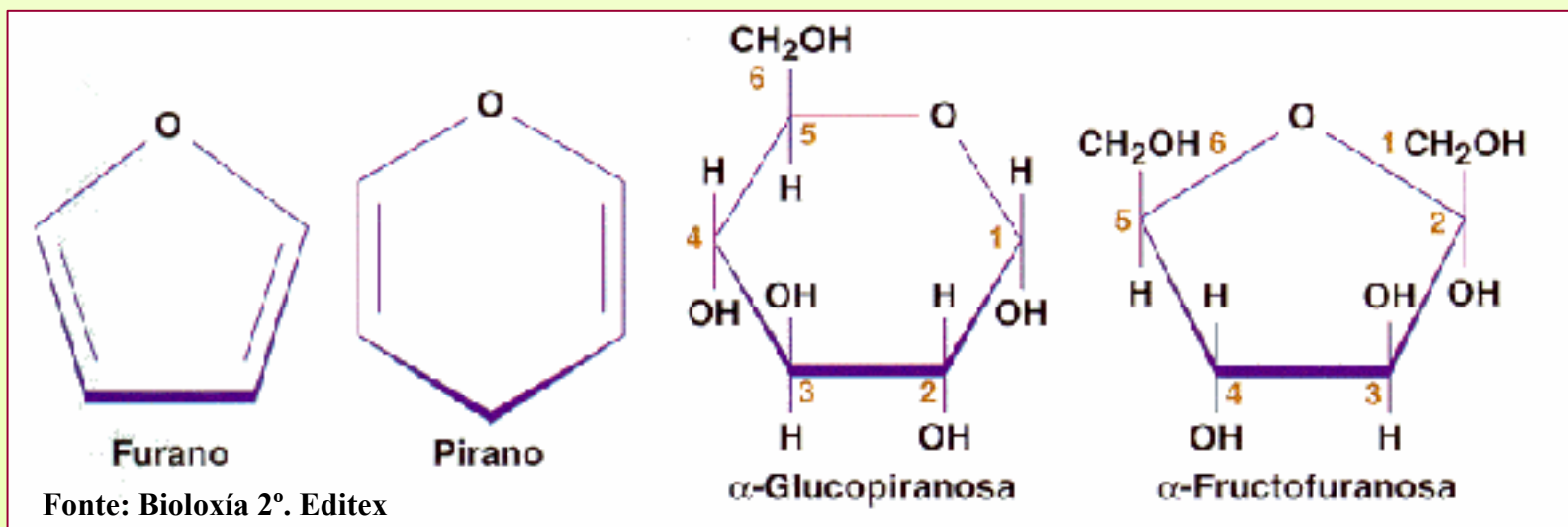
Na fórmula lineal o C 1  
non é asimétrico



Nas fórmulas cíclicas o C 1 é asimétrico e chámase C  
anomérico.

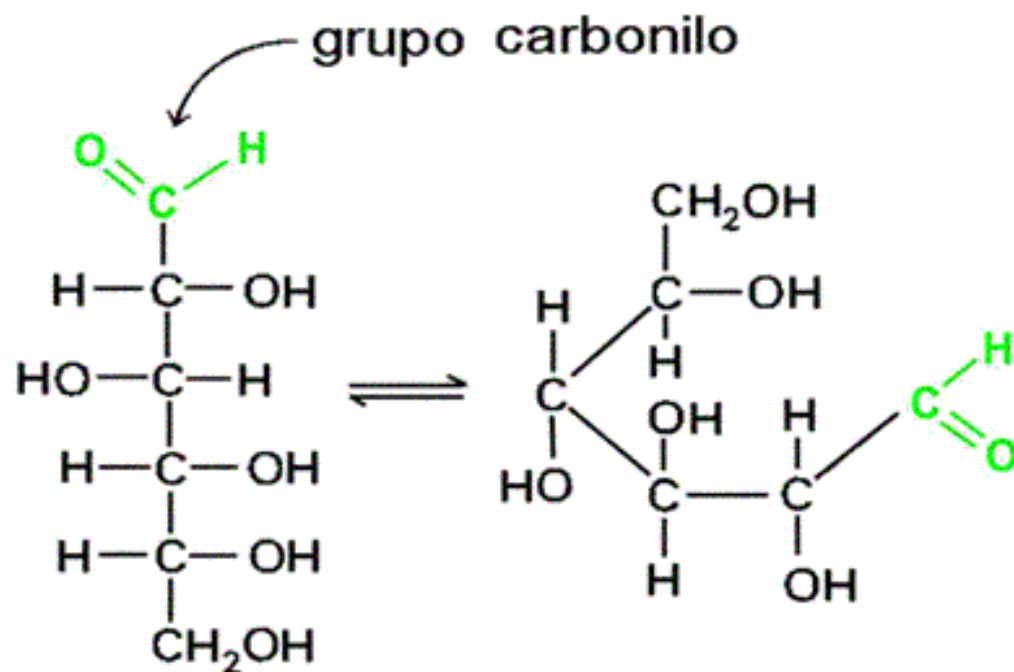
## Fórmulas cíclicas dos monosacáridos ou de Hawort

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 aneis de 6 lados son as **formas piranósicas** por recordar o pirano.

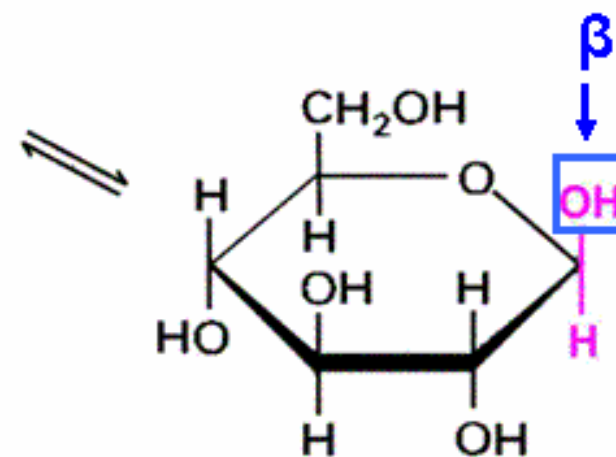
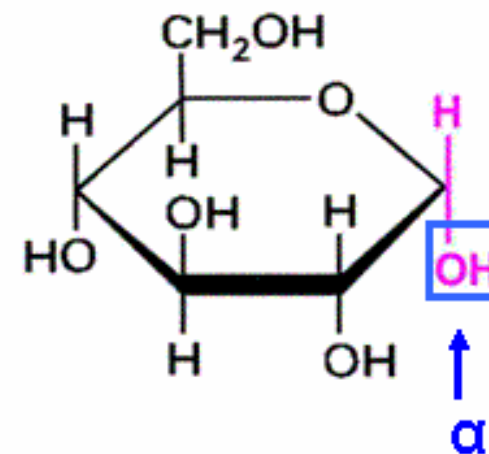


# Ciclación da glucosa

# 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.

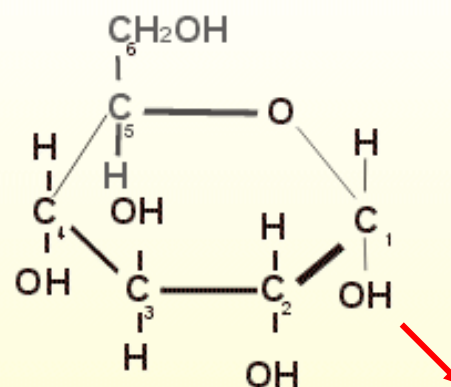
|                            | $\alpha$ -glicosa | $\beta$ -glicosa | Equilibrio |
|----------------------------|-------------------|------------------|------------|
| <i>Rotación específica</i> | 112,0             | 18,7             | 52,7       |

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

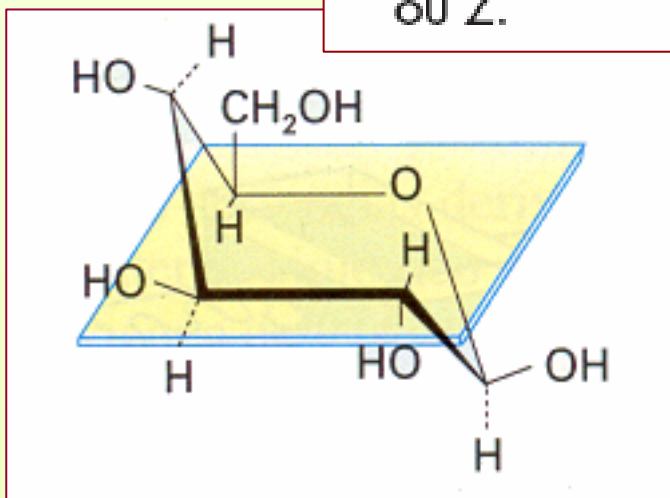


-OH hemiacetálico

$\alpha$  - D - Glucopiranososa

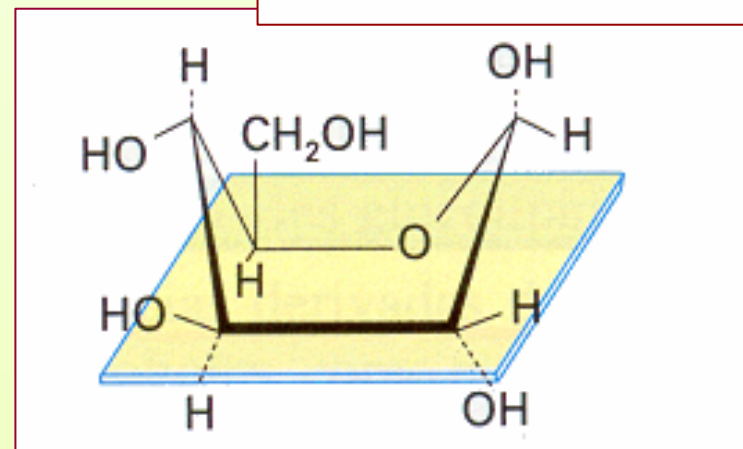
# Fórmulas tridimensionais da glicosa

Forma «trans»  
ou Z.



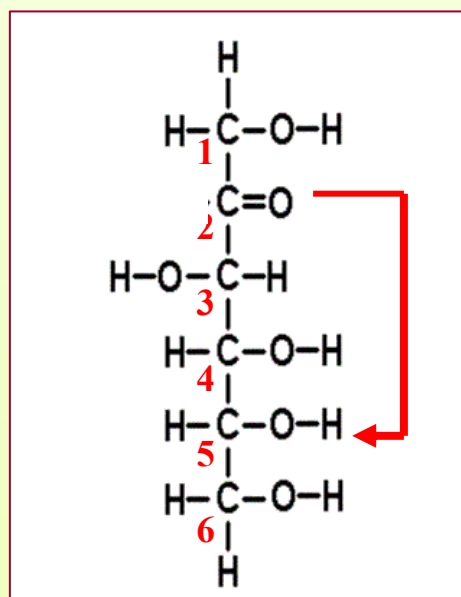
B- D- glucopiranososa en  
**estructura en cadeira**

Forma «cis» ou E.

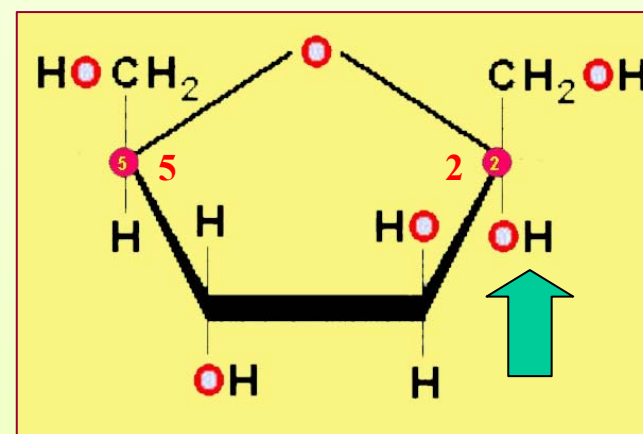
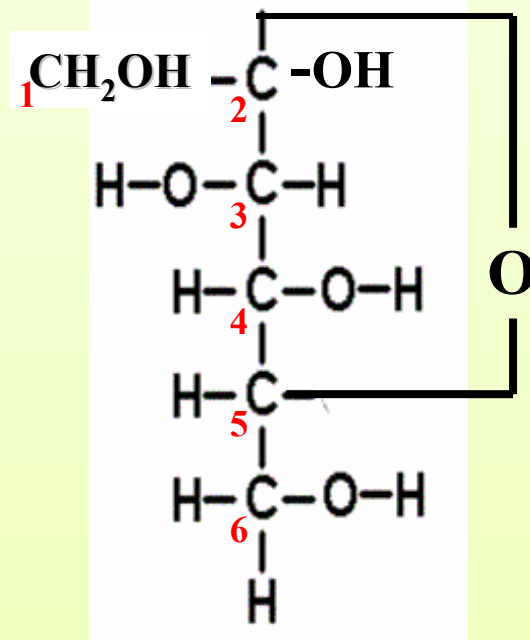


B- D- glucopiranososa en **estructura en nave** (forma máis inestable que a estrutura en cadeira)

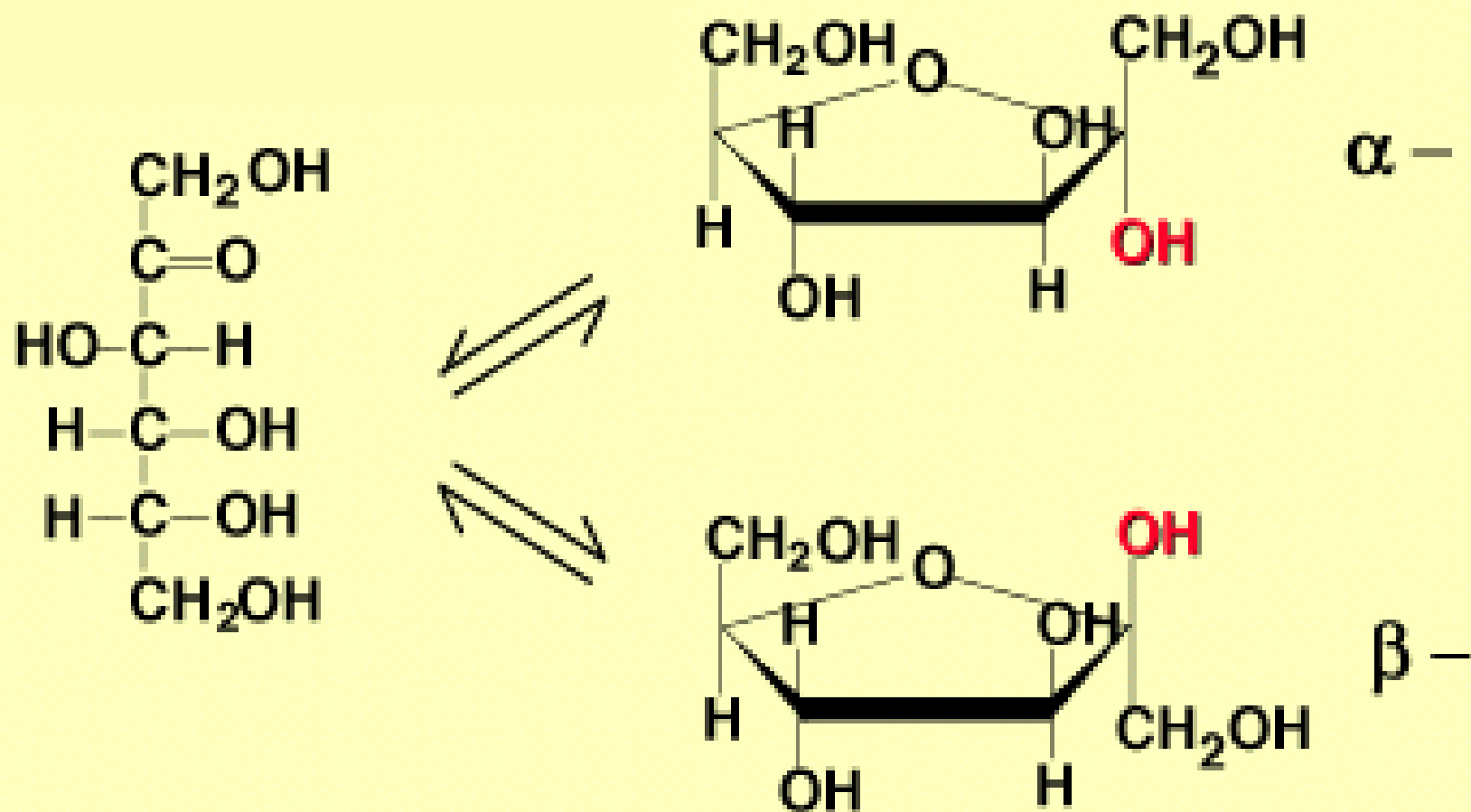
# Ciclación da D-fructosa

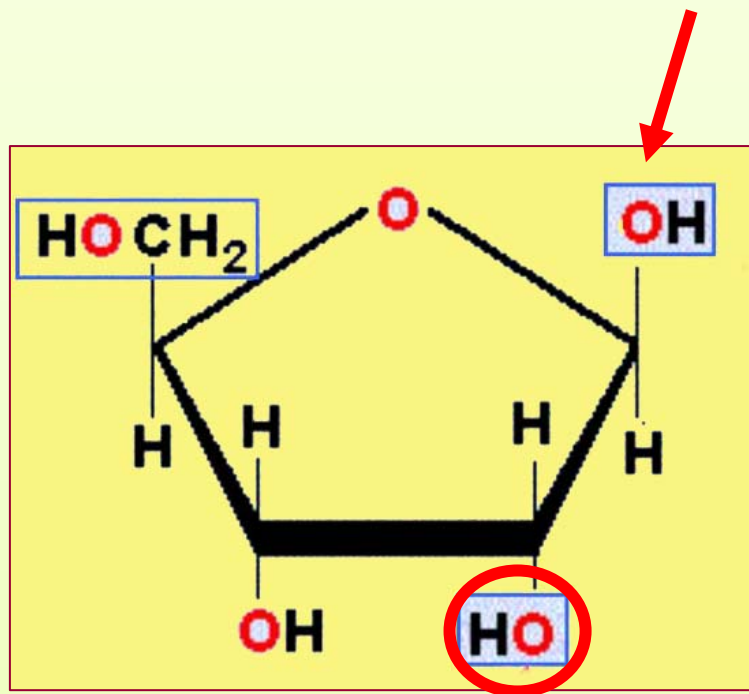


D- Fructosa

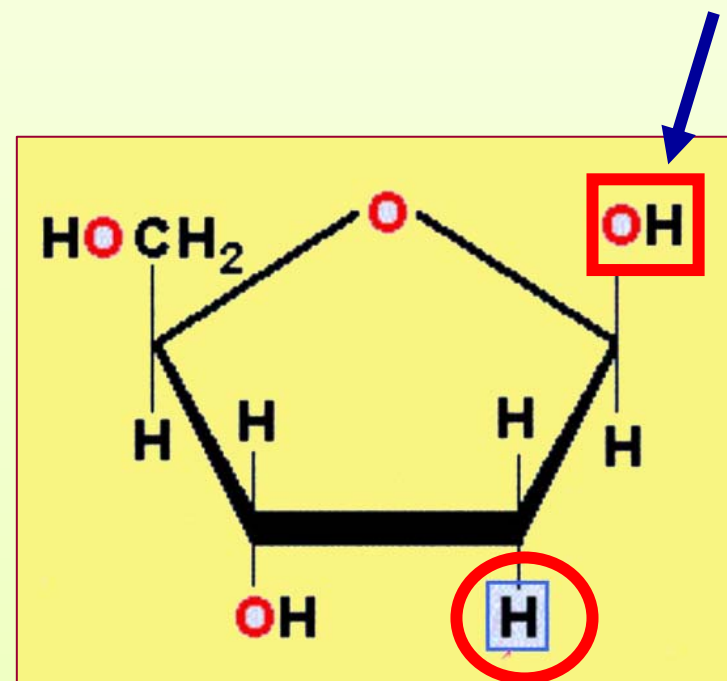


$\alpha$ -D- Fructofuranosa





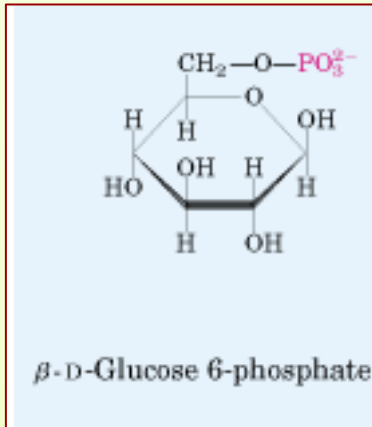
**$\beta$ -D-ribofuranosa**  
forma parte do ARN



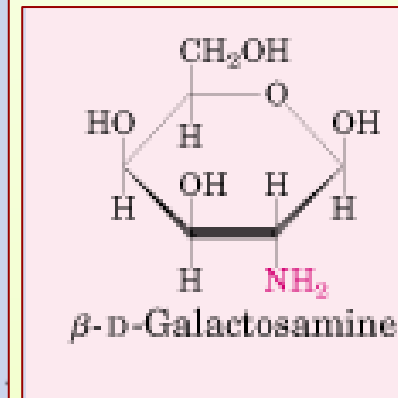
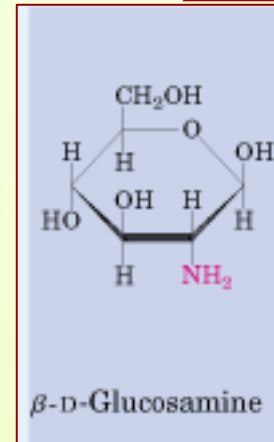
**$\beta$ -D-desoxirribofuranosa**  
forma parte do ADN

# Derivados de monosacáridos

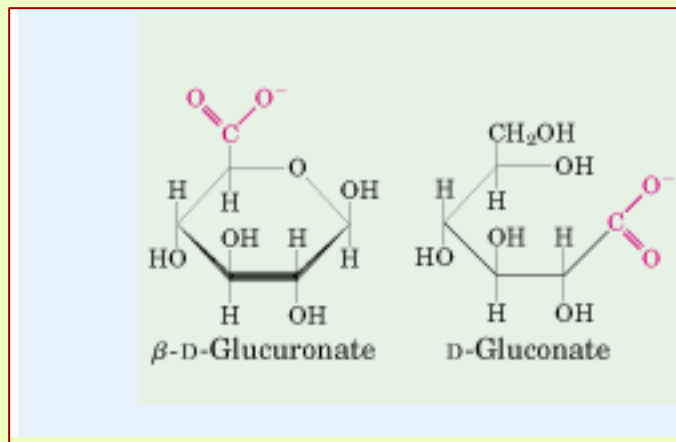
## Azucres esterificados



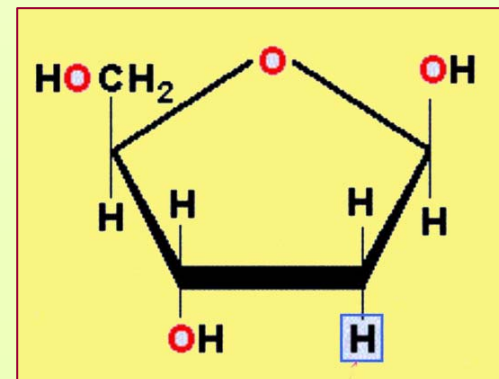
## Aminoazucres



## Azucres ácidos



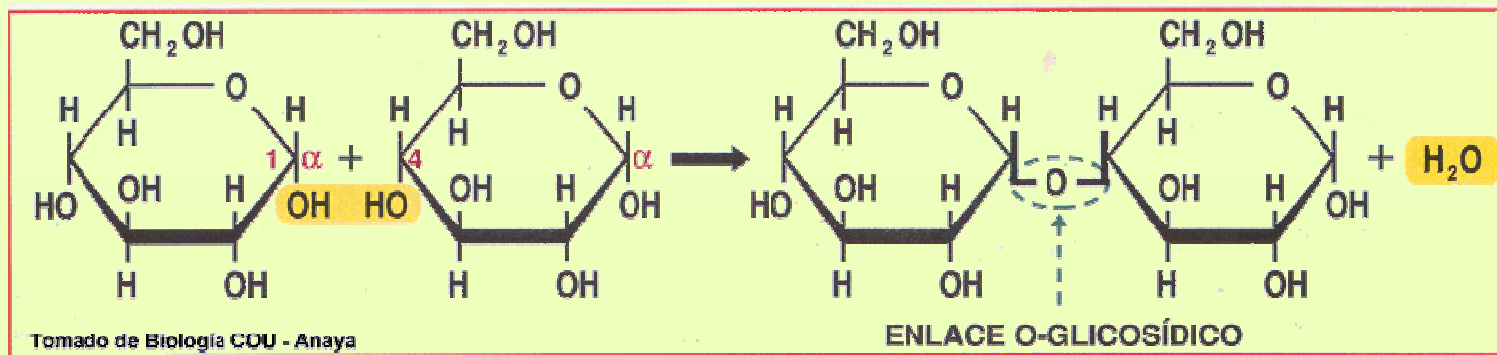
## Desoxiazucres



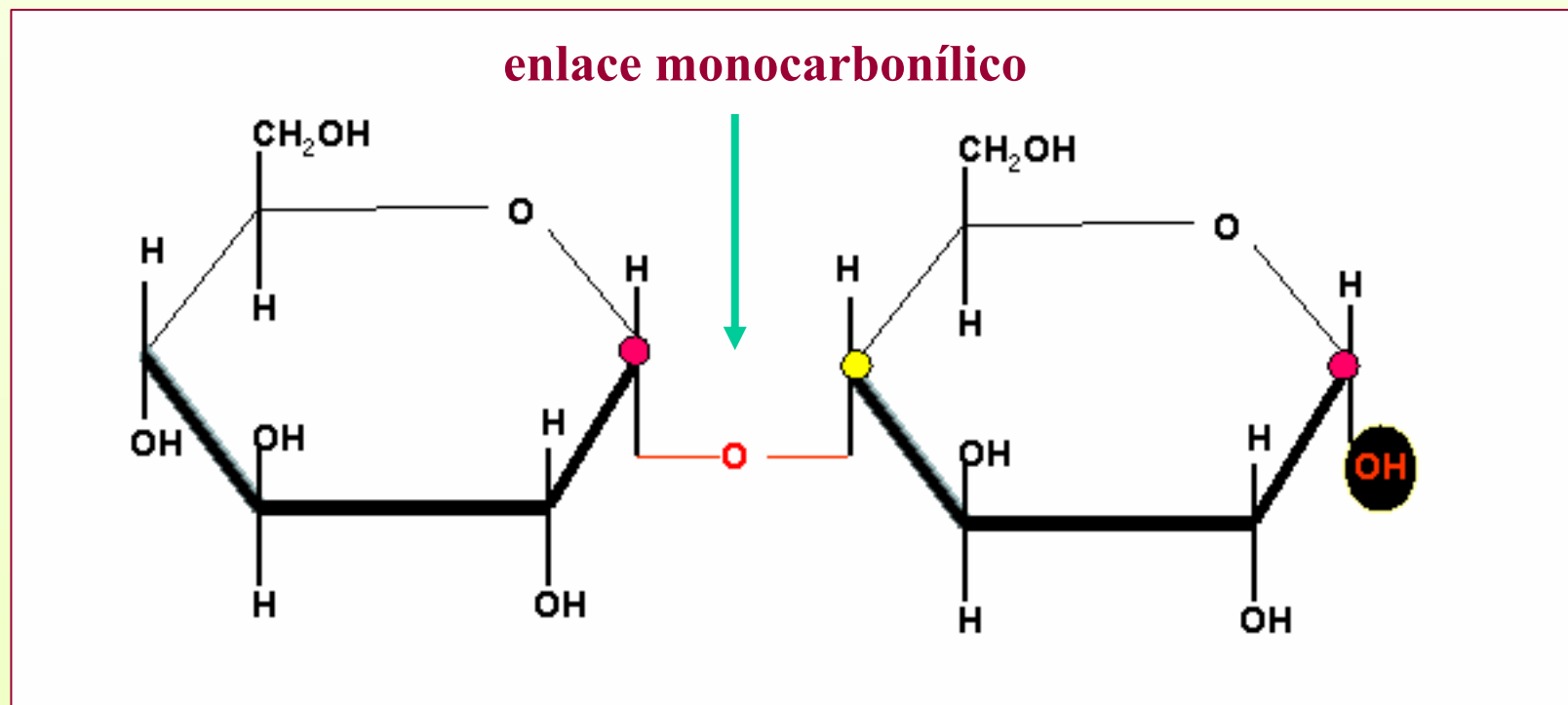
# Disacáridos

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.

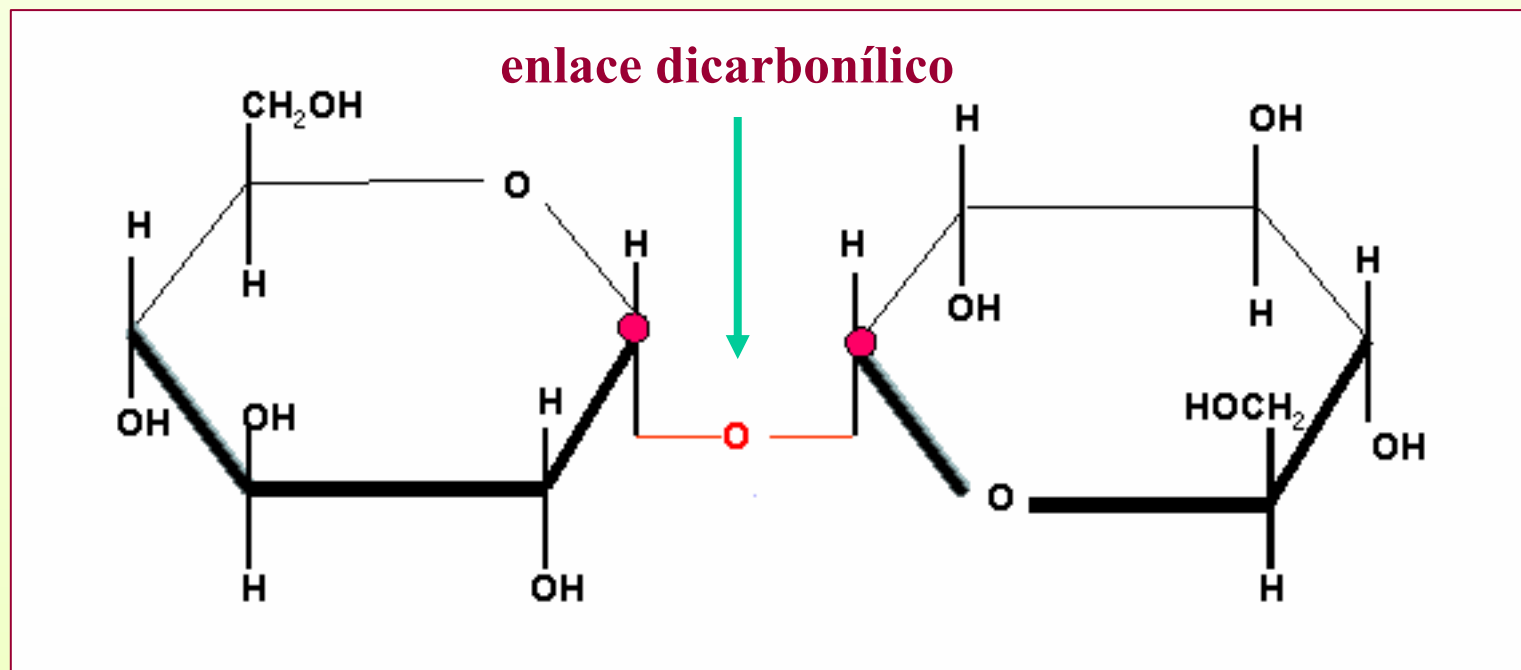


**Formación de maltosa**  
**Enlace  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4)**



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

Fonte da imaxe [http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo\\_ov/](http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/)



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

Fonte da imaxe: [http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo\\_ov/](http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/)

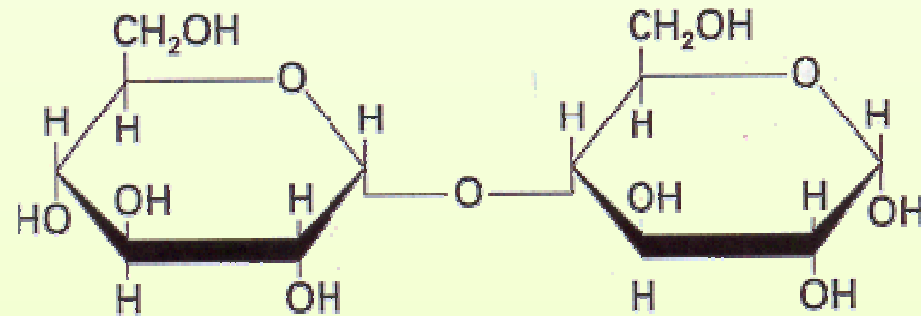
# Nomenclatura dos disacáridos

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

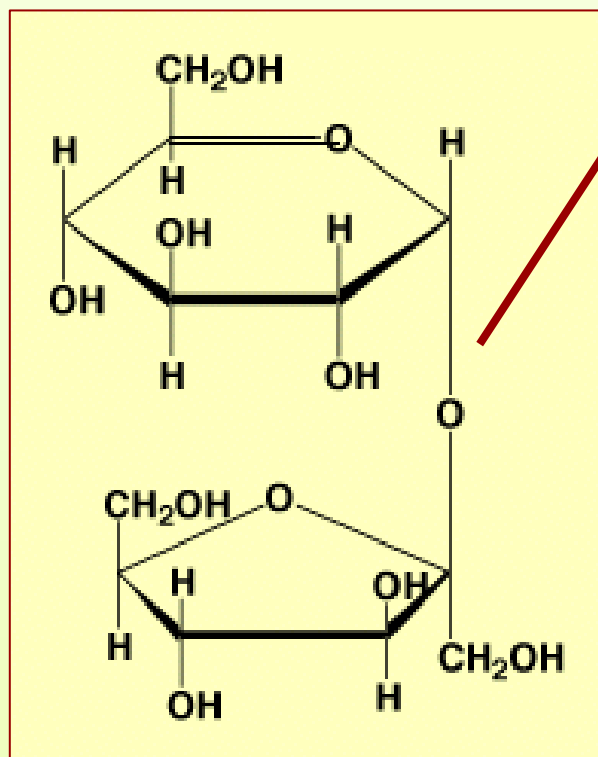


Maltosa (forma  $\alpha$ )

$\alpha$ -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

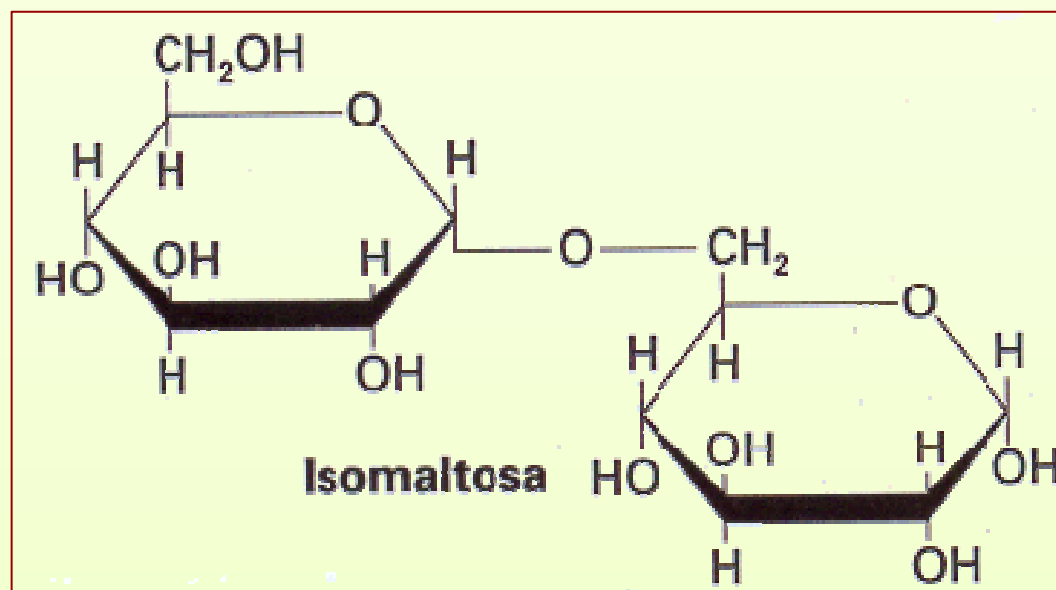


enlace dicarbonílico

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)**

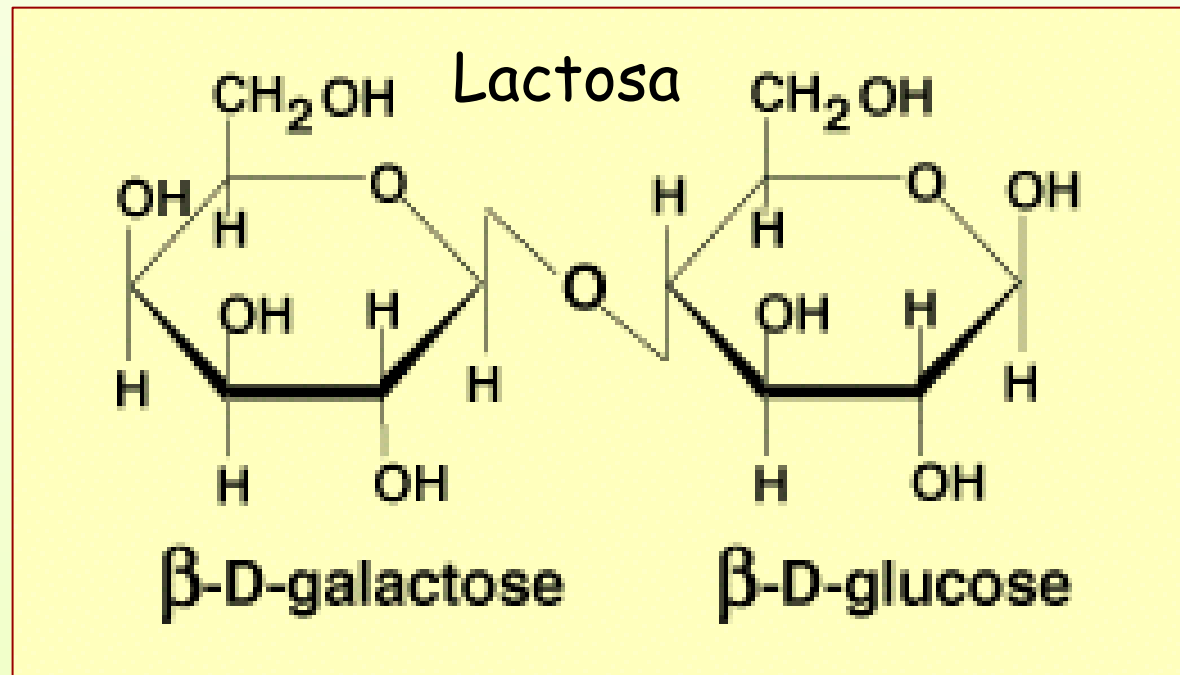


**$\alpha$ -D-glucopiranosil- (1-6)-  $\alpha$ -D-glucopiranososa**

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)**

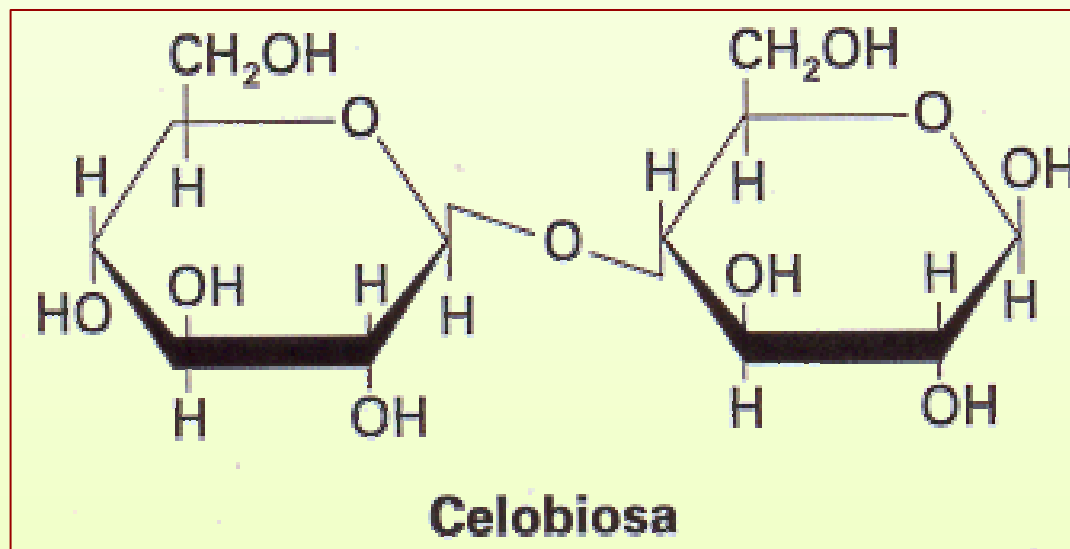


$\beta$ -D-galactopiranosil- (1-4)-  $\beta$ -D-glucopiranososa

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**

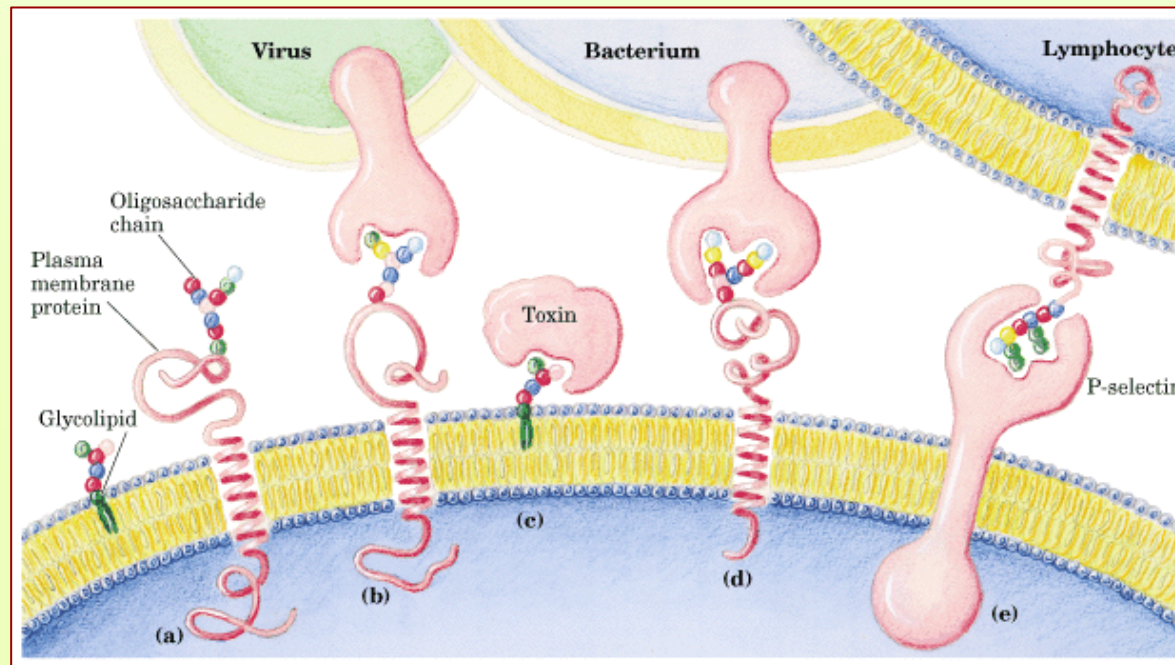
### **Enlace $\beta$ (1 $\rightarrow$ 4)**

# 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.

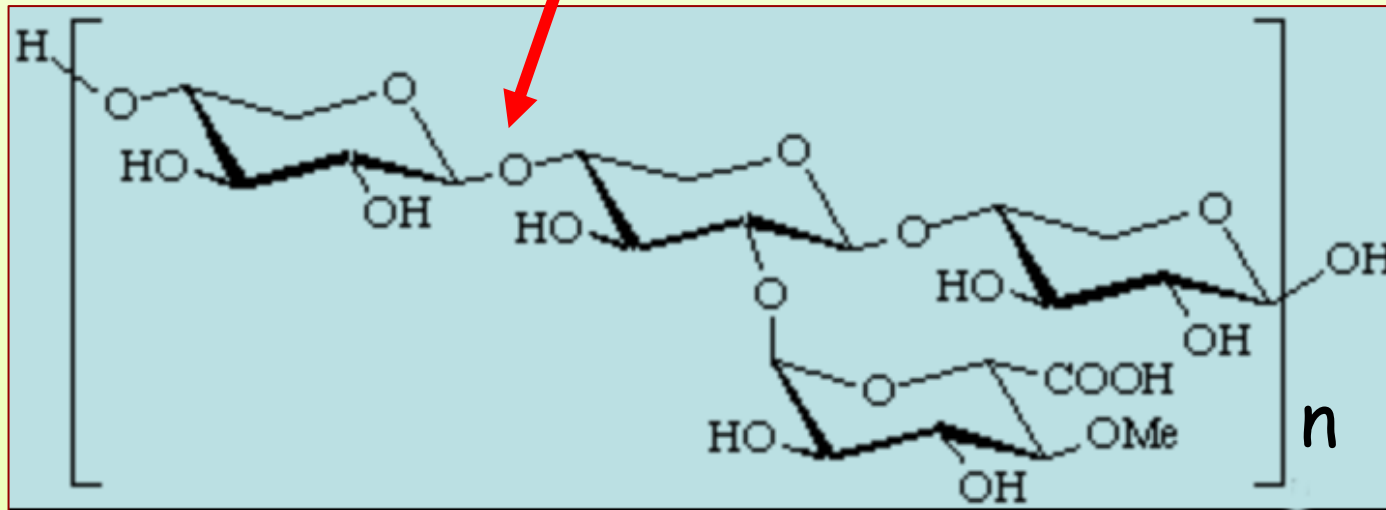
Os oligosacáridos son parte integrante dos **glicolípidos e glicoproteínas** que se atopan na superficie externa da membrana plasmática e polo tanto ten unha gran importancia nas **funcións de recoñecemento** en superficie.



# POLISACÁRIDOS

Están formados pola unión de moitos monosacáridos.

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

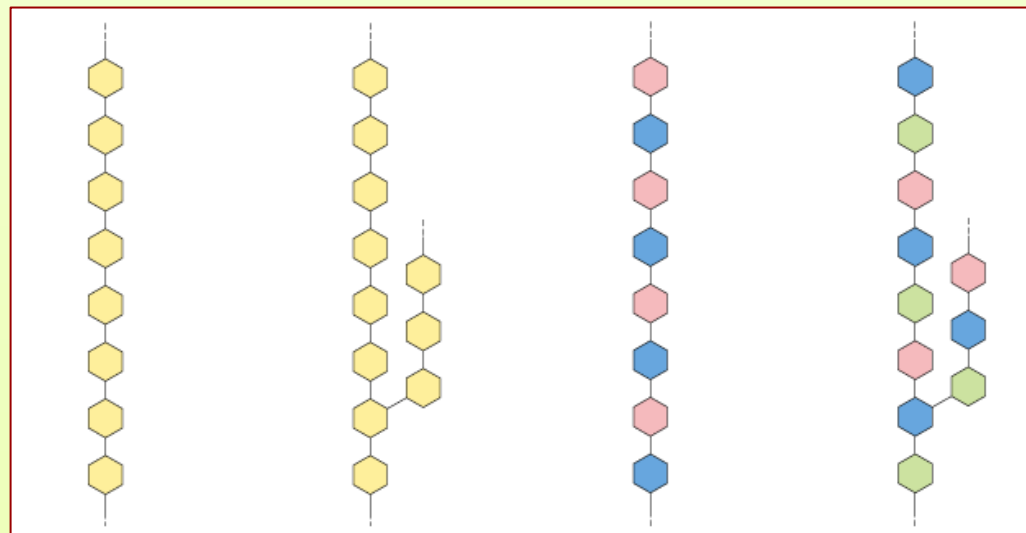


## PROPIEDADES DOS POLISACÁRIDOS

- 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.



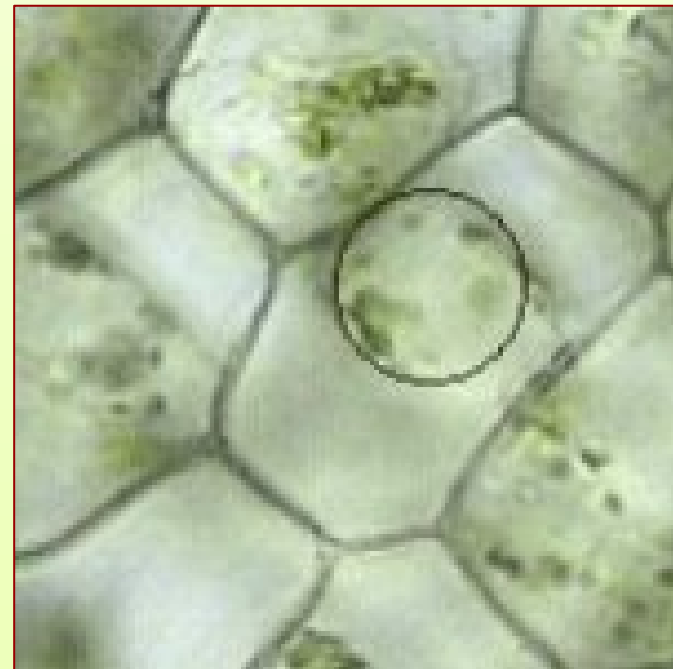
Homopolisacáridos

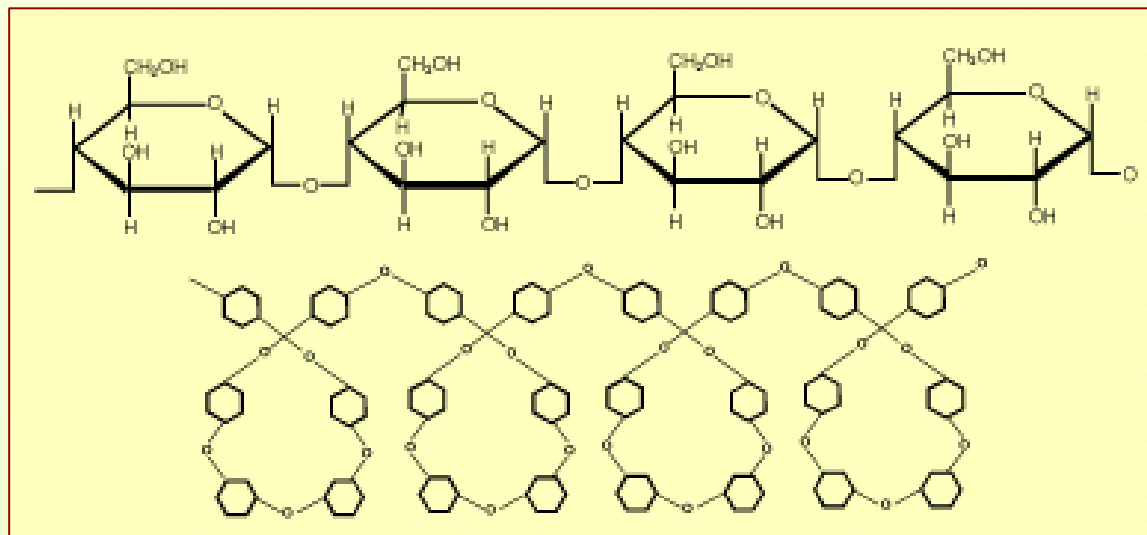
Heteropolisacáridos

# Amidón

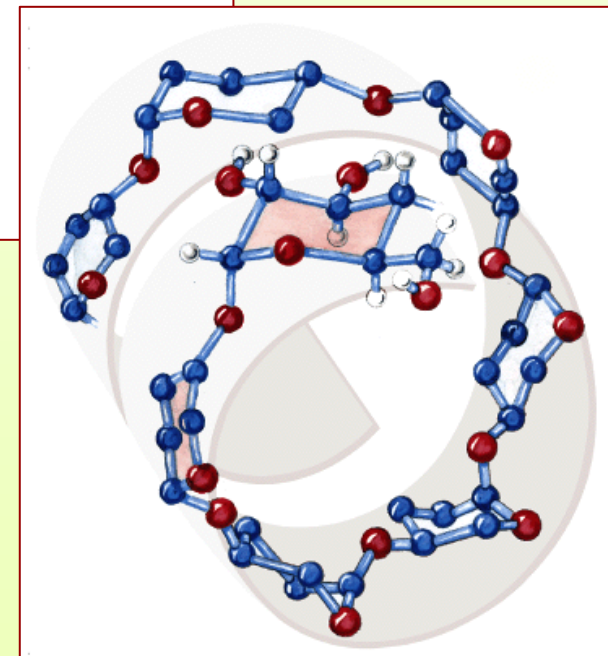
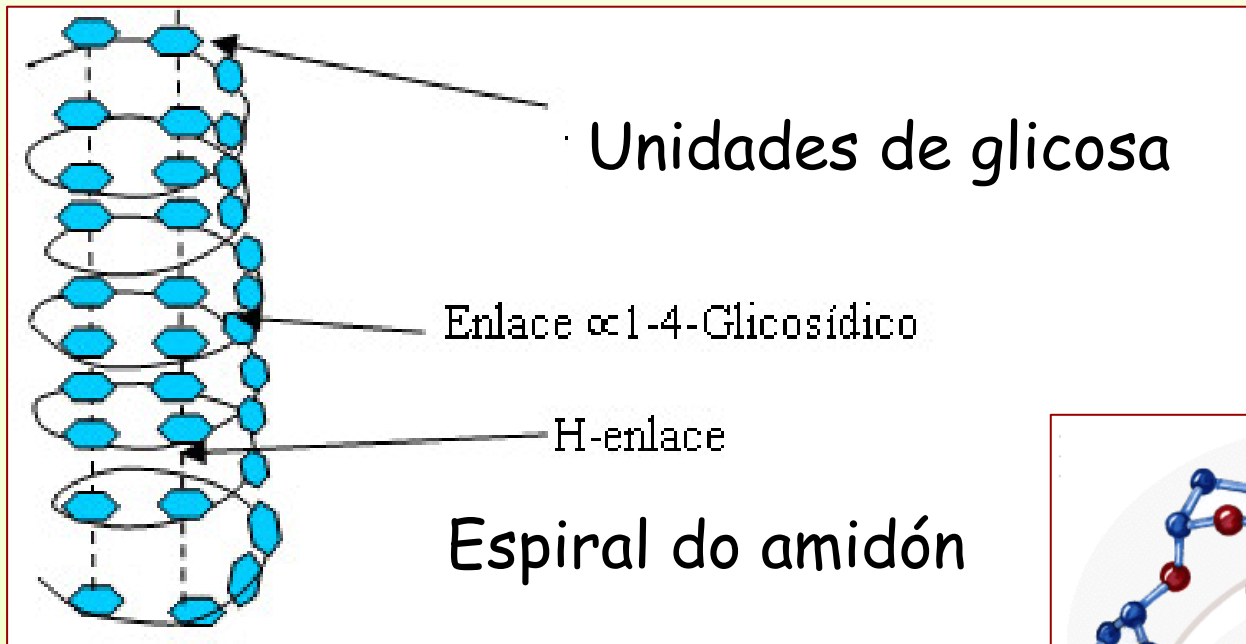
Amidón, é o polisacárido de reserva dos vexetais, e está integrado por dous tipos de polímeros:

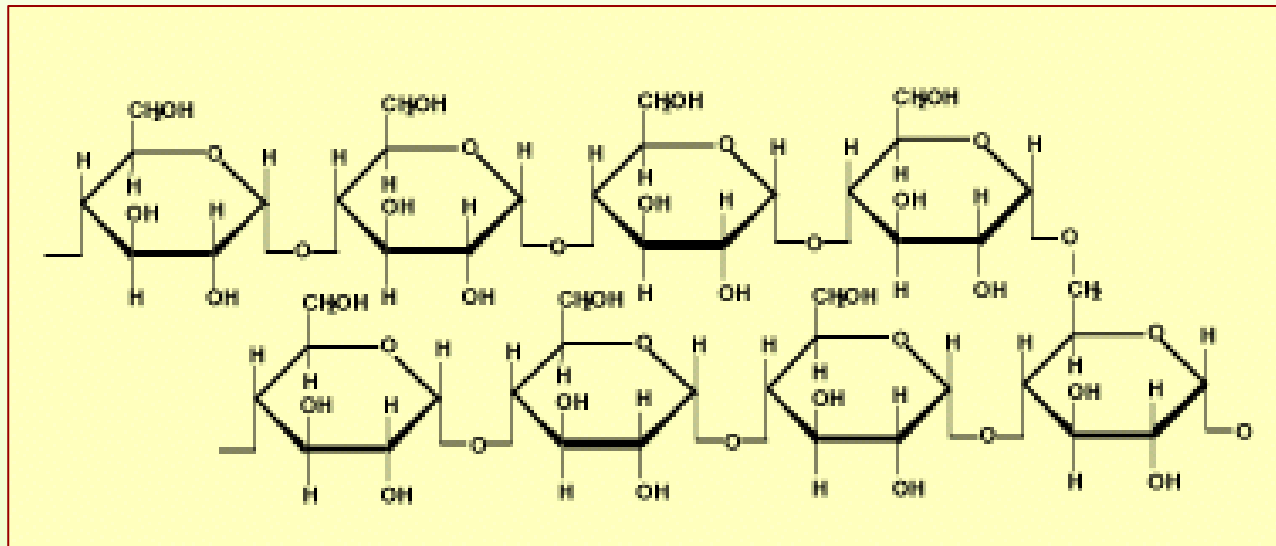
- **amilosa**
- **amilopectina**



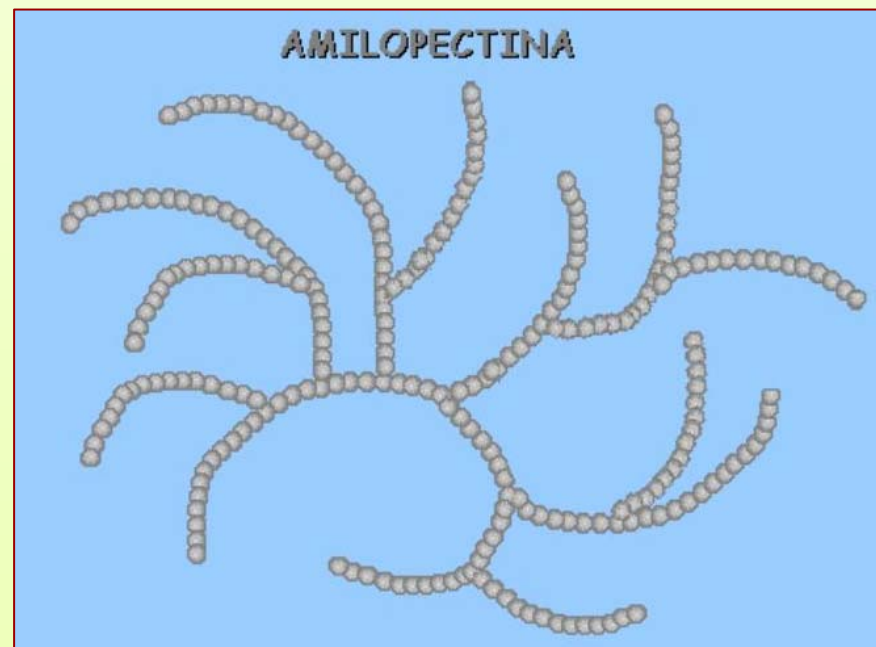
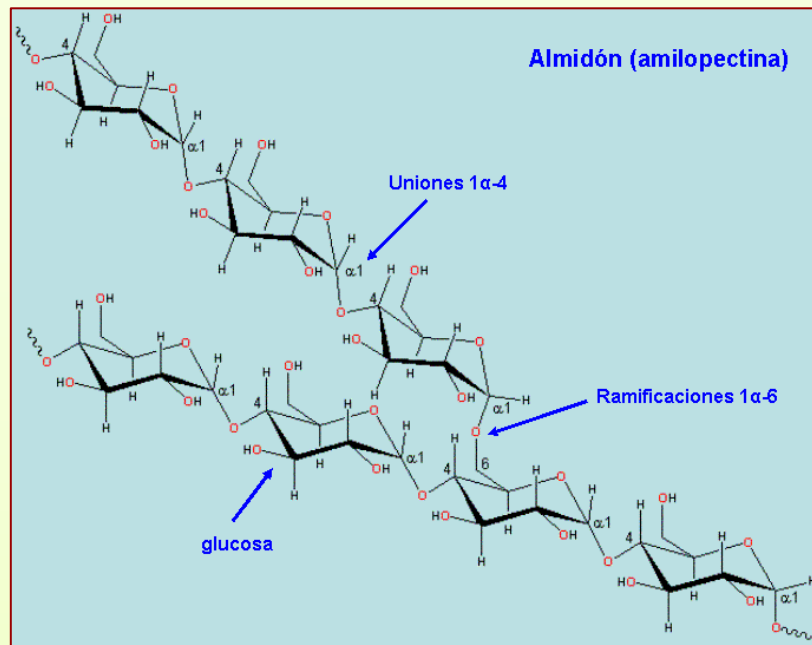


• **Amilosa**, formada por 250-300 glicosas, unidas mediante enlaces  $\alpha(1-4)$ . A amilosa disólvese facilmente en auga, adquirindo unha estrutura secundaria característica, de forma helicoidal, na que cada volta da hélice comprende 6 unidades de glicosa.





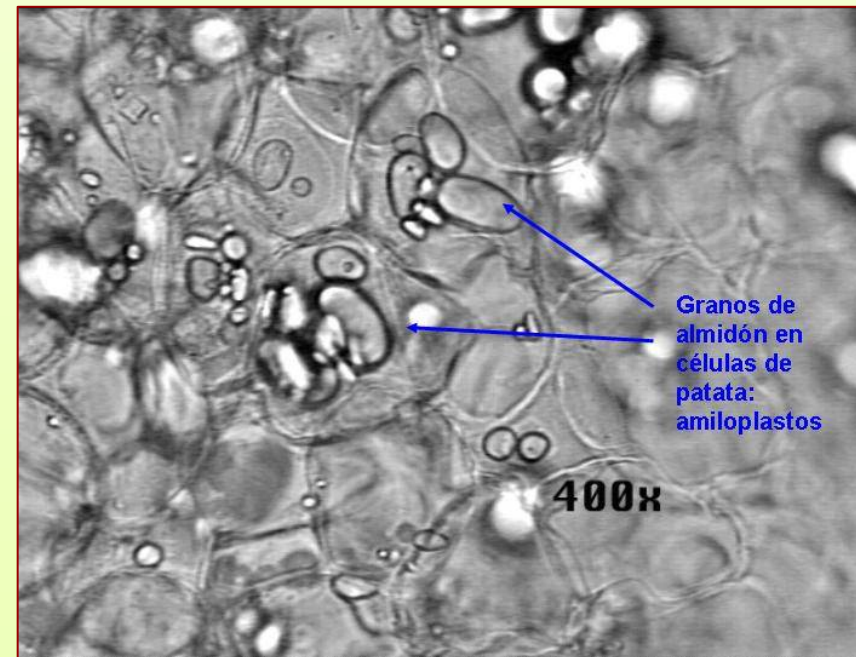
• **Amilopectina**, formada por unhas 1000 unidades de glicosas unidas mediante enlaces  $\alpha(1-4)$ , con ramificaci3ns en posici3n  $\alpha(1-6)$ . As uni3ns  $\alpha(1-6)$  est3n regularmente espaciadas (cada 25-30 residuos de glicosa), e son os puntos por onde se ramifica a estrutura.



Fonte das imaxes [http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo\\_ov/](http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/)

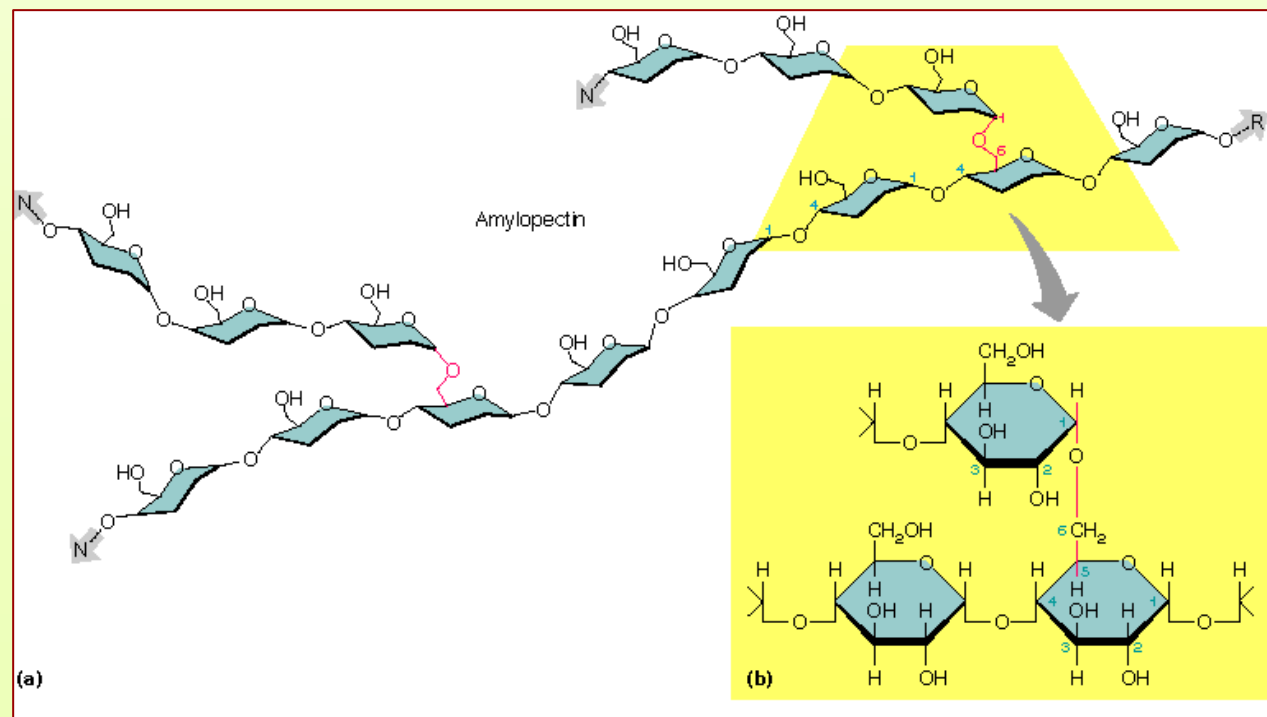
**I.E.S. Otero Pedrayo.  
Ourense**

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.

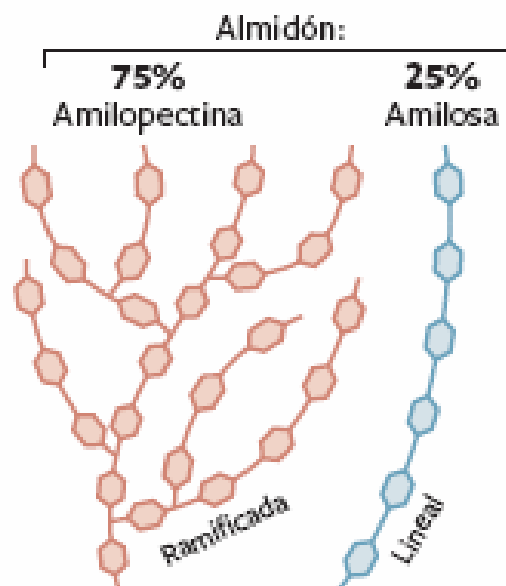
La hidrólise parcial do amidón da dextrinas e maltosa e, a hidrólise total,  $\alpha$ -D-glucopiranosas



# La patata transgénica

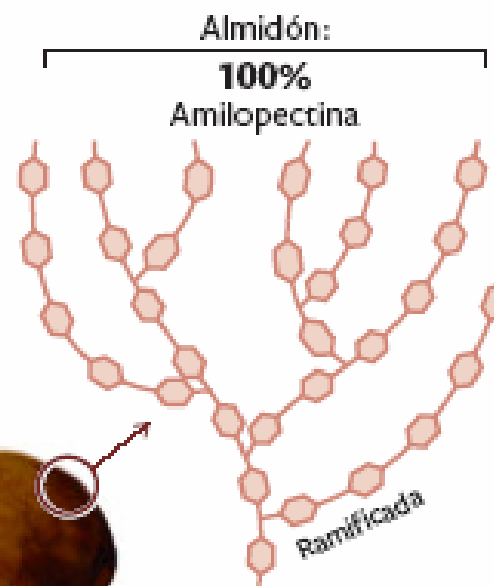
## ■ PATATA NORMAL

El almidón está formado por una mezcla de amilopectina y amilosa



## ■ PATATA TRANSGÉNICA

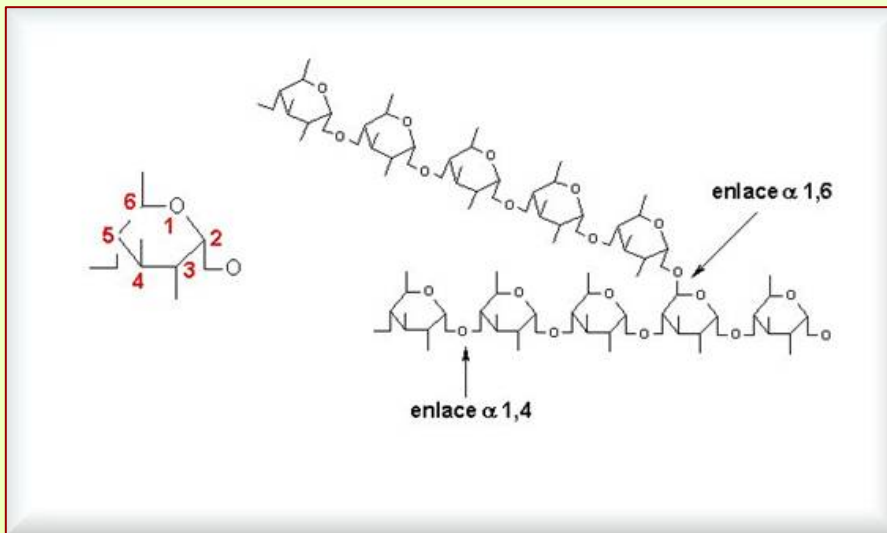
La patata transgénica tiene inutilizado el gen de la amilosa



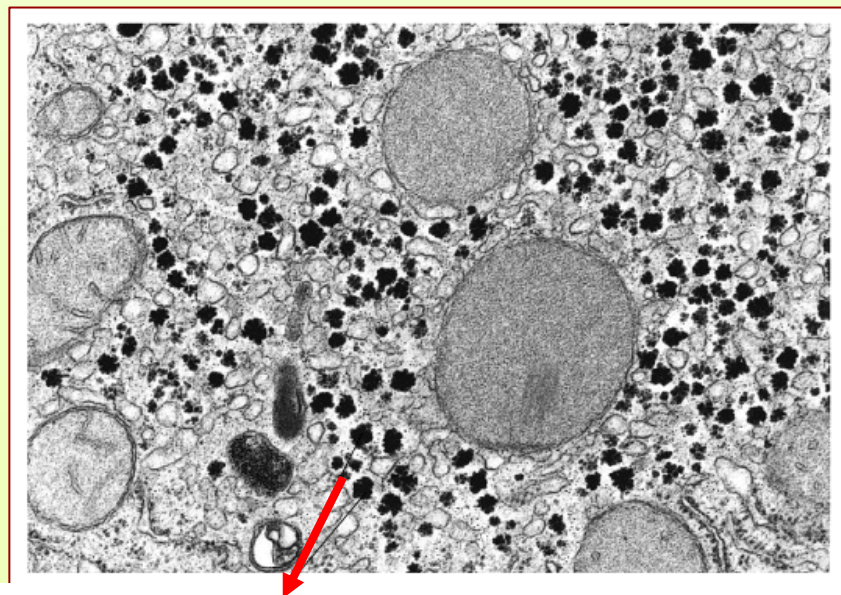
# Glicóxeno

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



I.E.S. Otero Pedrayo.  
Ourense



Graos de glicóxeno en células do fígado

# Celulosa

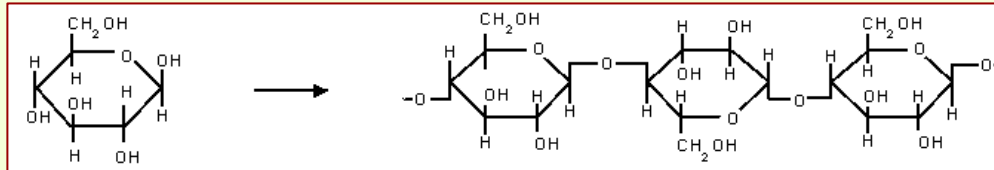
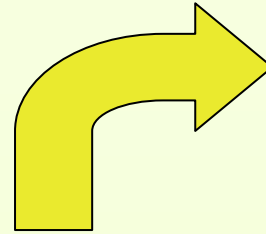
Polisacárido estrutural dos vexetais nos que constitúe a parede celular.

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

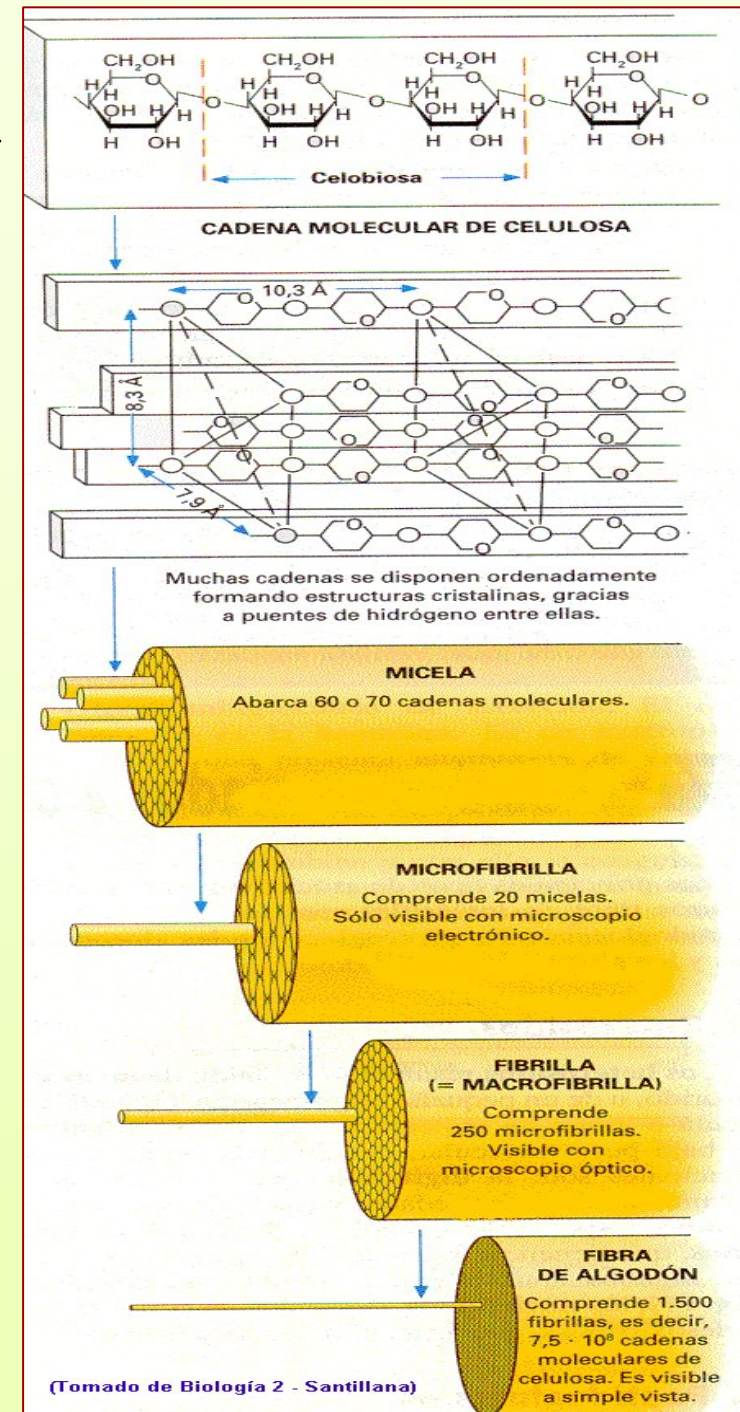
O 50 % da materia orgánica da Biosfera é celulosa.

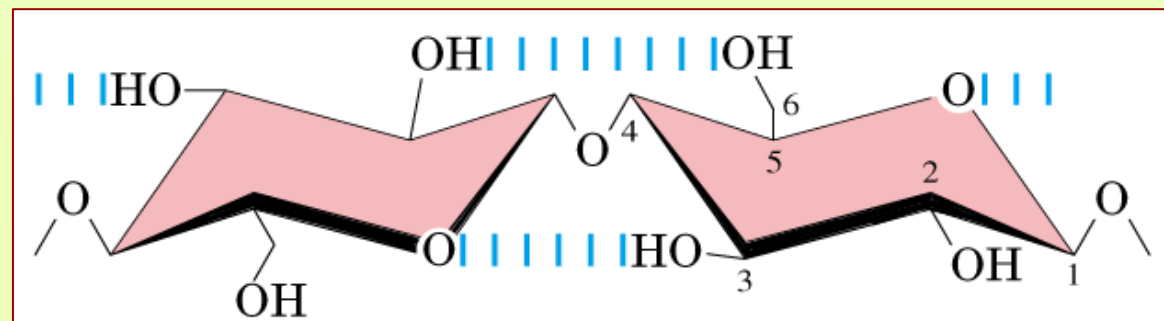
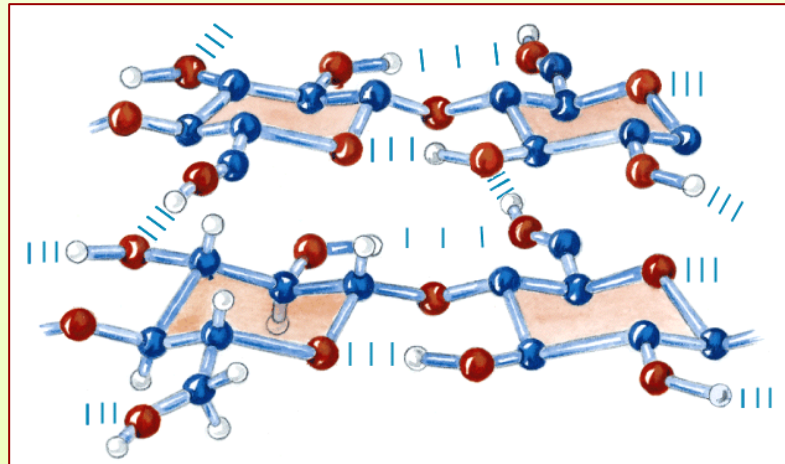
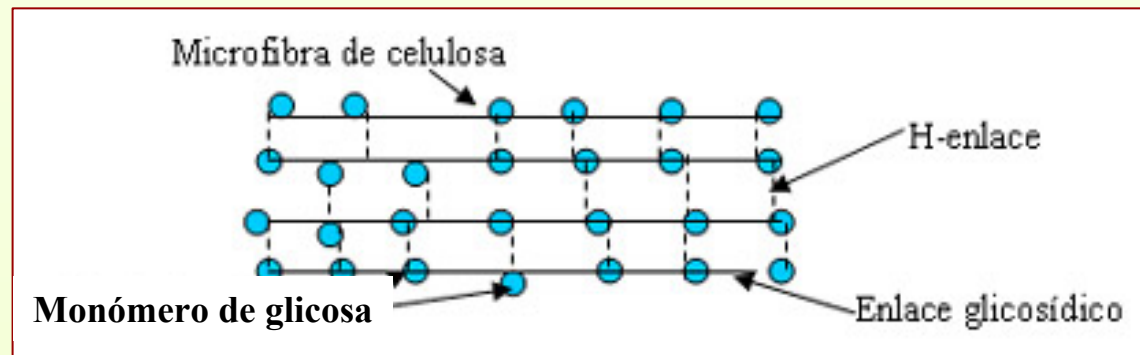


# ESTRUCTURA DA CELULOSA



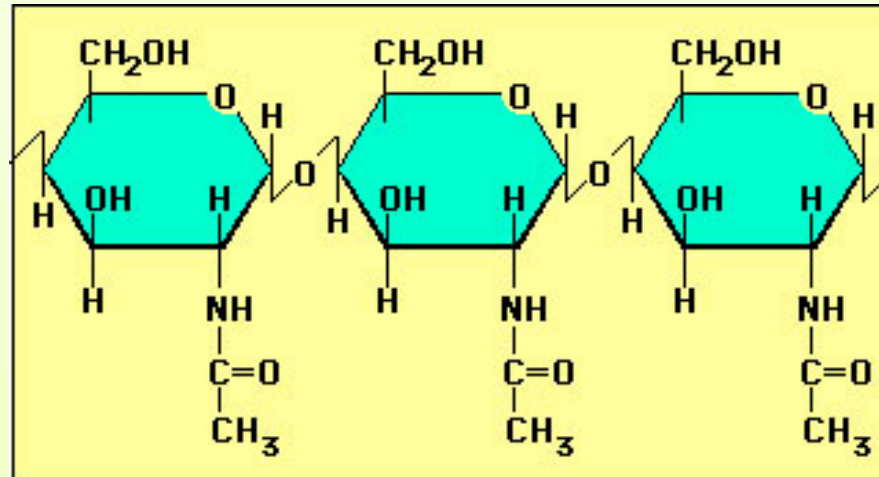
É un polímero lineal de celobiosa. As súas glicosas únense por pontes de hidróxeno dando microfibrillas, que se unen para dar fibrillas e que a súa vez producen fibras visibles.





# QUITINA

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



I.E.S. Otero Pedrayo.  
Ourense



**Heteropolisacárido:** formado máis dun tipo de monosacárido.

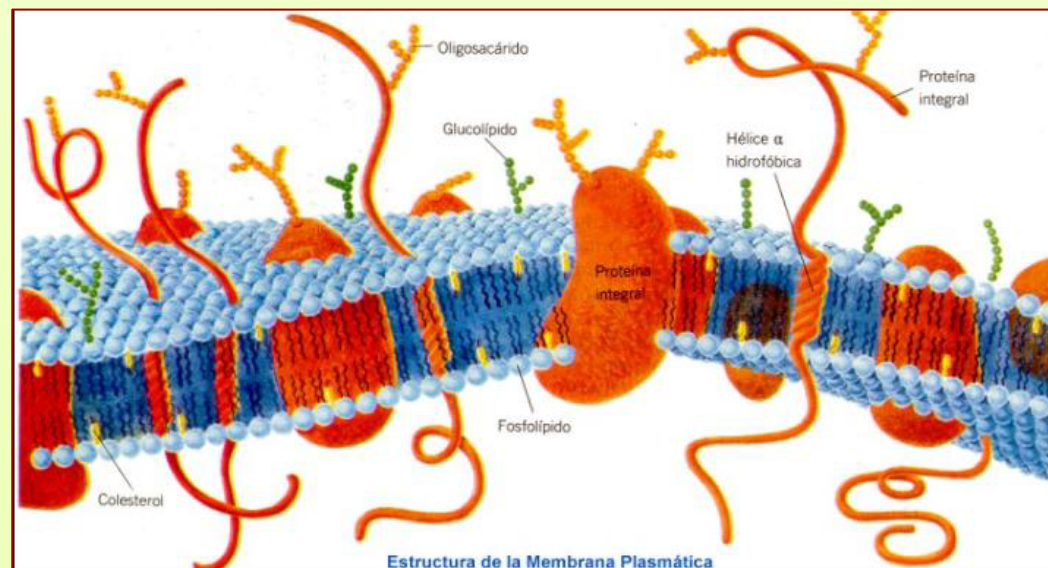
- **A pectina** forma lámina media das paredes das células vexetais
- **O agar-agar** é obtido da parede celular de varias especies de algas vermellas. É un medio de cultivo para bacterias e fungos que se utiliza porque non é degradado polos microorganismos.



# 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

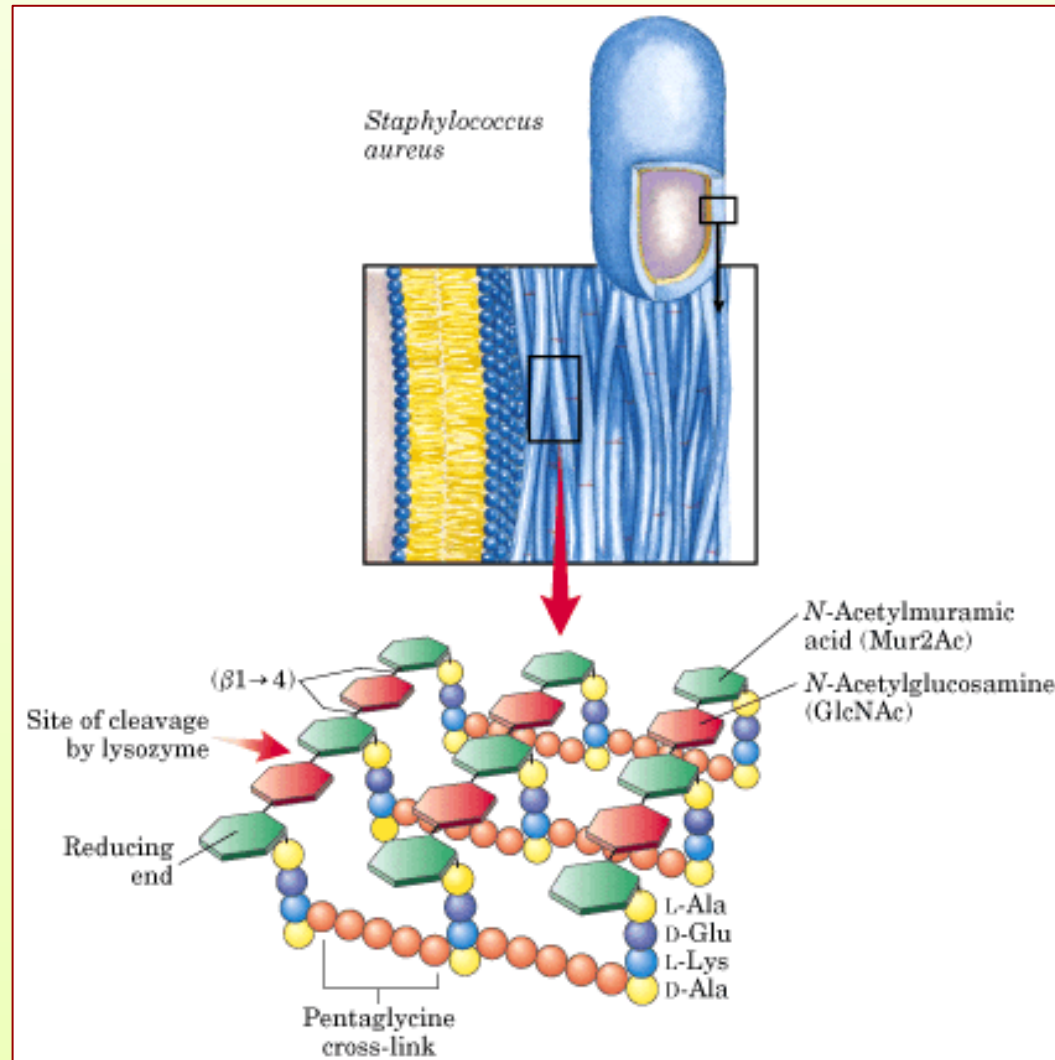
Heterósidos moi complexos que forman parte da matriz intercelular dos tecidos conectivos. Son compostos moi heteroxéneos:

- 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 glúcidos que forman a parede das bacterias.

## ÁCIDOS TEICOICOS

Heterósidos moi complexos que forman parte da parede bacteriana.



## PEPTIDOGLICANOS

# FUNCIÓN BIOLÓXICA 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.*