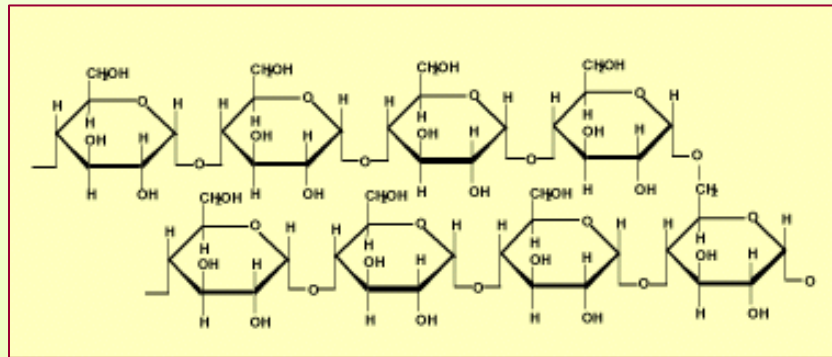
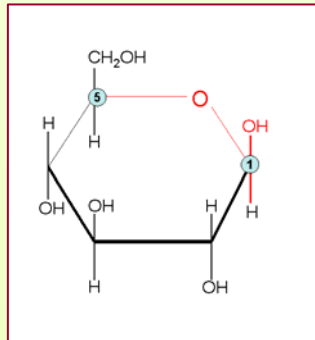


# CARBOHIDRATOS OU GLÍCIDOS



**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:

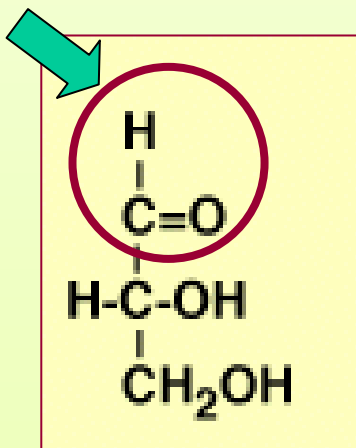
- **Glúcidos** (da palabra grega que significa doce), pero son moi poucos os que teñen sabor doce.
- **Sacáridos** (da palabra latina que significa azucre), aínda que o azucre común é un só dos centenares de compostos distintos que poden clasificarse neste grupo.

## Desde o punto de vista químico

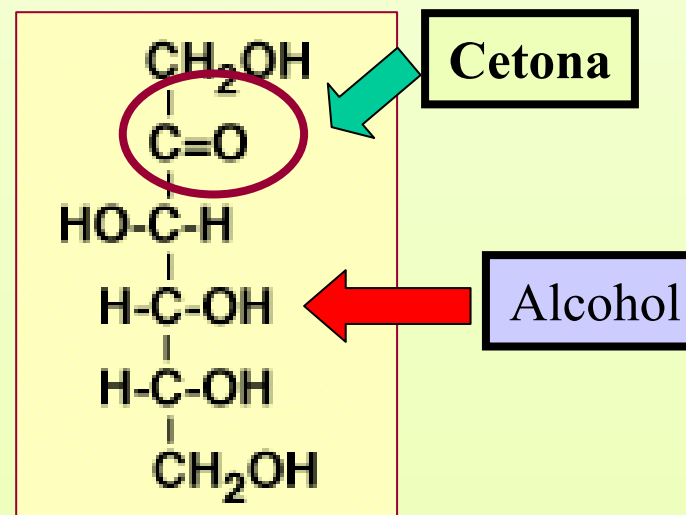
Os glúcidos son biomoléculas formadas basicamente por carbono (C), hidróxeno (H) e osíxeno (O).

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

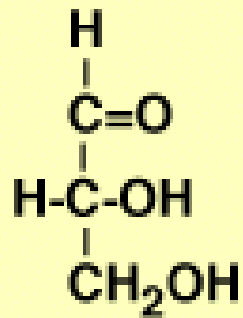
Ósidos

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

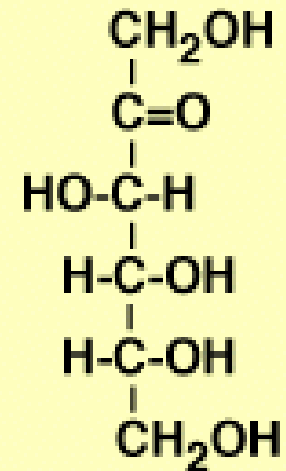
# Monosacáridos

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



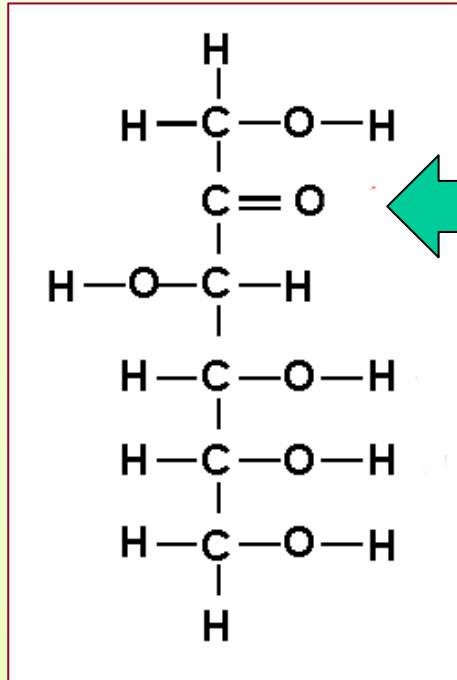
Hexosa

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 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

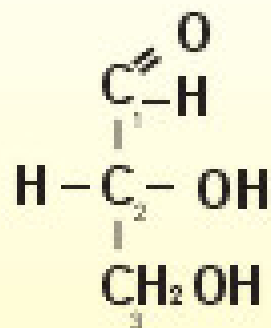
A isomería é unha característica que aparece nas moléculas que teñen a mesma fórmula empírica, pero presentan características físicas ou químicas que as fai diferentes. A estas moléculas se lles denomina **isómeros**.

Nos monosacáridos podemos atopar:

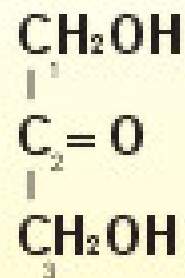
- isomería de función
- isomería espacial
- isomería óptica.

## • **Isomería de función**

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



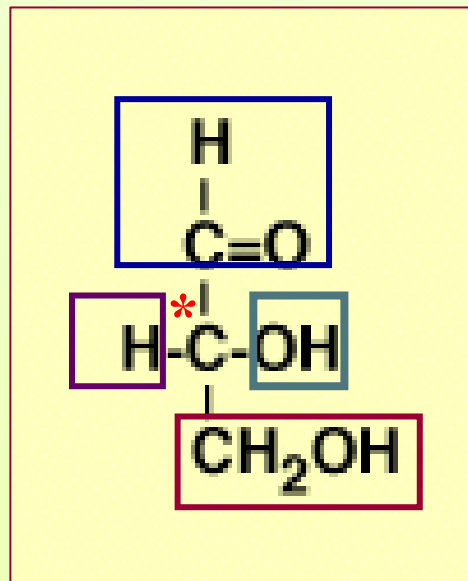
**D - Gliceraldehido**



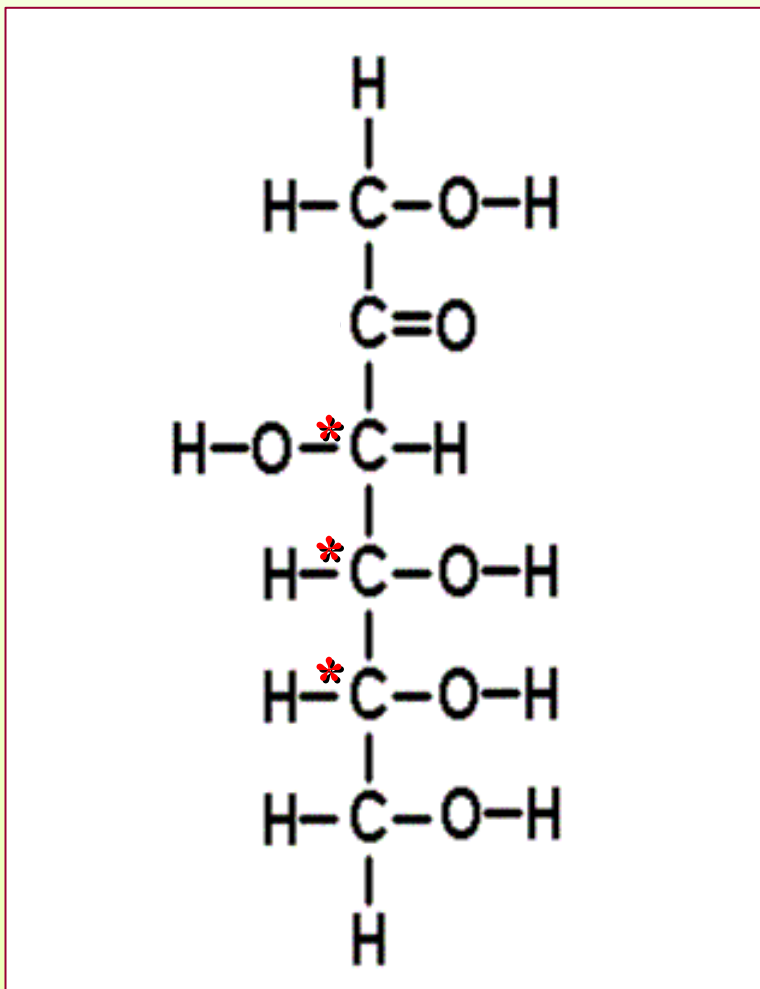
**Dihidroxiacetona**

## • 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.



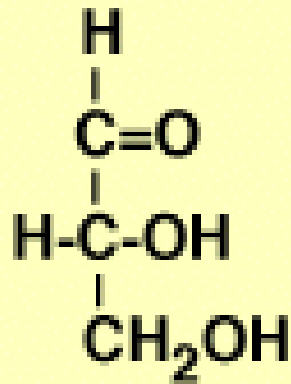
¿Cantos carbonos asimétricos ten a seguinte molécula?



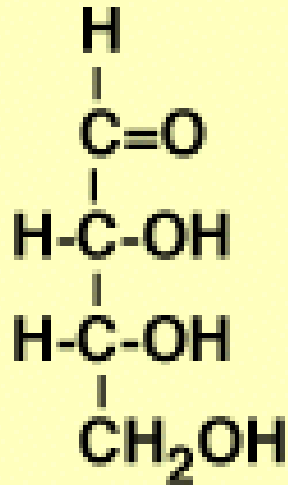
¿Cantos esteroisómeros?

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

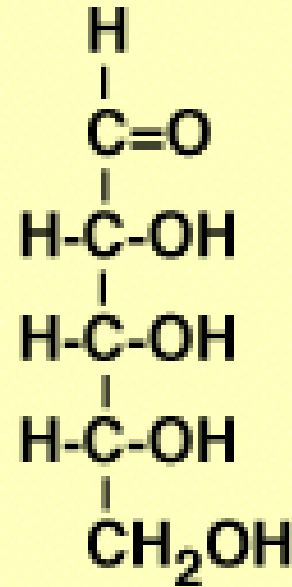
## Fórmulas lineais dos monosacáridos ou en Proxección de Fischer



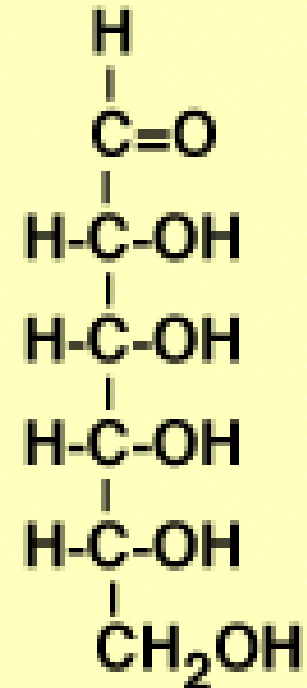
**Aldotriosa**



**Aldotetrosa**

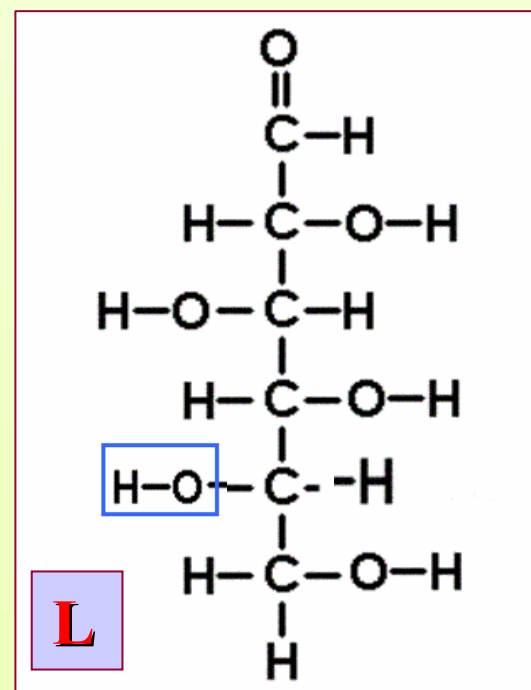
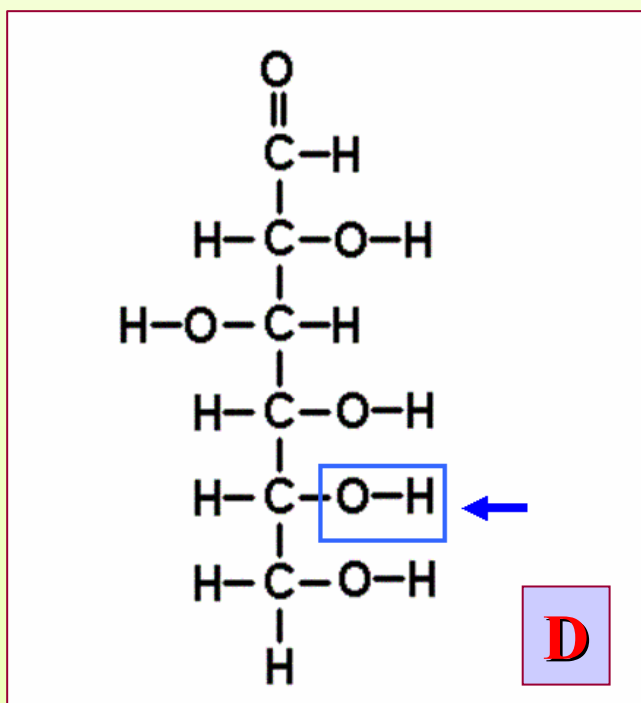


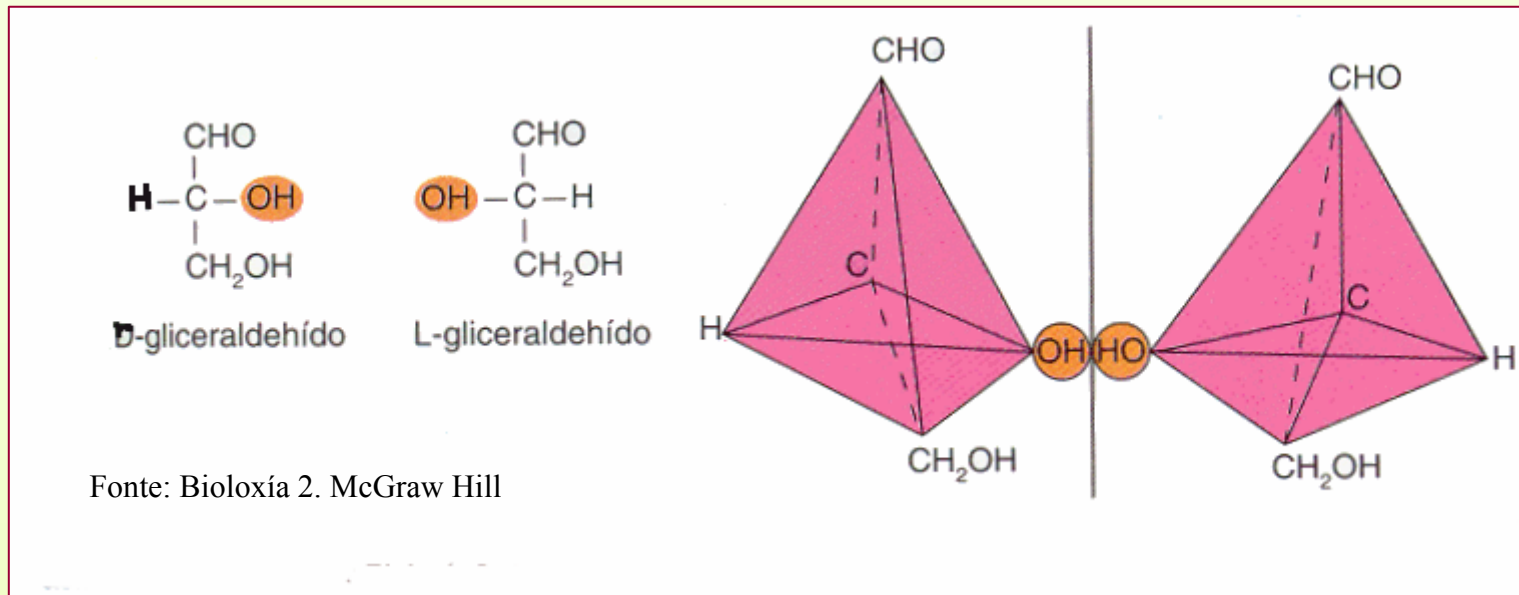
**Aldopentosa**



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





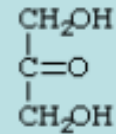
## Simetria espacial do Gliceraldehido

Na natureza todos os esteroisómeros pertencem a serie D

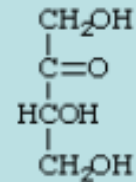




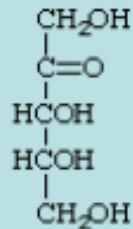
# CETOSAS



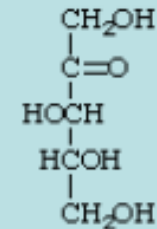
**Dihidroxiacetona**



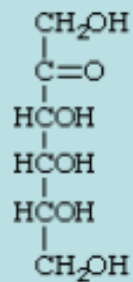
**D-eritrulosa**



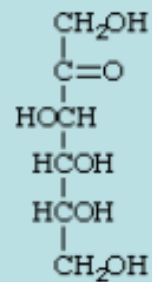
**D-ribulosa**



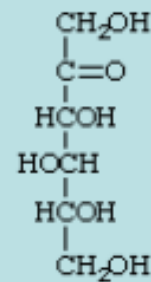
**D-xilulosa**



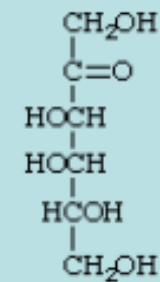
**D-Psicosa**



**D-Fructosa**

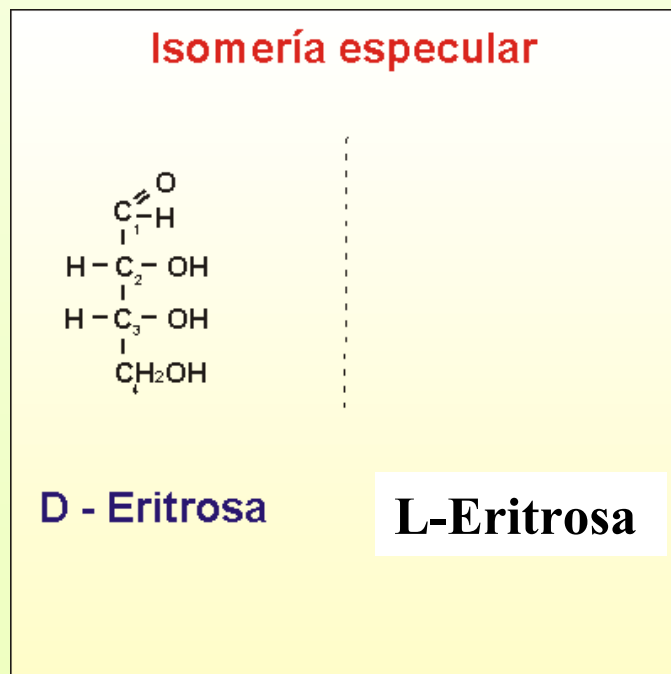


**D-Sorbosa**



**D-Tagatosa**

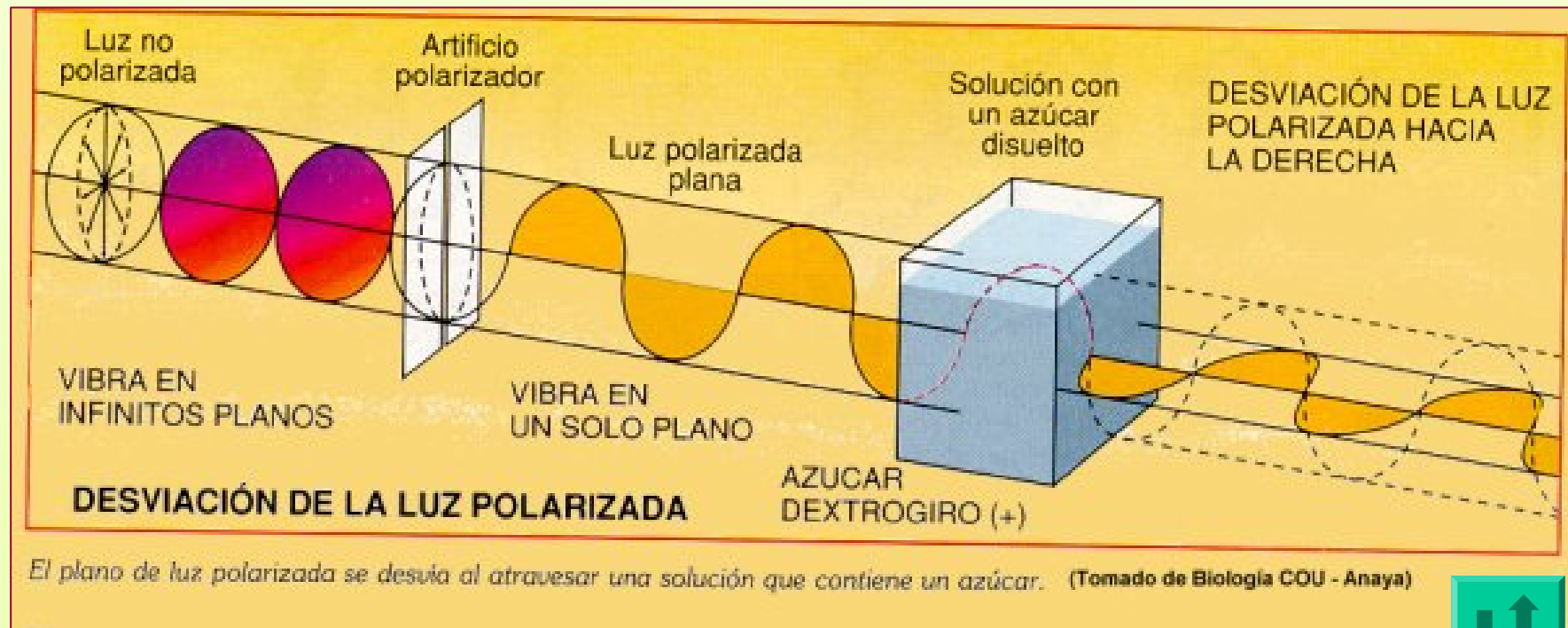
Os **isómeros especulares**, chamados tamén **enantiómeros**, ou **enantiomorfos**, ou isómeros quirales, son moléculas que teñen os grupos -OH de todos os carbonos asimétricos, en posición oposta.

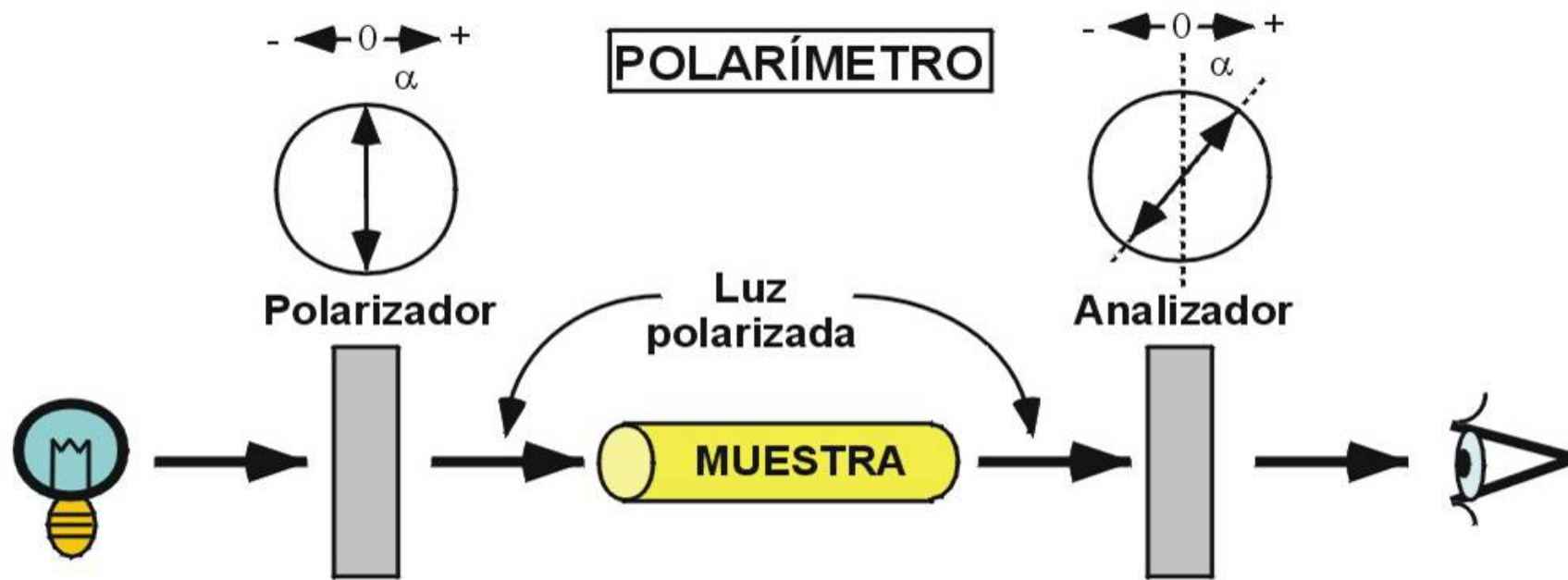


Considéranse **epímeros** ás moléculas isómeras que se diferencian na posición dun único -OH nun carbono asimétrico.

## • Isomería óptica

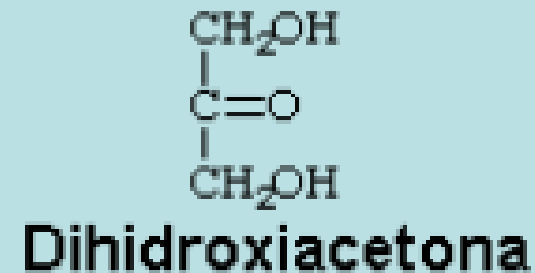
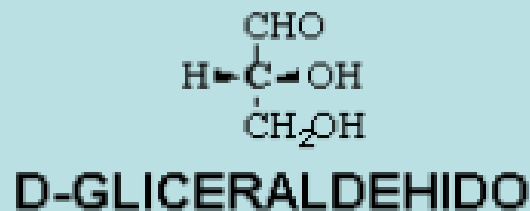
Cando se fai incidir a luz polarizada sobre unha disolución de monosacáridos que posúen carbonos asimétricos, o plano da luz desvíase. Se a desviación prodúcese cara a **dereita** dise que o isómero é **dextróxiro** e represéntase co signo **(+)**. Se a desviación é cara a **esquerda** o isómero é **levóxiro**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





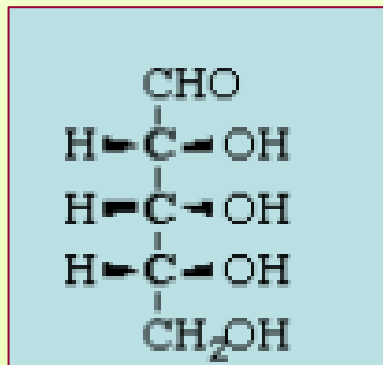
## MONOSACÁRIDOS IMPORTANTES

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.

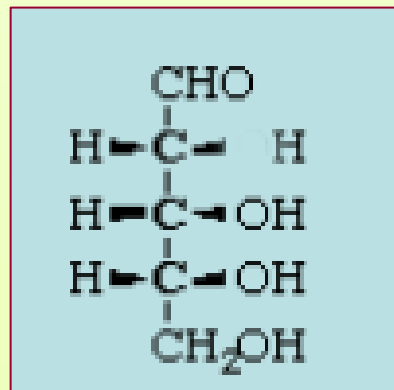


# MONOSACÁRIDOS IMPORTANTES

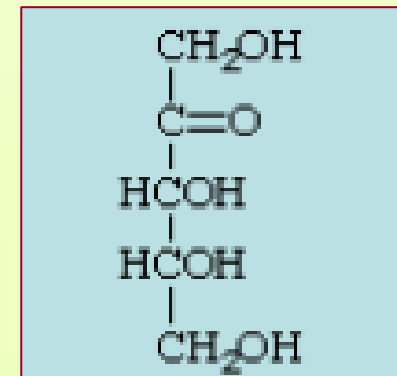
As pentosas, son glúcidos de 5 carbonos e, entre eles atópanse: **ribosa e desoxirribosa**, que forman parte dos Ácidos nucleicos. A **ribulosa** que desempeña un importante papel na fotosíntese, debido a que a ela se fixa o  $\text{CO}_2$  atmosférico e de esta maneira se incorpora o carbono ó ciclo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



D- Ribosa



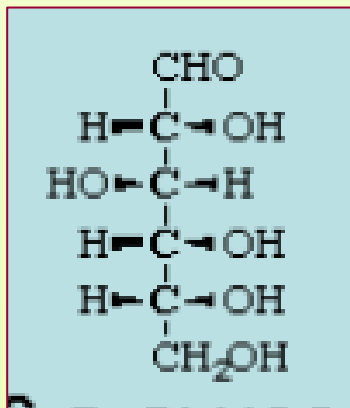
D- Desoxirribosa



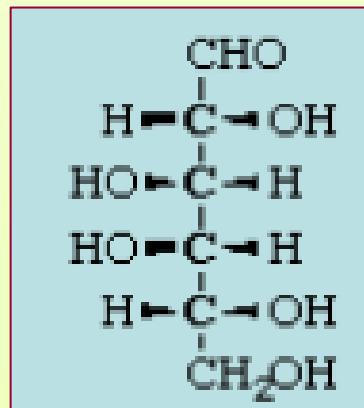
D- Ribulosa

# MONOSACÁRIDOS IMPORTANTES

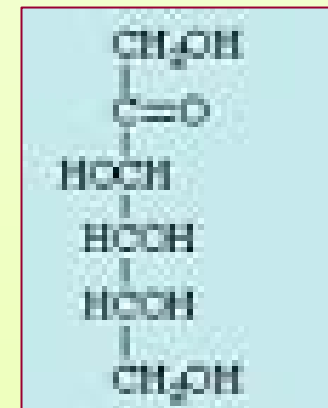
Hexosas, son glúcidos con 6 átomos de carbono. Teñen interese a **glicosa** e **galactosa** entre as aldohexosas e a **fructosa** entre as cetohehexosas.



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 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.

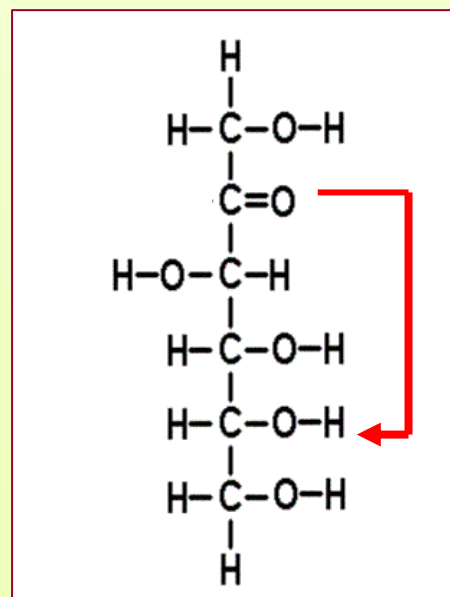
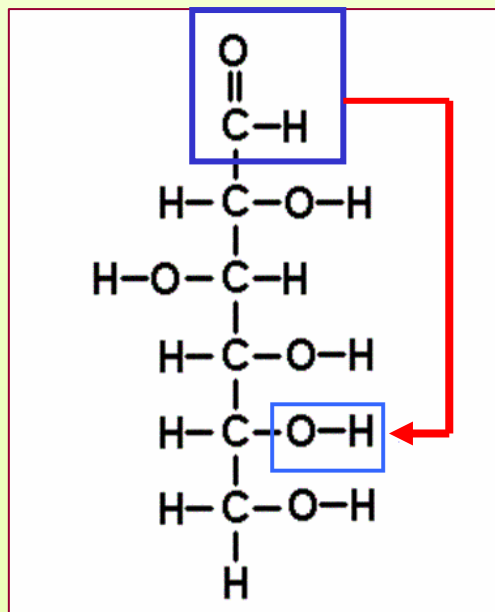
Estos datos experimentais poden explicarse se supomos que a glicosa en disolución forma un enlace hemiacetálico interno entre o grupo carbonilo e un dos hidroxilos, orixinando unha molécula cíclica.



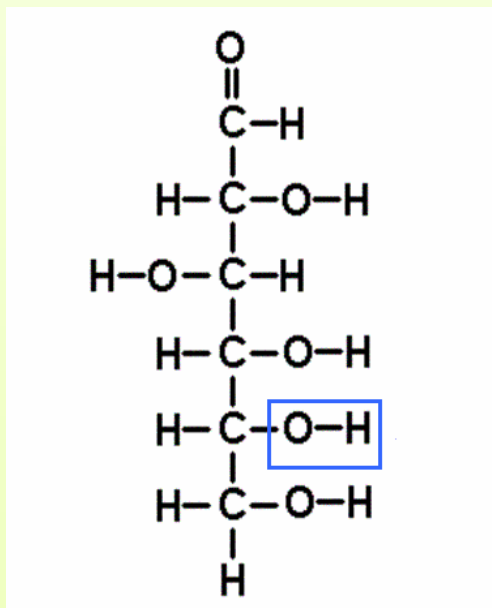
## Fórmulas cíclicas dos monosacáridos ou de Hawort

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**.

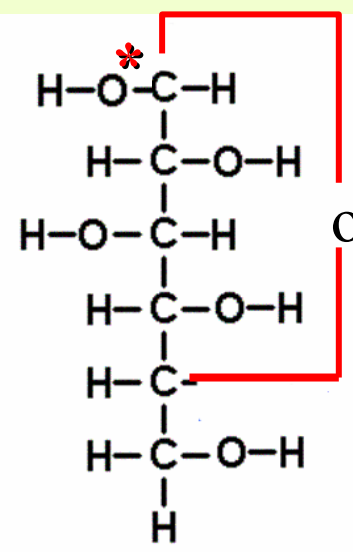
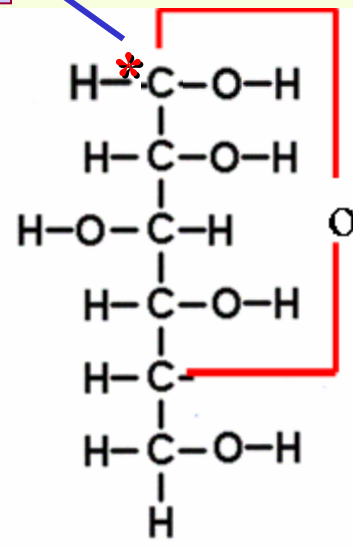
Nas cetopentosas reacciona o grupo cetona co alcol do carbono 5 formando un **hemiacetal**.



Carbono anomérico



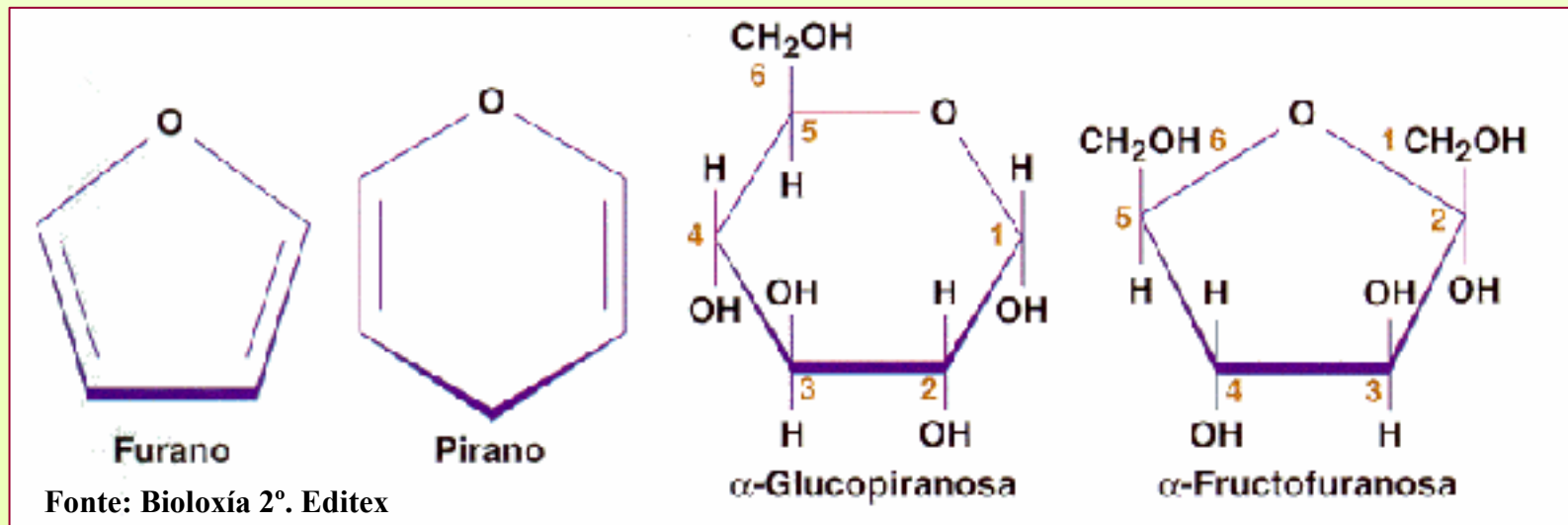
Na fórmula lineal o C 1  
non é asimétrico



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

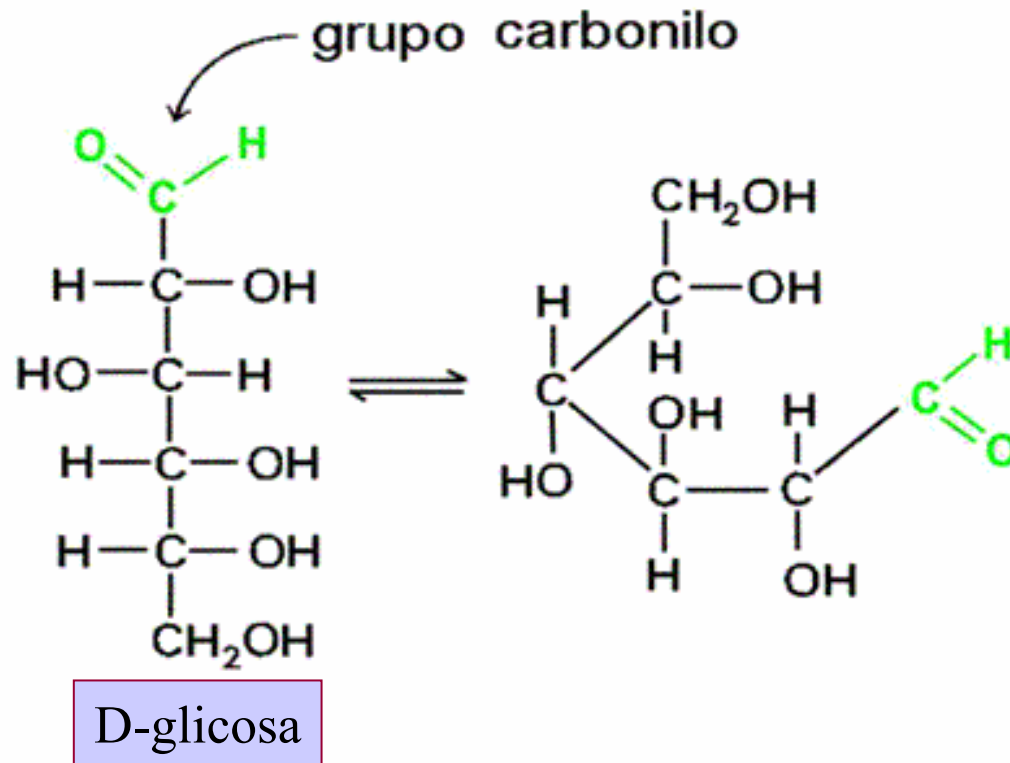
## Fórmulas cíclicas dos monosacáridos ou de Hawort

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.

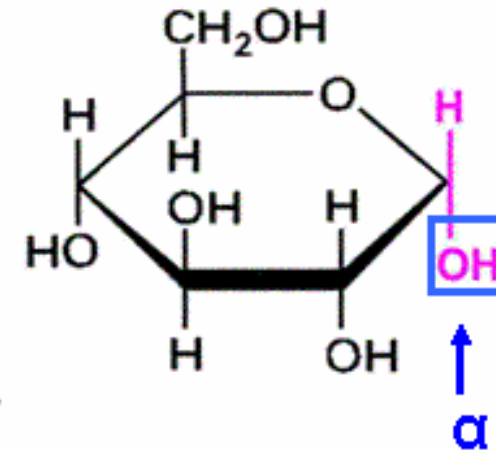


# Ciclación da glucosa

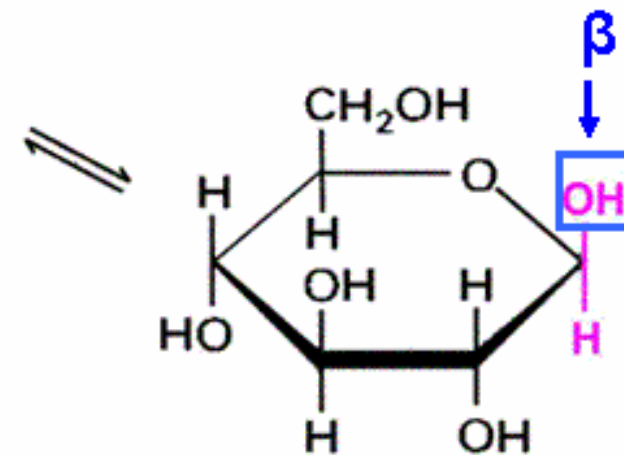
# Ciclación da D-glicosa



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.



$\alpha$ -D-glicopiranososa



$\beta$ -D-glicopiranososa

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.

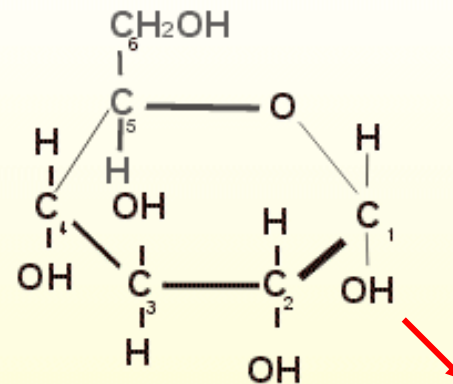
	$\alpha$ -glicosa	$\beta$ -glicosa	Equilibrio
<i>Rotación específica</i>	112,0	18,7	52,7

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

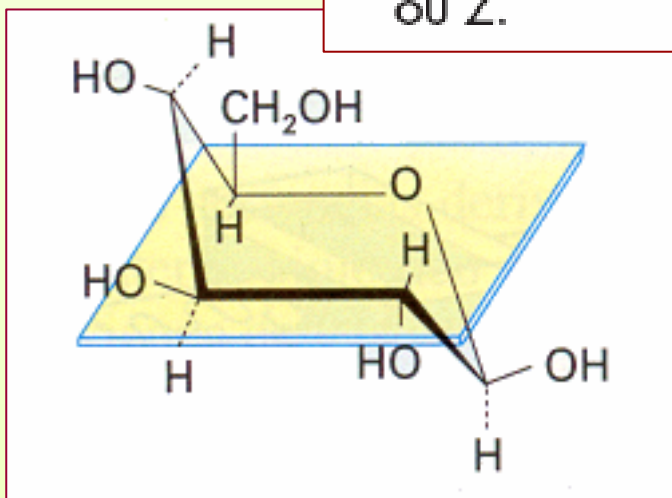


-OH hemiacetálico

$\alpha$  - D - Glucopiranososa

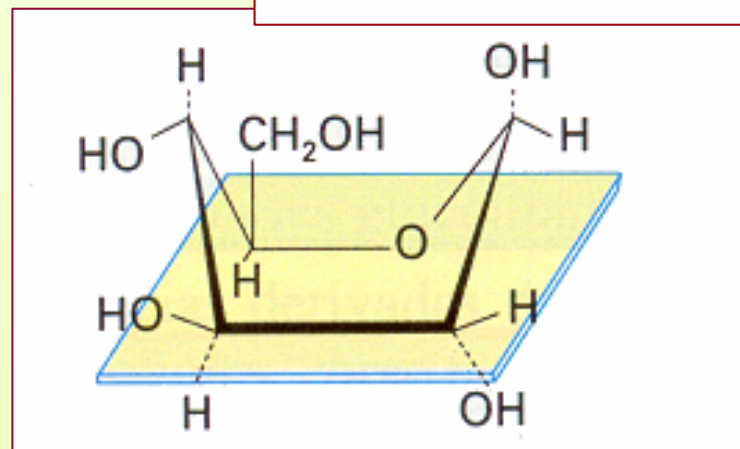
# Fórmulas tridimensionais da glicosa

Forma «trans»  
ou Z.



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

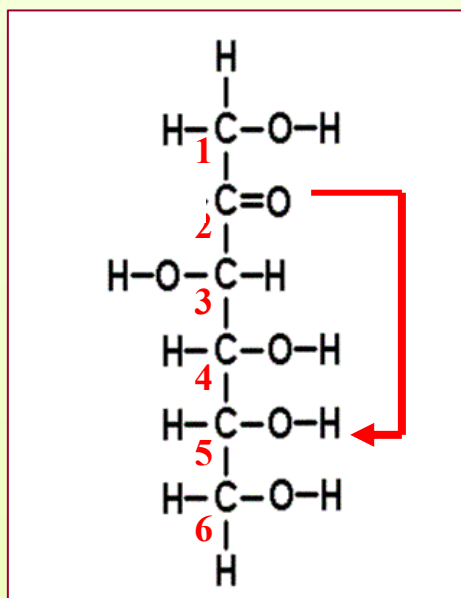
Forma «cis» ou E.



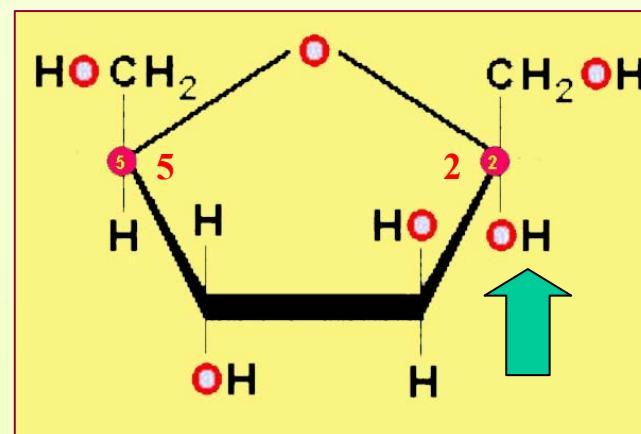
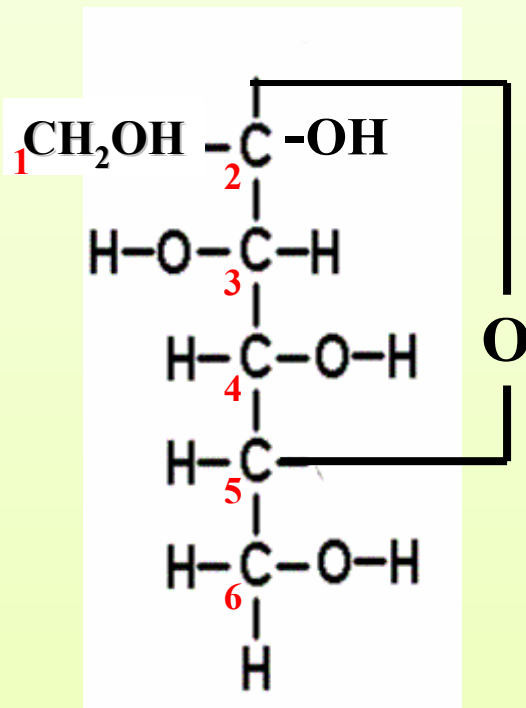
B- D- glucopiranososa en **estructura en nave** (forma máis inestable que a estrutura en cadeira)



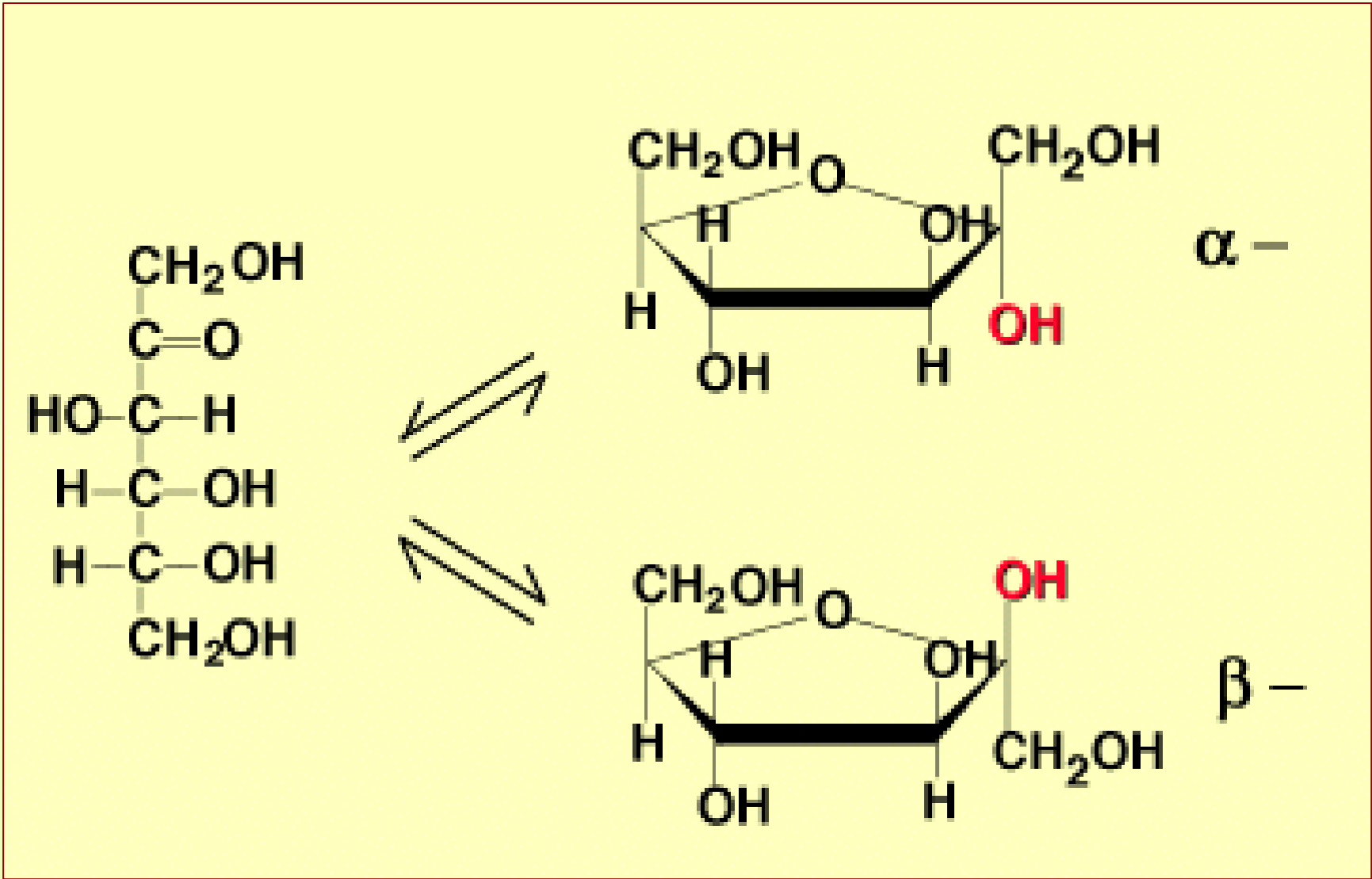
# Ciclación da D-fructosa

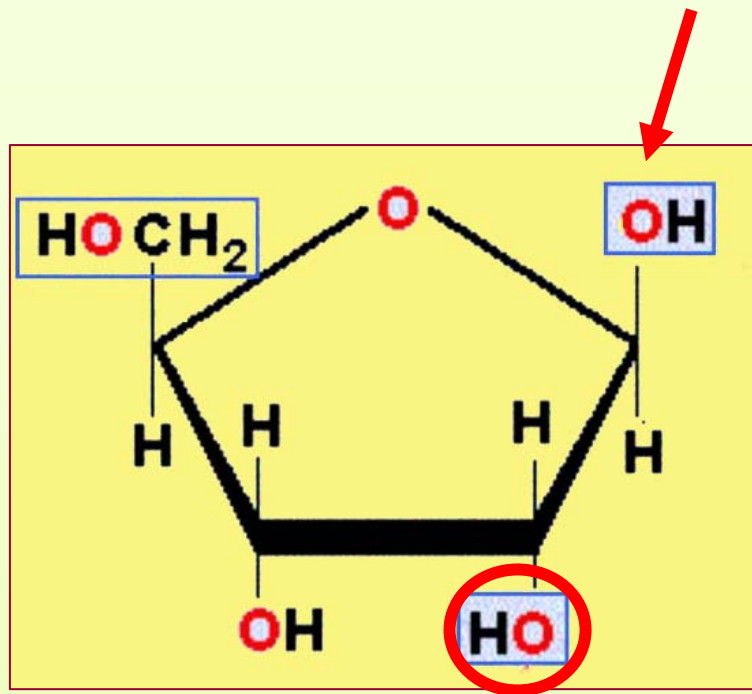


D- Fructosa

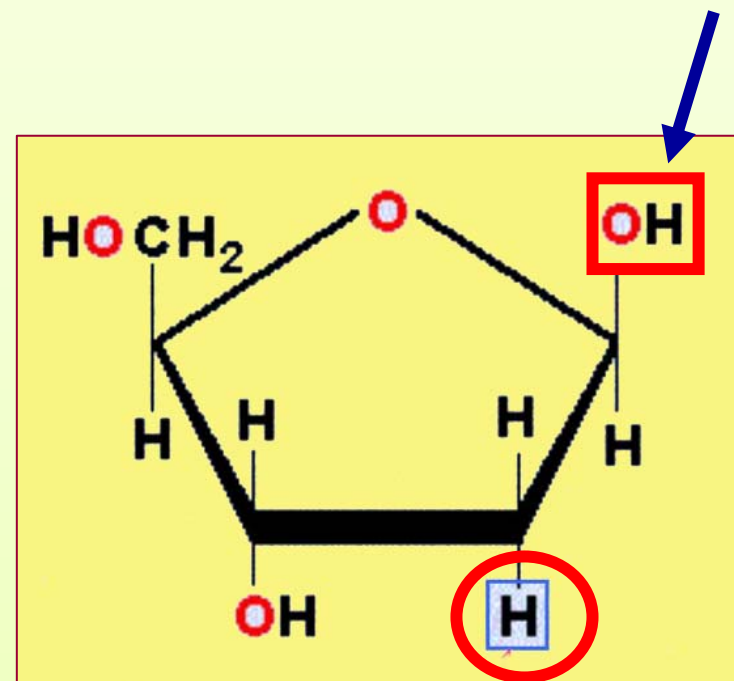


$\alpha$ -D- Fructofuranosa





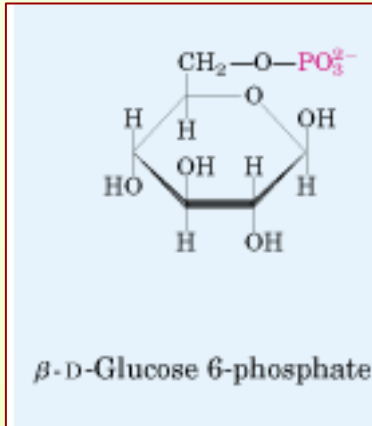
**$\beta$ -D-ribofuranosa**  
forma parte do ARN



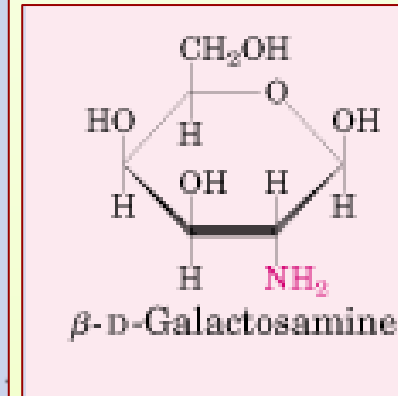
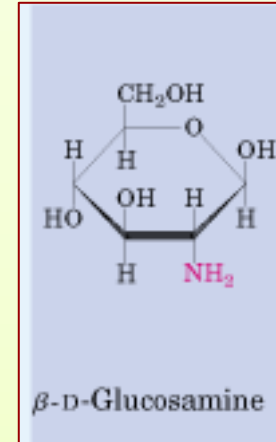
**$\beta$ -D-desoxirribofuranosa**  
forma parte do ADN

# Derivados de monosacáridos

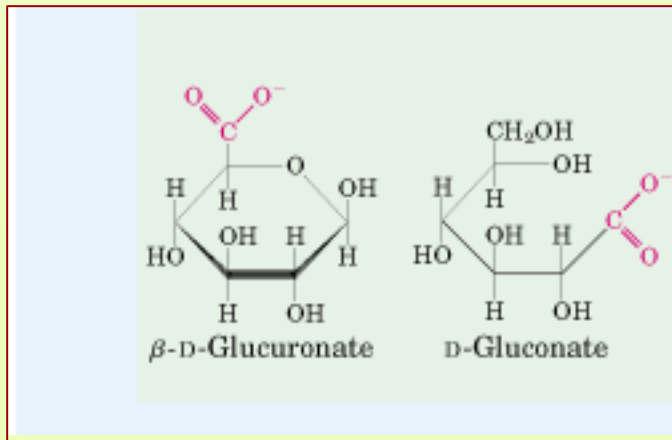
## Azucres esterificados



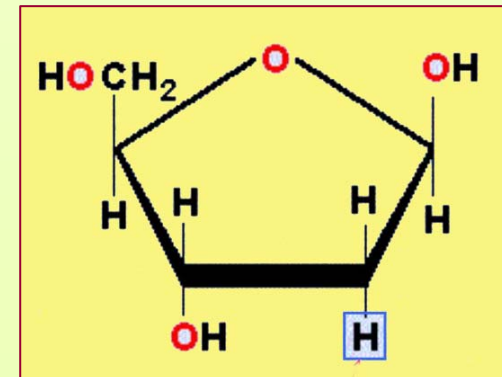
## Aminoazucres



## Azucres ácidos



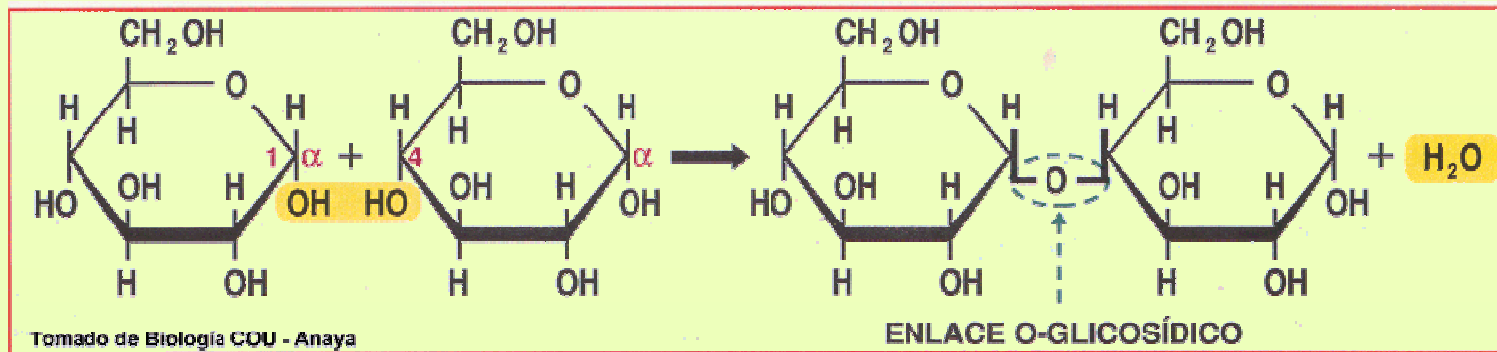
## Desoxiazucres



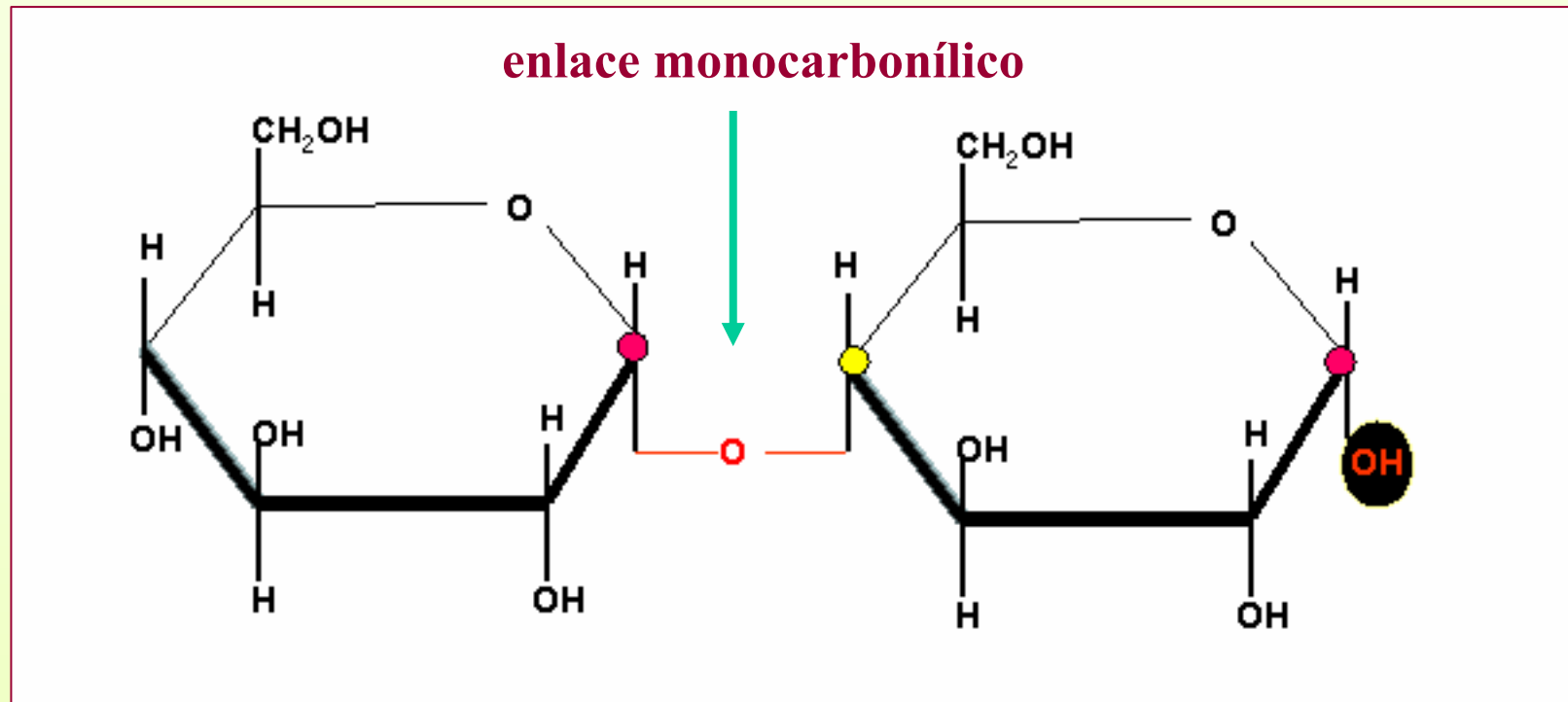
# Disacáridos

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.



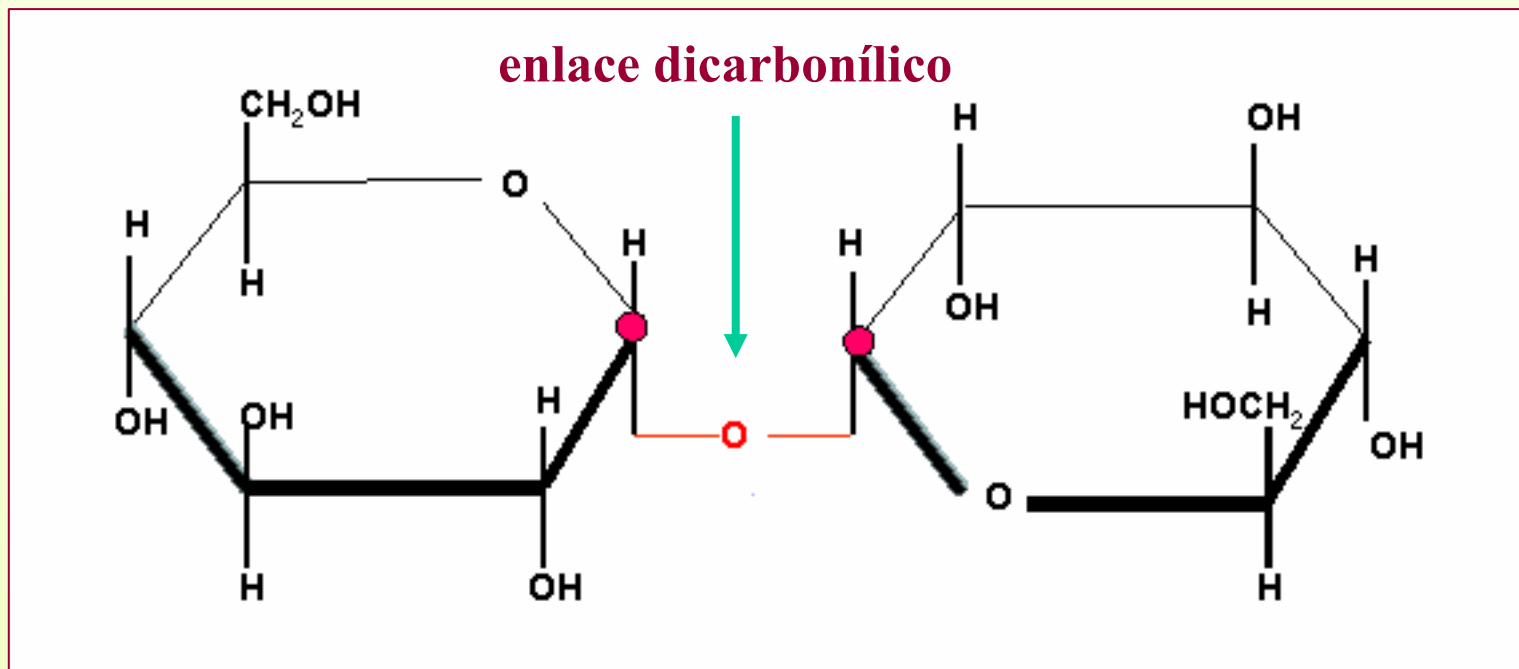
**Formación de maltosa**  
**Enlace  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4)**



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/)

I.E.S. Otero Pedrayo.  
Ourense



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/)

I.E.S. Otero Pedrayo.  
Ourense



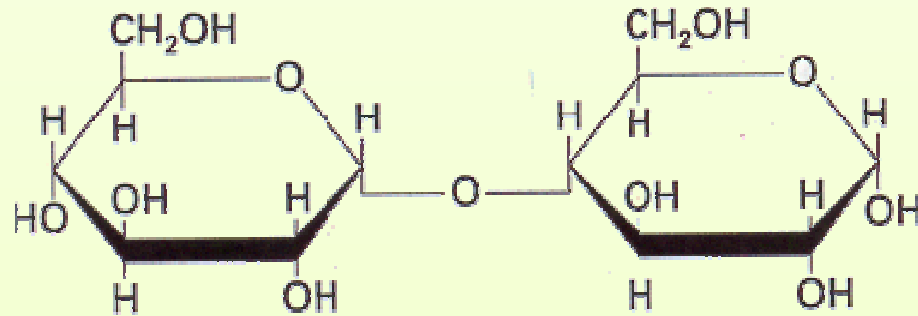
# Nomenclatura dos disacáridos

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

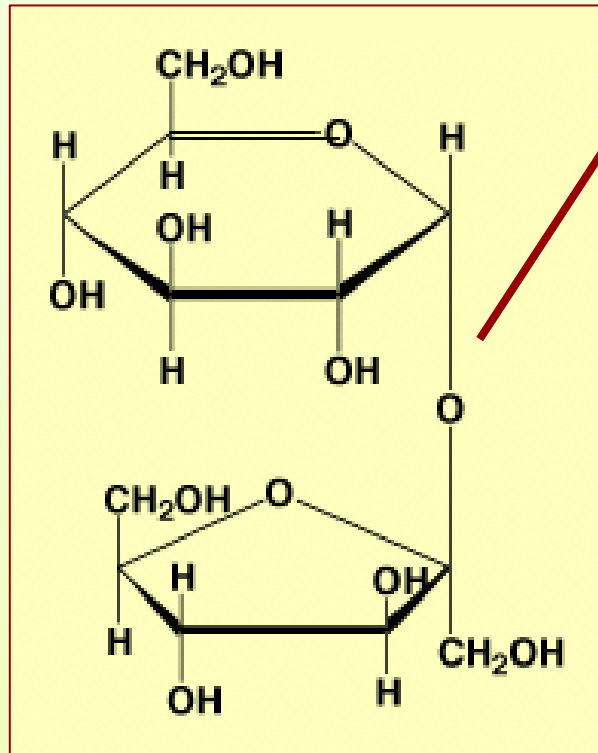


Maltosa (forma  $\alpha$ )

$\alpha$ -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

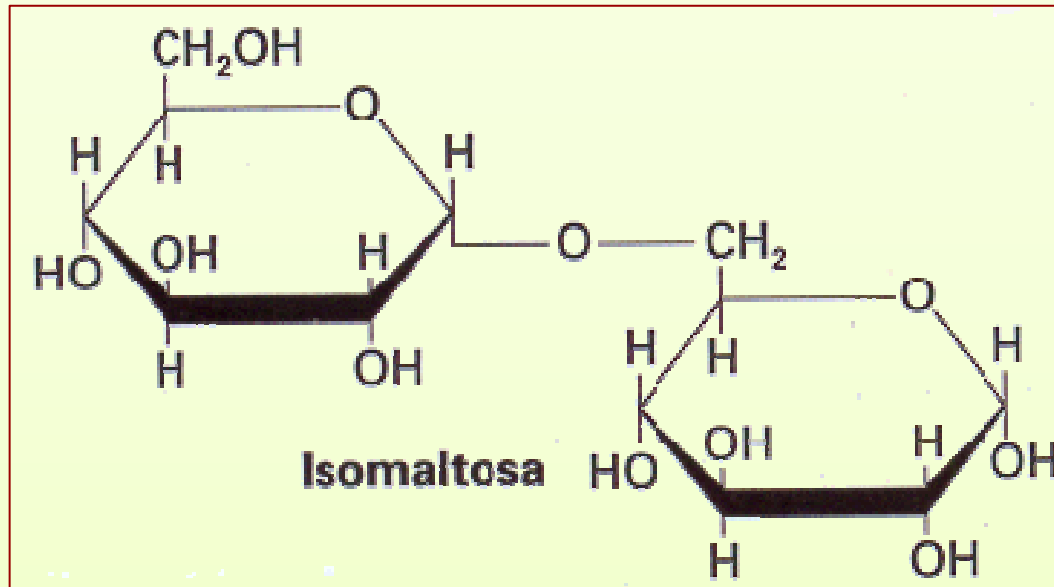


enlace dicarbonílico

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

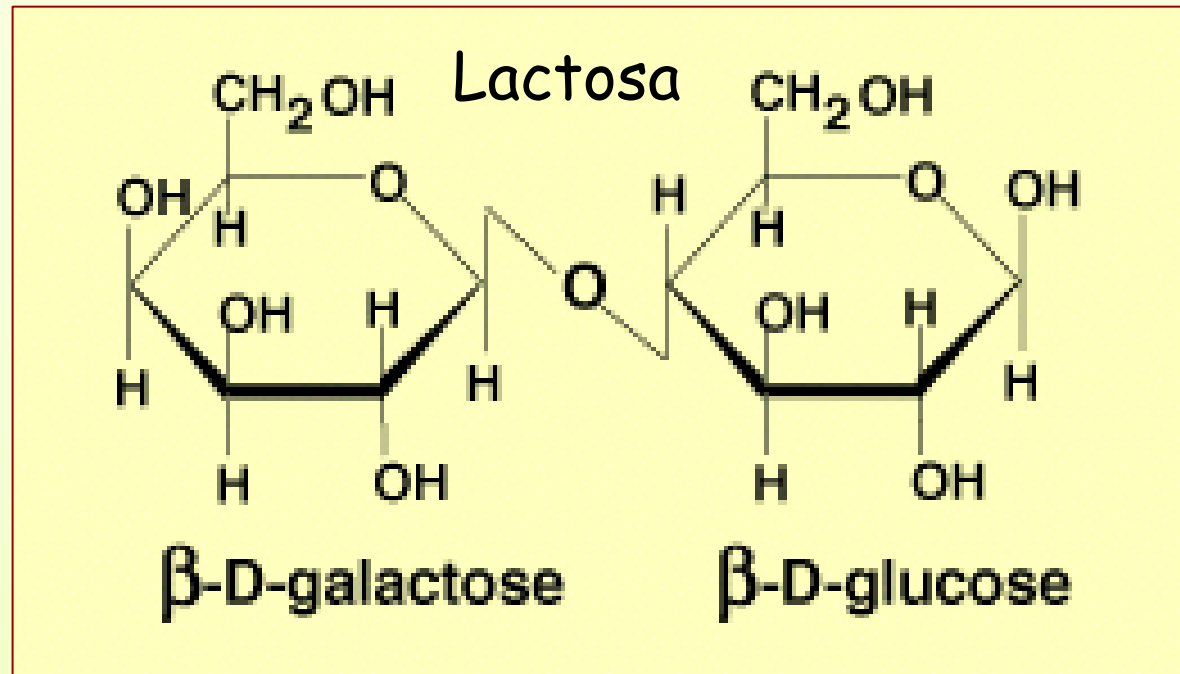
**Formación de sacarosa**  
**Enlace  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 2)**



$\alpha$ -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)**

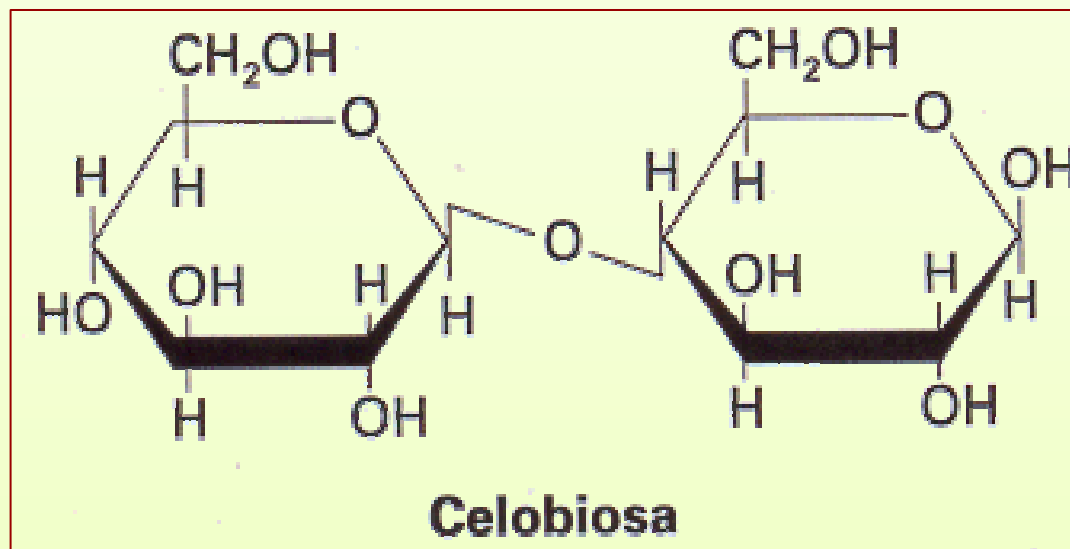


$\beta$ -D-galactopiranosil- (1-4)-  $\beta$ -D-glucopiranososa

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.

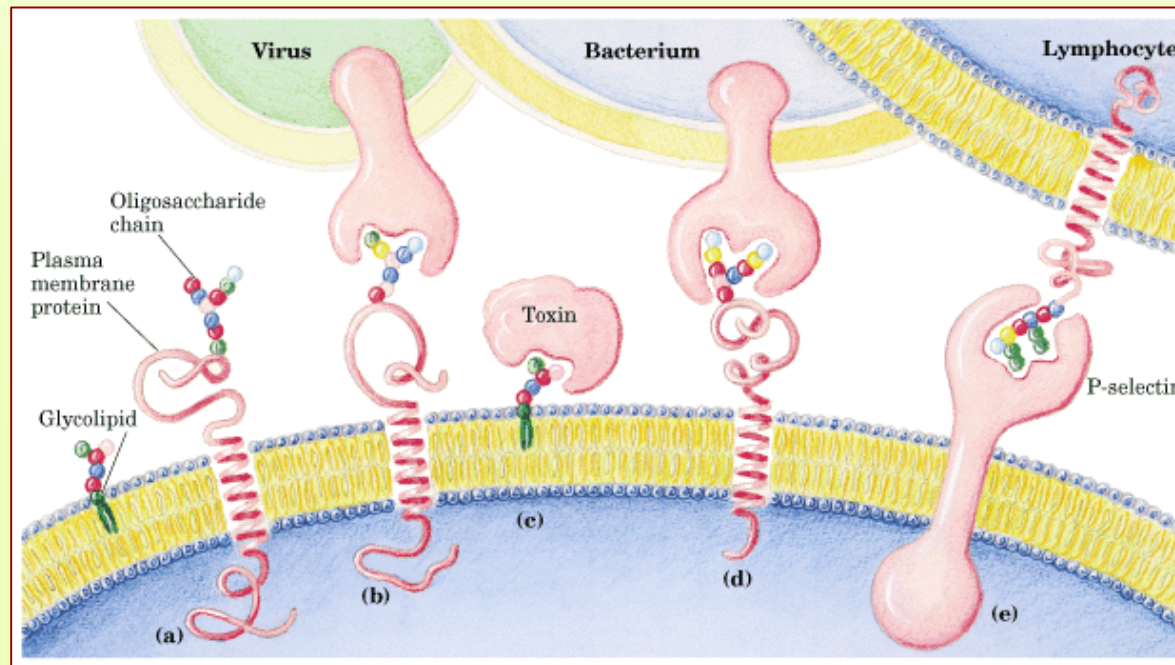
**Formación de celobiosa**  
**Enlace  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4)**

# 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.

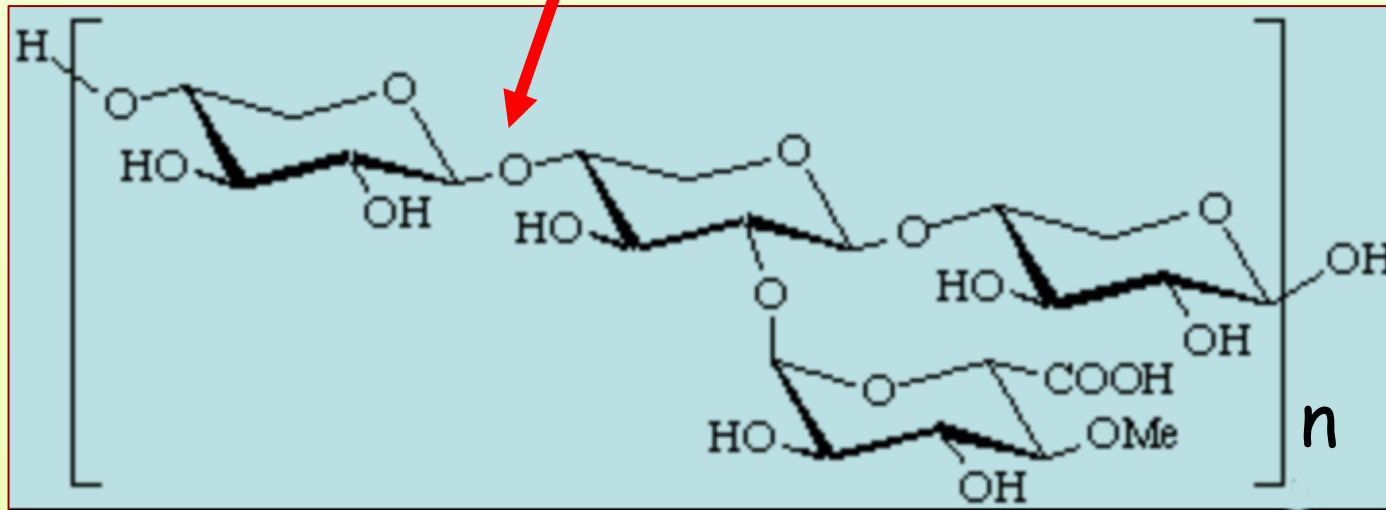
Os oligosacáridos son parte integrante dos **glicolípidos e glicoproteínas** que se atopan na superficie externa da membrana plasmática e polo tanto ten unha gran importancia nas **funcións de recoñecemento** en superficie.



# POLISACÁRIDOS

Están formados pola unión de moitos monosacáridos.

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

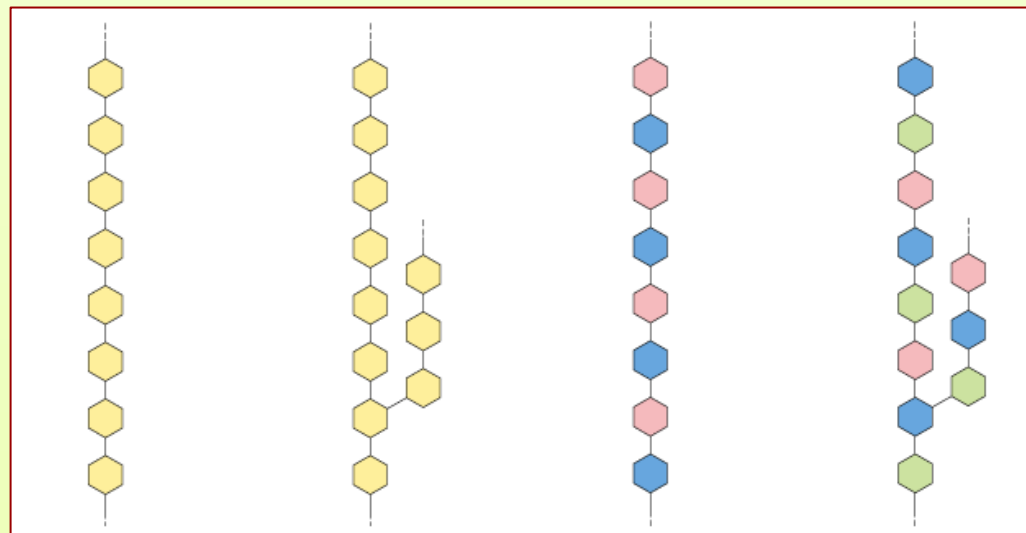


## PROPIEDADES DOS POLISACÁRIDOS

- 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.



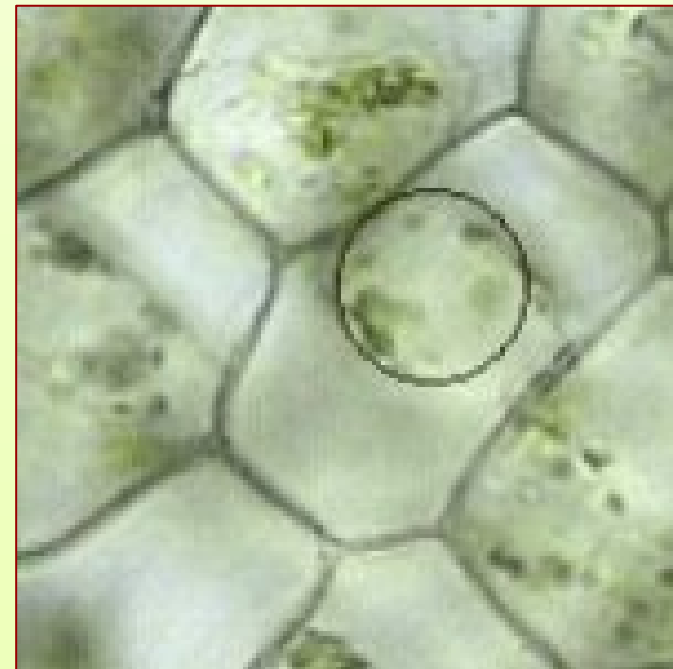
Homopolisacáridos

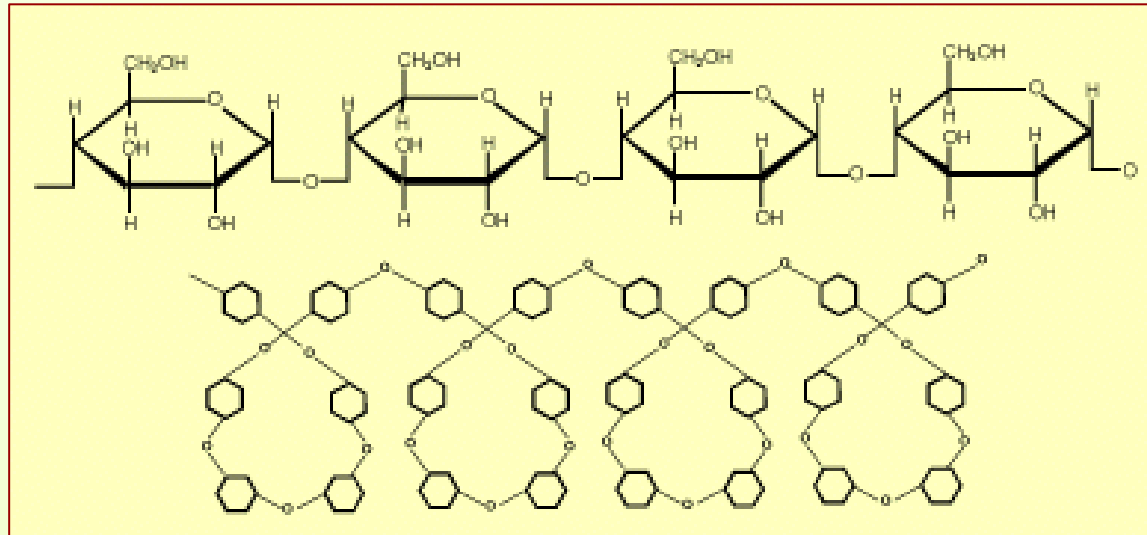
Heteropolisacáridos

# Amidón

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

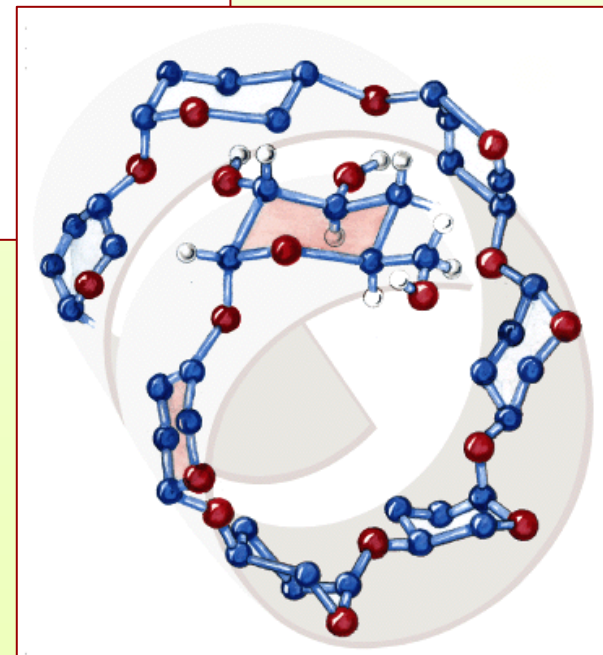
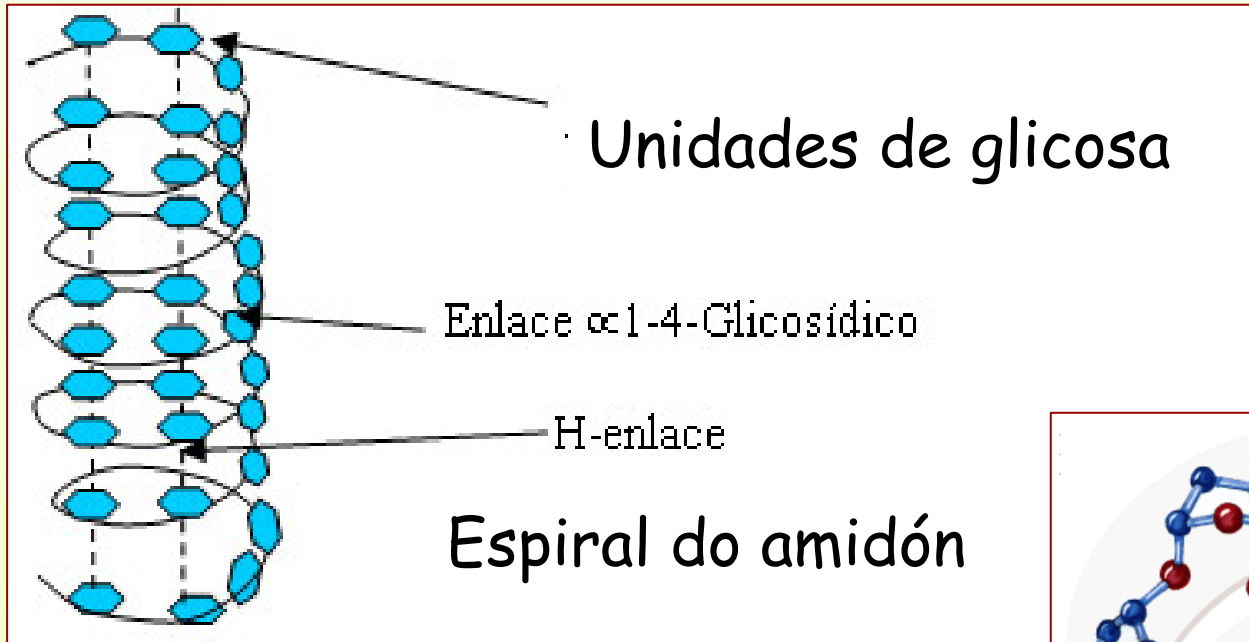
- **amilosa**
- **amilopectina**

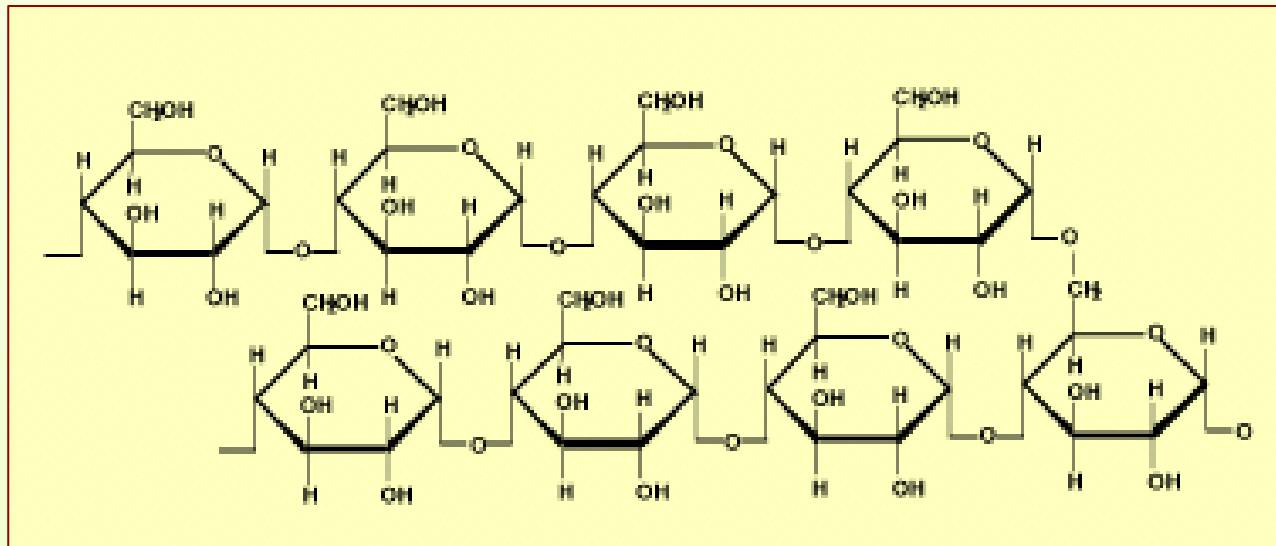




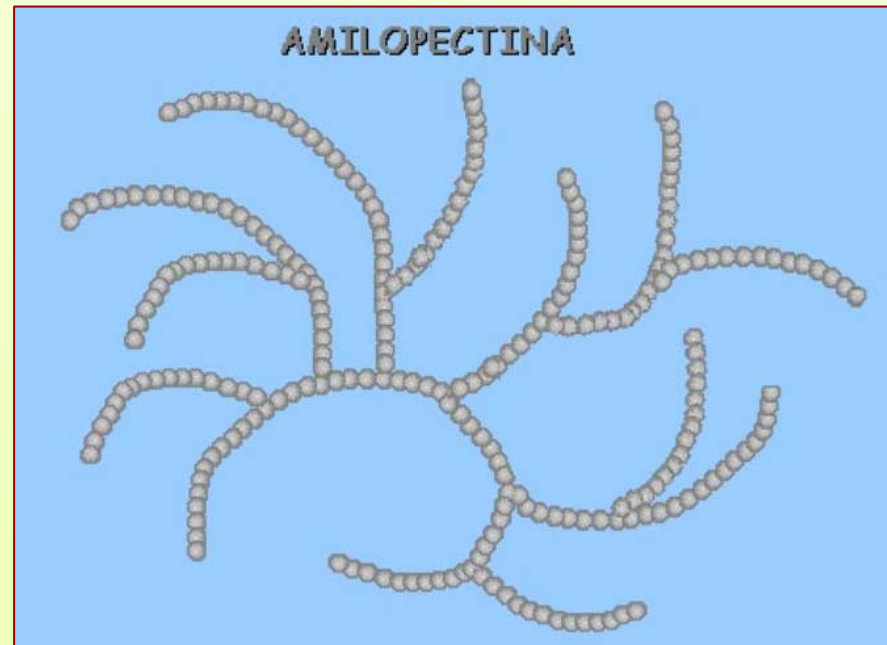
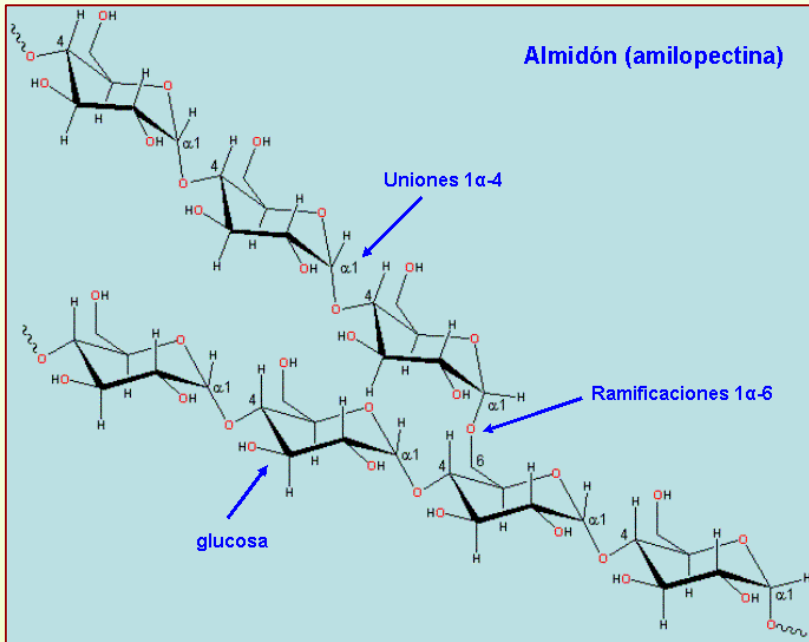
• **Amilosa**, formada por 250-300 glicosas, unidas mediante enlaces  $\alpha(1-4)$ . A amilosa disólvese facilmente en auga, adquirindo unha estrutura secundaria característica, de forma helicoidal, na que cada volta da hélice comprende 6 unidades de glicosa.







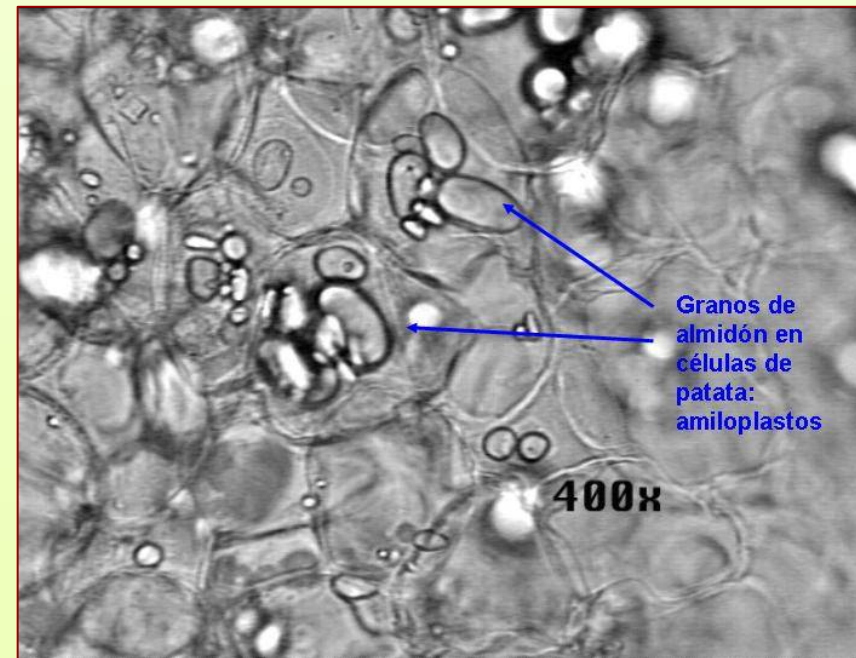
• **Amilopectina**, formada por unhas 1000 unidades de glicosas unidas mediante enlaces  $\alpha(1-4)$ , con ramificacións en posición  $\alpha(1-6)$ . As unións  $\alpha(1-6)$  están regularmente espaciadas (cada 25-30 residuos de glicosa), e son os puntos por onde se ramifica a estrutura.



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

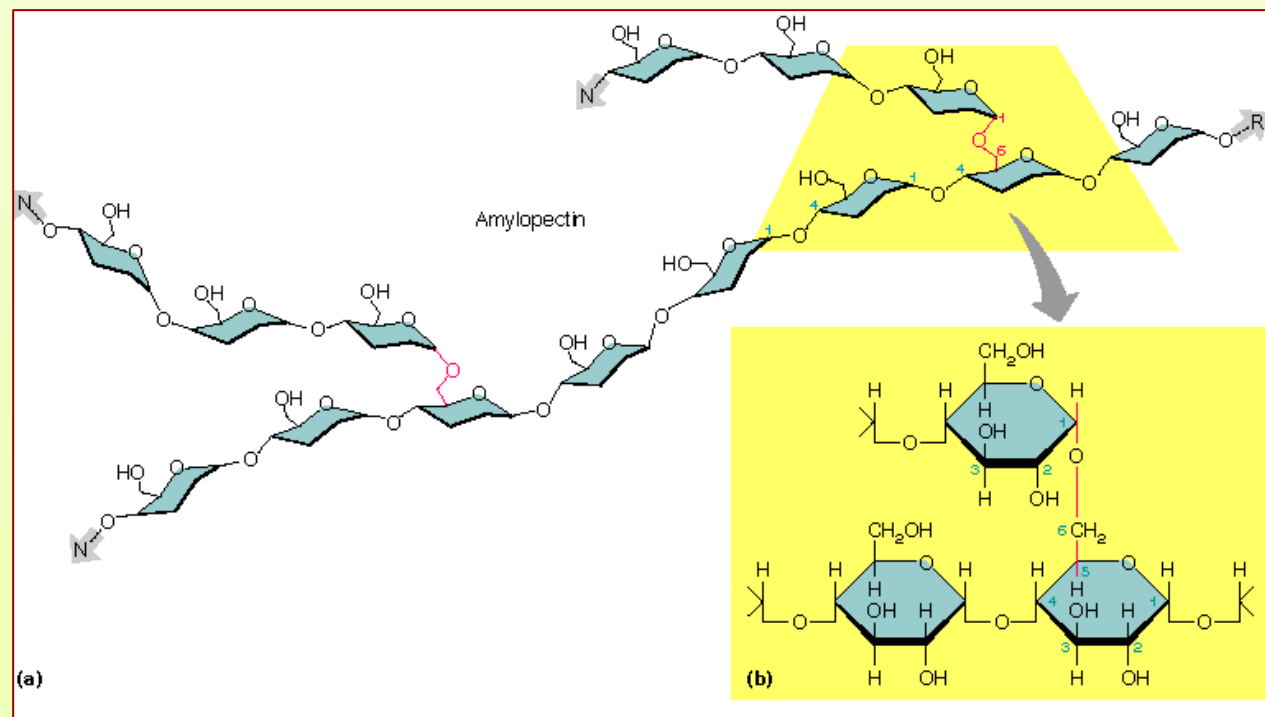
**I.E.S. Otero Pedrayo.  
Ourense**

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.

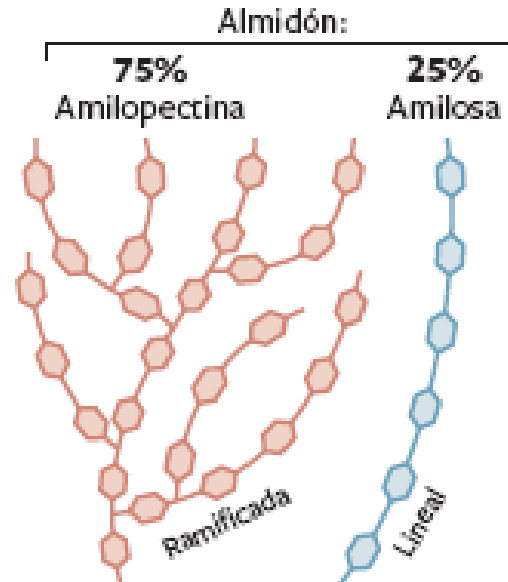
La hidrólise parcial do amidón da dextrinas e maltosa e, a hidrólise total,  $\alpha$ -D-glucopiranosas



# La patata transgénica

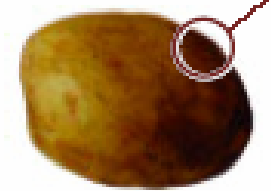
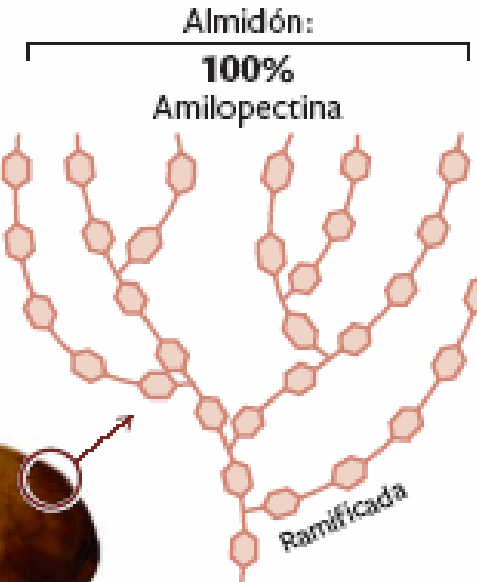
## ■ PATATA NORMAL

El almidón está formado por una mezcla de amilopectina y amilosa



## ■ PATATA TRANSGÉNICA

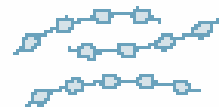
La patata transgénica tiene inutilizado el gen de la amilosa



La amilopectina es más apta para la industria (más resistencia)

No hay que eliminar la amilosa (es más barato)

Eliminación de la amilosa

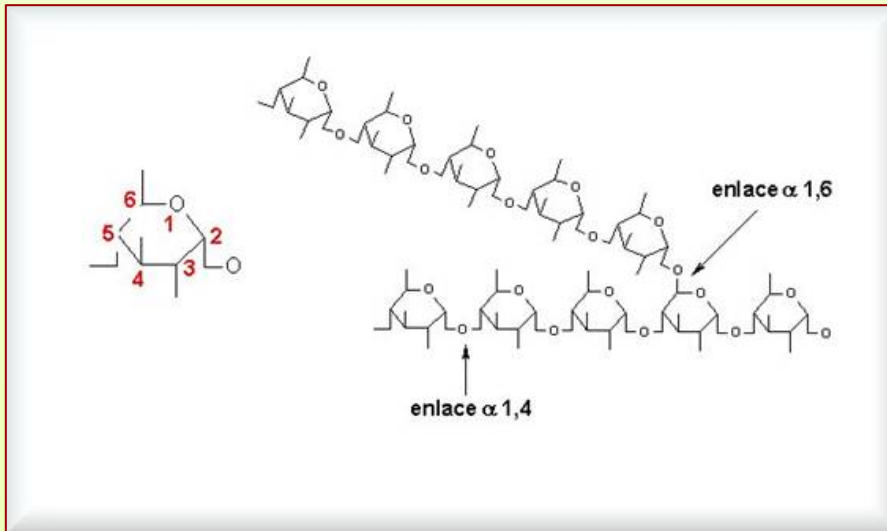


La pulpa se aprovecha para alimentar al ganado

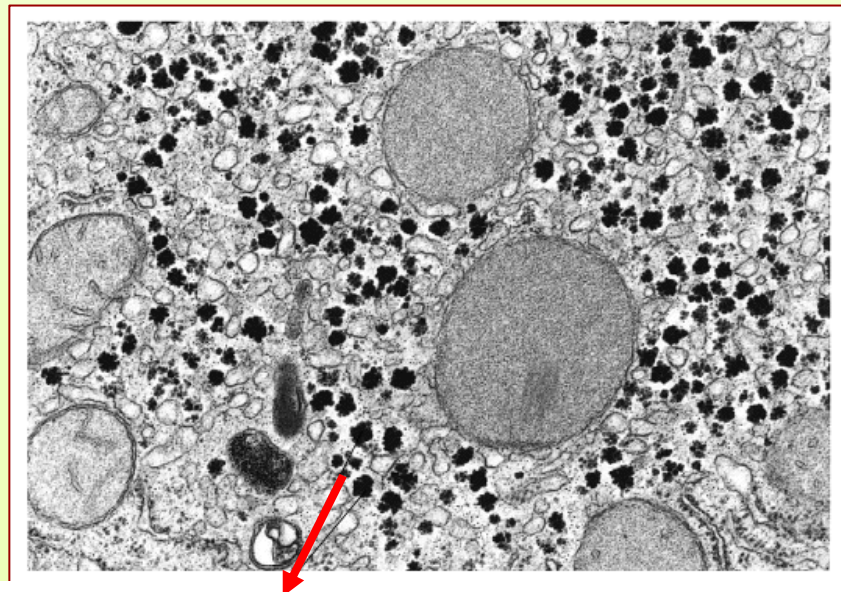
# Glicóxeno

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.

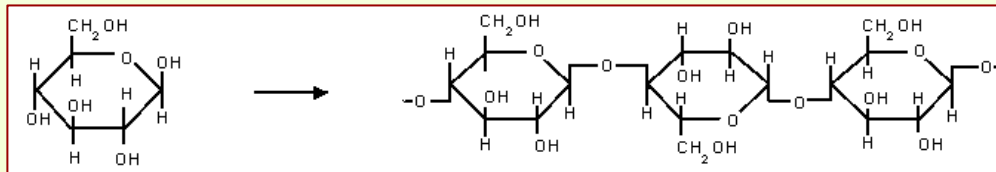
É o compoñente principal da madeira (o 50% é celulosa) algodón, cáñamo etc.

O 50 % da materia orgánica da Biosfera é celulosa.



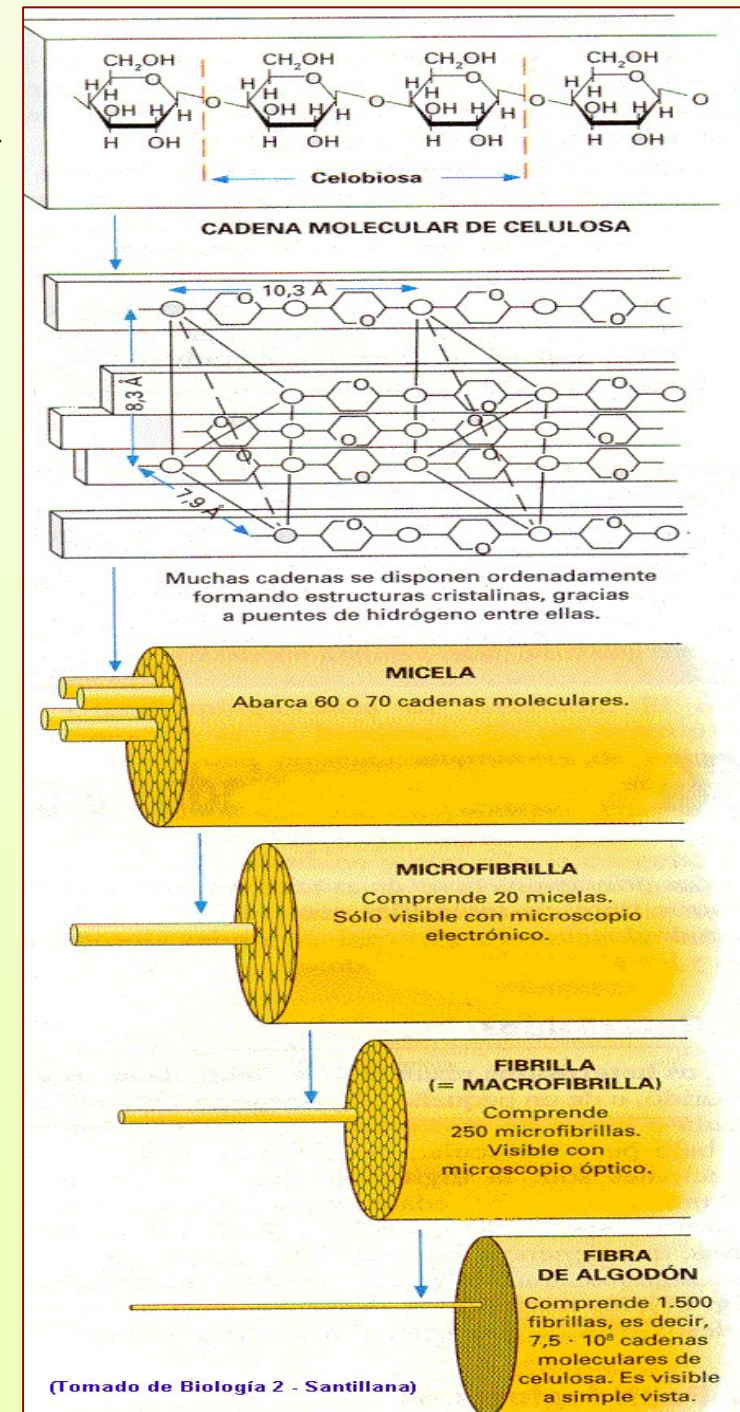


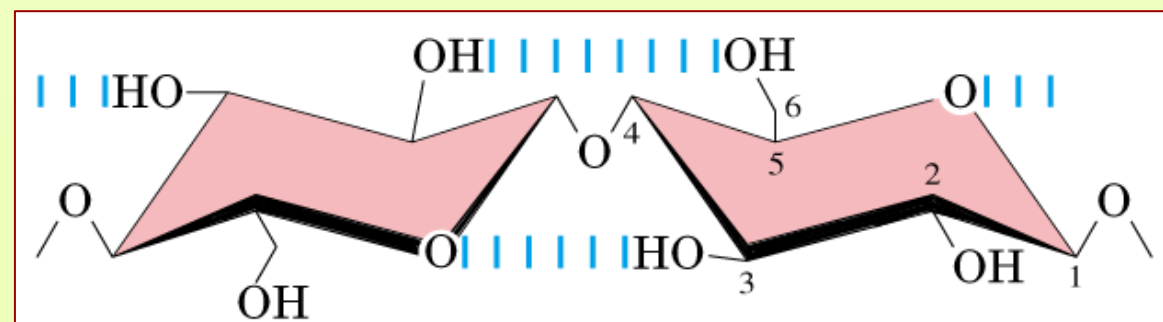
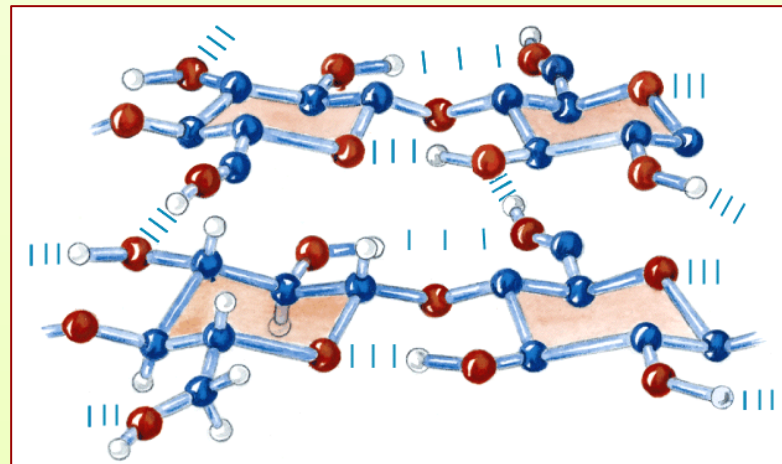
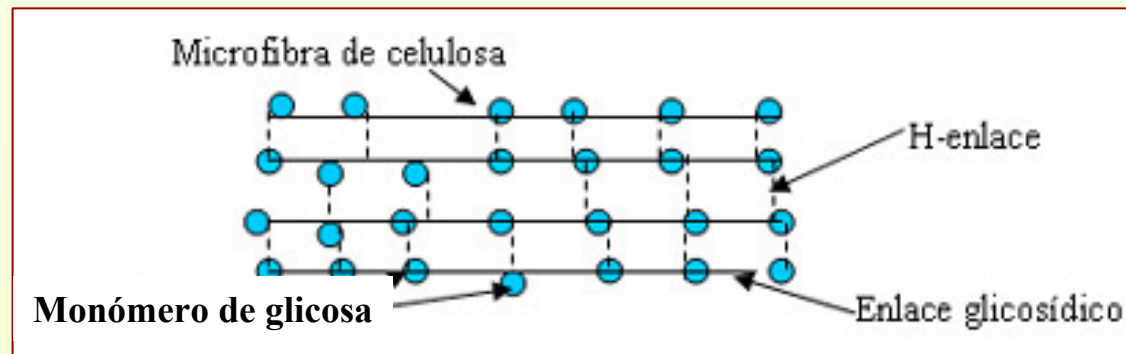
# ESTRUCTURA DA CELULOSA



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.

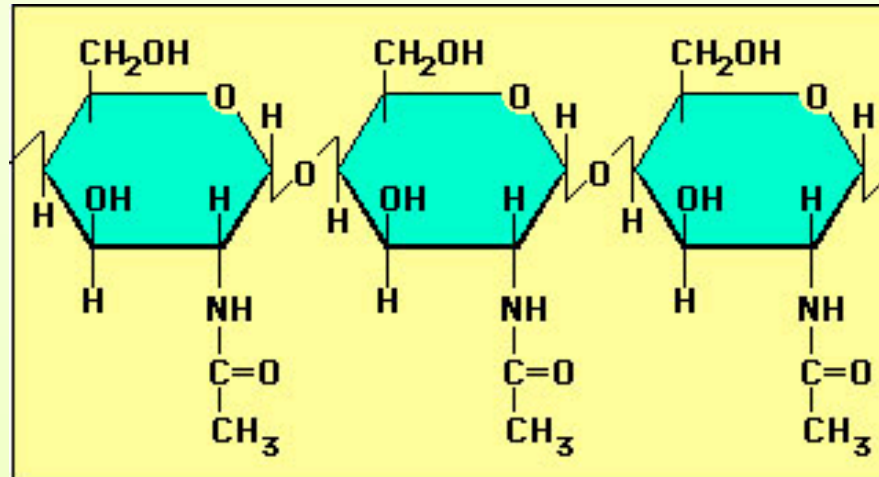
I.E.S. Otero Pedrayo.  
Ourense





# 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.

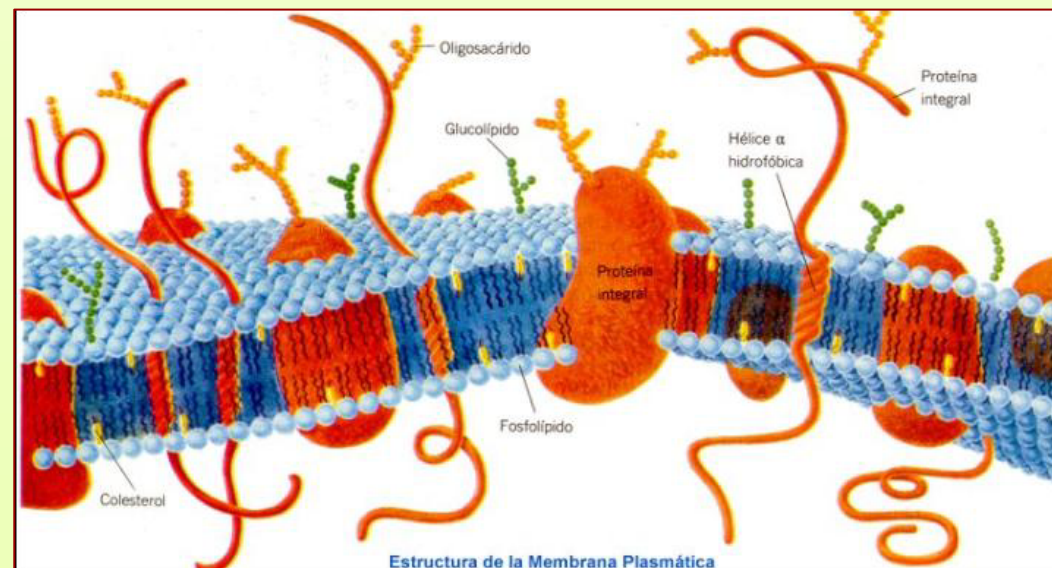
- **A pectina** forma lámina media das paredes das células vexetais
- **O agar-agar** é obtido da parede celular de varias especies de algas vermellas. É un medio de cultivo para bacterias e fungos que se utiliza porque non é degradado polos microorganismos.



# 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

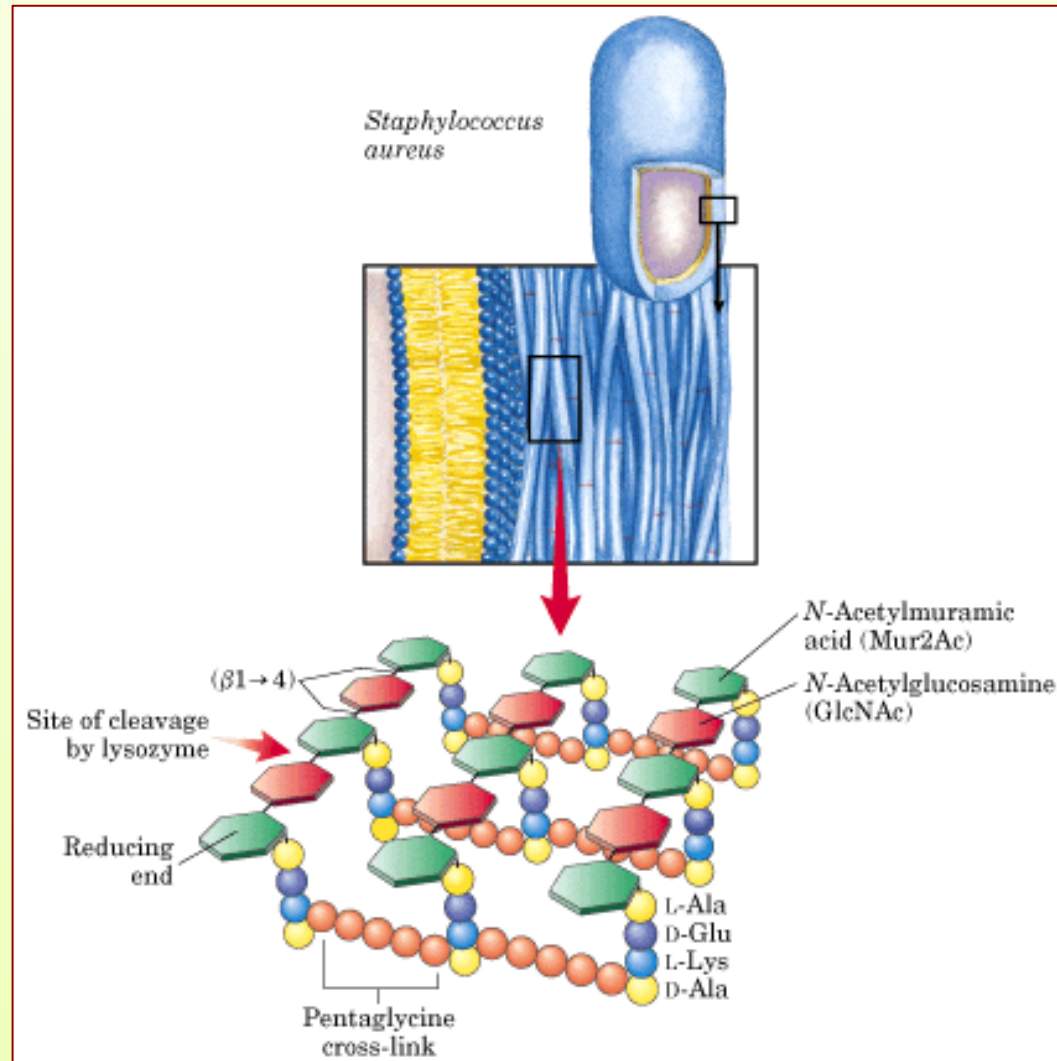
Heterósidos moi complexos que forman parte da matriz intercelular dos tecidos conectivos. Son compostos moi heteroxéneos:

- 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

# 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.*