

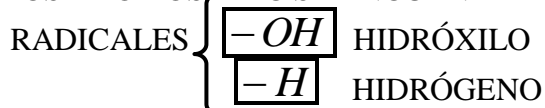
TEMA 2: GLÚCIDOS

2.1.- **CONCEPTO**

⇒ Los GLÚCIDOS son compuestos moleculares cuyas moléculas están formadas por UNA o MÁS CADENAS DE ÁTOMOS DE C, H, O, que se encuentran siempre EN PROPORCIÓN $C_n(H_2O)_n$

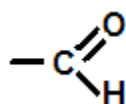
- ✓ Esta proporción sugiere la idea de que se trata de átomos de C hidratados, de ahí deriva el nombre de HIDRATOS DE CARBONO.
- ✓ Sin embargo, EN LAS MOLÉCULAS DE LOS GLÚCIDOS los átomos de C no aparecen unidos mediante enlaces covalentes a moléculas de H₂O, sino que,

- LOS ÁTOMOS DE C SE ENCUENTRAN UNIDOS A:



- ADEMÁS, CADA CADENA CONTIENE:

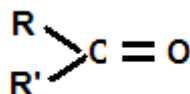
UN GRUPO ALDEHÍDO
en el carbono 1



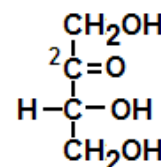
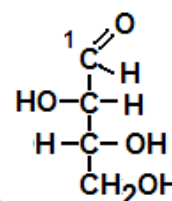
→ y entonces hablamos de
POLIHIDROXIALDEHÍDOS

ó

UN GRUPO CETONA
en el carbono 2



→ y entonces hablamos de
POLIHIDROXICETONAS



En resumen:

⇒ LOS GLÚCIDOS son compuestos moleculares cuyas moléculas están formadas por UNA o MÁS CADENAS POLIHIDROXIALDEHÍDICAS o POLIHIDROXICETÓNICAS en las que la proporción de átomos de C, H y O es $C_n(H_2O)_n$

2.2.- **CLASIFICACIÓN**

- Se clasifican, en función del número de cadenas polihidroxialdehídicas o polihidroxicetónicas que contienen sus moléculas, en:

- I] MONOSACÁRIDOS (1 CADENA)
- II] DISACÁRIDOS (2 CADENAS)
- III] OLIGOSACÁRIDOS (DE 3 A 10 CADENAS)
- IV] POLISACÁRIDOS (MÁS DE 10 CADENAS)

I] **MONOSACÁRIDOS** = **OSAS**

CONCEPTO

Glúcidos cuyas moléculas contienen 1 SOLA CADENA

POLIHIDROXIALDEHÍDICA → **ALDOSAS** (Grupo aldehído en C¹, en los demás átomos de C de la cadena un grupo -OH y se completan sus valencias con H)

ó

POLIHIDROXICETÓNICA → **CETOSAS** (Grupo cetona en C², en los demás átomos de C de la cadena un grupo -OH y se completan sus valencias con H)

CLASIFICACIÓN

- Se clasifican, en función del número de átomo de C que contiene la cadena polihidroxialdehídica o polihidroxicetónica, en:

- I.1 TRIOSAS
- I.2 TETROSAS
- I.3 PENTOSAS
- I.4 HEXOSAS
- I.5 HEPTOSAS

PROPIEDADES FÍSICAS

- 1] SON SÓLIDOS BLANCOS, CRISTALINOS y DE SABOR DULCE.
- 2] SON SOLUBLES EN AGUA

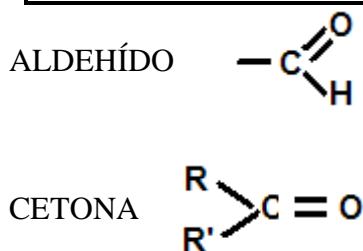
- ✓ La solubilidad en agua se explica porque sus moléculas son polares, ya que contienen grupos polares, fundamentalmente grupos $\overset{\ominus}{\text{O}}\overset{\oplus}{\text{H}}$. Estas moléculas se organizan formando redes cristalinas, y en contacto con el agua, interaccionan con las moléculas de agua que se introducen en los huecos de la red y las van rodeando de varias capas, de manera que la red se desmorona y quedan las moléculas del azúcar solvatadas y dispersas en el medio acuoso.

PROPIEDADES QUÍMICAS

- Hacen referencia al TIPO DE REACCIONES QUÍMICAS que dan estos compuestos que a su vez se DEBEN A LOS GRUPOS FUNCIONALES QUE CONTIENEN:

1] DAN REACCIONES DE OXIDACIÓN

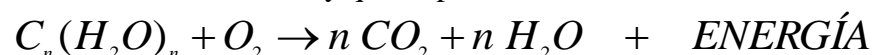
1.1] OXIDACIÓN DE LOS GRUPOS:



EN PRESENCIA DE UN REACTIVO QUE SE REDUZCA.

1.2] OXIDACIÓN TOTAL DE LA MOLÉCULA

- Tiene lugar en las células, a través de un conjunto de procesos que constituyen LA RESPIRACIÓN CELULAR y que se pueden resumir así:



y que HACEN DE LOS MONOSACÁRIDOS LA 1ª FUENTE DE ENERGÍA PARA LAS CÉLULAS.

La energía que se libera en esta reacción se almacena en la célula en forma de ATP.

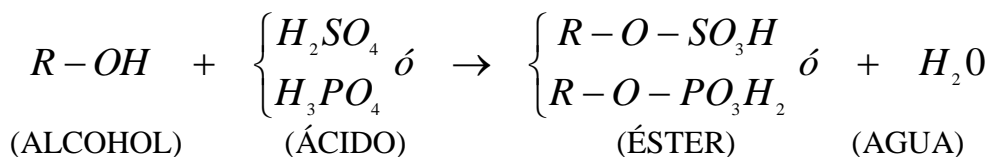
2] DAN REACCIONES DE SUSTITUCIÓN (AMINACIÓN)

- Reaccionan con AMINAS, y en estas reacciones se sustituye un grupo $-\text{OH}$ del azúcar por un grupo $-\text{NH}_2$.

3] DAN REACCIONES DE ESTERIFICACIÓN

- En las que un grupo $-OH$ reacciona con H_2SO_4 o H_3PO_4 para dar ÉSTERES.

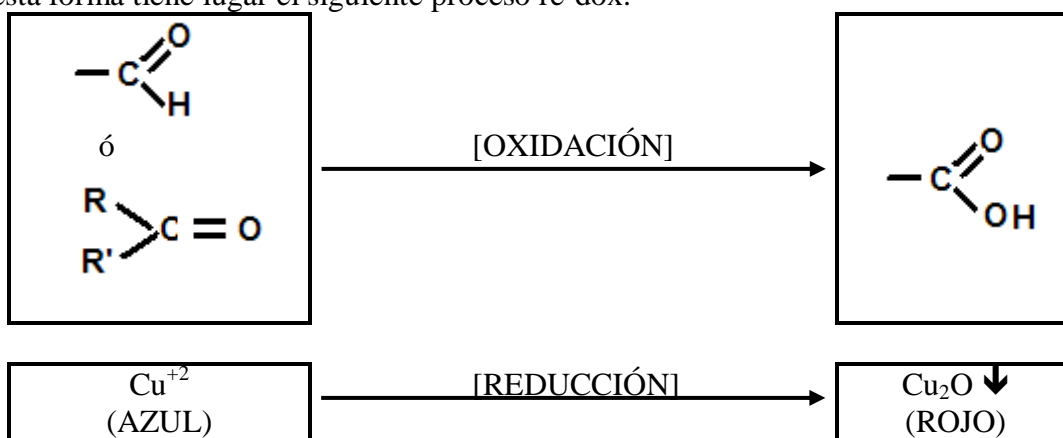
De esta forma se introducen en la molécula grupos SO_4^{2-} o grupos PO_4^{3-} .



* ENSAYO DE FEHLING

- Se trata de una REACCIÓN DE OXIDACIÓN-REDUCCIÓN utilizada en el laboratorio para la DETERMINACIÓN DE MONOSACÁRIDOS en disolución acuosa.
- Consiste en: AÑADIR A LA DISOLUCIÓN ACUOSA DE AZÚCAR UNAS GOTAS DEL REACTIVO DE FEHLING que no es otra cosa que UNA DISOLUCIÓN DE Cu^{2+} que es de color AZUL.

De esta forma tiene lugar el siguiente proceso re-dox:

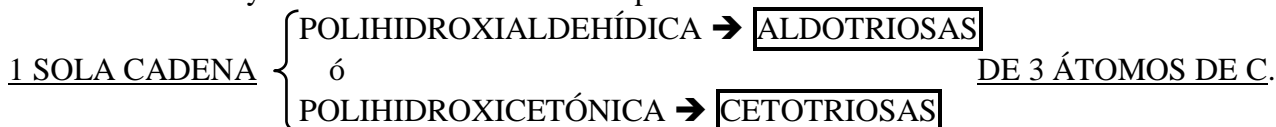


- ✓ El grupo carbonilo (aldehído o cetona) se oxida cediendo electrones que son captados por el Cu^{2+} que se reduce formando un precipitado ROJO de Cu_2O .
- ✓ El cambio de color pone de manifiesto la presencia del monosacárido en la disolución.

[I.1] TRIOSAS

CONCEPTO

→ Glúcidos cuyas moléculas están formadas por:

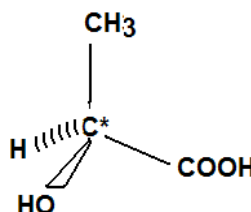


PROPIEDADES

- Además de LAS PROPIAS DE LOS MONOSACARIDOS, hay que añadir las correspondientes a la presencia de CARBONOS ASIMÉTRICOS EN LA MOLÉCULA.

CARBONO ASIMÉTRICO (C*)

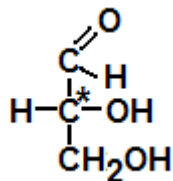
→ ÁTOMO DE C CON 4 SUSTITUYENTES DIFERENTES



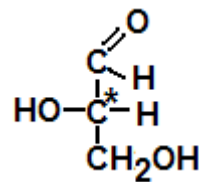
LA PRESENCIA DE C* en la molécula, les confiere a estos azúcares 2 propiedades:

- **ESTEREOISOMERÍA**: PROPIEDAD DE PRESENTAR ESTEREOISÓMEROS
 - **ESTEREOISÓMEROS**: ISÓMEROS ESPACIALES, son compuestos con la misma fórmula molecular pero diferentes distribución espacial de los sustituyentes.
 - N° ESTEREOISÓMEROS = 2^n (n = N° de C*)
- **ACTIVIDAD ÓPTICA**: LA CAPACIDAD DE DESVIAR EL PLANO DE POLARIZACIÓN DE LA LUZ, CUANDO SE ENCUENTRAN EN DISOLUCIÓN ACUOSA Y LA DISOLUCIÓN ES ATRAVESADA POR LUZ POLARIZADA.

[I.1.1] **ALDOTRIOSAS** → 1 C* ⇒ $2^1 = 2$ **ESTEREOISÓMEROS**



D-GLICERALDEHÍDO
D ⇒ -OH del penúltimo carbono a la derecha



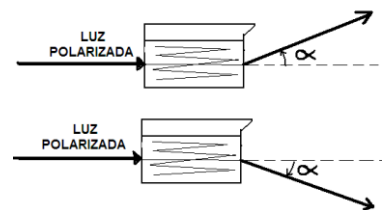
L-GLICERALDEHÍDO
L ⇒ -OH del penúltimo carbono a la izquierda

- * **NOTA**: Los azúcares naturales son prácticamente todos de la SERIE -D
- ✓ **LOS ESTEREOISÓMEROS DEL GLICERALDEHÍDO SON, ADEMÁS, ENANTIÓMEROS.**

ENANTIÓMEROS

- Estereoisómeros que presentan simetría quiral respecto a los C*, es decir, que son imágenes especulares respecto a esos C*.
- Los enantiómeros tienen las mismas propiedades físico-químicas → SON EL MISMO COMPUESTO (por eso se denominan igual).
- Los enantiómeros sólo se diferencian en su actividad óptica:

- Cuando se encuentran en disolución acuosa, y esta es atravesada por luz polarizada, uno desvía el plano de polarización a la derecha (FORMA DEXTRÓGIRA) y el otro a la izquierda (FORMA LEVÓGIRA), siempre el mismo n° de grados.

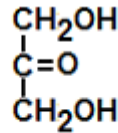


- El enantiómero que corresponde a la forma DEXTRO se designa anteponiendo un signo (+) a su nombre.
- El enantiómero que corresponde a la forma LEVO se designa anteponiendo un signo (-) a su nombre.

Así se tiene el (+)-D-GLICERALDEHÍDO
y el (-)-L-GLICERALDEHÍDO

NOTA: La forma dextrógira no tiene porque coincidir con el enantiómero D ni tampoco la forma levógira con el enantiómero L.

[I.1.2] **CETOTRIOSAS** → 0 C* ⇒ 2⁰ = 1 CETOTRIOSAS



DIHIDROXICETONA

- La dihidroxicetona al no tener C* en sus moléculas:
 - NO PRESENTA ESTEREOISOMERÍA.
 - NO TIENE ACTIVIDAD ÓPTICA → NO desvía el plano de polarización de la luz cuando se encuentra en disolución acuosa y la disolución es atravesada por luz polarizada.

[I.2] **TETROSAS**

CONCEPTO

- Glúcidos cuyas moléculas están formadas por:

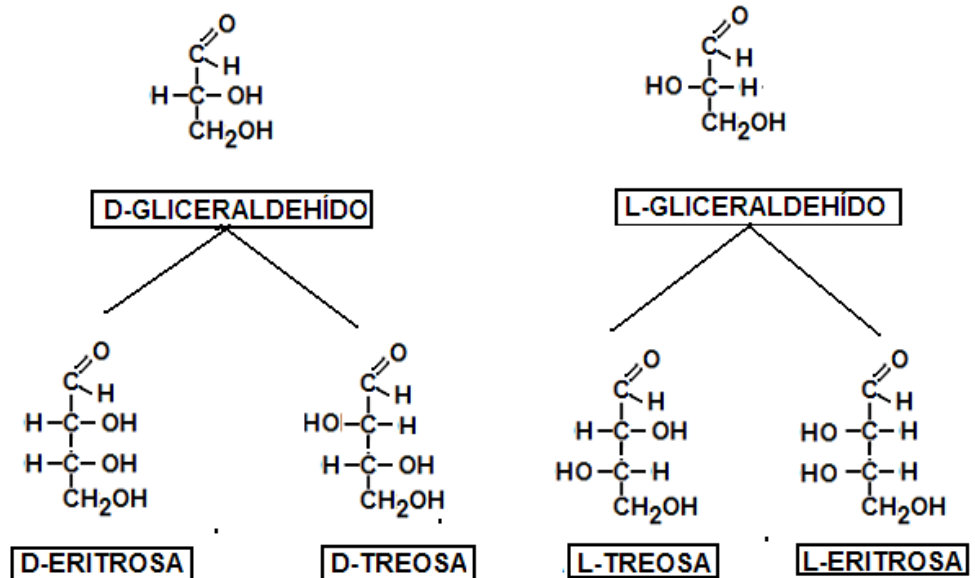
1 SOLA CADENA { POLIHIDROXIALDEHÍDICA → **ALDOTETROSAS**
 ó DE 4 ÁTOMOS DE C.
 POLIHIDROXICETÓNICA → **CETOTETROSAS**

PROPIEDADES

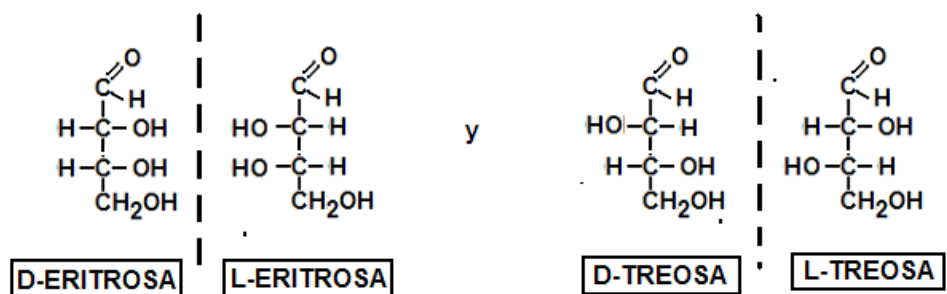
- Además de las PROPIAS DE LOS MONOSACÁRIDOS, las correspondientes a la presencia de CARBONOS ASIMÉTRICOS EN LA MOLÉCULA.

[I.2.1] **ALDOTETROSAS** → 2 C* ⇒ 2² = **4 ESTEREOISÓMEROS**

- Sus fórmulas se sacan a partir de las ALDOTRIOSAS:



- Entre estos estereoisómeros hay 2 PAREJAS DE ENANTIÓMEROS



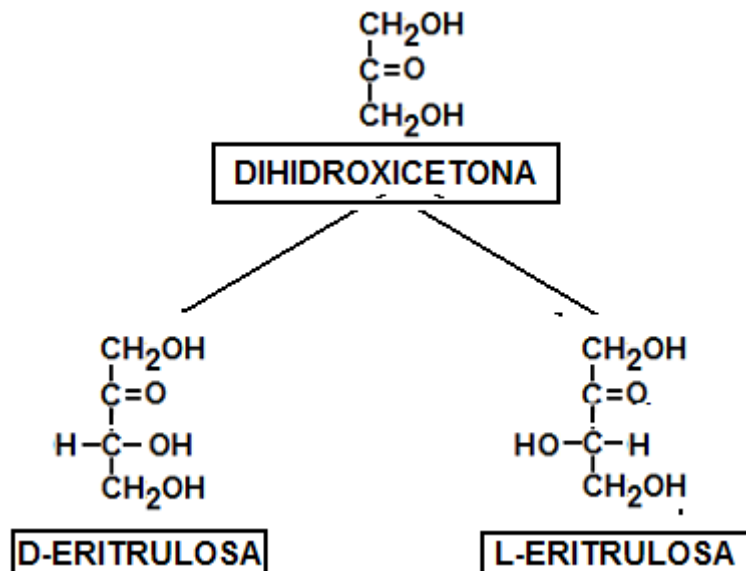
- Los ESTEREOISÓMEROS QUE NO SON ENANTIÓMEROS, SON EPÍMEROS.

EPÍMEROS

- Estereoisómeros que no presentan simetría quiral respecto a los C*.
- Los epímeros que no tiene las mismas propiedades físico-químicas → NO SON EL MISMO COMPUESTO (por eso tendrán diferente nombre).
- En disolución acuosa tendrán ACTIVIDAD ÓPTICA, pero desviarán el plano de polarización de la luz diferente número de grados y podrán hacerlo los dos a la derecha, los dos a la izquierda, uno a la derecha y otro a la izquierda, sin que haya ninguna relación entre ellos.

[I.2.2] **CETOTETROSAS** → 1 C* ⇒ 2¹ = **2 ESTEREOISÓMEROS**

- Sus fórmulas se sacan a partir de la CETOTRIOSAS:



- Estos 2 estereoisómeros son: ENANTIÓMEROS

[I.3] **PENTOSAS**

CONCEPTO

- Glúcidos cuyas moléculas están formadas por:

1 SOLA CADENA $\left\{ \begin{array}{l} \text{POLIHIDROXIALDEHÍDICA} \rightarrow \text{ALDOPENTOSAS} \\ \text{ó} \\ \text{POLIHIDROXICETÓNICA} \rightarrow \text{CETOPENTOSAS} \end{array} \right.$ DE 5 ÁTOMOS DE C.

PROPIEDADES

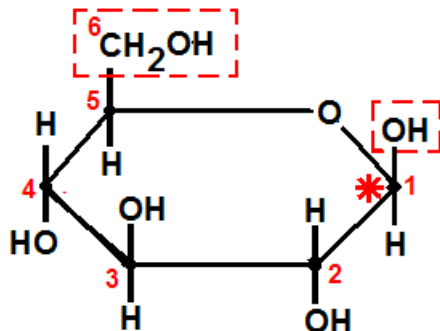
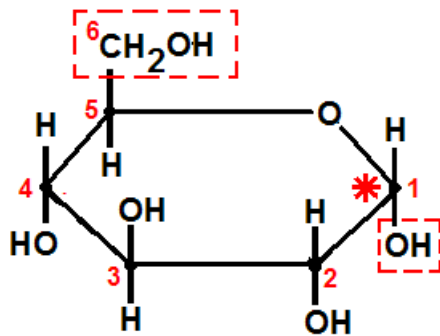
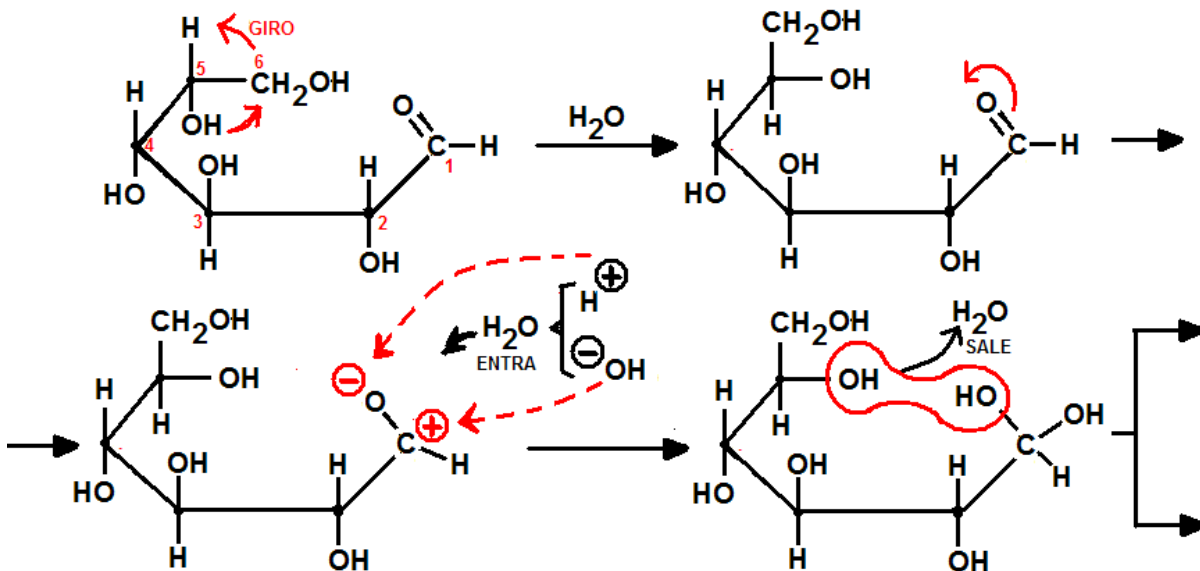
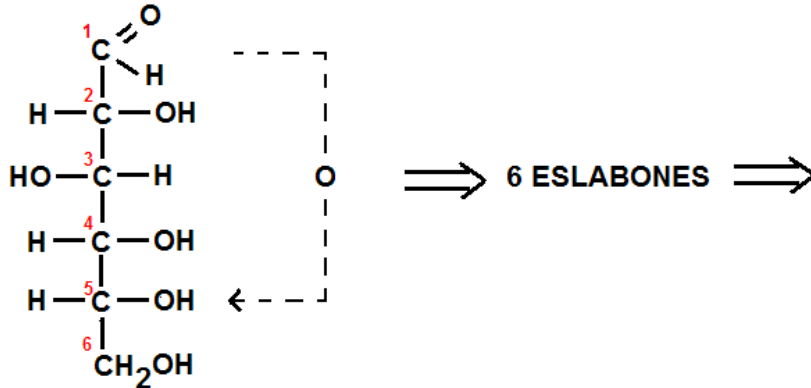
- Además de las PROPIAS DE LOS MONOSACÁRIDOS, las correspondientes a la presencia de CARBONOS ASIMÉTRICOS EN LA MOLÉCULA.

CICLACIÓN EN MEDIO ACUOSO

- Los monosacáridos cuyas moléculas pueden formar ciclos estables, de 5 o 6 eslabones, mediante una reacción intramolecular en medio acuoso son: ALDOHEXOSAS, CETOHEXOSAS y ALDOPENTOSAS.

1] ALDOHEXOSAS

EJEMPLO: D-GLUCOSA



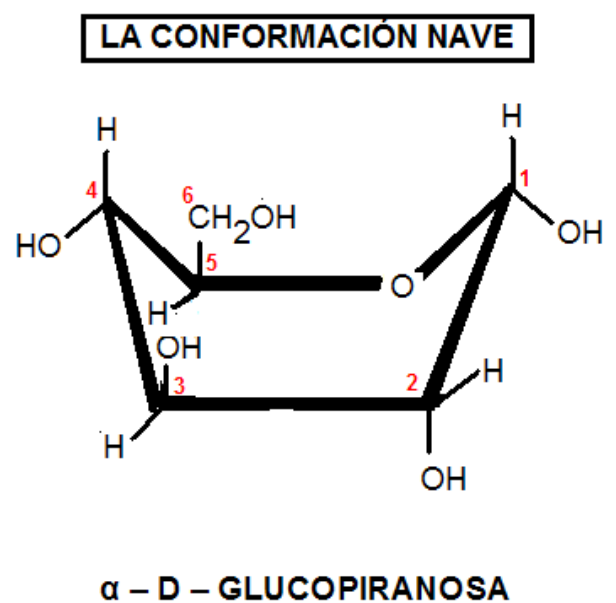
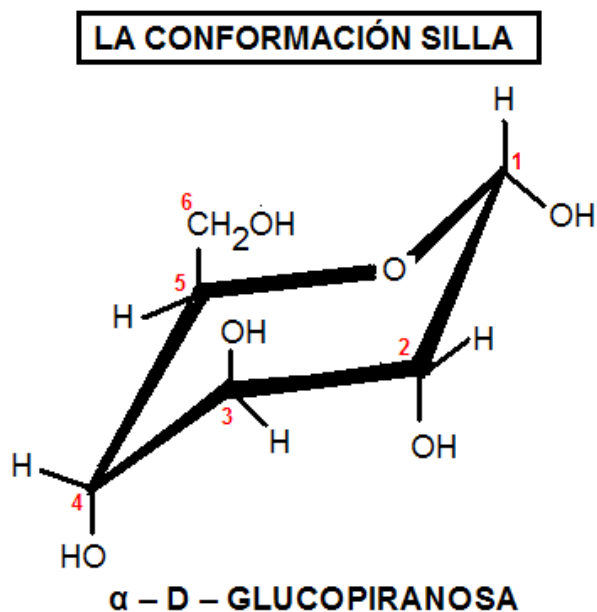
- El proceso de ciclación se lleva a cabo mediante UNA REACCIÓN INTRAMOLECULAR entre el C CARBONÍLICO, en este caso aldehídico, y el GRUPO ALCOHOL correspondiente al 5° carbono.
- En esta reacción el agua actúa como reactivo intermediario, y el resultado de la misma es un HEMIACETAL de 6 eslabones.
- Como consecuencia de la reacción aparece UN NUEVO CARBONO ASIMÉTRICO, el CARBONO CARBONÍLICO, lo que implica la aparición de 2 NUEVOS ESTEREOISÓMEROS.

↪ El carbono carbonílico pasa a llamarse CARBONO ANOMÉRICO.

↪ Los 2 nuevos estereoisómeros se denominan **ANÓMEROS**:

- ✓ **ANÓMERO α** → el -OH del carbono anomérico se sitúa al otro lado del plano respecto al grupo -CH₂OH, correspondiente al último carbono. (POSICIÓN TRANS)
- ✓ **ANÓMERO β** → el -OH del carbono anomérico se sitúa del mismo lado del plano que el grupo -CH₂OH, correspondiente al último carbono. (POSICIÓN CIS).

NOTA: En realidad, las estructuras cíclicas de la glucosa, no son planas, ya que los enlaces sencillos del átomo de carbono adoptan una disposición tetraédrica en el espacio. Así, la D-GLUCOPIRANOSA, α o β , puede adoptar 2 CONFORMACIONES EN EL ESPACIO:



- El proceso de ciclación se lleva a cabo mediante UNA REACCIÓN INTRAMOLECULAR entre el C CARBONÍLICO, en este caso cetónico, y el GRUPO ALCOHOL correspondiente al 5º carbono.
- En esta reacción EL AGUA actúa como REACTIVO INTERMEDIARIO, y el resultado de la misma es un HEMICETAL, de 5 eslabones.
- Como consecuencia de la reacción aparece UN NUEVO CARBONO ASIMÉTRICO, el CARBONO CARBONÍLICO, lo que implica la aparición de 2 NUEVOS ESTEREOISÓMEROS.
 - ↪ El carbono carbonílico pasa a llamarse CARBONO ANOMÉRICO.
 - ↪ Los 2 nuevos estereoisómeros se denominan ANÓMEROS:
 - ✓ ANÓMERO α → el -OH del carbono anomérico se sitúa al otro lado del plano respecto al grupo -CH₂OH, correspondiente al último carbono. (POSICIÓN TRANS)
 - ✓ ANÓMERO β → el -OH del carbono anomérico se sitúa del mismo lado del plano que el grupo -CH₂OH, correspondiente al último carbono. (POSICIÓN CIS)

- El proceso de ciclación se lleva a cabo mediante UNA REACCIÓN INTRAMOLECULAR entre el C CARBONÍLICO, en este caso aldehídico, y el GRUPO ALCOHOL correspondiente al 4º carbono (el penúltimo).
- En esta reacción EL AGUA actúa como REACTIVO INTERMEDIARIO, y el resultado de la misma es un HEMIACETAL, de 5 eslabones.
- Como consecuencia de la reacción aparece UN NUEVO CARBONO ASIMÉTRICO, el CARBONO CARBONÍLICO, lo que implica la aparición de 2 NUEVOS ESTEREOISÓMEROS.
 - ↪ El carbono carbonílico pasa a llamarse CARBONO ANOMÉRICO.
 - ↪ Los 2 nuevos estereoisómeros se denominan ANÓMEROS:
 - ✓ ANÓMERO α → el -OH del carbono anomérico se sitúa al otro lado del plano respecto al grupo -CH₂OH, correspondiente al último carbono. (POSICIÓN TRANS)
 - ✓ ANÓMERO β → el -OH del carbono anomérico se sitúa del mismo lado del plano que el grupo -CH₂OH, correspondiente al último carbono. (POSICIÓN CIS)

2.3.- **EL ENLACE O-GLUCOSÍDICO**

- El enlace o-glucosídico se establece entre monosacáridos que dan formas cíclicas en agua.
- Se forma ENTRE el C CARBONÍLICO DEL PRIMER MONOSACÁRIDO y UN C DEL SEGUNDO MONOSACÁRIDO, que puede ser,
 - ⇒ el C CARBONÍLICO
 - ⇒ un C DISTINTO DEL CARBONÍLICO
- Al formarse el enlace, SALE UNA MOLÉCULA DE AGUA, y entre los monosacáridos se forma UN PUENTE DE OXÍGENO.

TIPOS DE ENLACE O-GLUCOSÍDICO y PROPIEDADES

- Si se establece entre el C carbonílico del primer monosacárido y EL C CARBONÍLICO DEL SEGUNDO MONOSACÁRIDO, es **UN ENLACE O-GLUCOSÍDICO DICARBONÍLICO**, y el disacárido que resulta es **UN DISACÁRIDO NO REDUCTOR**, ya que, al no tener libre ningún carbono carbonílico, NO REDUCIRÁ AL REACTIVO DE FEHLING.
- Si se establece entre el C carbonílico del primer monosacárido y UN C DISTINTO DEL CARBONÍLICO DEL SEGUNDO MONOSACÁRIDO, es **UN ENLACE O-GLUCOSÍDICO MONOCARBONÍLICO**, y el disacárido que resulta es **UN DISACÁRIDO REDUCTOR**, ya que, al tener libre el carbono carbonílico del segundo monosacárido (extremo reductor), REDUCIRÁ AL REACTIVO DE FEHLING.

* Además:

- Si EL PRIMER MONOSACÁRIDO que va a formar el enlace o-glucosídico es EL ANÓMERO α , se tiene,

UN ENLACE α -O-GLUCOSÍDICO

Este enlace es fácilmente hidrolizable por enzimas digestivas, y el disacárido que resulta será,

UN DISACÁRIDO CON FUNCIÓN ENERGÉTICA.

- Si EL PRIMER MONOSACÁRIDO que va a formar el enlace o-glucosídico es EL ANÓMERO β , se tiene

UN ENLACE β -O-GLUCOSÍDICO

Este enlace **ESTÁ REFORZADO POR PUENTES DE HIDRÓGENO**, por lo que no es fácilmente hidrolizable por enzimas digestivas, y el disacárido que resulta,

FORMARÁ PARTE DE UN POLISACÁRIDO CON FUNCIÓN ESTRUCTURAL.

II] **DISACÁRIDOS**

CONCEPTO

- Son compuestos moleculares cuyas moléculas están formadas por 2 CADENAS POLIHIDROXIALDEHÍDICAS o POLIHIDROXICETÓNICAS, que resultan de la UNIÓN de 2 MOLÉCULAS, correspondientes a MONOSACÁRIDOS QUE DAN FORMAS CÍCLICAS EN AGUA, mediante un ENLACE O-GLUCOSÍDICO.

PROPIEDADES FÍSICAS

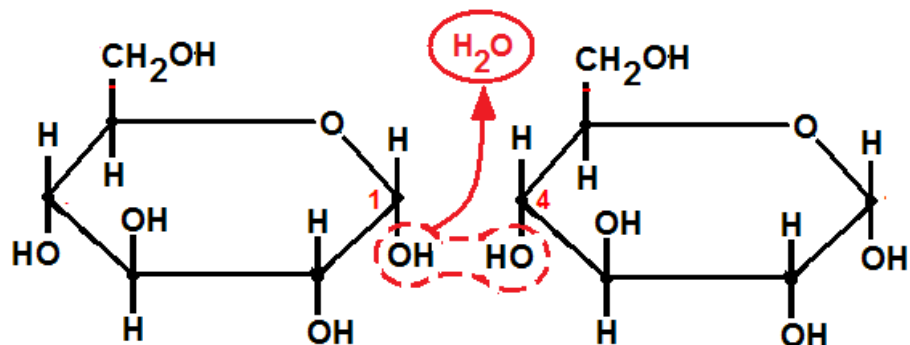
- 1) SON SÓLIDOS BLANCOS y DE SABOR DULCE.
- 2) SON SÓLIDOS CRISTALINOS (sus moléculas se organizan formando redes cristalinas).
- 3) SON SOLUBLES EN AGUA.

DISACÁRIDOS CON MAYOR INTERÉS BIOLÓGICO

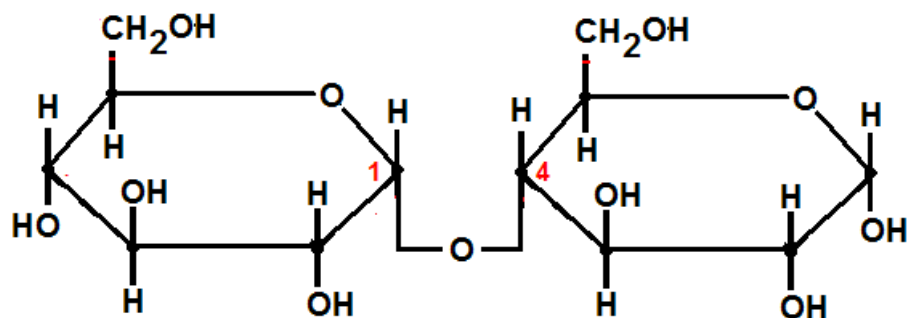
⇒ **MALTOSA** α -D-GLUCOPIRANOSIL - (1→4) - α -D-GLUCOPIRANOSA

- Sus moléculas se forman por la unión de dos moléculas de α -D-GLUCOPIRANOSA, mediante un enlace

α - (1→4) - O - GLUCOSÍDICO, MONOCARBONÍLICO



α - D - GLUCOPIRANOSA \oplus **α - D - GLUCOPIRANOSA**



MALTOSA

- El enlace O-GLUCOSÍDICO se establece entre el carbono carbonílico del primer monosacárido, que es el C¹, ya que se trata de una aldosa, y el C⁴ del segundo monosacárido, correspondiente a un alcohol

⇒ **ES UN ENLACE MONOCARBÓNICO**

⇒ LA MALTOSA REDUCE AL REACTIVO DE FEHLING ⇒
ES UN DISACÁRIDO REDUCTOR

- Al formarse el enlace, sale 1 MOLÉCULA DE AGUA, y se forma UN PUENTE DE OXÍGENO.

- Además, como el PRIMER MONOSACÁRIDO es el ANÓMERO α

⇒ **ES UN ENLACE α - O - GLUCOSÍDICO**

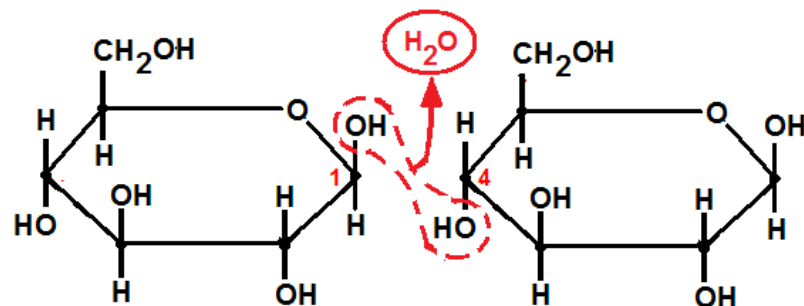
⇒ SERÁ HIDROLIZABLE POR ENZIMAS DIGESTIVAS ⇒
LA MALTOSA ES UN DISACÁRIDO CON FUNCIÓN ENERGÉTICA

- La maltosa se encuentra libre en el grano germinado de la cebada y de otras semillas.
- La cebada germinada artificialmente se utiliza para fabricar cerveza.
- La cebada tostada, se utiliza como sucedáneo del café, se llama malta.
- En la industria, la maltosa se obtiene de la hidrólisis del almidón.

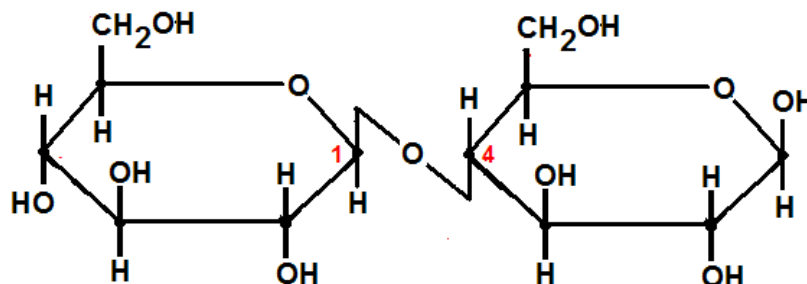
⇒ **CELOBIOSA** **β-D-GLUCOPIRANOSIL - (1→4) - β - D - GLUCOPIRANOSA**

- Sus moléculas se forman por la unión de dos moléculas de β-D-GLUCOPIRANOSA, mediante un enlace

β - (1→4) - O - GLUCOSÍDICO, MONOCARBÓNICO



β - D - GLUCOPIRANOSA ⊕ **β - D - GLUCOPIRANOSA**



CELOBIOSA

- El enlace O-GLUCOSÍDICO se establece entre el carbono carbonílico del primer monosacárido, que es el C¹, ya que se trata de una aldosa, y el C⁴ del segundo monosacárido, correspondiente a un alcohol

⇒ **ES UN ENLACE MONOCARBÓNICO**

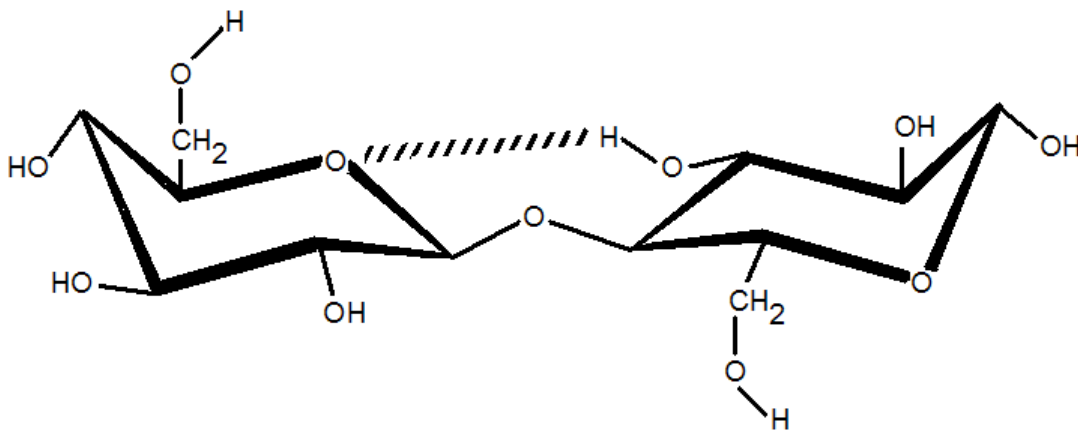
⇒ LA CELOBIOSA REDUCE AL REACTIVO DE FEHLING ⇒
ES UN DISACÁRIDO REDUCTOR

- Al formarse el enlace, sale 1 MOLÉCULA DE AGUA, y se forma UN PUENTE DE OXÍGENO.

- Además, como el PRIMER MONOSACÁRIDO es el ANÓMERO β

⇒ **ES UN ENLACE β - O - GLUCOSÍDICO**

⇒ **ESTÁ REFORZADO POR PUENTES DE HIDRÓGENO**



Los puentes de H se establecen entre el O de un heterociclo y el grupo -OH del C³ del otro.

⇒ SERÁ DIFÍCILMENTE HIDROLIZABLE POR ENZIMAS DIGESTIVAS

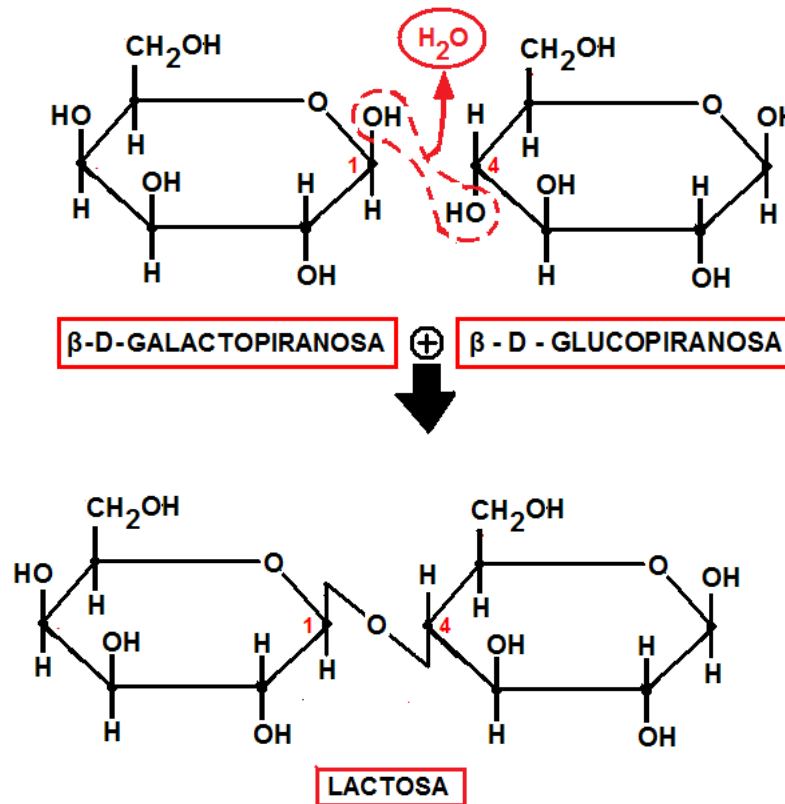
⇒ LA CELOBIOSA ES UN DISACÁRIDO QUE FORMA PARTE DE UN POLISACÁRIDO CON FUNCIÓN ESTRUCTURAL, LA CELULOSA.

- La celobiosa no se encuentra libre en la Naturaleza. Se obtiene por hidrólisis de la celulosa.

⇒ **LACTOSA** **β -D-GALACTOPIRANOSIL – (1→4) – β -D – GLUCOPIRANOSA**

- Sus moléculas se forman por la unión de una molécula de β -D-GALACTOPIRANOSA y una molécula de β -D-GLUCOPIRANOSA, mediante un enlace

β – (1→4) – O – GLUCOSÍDICO, MONOCARBÓNICO



- El enlace O-GLUCOSÍDICO se establece entre el carbono carbonílico del primer monosacárido, que es el C^1 , ya que se trata de una aldosa, y el C^4 del segundo monosacárido, correspondiente a un alcohol

⇒ **ES UN ENLACE MONOCARBÓNICO**

⇒ LA LACTOSA REDUCE AL REACTIVO DE FEHLING ⇒

ES UN DISACÁRIDO REDUCTOR

- Al formarse el enlace, sale 1 MOLÉCULA DE AGUA, y se forma UN PUENTE DE OXÍGENO.
- Además, como el PRIMER MONOSACÁRIDO es el ANÓMERO β

⇒ **ES UN ENLACE β – O - GLUCOSÍDICO**

⇒ **ESTÁ REFORZADO POR PUENTES DE HIDRÓGENO**

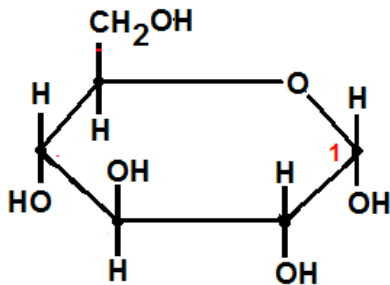
⇒ SERÁ DIFÍCILMENTE HIDROLIZABLE POR ENZIMAS DIGESTIVOS. **SÓLO EL ENZIMA LACTASA** PRESENTE EN LOS MAMÍFEROS, HIDROLIZA ESTE ENLACE, HACIENDO QUE ESTE DISACÁRIDO TENGA FUNCIÓN ENERGÉTICA.

- La lactosa se encuentra libre en la leche de los mamíferos. Muchas personas, si dejan de ingerir leche durante un tiempo prolongado, pierden la capacidad de producir lactasa, y ya no pueden hidrolizar la lactosa de la leche.

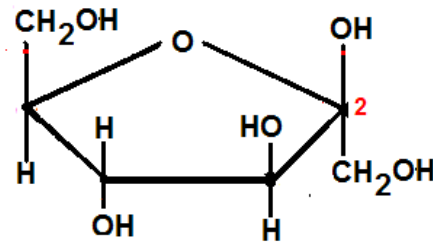
⇒ **SACAROSA** α -D-GLUCOPIRANOSIL - (1→2) - β -D-FRUCTOFURANÓSIDO

- Sus moléculas se forman por la unión de una molécula de α -D-GLUCOPIRANOSA y una molécula de β -D-FRUCTOFURANOSA, mediante un enlace

α - (1→2) - O - GLUCOSÍDICO, DICARBONÍLICO

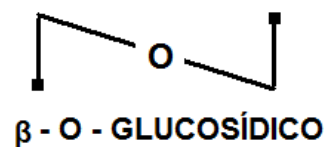
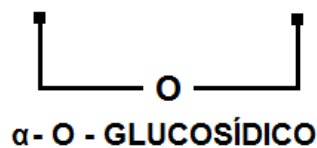


α - D - GLUCOPIRANOSA

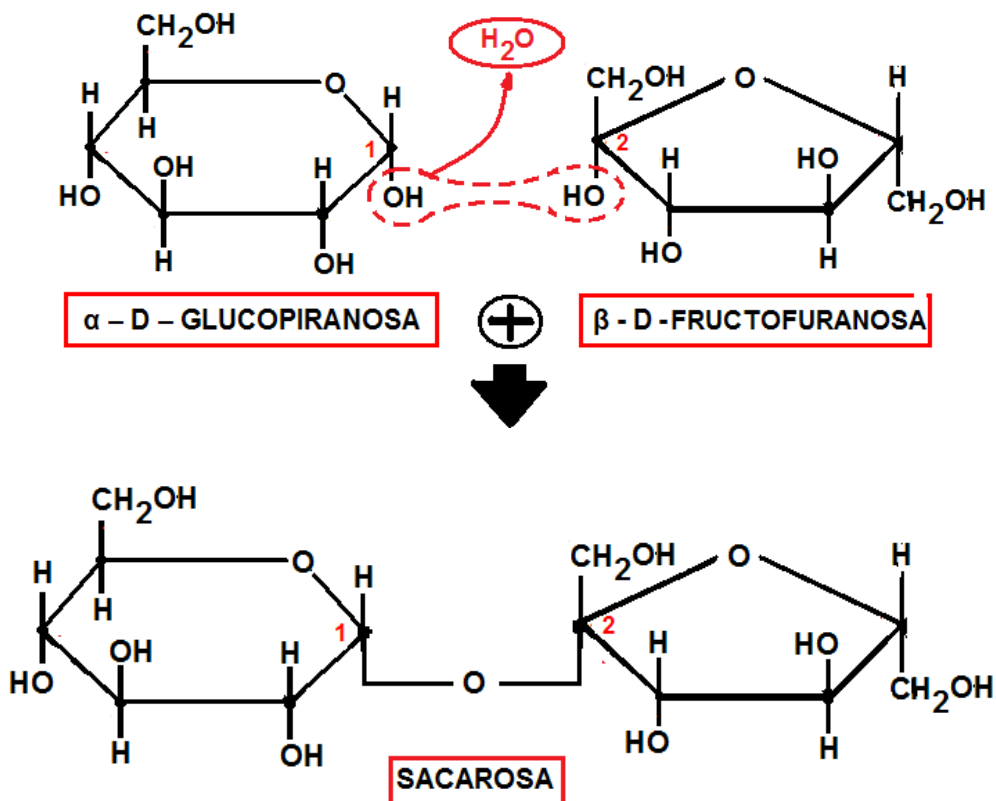


β - D - FRUCTOFURANOSA

- Para que queden enfrentados los carbonos que van a formar el enlace, GIRAMOS LA MOLÉCULA DE β -D-FRUCTOFURANOSA
- Para seguir el convenio utilizado para representar el enlace O-GLUCOSÍDICO,



cambiamos la posición relativa de todos los sustituyentes de la molécula de β -D-FRUCTOFURANOSA, ya que en este caso, se trata de un enlace α .



- El enlace O-GLUCOSÍDICO se establece entre el C carbonílico del primer monosacárido, que es el C¹, ya que se trata de una aldosa; y el C carbonílico del segundo monosacárido, que es el C², ya que se trata de una cetosa.

⇒ **ES UN ENLACE DICARBONÍLICO**

⇒ LA SACAROSA NO REDUCE AL REACTIVO DE FEHLING ⇒
ES UN DISACÁRIDO NO REDUCTOR

- En los disacáridos no reductores se cambia la terminación -OSA (que se mantiene en los disacáridos reductores, por ser en este aspecto, similares a las OSAS) por la terminación -ÓSIDO.
- Al formarse el enlace, sale 1 molécula de agua, y se forma un puente de Oxígeno.
- Además, como el PRIMER MONOSACÁRIDO es el ANÓMERO α

⇒ **ES UN ENLACE α - O - GLUCOSÍDICO**

⇒ SERÁ HIDROLIZABLE POR ENZIMAS DIGESTIVAS ⇒

LA SACAROSA ES UN DISACÁRIDO CON FUNCIÓN ENERGÉTICA

- La sacarosa se encuentra en la caña de azúcar (20% en peso) y en la remolacha azucarera (15% en peso).
- La sacarosa es dextrógira, pero si se hidroliza, la mezcla resultante de α-D-GLUCOPIRANOSA y β-D-FRUCTOFURANOSA, es levógira. Esto es lo que ocurre en la miel a causa de que la sacarosa es hidrolizada por el enzima SACARASA, presente en la saliva de las abejas.

SACAROSA: $[\alpha]_D = + 66,5^\circ$

D-GLUCOSA: $[\alpha]_D = + 52,5^\circ$

D-FRUCTOSA: $[\alpha]_D = - 92^\circ$

IV] **POLISACÁRIDOS**

CONCEPTO

Glúcidos cuyas moléculas contienen MÁS DE 10 CADENAS POLIHIDROXIALDEHÍDICAS o POLIHIDROXICETÓNICAS (de decenas a miles), que resultan de la unión (POLIMERIZACIÓN) de MOLÉCULAS correspondientes a MONOSACÁRIDOS o DERIVADOS DE MONOSACÁRIDOS QUE DAN FORMAS CÍCLICAS EN AGUA, mediante ENLACES O-GLUCOSÍDICOS.

PROPIEDADES FÍSICAS

- SON SÓLIDOS AMORFOS DE ELEVADA MASA MOLECULAR.
- NO TIENEN SABOR DULCE.
- SON INSOLUBLES EN AGUA, como la celulosa, o FORMAN DISPERSIONES COLOIDALES, como algunos componentes del almidón.

PROPIEDADES QUÍMICAS

- NO REDUCEN AL REACTIVO FEHLING.

CLASIFICACIÓN

IV.1] **HOMOPOLISACÁRIDOS**

SON POLÍMEROS DEL MISMO MONOSACÁRIDO o
DEL MISMO DERIVADO DE MONOSACÁRIDO
UNIDOS POR ENLACES O-GLUCOSÍDICOS.

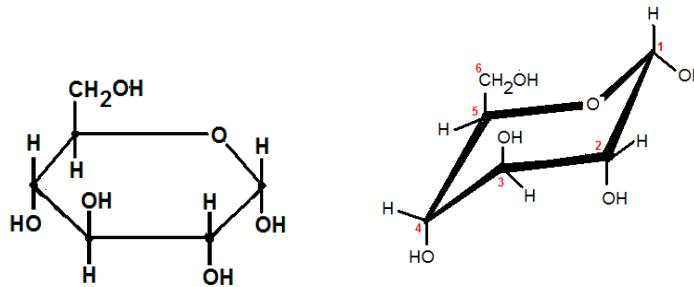
- LOS PRINCIPALES SON:

IV.1 ALMIDÓN <ul style="list-style-type: none">• POLÍMERO DE α-D-GLUCOPIRANOSA IV.2 GLUCÓGENO <ul style="list-style-type: none">• POLÍMERO DE α-D-GLUCOPIRANOSA	POLISACÁRIDOS DE RESERVA ENERGÉTICA <p>El enlace α-O-glucosídico es hidrolizable por enzimas digestivas</p>
IV.3 CELULOSA <ul style="list-style-type: none">• POLÍMERO DE β-D-GLUCOPIRANOSA IV.4 QUITINA <ul style="list-style-type: none">• POLÍMERO DE N-ACETILGLUCOSAMINA (derivado nitrogenado de la β-D-glucopiranos)	POLISACÁRIDOS ESTRUCTURALES <p>El enlace β-O-glucosídico <u>NO</u> es fácilmente hidrolizable por enzimas digestivas, porque está reforzado por puentes de H</p>

IV.1] ALMIDÓN

COMPOSICIÓN QUÍMICA

HOMOPOLISACÁRIDO DE α -D-GLUCOPIRANOSA

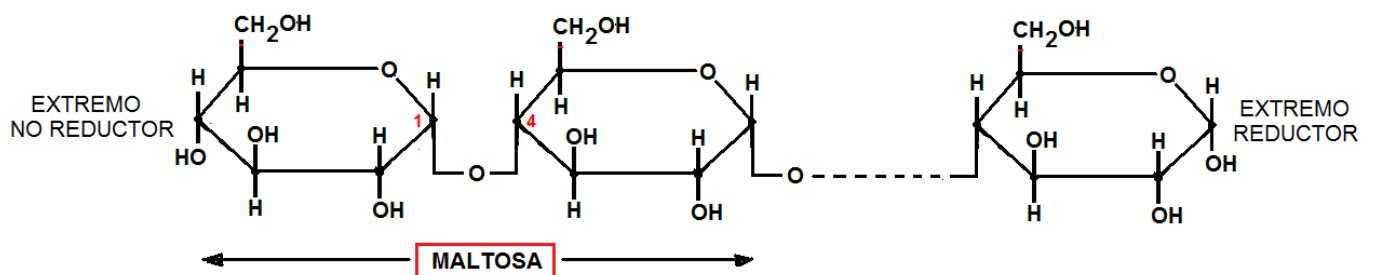


ESTRUCTURA QUÍMICA

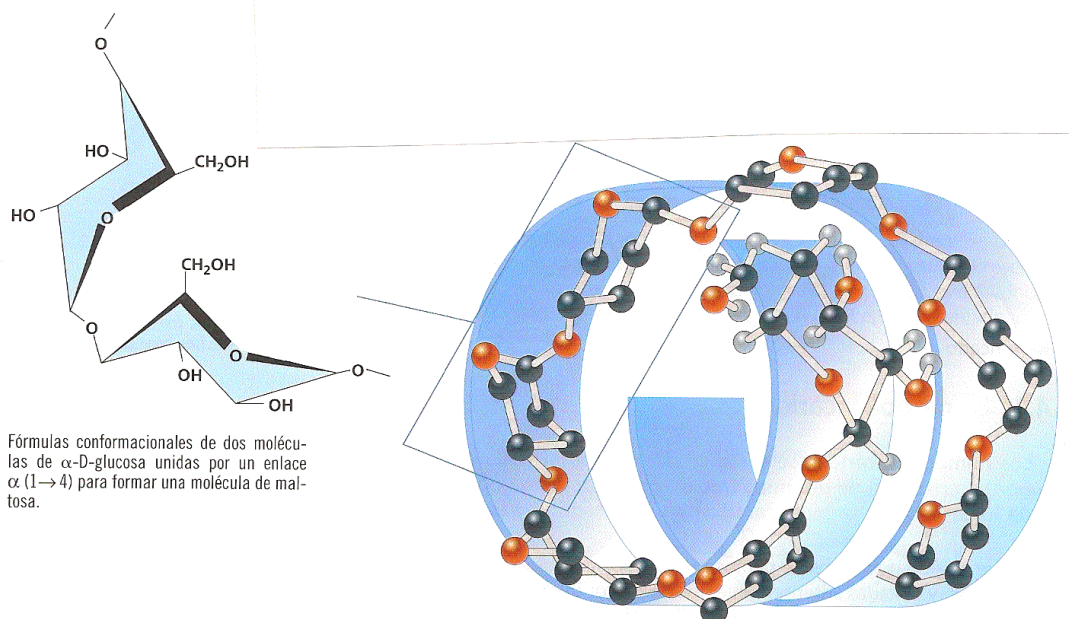
⇒ 2 TIPOS DE POLÍMEROS:

I.- **AMILOSA** 30% EN PESO

CADENAS HELICOIDALES DE α -D-GLUCOPIRANOSA UNIDAS POR ENLACE $\alpha(1 \rightarrow 4)$ -O-GLUCOSÍDICO



* Debido a la conformación en silla de la α -D-glucopiranosas LAS CADENAS DE α -D-GLUCOPIRANOSA ADOPTAN UNA DISPOSICIÓN HELICOIDAL (unas 6 α -D-glucopiranosas por vuelta)



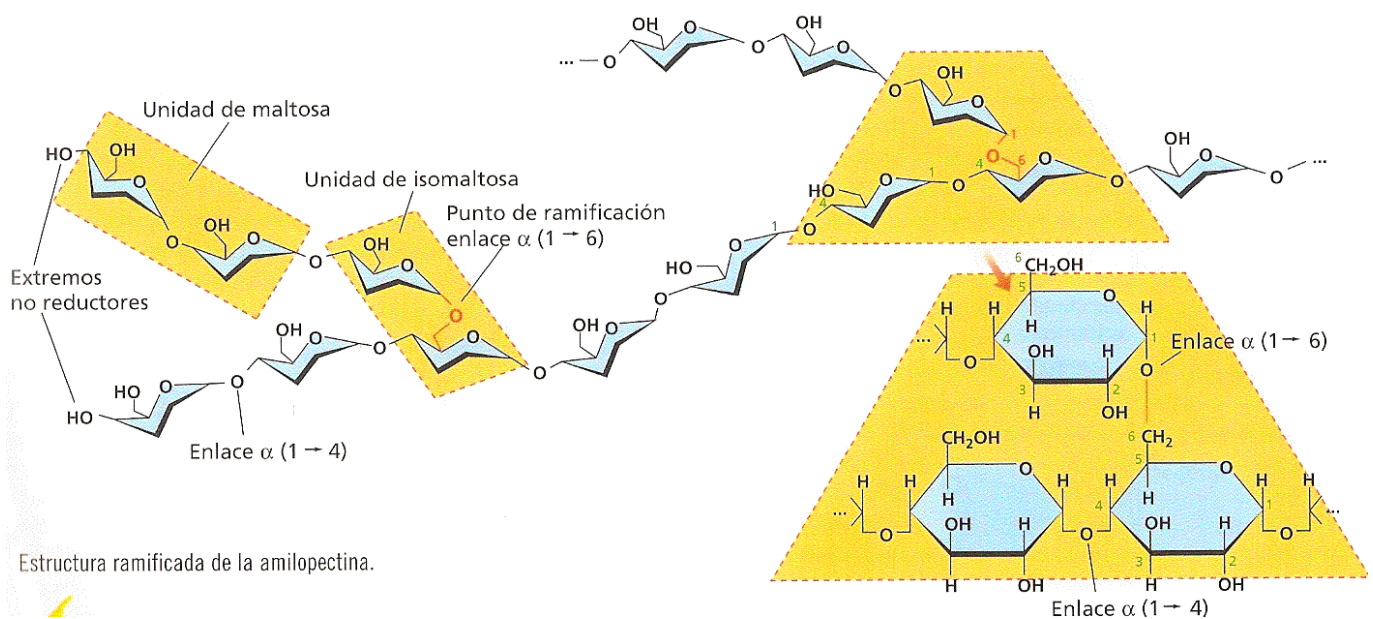
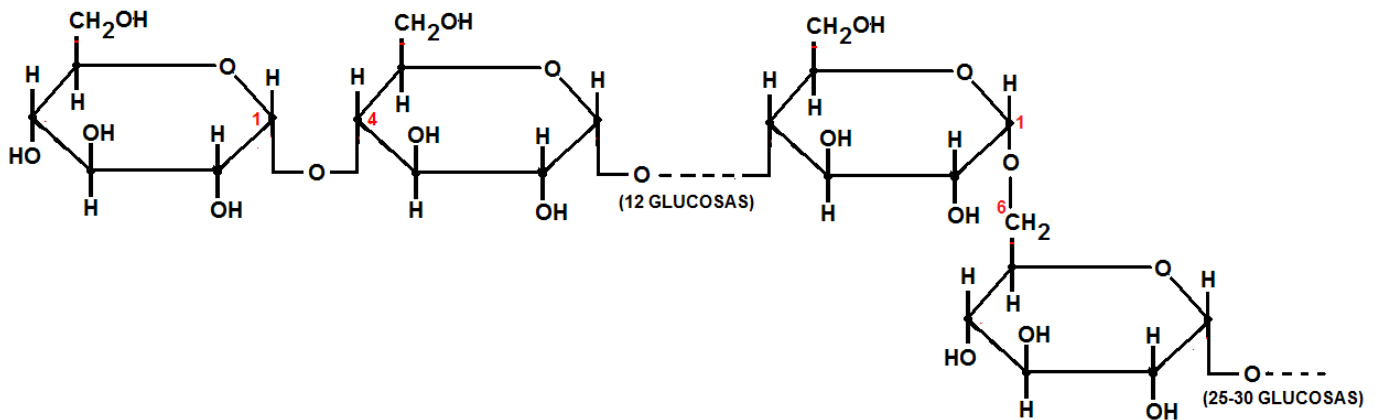
Fórmulas conformacionales de dos moléculas de α -D-glucosa unidas por un enlace $\alpha(1 \rightarrow 4)$ para formar una molécula de maltosa.

La amilosa es un polisacárido no ramificado que presenta conformación espacial helicoidal.

II.- AMILOPECTINA 70% EN PESO

-CADENAS HELICOIDALES DE α -D-GLUCOPIRANOSA UNIDAS POR ENLACE $\alpha(1\rightarrow4)$ -O-GLUCOSÍDICO, MÁS

-RAMIFICACIONES, TAMBIÉN HELICOIDALES, DE UNAS 12 α -D-GLUCOPIRANOSAS, UNIDAS A LA CADENA POR ENLACE $\alpha(1\rightarrow6)$ -O-GLUCOSÍDICO, QUE APARECEN, APROXIMÁDAMENTE, CADA 25 o 30 α -D-GLUCOPIRANOSAS.



PROPIEDADES

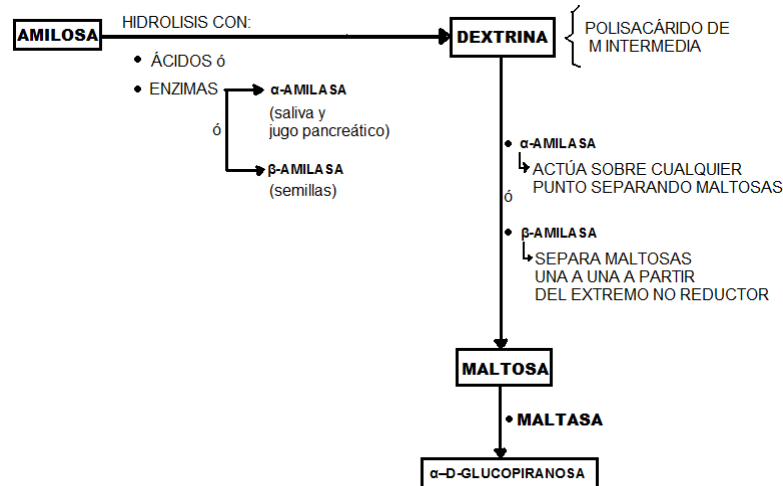
I.- AMILOSA

PROPIEDADES FÍSICAS

- EN AGUA CALIENTE LAS MOLÉCULAS DE AMILOSA SE DISPERSAN EN AGUA ⇒ DAN DISPERSIONES COLOIDALES.

PROPIEDADES QUÍMICAS

- SE TIÑE CON I₂ (yodo molecular) dando un COMPLEJO DE COLOR AZUL OSCURO. Esta reacción se utiliza para su identificación en el laboratorio: IDENTIFICACIÓN CON LUGOL (reactivo que contiene yodo molecular).
- SE HIDROLIZA ⇒ ROMPER EL ENLACE α(1→4)-O-GLUCOSÍDICO, SEGÚN EL SIGUIENTE PROCESO:



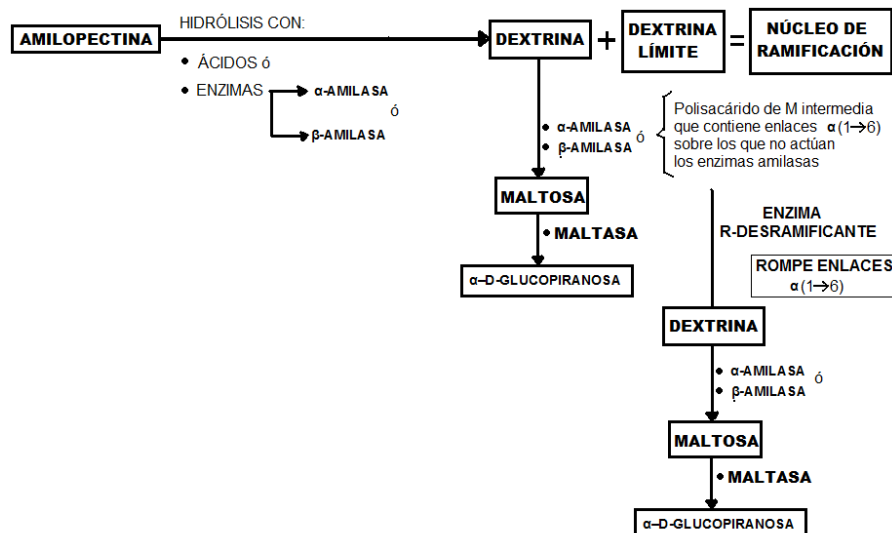
II.- AMILOPECTINA

PROPIEDADES FÍSICAS

- EN AGUA CALIENTE ES MUY POCO DISPERSABLE, debido a su elevada M ⇒ DA DISPERSIONES COLOIDALES MUY DENSAS.

PROPIEDADES QUÍMICAS

- SE TIÑE CON I₂ (yodo molecular) dando un COMPLEJO DE COLOR ROJO OSCURO. Esta reacción se utiliza para su identificación en el laboratorio: IDENTIFICACIÓN CON LUGOL.
- SE HIDROLIZA SEGÚN EL SIGUIENTE PROCESO:



FUNCIÓN

- Es el **POLISACÁRIDO DE RESERVA ENERGÉTICA DE LOS VEGETALES**, rinde α -D-glucopiranosas por hidrólisis enzimática.

A partir del almidón, las plantas pueden obtener energía sin necesidad de luz, imprescindible por la noche, o para la supervivencia de las semillas.

- Los animales obtendríamos α -D-glucopiranosas del almidón por acción de los enzimas digestivos.

Las principales fuentes de almidón son, las semillas de los cereales (trigo, maíz, arroz,...), las legumbres, y los tubérculos (patata y boniato).

LOCALIZACIÓN

- Se acumula en forma de GRÁNULOS en el interior de los AMILOPLASTOS de las CÉLULAS VEGETALES.

Como no está en el citosol, no influye en la presión osmótica interna, y así se evita la entrada excesiva de agua.

- Los gránulos de almidón se forman mediante LA DISPOSICIÓN DEL ALMIDÓN EN CAPAS, EN TORNO A UN EJE DENOMINADO HILIO.

La forma y disposición de las capas, ES DIFERENTE Y CARACTERÍSTICA DE LAS DISTINTAS FÉCULAS, lo que se utiliza para la identificación de estas féculas al microscopio.

IV.2 GLUCÓGENO

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA QUÍMICA

-El glucógeno es un HOMOPOLISACÁRIDO DE α -D-GLUCOPIRANOSA, con estructura química SIMILAR A LA DE LA AMILOPECTINA, pero con MUCHAS MÁS RAMIFICACIONES, aparecen ramas, aproximadamente cada 6 a 10 α -D-glucopiranosas.

PROPIEDADES

-Las propiedades físicas y químicas son las de la AMILOPECTINA.

FUNCIÓN

-Es el POLISACÁRIDO DE RESERVA ENERGÉTICA DE LOS ANIMALES, rinde α -D-glucopiranosas por HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA.

-Las ramificaciones del glucógeno suponen UNA VENTAJA ADAPTATIVA PARA LOS ANIMALES.

La misión de glucógeno consiste en hidrolizarse y suministrar rápidamente grandes cantidades de glucosa. La hidrólisis enzimática comienza por los extremos no reductores (al final de cada ramificación), por lo que, cuanto más ramificado esté, más rápida será la degradación del glucógeno y el suministro de glucosa. Esto tiene especial interés para los animales, más activos que las plantas, pues ante un ataque o en la huida, necesitan movilizar sus reservas energéticas en un menor periodo de tiempo.

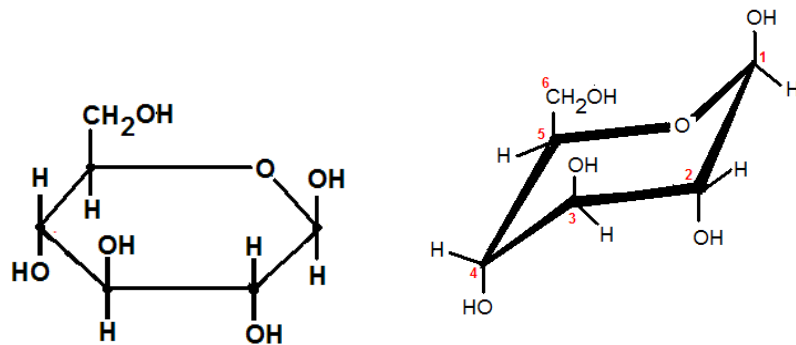
LOCALIZACIÓN

-Se encuentra en gran cantidad en el INTERIOR DE LAS CÉLULAS DEL HÍGADO, constituyendo la reserva energética general del organismo, y también en las CÉLULAS DE LOS MÚSCULOS, donde se encuentra la reserva energética exclusiva de los músculos.

IV.3 CELULOSA

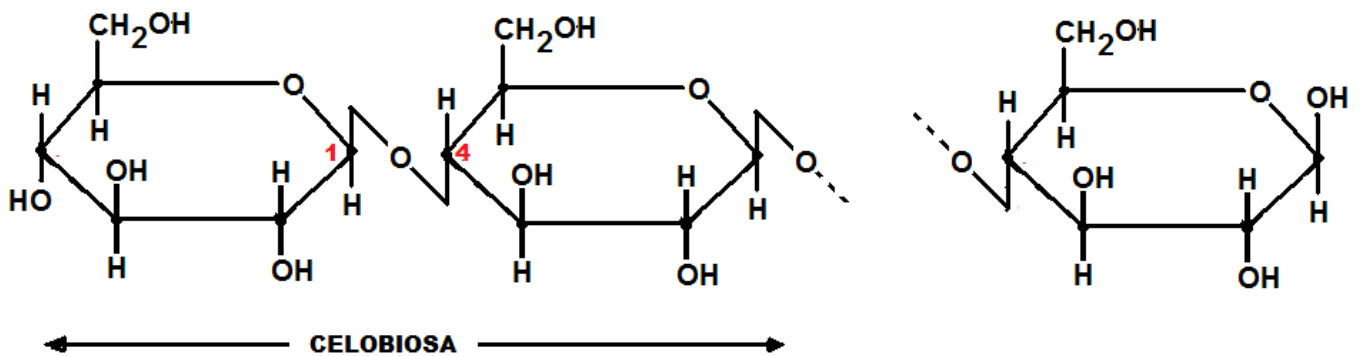
COMPOSICIÓN QUÍMICA

HOMOPOLISACÁRIDO DE β -D-GLUCOPIRANOSA



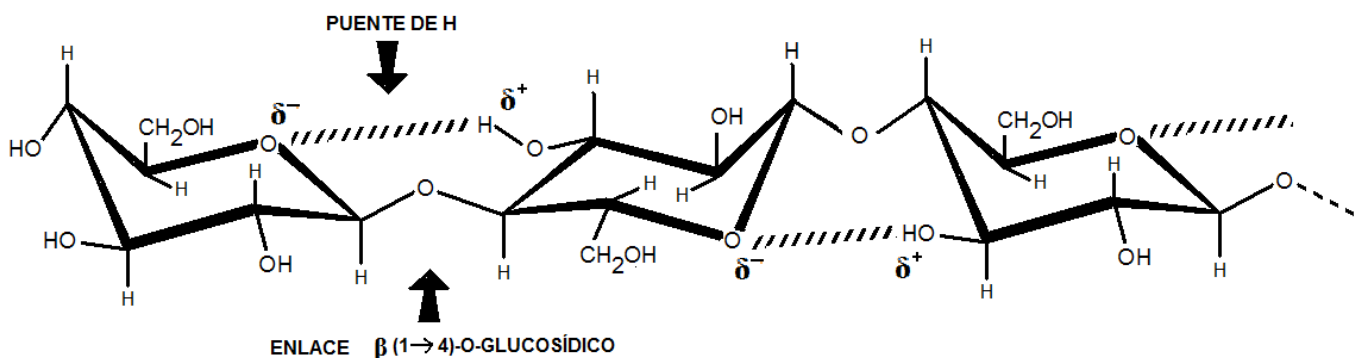
ESTRUCTURA

CADENAS LINEALES DE β -D-GLUCOPIRANOSAS UNIDAS POR ENLACE $\beta(1\rightarrow4)$ -O-GLUCOSÍDICO, NO RAMIFICADAS



- * LAS CADENAS LINEALES SE FORMAN, DEBIDO A LA CONFORMACIÓN EN SILLA DE LA β -D-GLUCOPIRANOSA, Y A QUE CADA SILLA SE ENCUENTRA GIRADA 180° RESPECTO A LA ANTERIOR Y A LA SIGUIENTE.

EL ENLACE β -O-GLUCOSÍDICO ESTÁ REFORZADO POR PUENTES DE H INTRACATENARIOS.

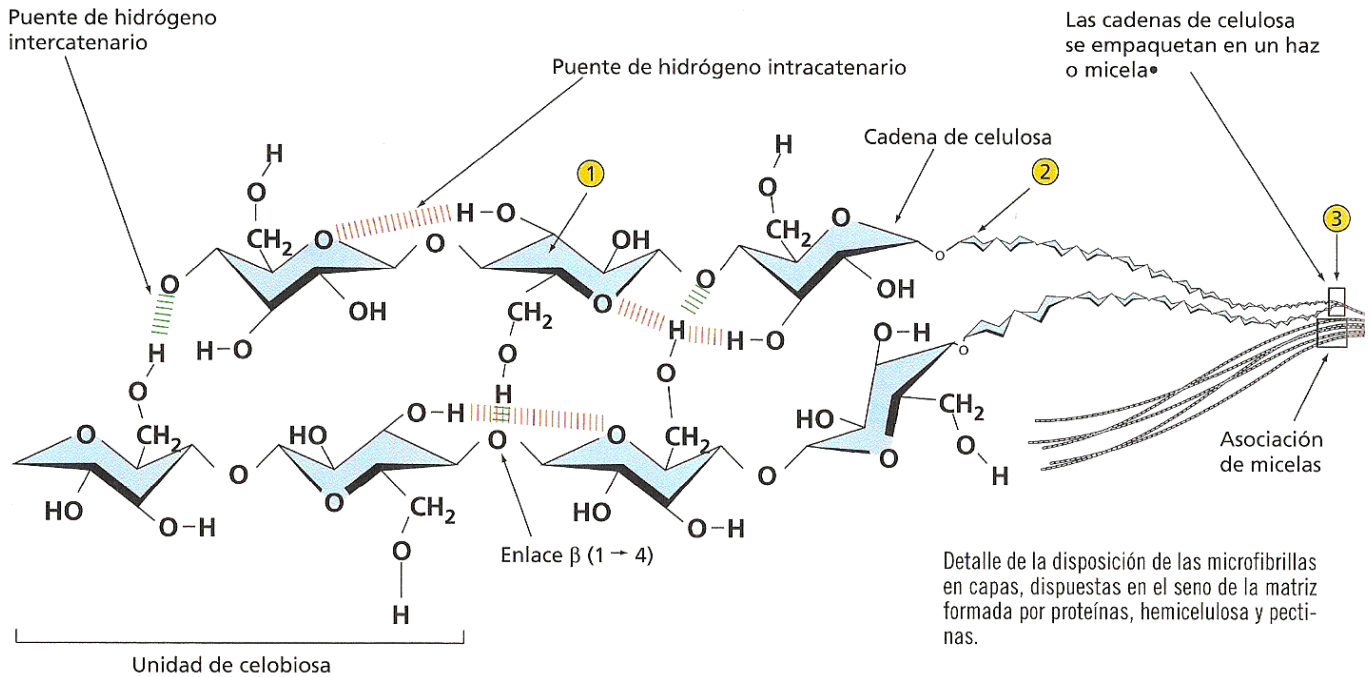


Los puentes de H intracatenarios se establecen entre el "H" con δ^+ del grupo $-\text{OH}$ unido al C^3 de un heterociclo, y el "O" con δ^- que forma parte del heterociclo de su izquierda.

✓ LAS CADENAS SE DISPONEN PARALELAMENTE, UNIÉNDOSE MEDIANTE **PUNTES DE H INTERCATENARIOS**, FORMANDO AGREGADOS CRISTALINOS MUY ORDENADOS, GENERALMENTE RODEADOS DE OTRAS CADENAS NO TAN ORDENADAS.

✓ EL CONJUNTO SE DENOMINA **MICELA** Y SOLO ES VISIBLE AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE ALTA RESOLUCIÓN

(Entre 60 y 70 cadenas se empaquetan formando un cilindro, quedando muy juntas gracias a los puentes de H intercatenarios)



LAS MICELAS SE UNEN FORMANDO
(20 micelas se agrupan formando un cilindro mayor)

MICROFIBRILLAS
SÓLO VISIBLES AL
MICROSCOPIO ELECTRÓNICO

LAS MICROFIBRILLAS SE AGRUPA FORMANDO
(250 microfibrillas se agrupan formando un cilindro mayor)

MACROFIBRILLAS = FIBRILLAS
VISIBLES AL MICROSCOPIO ÓPTICO

LAS FIBRILLAS SE AGRUPAN FORMANDO
(1500 fibrillas forman la fibra de celulosa
 $\Rightarrow \approx 8 \cdot 10^8$ cadenas moleculares)

FIBRAS DE CELULOSA
VISIBLES A SIMPLE VISTA

PROPIEDADES

- 1] ES INSOLUBLE EN AGUA porque los grupos polares de tipo $-OH$ que forman parte de las moléculas de β -D-glucopiranosas, están bloqueados por los puentes de Hidrógeno intra- e inter-catenarios.
- 2] NO ES HIDROLIZABLE MEDIANTE ENZIMAS DIGESTIVOS HUMANOS, ya que éstos no pueden romper los enlaces β -(1 \rightarrow 4)-O-GLUCOSÍDICOS, por estar reforzados por los puentes de H, intra e intercatenarios. (Los animales, salvo unas pocas excepciones, no tienen enzimas capaces de romper el enlace β -(1 \rightarrow 4). Los insectos xilófagos, como las termitas, y los herbívoros rumiantes aprovechan la celulosa gracias a los microorganismos simbióticos de su tracto digestivo, que producen *celulasas*).
- 3] ES RELATIVAMENTE INERTE

FUNCIÓN

- SE TRATA DE UN POLISACÁRIDO CON FUNCIÓN ESTRUCTURAL, que forma parte de la **PARED DE LAS CÉLULAS VEGETALES**:

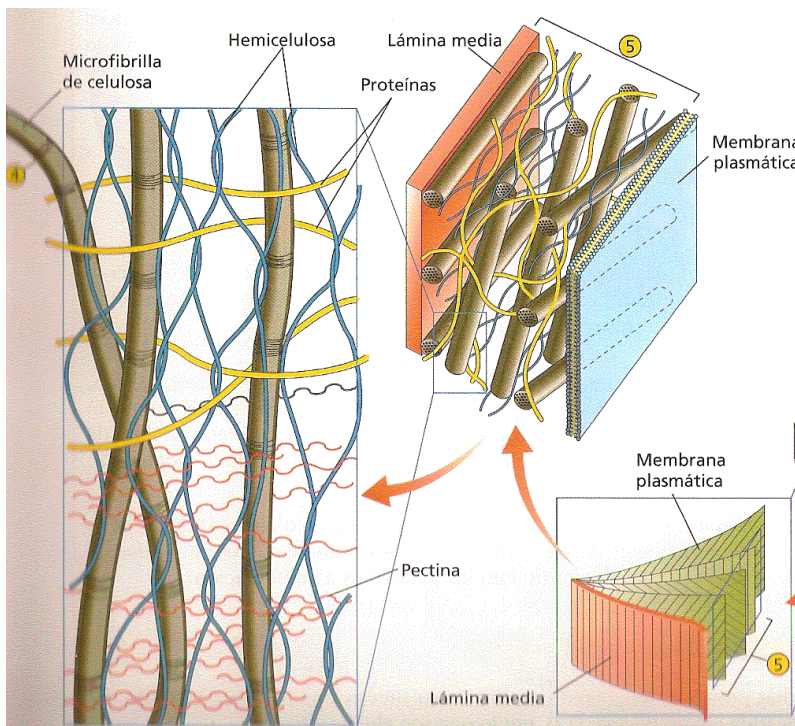
LAS FIBRAS DE CELULOSA SE COLOCAN FORMANDO CAPAS ANTIPARALELAS ALREDEDOR DE LA CÉLULA VEGETAL, Y LAS FIBRAS DE ESTAS CAPAS SE INSERTAN EN UNA MATRIZ FORMADA POR FIBRAS DE,

- PROTEÍNAS
 - HEMICELULOSA
 - PEPTINA
- } (HETEROPOLISACÁRIDOS)

QUE ESTÁ IMPREGNADA DE UNA SOLUCIÓN DE AGUA Y SALES MINERALES.

TODO EL CONJUNTO FORMA UN ENTRAMADO DE FIBRAS QUE REPELE EL AGUA Y ES ALTAMENTE RESISTENTE,

LA PARED O MEMBRANA DE SECRECCIÓN DE LAS CÉLULAS VEGETALES.



Las paredes de las células jóvenes son casi exclusivamente de celulosa, pero a medida que envejecen se impregnan de sustancias no glucídicas que aumenta su *resistencia*, como la **lignina** (polímero fenólico parecido al plástico) y diversos **minerales**, o incrementan su *impermeabilidad*, como la **cutina** (capa cerosa), y la **suberina** (constituyente del corcho y la corteza).