

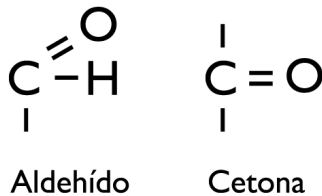
TEMA 2

OS GLÍCIDOS, AZUCRES OU HIDRATOS DE CARBONO

1.- CARACTERÍSTICAS DOS GLÍCIDOS

Os **glúcidos** son biomoléculas orgánicas formadas basicamente por **carbono (C)**, **hidróxeno (H)**, e **osíxeno (O)**, que xeralmente teñen a fórmula empírica $(CH_2O)_n$; de aí que estas substancias foran coñecidas polo nome, que aínda se mantén, de **hidratos de carbono** ou **carbohidratos**, denominación errónea, xa que quimicamente non son compostos de auga e carbono, senón **polialcohois cun grupo aldehído ou cetona**.

Estas biomoléculas teñen por tanto átomos de carbono



formando cadeas unidos a grupos **alcohólicos (-OH)**, chamados tamén **hidroxilos** e a radicais hidróxeno **(-H)**, e ademais sempre hai un grupo **carbonilo**, ou sexa, un átomo de carbono unido a un átomo de osíxeno mediante un dobre enlace formando un **grupo aldehído (-CHO)** ou un **grupo cetona (C=O)**.

A este grupos de substancias adoita chamárselles **azucres** porque moitos deles (non todos) son doces ou



tamén glúcidos, xa que en grego “glykys” significa doce.

En resumo, todos os glúcidos sempre hai un grupo **carbonilo**, é dicir, un **carbono unido a un osíxeno mediante un dobre enlace**. O grupo carbonilo pode ser un grupo **aldehído (-CHO)**, formando un **polihidroxialdehído** ou un **grupo cetónico (-CO)**, que dá lugar a unha **polihidroxiacetona**.

1.1.- Clasificación dos glúcidos

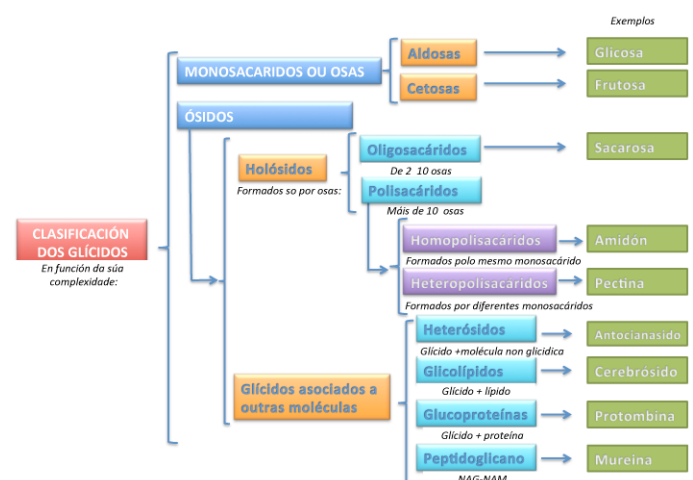
A clasificación dos glúcidos pódese facer de acordo con diferentes criterios.

1.1.1.- Segundo o número de unidades moleculares (monómeros) que posúen, os glúcidos clasifícanse nos seguintes grupos:

- **Monosacáridos**. Só conteñen un grupo aldehído ou cetona na súa molécula (monosacárido). Adoitan ter de 3 a 12 átomos de carbono. Son os glúcidos máis simples.
- **Oligosacáridos**. Están formados pola unión de dous a dez monosacáridos mediante enlaces O-glicosídicos. Dentro deles destacan pola súa abundancia os **disacáridos** (que están constituídos pola unión de dous monosacáridos).
- **Polisacáridos**. Son os glúcidos formados pola unión de máis de dez monosacáridos. Polo xeral presentan un gran número de monosacáridos (máis de 100).

1.1.2.- Se clasificamos os glúcidos segundo os tipos de compoñentes que teñen teremos:

- **Osas ou monosacáridos**: son **moléculas sinxelas** e non hidrolizables, e dicir, **non se poden descompoñer por hidrólise en glúcidos máis simples**, que constitúen as unidades que forman os demais glúcidos. Exemplo: aldosas (**glicosa, ribosa**), Cetosas (**frutosa, ribulosa**).
- **Ósidos**: formados pola **unión de monosacáridos mediante enlaces O-glicosídico**. Deles por pola acción das encimas hidrolasas, como son algunhas encimas dixestivas, ou pola acción dun ácido **pódense hidrólizar é obterse monosacáridos** dos que están compostos, en nalgúns casos, tamén de **compostos non glucídicos**:
- **Holósidos**: están compostos **unicamente de substancias glucídicas**. Exemplo: Oligosacáridos (**sacarosa**) e



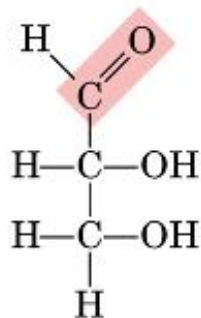
polisacáridos (**homopolisacáridos**: formados so por un tipo de monosacárido (**amidón**), **heteropolisacáridos**: formado por **varios tipos de monosacáridos** (**hemicelulosa**).

- **Heterósidos e glicoconxugados**: están compostos por monosacáridos e outras substancias non glucídicas de

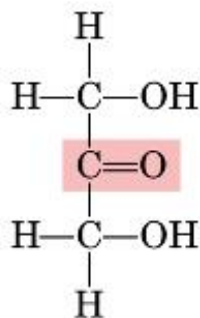
natureza variada. (lípidos, proteínas...). Exemplos: Glicolípidos (**cerebrósidos**) e glicoproteínas (**peptidoglicanos**).

2.- OS MONOSACARIDOS

Os **monosacáridos** son glúcidos que posúen **entre 3 e 7 carbonos** e forman unha cadea na que pode aparecer un grupo funcional aldehído (-CHO), localizado sempre no **C₁**, denomínanse entón **aldosas**, e os que teñen un grupo cetona -CO-, localizado sempre no **C₂** denomínanse neste caso **cetosas**. Clasifícanse segundo o **número de átomos de carbono** e denomínanse engadíndolle a terminación **-osa** ao número de carbonos.

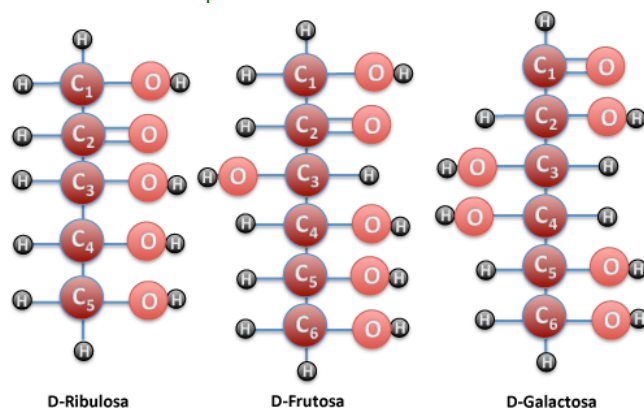


Gliceraldehído



Dihidroxiacetona

Desta maneira, podemos diferenciar: **triosas, tetrasas, pentosas, hexosas e heptosas**. Pódense combinar os prefixos que fan referencia o grupo funcional cos que fan referencia ó número de átomos de carbono. Por exemplo, **aldotriosa** ou **cetopentosa**.



2.1.- Propiedades físicas

Son **sólidos, doces**, formando **cristais de cor branca** e son **hidrosolubles**. A súa solubilidade en auga débese á elevada polaridade eléctrica tanto da auga como dos radicais hidroxilo (-OH) e dos radicais hidróxeno (-H) dos monosacáridos. Isto fai que se estableza unha forte atracción eléctrica entre as dúas moléculas o cal facilita a súa disolución.

2.2.- Propiedades químicas

Os monosacáridos teñen a capacidade de **oxidarse**, é dicir, de perder electróns, ante outras substancias que, cando os aceptan, se reducen e liberan enerxía. Debido a iso os glúcidos son a **fonte básica de enerxía das células**, como no caso da **glicosa**.

Tamén teñen a capacidade de **aminarse**, é dicir, de asociarse a grupos amino (-NH₂), ou poden reaccionar con ácidos e incorporar grupos **fosfato** (-H₂PO₄) ou grupos **sulfato** (HSO₄), polo cal, tamén poden conter átomos de nitróxeno (N), xofre (S) e fósforo (P). Ademais poden unirse con outros monosacáridos.

2.2.1.- Proceso de redución do reactivo de Fehling

Grazas a súa capacidade de oxidarse dos seus grupos aldehído o cetónico dita propiedade utilízase no laboratorio para **identificar a súa presenza** e para **valorar a súa concentración** mediante un simple análise onde se pode comprobar se reducen ou non o **reactivo de Fehling**. Ese reactivo é unha substancia, de cor azul, de sulfato de cobre en auga. Tanto os grupos cetónico (-CO-) como aldehído (-CHO-) dos monosacáridos ao oxidarse poden pasar a un grupo ácido (-COOH) desprendendo electróns, que son captados polos ións Cu²⁺ que o gañar electróns pasan a formar ións Cu⁺ que forman Cu₂O, que é insoluble e dá un precipitado de cor vermella. A viraxe de cor azul a cor vermella revela a presenza dos monosacáridos.



O líquido de Fehling, contén unha disolución de ión cúprico (Cu²⁺) que lle confire unha coloración azul. Se o engadir un azúcre e quentar o líquido colle unha coloración vermella, e que se trata dun azúcre reductor: ao reducirse o cobre pasa a ión cuproso (Cu⁺) e se forma un precipitado de óxido de cobre (Cu₂O) de cor vermella.

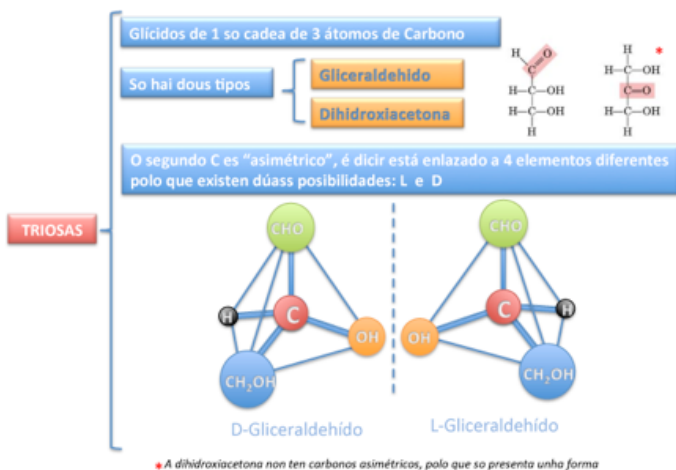
2.3.- Triosas

As triosas están formadas por unha **cadea de tres átomos de carbono**, e a súa fórmula é $C_3H_6O_3$. Hai dous tipos de triosas: **aldotriosas**, cun grupo aldehído, como o **gliceraldehído**, e **cetotriosas**, cun grupo cetónico, como a **dihidroxiacetona**. As triosas son abundantes no interior da célula, posto que **son metabolitos intermedios da glicólise** (degradación da glicosa).

2.3.1. -Carbonos asimétricos

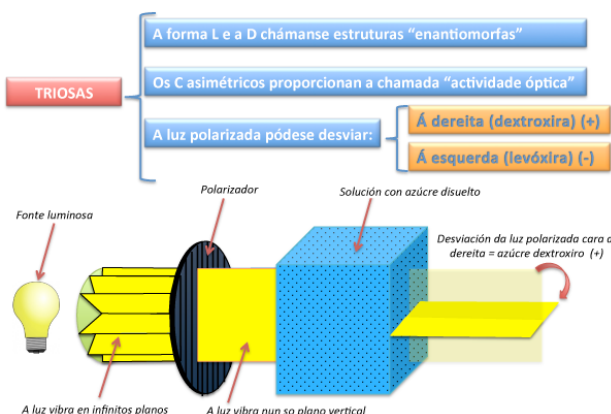
A maioría dos monosacáridos presentan **carbonos asimétricos** que son **carbonos que están unidos a catro grupos diferentes**. Se este carbono asimétrico (o segundo, no caso do gliceraldehído) se dispón co grupo aldehído cara arriba pódense distinguir dous **isómeros espaciais** ou **estereoisómeros**: o **D-gliceraldehído**, cando o **-OH está á dereita**, e o **L-gliceraldehído**, cando o **-OH está á esquerda**.

Estes dous son compostos coa mesma fórmula empírica pero diferentes na colocación dos seus átomos, sendo cada un imaxe especular do outro, xa que aínda que os xiremos no espazo non coinciden o un co outro. A isto se lle chama **estruturas enantiomorfas**.



2.3.2. -Actividade óptica

Se un glícido **ten carbonos asimétricos** pode ter **actividade óptica** nestas moléculas. Cando un raio de luz pasa a través dun enantiómero, o plano de polarización xira. Máis aínda, os enantiómeros separados **fan xirar o**



plano da luz polarizada en cantidades iguais pero en direccións opostas.

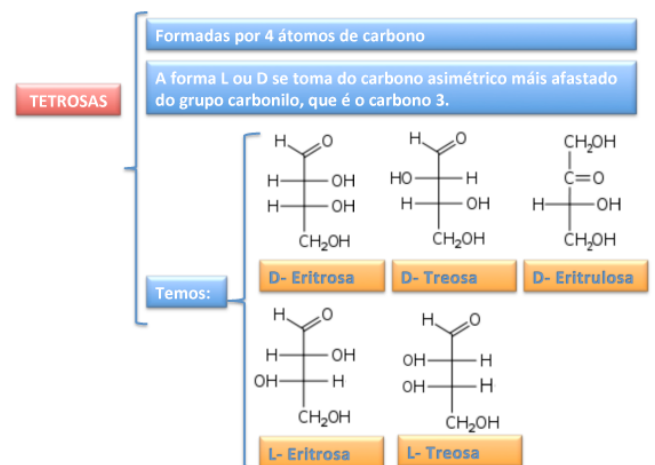
Os compostos que **desvían o plano de polarización da luz á dereita** dise que son **dextroxiros**, e represéntaselles polo signo **(+)**, e os compostos que **desvían o plano de polarización da luz á esquerda** chámaselles **levoxiros**, e represéntaselles cun signo **(-)**.

Exemplo: O D-gliceraldehído que é dextroxiro, denomínase **D-(+)-gliceraldehído**. Non hai ningunha relación entre a estrutura D e ser dextroxiro ou levoxiro. Pero se un glícido é de forma D e por exemplo dextroxiro, o seu estereoisómero L será levoxiro e producirá un ángulo de desviación idéntico pero cara á esquerda.

A **dihidroxiacetona** non ten actividade óptica ao carecer de carbonos asimétricos.

2.4.- Tetrasas

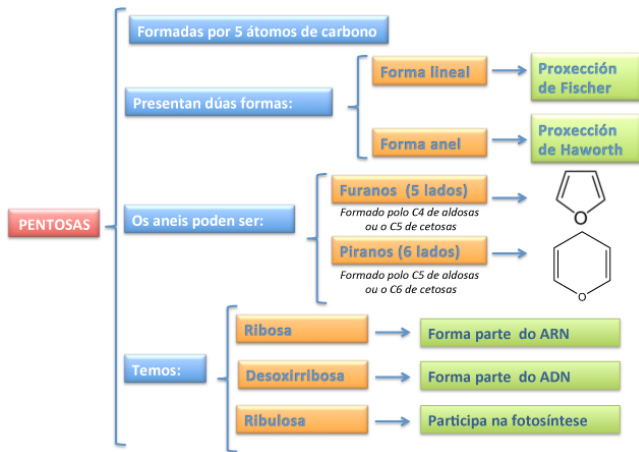
Formados por cadeas de 4 átomos de carbono. Dentro das **aldotetrosas** temos, a **eritrosa** e a **treosa**, e dentro das **cetotetrosas** está a **eritrola**. As cetotetrosas teñen un so carbono asimétrico mentres que aldotetrosas presentan dous, no carbono 2 e 3. Igual ca nos outras monosacáridos, a **configuración D ou L determínase tomando como referencia o carbono asimétrico máis afastado do grupo carbonilo**, que nas aldotetrosas é o carbono 3. As estruturas enantiomorfas dunha mesma substancia difiren entre si na posición de todos os radicais -OH dos carbonos asimétricos. Así, por exemplo, os estereoisómeros, **D-eritrosa** e **L-eritrosa** son **enantiomorfos**, entre si.



2.5.- Pentosas

Formados por **cadeas con 5 carbonos**. Dentro das **aldopentosas** temos a **D-ribosa**, do ácido ribonucleico (ARN), e a **D-2-desoxirribosa**, do ácido desoxirribonucleico (ADN). Dentro das **cetopentosas** está a **D-ribulosa**, que é a molécula que, durante a fotosíntese, reacciona co dióxido de carbono (CO_2).

As pentosas son **máis estables cando cambian a súa configuración lineal por outra cíclica**. Isto é debido a que os enlaces entre os átomos de carbono forman ángulos, polo que a partir de cinco átomos de carbono a cadea **tende a**



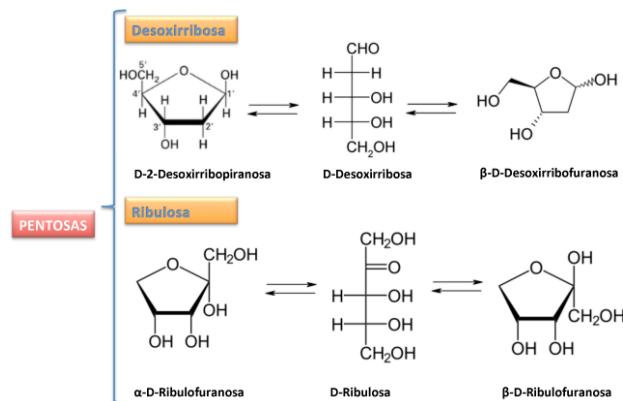
formar aneis. Como o anel que forma o pentágono resultante se parece a unha molécula denominada **furano**, a D-ribosa recibe o nome de **D-ribofuranosa** mentres que a D-2-desoxirribosa o de **D-2-desoxirribofuranosa**.

2.6.- Hexosas

Formados por **cadeas de 6 carbonos**. A aldohexosa máis importante nos seres vivos é a **glicosa** e a cetohexosa máis abundante é a **frutosa**.

2.6.1.- Fórmulas cíclicas

Os aneis so se poden producir nos monosacáridos a partir de 5 átomos de carbonos. Pero nas que se poden



formar, as moléculas cando se disolven se atopan nun estado de equilibrio entre a forma lineal e cíclica, así por exemplo a glicosa so está como máximo nun 5% en forma lineal.

Os aldehidos e as cetonas, en solución acuosa, reaccionan facilmente cos grupos alcohol para dar lugar a **hemiacetais** (aldehido + alcol) e **hemicetais** (cetona+alcol) respectivamente.

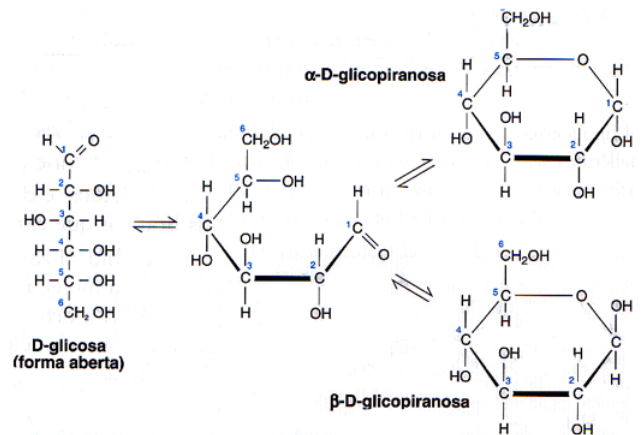
As cadeas lineares de monosacáridos non son ríxidas, pois os enlaces de carbono forman ángulos próximos ós 120º, o cal permite que nunha cadea haxa moitos xiros, e

un deles pode facer que o penúltimo grupo OH (C₅) se enfrente co grupo aldehido ou cetona, co que ambos quedan unidos por un átomo de osíxeno.

Cando se pecha pódese formar un hexágono, semellante ao **pirano**, coma no caso da **glicosa**, ou pode formarse un pentágono, semellante ao **furano**, coma no caso da **frutosa**. Debido a iso, estas moléculas, ao ciclarse, denomínanse: **glicopiranos** e **frutofuranos**.

O C₁ é agora **asimétrico** e denomínase **carbono anomérico**. Segundo a posición do seu grupo -OH a un lado ou outro do plano, distínguense dúas novas estruturas denominadas: **anómero α** e **anómero β**.

O anómero α ten o grupo -OH do C₁ en posición **trans**, é dicir, ao outro lado do plano onde está situado o -CH₂OH do C₅. O anómero é β se estes dous radicais están en posición **cis**, é dicir, no mesmo plano.



Estas estruturas cíclicas da glicosa non poden ter dúas conformacións no espazo: a conformación **tipo nave** se o C₁ e C₄ están cara arriba do plano e a conformación **tipo cadeira** se o C₁ está para abaixo e o C₄ para arriba.

2.6.2.- Aldohexosas

As aldohexosas teñen catro carbonos asimétricos e, polo tanto, hai dezaseis posibles estruturas moleculares diferentes (2⁴ = 16). Entre as máis importantes son:

- Glicosa**. Son as moléculas que producen a maioría da enerxía que necesitan as células, pola súa capacidade de atravesar a membrana plasmática sen necesidade de ser transformada en moléculas máis pequenas. Algunhas células, coma as neuronas e os glóbulos vermellos, dependen exclusivamente da glicosa como fonte de enerxía.

Na natureza encóntrase libre nos froitos maduros coma a uva (polo que tamén se chama azucre de uva), no citoplasma celular e no medio interno dos animais. No sangue humano encóntrase en concentracións de 1 g/L.

Polimerizada dá lugar a polisacáridos con función de reserva enerxética, como o **amido** dos vexetais ou o **glicóxeno** dos animais, ou, con función estrutural, como a **celulosa** das plantas. A glicosa é moi dextroxira, polo cal tamén se denomina **dextrosa**.

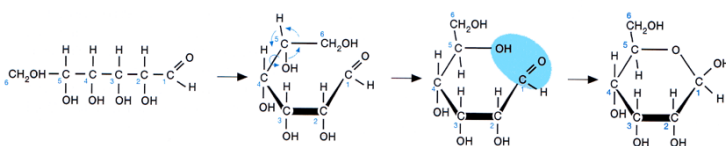


Fig. 6. As cadeas carbonadas xiran en moitas direccións. Os xiros dos seus enlaces fan coincidir preto, no espazo, o carbono co grupo aldehido ou cetona e o último carbono asimétrico dunha hexosa, co que a posibilidade de formación dun hemiacetal que cicle a cadea é alta.

• **Galactosa.** Pódese encontrar na urina dos animais, en forma de β -D-galactosa. Xunto coa D-glicosa forma o disacárido lactosa, glícido propio do leite. Ademais, é un elemento constitutivo de moitos polisacáridos (gomos, pectinas e mucilaxes).

• **Manosa.** Encóntrase en forma de D-manosa en certos tecidos vexetais, e polimerizada formando as manosanas, en bacterias, lévedos e plantas superiores.

2.6.3.- Cetohehexosas

Unha das cetohehexosas máis importantes é a D-(-)-frutosa ou D-frutofuranosa pola súa forma cíclica pentagonal. Como é moi levoxira, denomínase **levulosa**. Encóntrase libre na froita e, asociada coa glicosa, forma a sacarosa.

No fígado transfórmanse en glicosa e, polo tanto, ten o mesmo poder alimenticio ca esta. Como esta transformación fai máis lenta a subida de glicosa no sangue, adóitase utilizala para substituír a sacarosa nos alimentos para diabéticos.

A frutofuranosa é α se o radical -OH do segundo carbono está situado ao outro lado do sexto carbono (-CH₂OH) e é β se estes dous grupos están no mesmo plano.

3.- O ENLACE O-GLICOSÍDICO E N-GLICOSÍDICO

Distínguense dous tipos de enlace entre monosacáridos e outras moléculas: o enlace **O-glicosídico** e o enlace **N-glicosídico**.

3.1.- Enlace O-glicosídico

O **enlace O-glicosídico** prodúcese entre o grupo hidroxilo do primeiro monosacárido e calquera hidroxilo do segundo monosacárido. Quedan enlazados por un átomo de osíxeno e despréndese unha molécula de auga.

Hai dous tipos de enlace O-glicosídico segundo que o carbono do segundo monosacárido sexa ou non o carbono carbonílico.

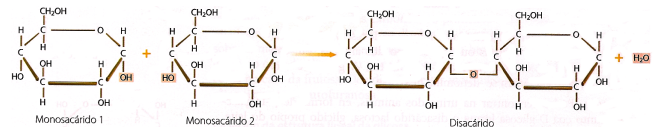
• **Enlace monocarbonílico.** Establécese entre o grupo carbonilo (carbono carbonílico) do primeiro dos monosacáridos e o grupo alcohólico doutro do segundo dos monosacáridos; o grupo alcohólico pode ser calquera, máis xeralmente trátase do situado entre o carbono 4 ou no 6. Como nos disacáridos que se forman teñen o grupo carbonilo libre (o carbono carbonílico), teñen poder redutor fronte ao reactivo de Fehling. Os máis típicos son: a lactosa, maltosa e celobiosa.

• **Enlace dicarbonílico.** Establécese entre o carbono carbonílico do primeiro monosacárido e o carbono carbonílico do segundo. Para que isto poda acontecer, se da a volta a segunda molécula, co fin de que os carbonos queden fronte por fronte. Como non queda libre ningún carbono carbonílico, o disacárido resultante non ten poder redutor do reactivo de Fehling. Presenta este enlace a sacarosa.

O enlace O-glicosídico denomínase **α -glicosídico** se o primeiro monosacárido é « α » e denomínase **β -glicosídico** se o primeiro monosacárido é « β ».

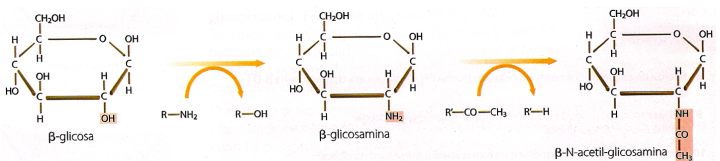
Para nomear aos disacáridos primeiro escríbese o nome da primeira molécula coa terminación “osil” logo o nome da segunda molécula coa terminación “osa” se non é carbono carbonílico e “ósido” si se trata dun carbono carbonílico. Exemplo: A maltosa é α -D-Glucopiranosil (1->4)-B-D-Gucopiranososa, e a sacarosa α -D-Glucopiranosil (1->2)- β -D-Fructofuranósido.

O enlace entre carbonos indícase mediante unha paréntese e unha frecha. Por exemplo, α (1->4) significa que se trata dun enlace α -glicosídico entre o primeiro carbono do primeiro monosacárido e o cuarto do segundo.



3.2.- Enlace N-glicosídico

O enlace N-glicosídico fórmase entre un -OH dun glícido e un composto aminado. Mediante este enlace fórmanse aminoazucres. As principais substancias con interese biolóxico derivadas dos monosacáridos son os **aminoglúcidos**, que proveñen da substitución dun grupo alcohólico por un grupo amino. Entre eles destacan a D-glicosamina e a N-acetil-glicosamina.

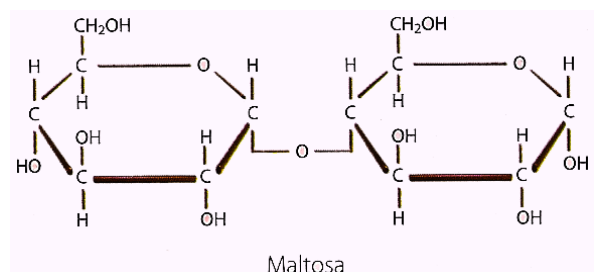


4.- OS DISACÁRIDOS

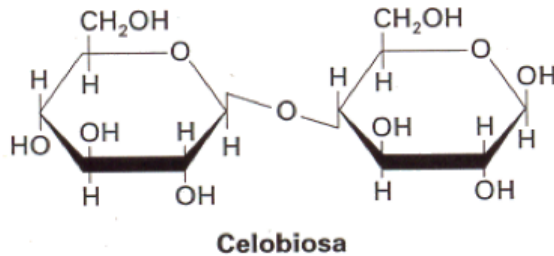
Os **disacáridos** son o resultado da unión de dous monosacáridos mediante un enlace **O-glicosídico** e producindo a liberación dunha molécula de auga. Son sólidos, cristalizables, brancos, solubles en auga, hidrolizables e de sabor doce, polo que adoita chamarlleselle **azucre**.

Os disacáridos naturais con maior importancia son:

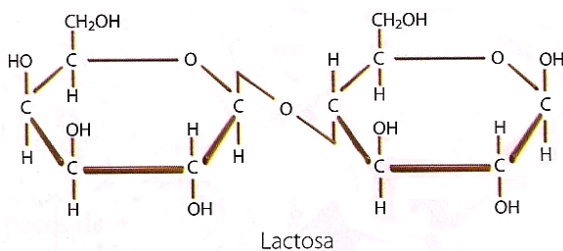
• **Maltosa** ou azucre de malte. Formada por dúas moléculas de D-glicopiranososa unidas mediante un enlace α (1->4). En estado libre, atópanse en pequenas cantidades, pero son importantes xa que son o produto da hidrólise do amidón pola encima **amilase**. A maltosa encóntrase libre no gran xerminado da cebada e doutras sementes. A cebada xerminada artificialmente utilízase para fabricar cervexa, e a cebada torrada, como substitutivo do café, chamada malte.



- **Celobiosa.** Disacárido formado por dúas moléculas de D-glicopiranosas unidas mediante un enlace $\beta(1\rightarrow4)$. Non se encontra libre na natureza. Obtense por hidrólise da celulosa pola encima **celulase**.

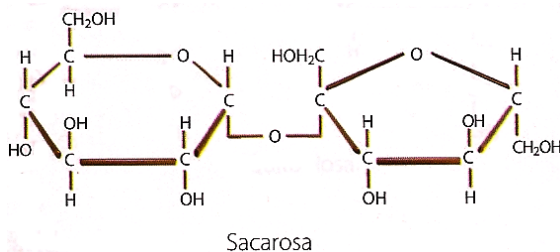


- **Lactosa.** Consiste nunha molécula de D-galactopiranosas unida a unha de D-glicopiranosas mediante un enlace $\beta(1\rightarrow4)$. Encóntrase libre no leite dos mamíferos. Durante a dixestión hidrólízase pola encima **lactase**. Moitas persoas, se deixan de inxerir leite durante un tempo prolongado, perden a



capacidade de producir lactase e xa non poden hidrolizar a lactosa do leite.

- **Sacarosa.** Consta dunha molécula de D-glicopiranosas e outra de D-frutofuranosas unidas mediante un enlace $\alpha(1\rightarrow4)$. É o máis importante dos azucres a nivel industrial, formando o “azúcar de mesa”. Encóntrase na cana de azúcar, na remolacha azucreira, froitos, raíces, etc. Non ten poder reductor sobre o reactivo de Fehling. A sacarosa é dextroxira, pero, se se hidroliza, a mestura resultante de D-glicosa e de D-frutosa é levoxira. Como acontece no mel a causa da encima **sacarase** que provén da saliva das abellas.



5.- OS POLISACÁRIDOS

Os **polisacáridos** son substancias de **elevado peso molecular** formadas pola unión de moitos **monosacáridos** (de decenas a miles) mediante enlaces O-glicosídicos. Son **sólidos, amorfos, insolubles en auga** como a **celulosa**, ou forman dispersións coloidais, coma algúns compoñentes

do **amidón** (engrudo). **Non son doces, non son cristalizables e non reducen o reactivo de Fehling.**

5.1. Homopolisacáridos

Os **homopolisacáridos** son polímeros dun só tipo de **monosacárido**. Os principais son o **amidón**, o **glícóxeno**, a **celulosa** e a **quitina**.

5.1.1. Amidón

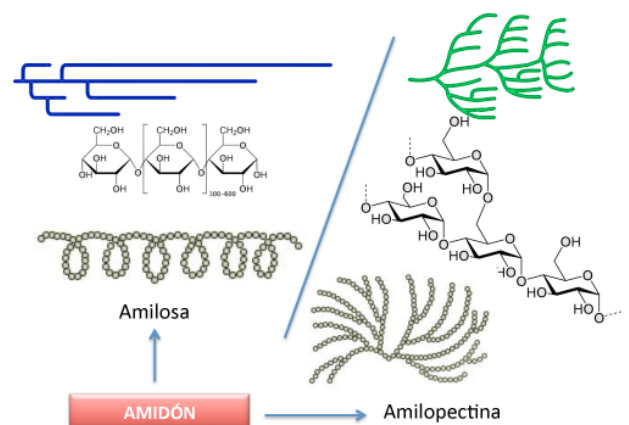
O **amidón** está formado pola mestura dous polisacáridos: a **amilosa**, nun 30 % en peso, e a **amilopectina**, nun 70 %.

- **Amilosa.** Está constituída por un polímero de **maltozas** unidas mediante **enlaces $\alpha(1\rightarrow4)$** . Ten unha **estrutura helicoidal** con seis moléculas de glicosa (tres maltozas) por volta. Por hidrólise con ácidos ou pola acción da encima **amilase** dá lugar primeiro a un polisacárido máis pequeno denominado **dextrina** e despois a maltozas.

- **Amilopectina.** Está constituída por un polímero de **maltozas** unidas mediante **enlaces $\alpha(1\rightarrow4)$** , con **ramificacións** en posición **$\alpha(1\rightarrow6)$** . As ramas teñen arredor de doce glicosas, unidas mediante enlaces $\alpha(1\rightarrow4)$, e aparecen, aproximadamente, cada 25 a 30 glicosas. Así pois, a amilopectina **non presenta unha estrutura lineal senón ramificada**.

O amidón é a principal reserva alimenticia nas plantas e acumúlase nas sementes, raíces e tubérculos en forma de **gránulos** no interior dos plastos da célula. A súa presenza se recoñece mediante o reactivo Lugol, que ten iodo, e que forma un complexo moi intenso.

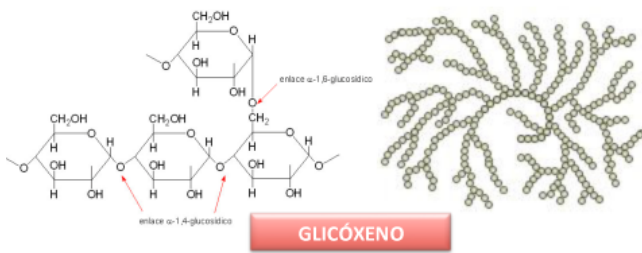
O amidón está formado por miles de glicosas e por iso actúa como reserva enerxética e ademais como non está disolto no citosol, non varía a presión osmótica interna evitando así unha entrada excesiva de auga que podería danar a célula.



5.1.2. Glícóxeno

O **glícóxeno** está formado por **maltozas** unidas mediante enlaces $\alpha(1\rightarrow4)$ con moitas ramificacións en posición **$\alpha(1\rightarrow6)$** , aproximadamente unha ramificación cada seis a dez glicosas.

A principal función do glicóxeno é a de reserva enerxética nos animais. Encóntrase en gran cantidade no interior das células do fígado e tamén nas células dos músculos.

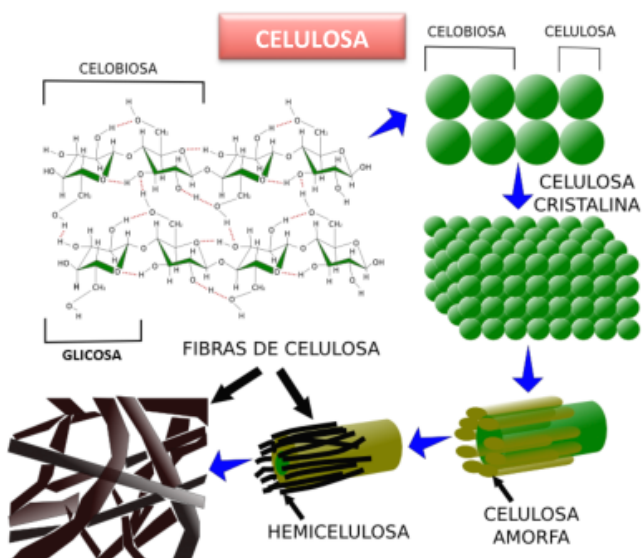


5.1.3.- Celulosa

A **celulosa** está formada por unidades de **β-glicosa** unidas mediante enlaces **β(1→4)** polo que se trata dun polímero formado por unidades do disacárido **celobiosa**. A molécula ten forma helicoidal, sen ramificacións. As moléculas únense unhas con outras mediante pontes de hidróxeno e forman miofibrilas, que se agrupan en feixes maiores formando fibras que poden chegar a ser visibles a simple vista como o algodón.

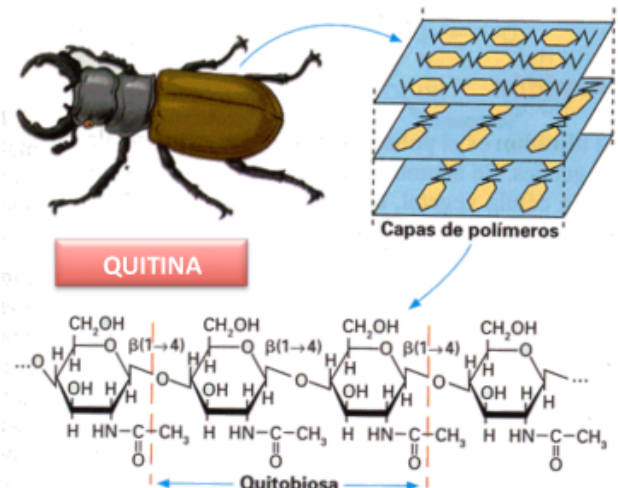
Os animais, excluindo algúns insectos e moluscos, non teñen encimas capaces de romper o enlace **β(1→4)** e, polo tanto, non poden aproveitar a celulosa como fonte de enerxía. Algúns animais teñen bacterias que viven no tubo dixestivo que produce a encima **celulasa** que si poden rompelo como as termitas.

A celulosa é un polisacárido con función estrutural de sostemento propio dos vexetais, que constitúe o elemento máis importante da parede celular. O tronco das árbores está constituído nun 50 % por celulosa e, xa que logo, é a biomolécula orgánica máis abundante na natureza.



5.1.4.- Quitina

A **quitina** é un polímero de **N-acetil-glicosaminas** unidas mediante enlaces **β(1→4)**, coma a celulosa formando unha



estrutura moi resistente. Coma esta, tamén forma cadeas paralelas. Cada dúas destas moléculas constitúe unha **quitobiosa**. A encima **quitinase** é moi escasa na natureza.

A quitina ten unha función estrutural sendo compoñente esencial do exoesqueleto dos artrópodos. Nos crustáceos encóntrase impregnada de carbonato de calcio, o que aumenta a súa dureza. Tamén forma parte da parede celular de fungos e líques.

5.2.- Heteropolisacáridos

Os **heteropolisacáridos** son polímeros formados por máis dun tipo de monosacárido distinto. Por hidrólise dan lugar a dous ou máis tipos diferentes de monosacáridos. Destacan:

- **Pectina**. Ten función estrutural. Encóntrase na lámina media e na parede celular dos vexetais. É moi abundante nos froitos: mazá, pera, cítricos. Ten propiedades xelificantes e emulxentes que se aproveita para preparar marmeladas.
- **Agar-ágar ou xelosa**. Ten función estrutural. Extráese das algas vermellas. Ten propiedades xelificantes e úsase en microbioloxía para preparar medios de cultivo e na preparación industrial de alimentos (flans, xeados, xaropes...).
- **Gomas**. Ten función protectora. É unha substancia complexa segregada polas plantas que actúa como un exudado protector de feridas e fendas da casca. Na industria utilízase na fabricación de pinturas e pegamentos (goma arábica).

6.- GLÍCIDOS ASOCIADOS A OUTRAS MOLÉCULAS

A asociación entre glúcidos e outras moléculas dá lugar a **heterósidos**, **proteoglicanos**, **peptidoglicanos**, **glicoproteínas** e **glicolípidos**. A súa clasificación resulta moi complexa.

6.1. Heterósidos

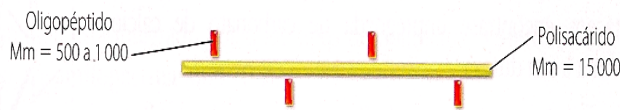
Os **heterósidos** formados pola unión dun -OH dun monosacárido, ou dun pequeno oligosacárido, cunha molécula ou grupo de pequenas moléculas non glídicas.

Destacan os **antocianósidos** que lle dan cor das flores, a **estreptomicina**, que forma algúns antibióticos e os **nucleótidos**.

6.2. Peptidoglicanos

O **peptidoglicano**, tamén chamado **mureína**, é un polímero formado por azucres e aminoácidos que forma unha capa que rodea a membrana plasmática da maioría das bacterias e que constitúe a súa parede celular. Están formados por cadeas nas que se alternan a **N-acetil-glicosamina** (NAG) e o **ácido N-acetil-murámico** (NAM). As cadeas mantéñense unidas entre si por aminoácidos.

A disposición da fracción glicídica (cor amarela) e a peptídica (cor vermella) nos peptidoglicanos é a seguinte:



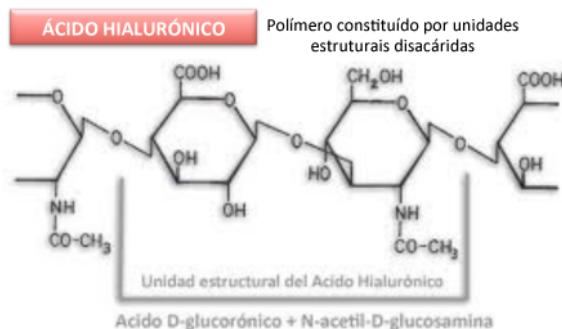
6.3. Glicoproteínas

As **glicoproteínas** son unhas moléculas compostas por una proteína unida a un ou varios hidratos de carbono (do 5 ao 40%), simples ou compostos que se unen mediante enlaces fortes (covalentes). Destacan, algunhas **mucinas de secreción**, como as salivares, a **protrombina** do plasma sanguíneo do sistema inmune, as **inmunoglobulinas** e as **glicoproteínas** da membrana plasmática. A disposición da fracción glicídica (cor amarela) e a peptídica (cor vermella) nas glicoproteínas é a seguinte:

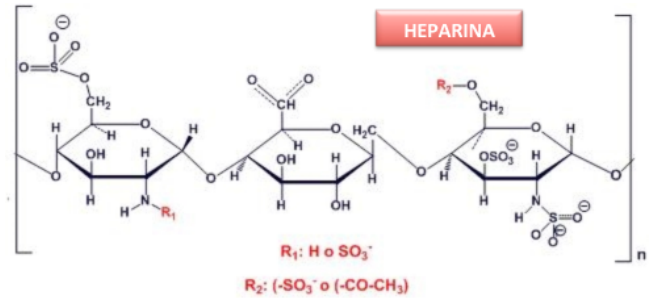


Os **proteoglicanos** son unha clase especial de glicoproteínas formadas por unha gran fracción de polisacáridos (80 %) e unha pequena fracción proteica (20 %). Os máis destacables son:

- **Ácido hialurónico** e **sulfatos de condroitina**. Forman a matriz extra celular dos tecidos conxuntivo, cartilaxinoso e óseo. O ácido hialurónico, ademais, abunda no líquido sinovial das articulacións e no humor vítreo do ollo.



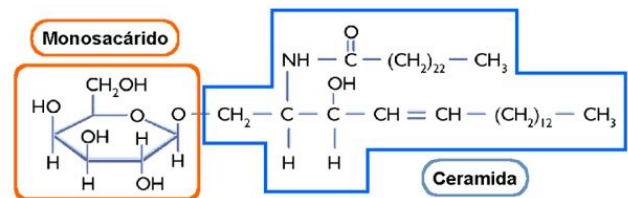
- **Heparina**. Encóntrase na substancia intercelular, sobre todo a nivel do fígado e máis do pulmón. Impide a



coagulación do sangue. Tamén está presente na saliva dos animais hematófagos (sambesugas, mosquitos, etc.). En medicina utilízase para evitar a trombose.

6.5. Glicolípidos

Os **glicolípidos** están constituídos por monosacáridos ou oligosacáridos unidos a lípidos. Polo xeral, encóntranse na membrana celular. Entre eles encóntranse os **cerebrósidos** e os **gangliósidos** que estudaremos no seguinte tema dos lípidos.



7.- FUNCIÓNS DOS GLÍCIDOS

As principais funcións dos glúcidos son as seguintes:

- **Enerxética**. A **glicosa** é o glícido máis utilizado nas células polas súa **función de reserva enerxética**, porque é o monosacárido máis abundante no medio interno e, ademais, pode atravesar a membrana plasmática sen necesidade de ser transformada en moléculas máis pequenas. A partir dun gramo de glicosa, pola vía da **respiración celular**, pódense obter 4,3 kcal. Outros glúcidos, como o **amidón**, el **glicóxeno**, a **sacarosa**, a **lactosa**, etc son formas de almacenar glicosa sen que iso implique un incremento na concentración do medio interno celular que provocaría a entrada de auga por osmose.

- **Estrutural**. O enlace **β-glicosídico** dos glúcidos posibilita **estruturas moleculares moi estables porque a maioría dos organismos carecen de encimas capaces de rompelo**. Entre outros destacan: a **celulosa** nos vexetais, que xera troncos de ata 100 metros de altura e que viven centos de anos; a **quitina** nos artrópodos; os **peptidoglicanos** nas bacterias, a **condroitina** en ósos e cartilaxes, e os polímeros de **ribosa** e a **desoxirribosa** nos ácidos nucleicos.

- **Especificidade na membrana plasmática**. As **glicoproteínas** e os **glicolípidos** de membrana plasmática contribúen á **selección de determinadas substancias que poden entrar á célula**.

- **Outras funcións específicas**. Os glúcidos unidos a outras fraccións non glicídicas poden realizar outras moitas funcións como: a función de **antibiótico**, por

exemplo, a **estreptomicina**; a de **vitamina**, como a **vitamina C**; a de **anticoagulante**, como a **heparina**; a **hormonal** como a **hormona hipofisaria**; **inmunolóxica**: por unha banda, as **glicoproteínas** da membrana constitúen antíxenos e, por outra banda, as **inmunoglobulinas** forman anticorpos, e a **encimática**, como as **ribonucleasas** que se forman con proteínas.

- **Principios activos de plantas medicinais.** Son moléculas nas que os glúcidos están unidos a moléculas como alcohol, fenol, etc. Utilízanse con frecuencia para elaborar medicamentos, pero se se consumen en doses desaxeitadas poden resultar tóxicas e provocar a morte. Exemplos: a **dixitalina**, que actúa sobre o músculo cardíaco, polo que se aplican en enfermidades cardiovasculares; **Cianoxenéticos**. descubríronse na amigdalina das améndoas amargas. Liberan ácido cianhídrico de efecto mortal, **glicirrina**. **tanósidos**.

