



## BLOQUE I. ¿CUÁL ES LA COMPOSICIÓN DE LOS SERES VIVOS?

### TEMA 3: GLÚCIDOS

- 3.1. Concepto y clasificación.
- 3.2. Monosacáridos: estructura y funciones.
- 3.3. Enlace glucosídico. Disacáridos y polisacáridos.

#### 3.1. CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN.

Los **HIDRATOS DE CARBONO** o **CARBOHIDRATOS** son compuestos químicos que deben estos nombres a una forma errónea de expresar su fórmula general, que responde a  $C_nH_{2n}O_n$ . Si se realiza una simplificación (como las que se llevan a cabo en química inorgánica) se llega a  $C_n(H_2O)_n$ . Pero esta expresión no tiene nada que ver con la realidad y por lo tanto el apelativo es incorrecto. No obstante, en éste y en otros muchos casos, el nombre se mantiene por razones históricas, siendo preferible el término de **GLÚCIDOS** (de glicos=dulce). El apelativo de **AZÚCARES** (dulce), también se emplea pero referido sobre todo a glúcidos sencillos, que son de entre todos los glúcidos los que presentan sabor dulce.

Químicamente son POLIALCOHOLES con un grupo ALDEHIDO o CETONA, o dicho de otra forma, son aldehídos o cetonas polihidroxilados.

Los glúcidos más simples se denominan **monosacáridos**. Estos, constituyen las unidades básicas de glúcidos más complejos, los **disacáridos**, los **trisacáridos**... **polisacáridos**.

Los glúcidos compuestos pueden hidrolizarse, es decir, ser separados en sus monosacáridos constituyentes con intervención de moléculas de agua (agua reaccionante).

Los glúcidos compuestos pueden ser más o menos complejos, recibiendo los siguientes nombres:

**Holósidos**. Son glúcidos compuestos por dos o más monosacáridos, sin intervención de cualquier otro tipo de molécula. Diferenciamos dos grupos:

**Oligosacáridos**. Constan de dos a diez monosacáridos.

**Polisacáridos**. Están formados por más de diez y, en general, contiene cientos de ellos cada molécula. Aún puede hacerse una distinción:

- **Homopolisacáridos**: formados por repetición del mismo monosacárido, como por ejemplo el almidón.
- **Heteropolisacáridos**: formados por más de un tipo de monosacárido, como por ejemplo los componentes de la pared bacteriana.

**Heterósidos**. Están formados por monosacáridos y por compuestos no glucídicos. Por ejemplo, los nucleótidos que forman parte de los ácidos nucleicos.

Las funciones generales de los glúcidos son dos: **energética**, siendo empleados como combustibles celulares, y **estructural** formando parte de esqueletos vegetales o de los ácidos nucleicos.

A los monosacáridos también se les llama OSAS (glucosa, ribosa, hexosa, pentosa...)

### 3.2. MONOSACÁRIDOS: ESTRUCTURA Y FUNCIONES.

Los monosacáridos son compuestos sólidos, de color blanco, solubles en agua, en muchos casos son de sabor dulce y cristalizables. Desvían el plano de polarización de la luz polarizada, es decir, presentan actividad óptica. [→ polarización de la luz].

Químicamente son polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas. En el primer caso cuentan con un grupo carbonilo (=O) en un extremo, aldehído por tanto, y se denominan **aldosas**. En el segundo, lo presentan en el segundo carbono de la cadena, cetona, y se denominan **cetosas**.

Según el número de carbonos presente en la molécula se denominan **triosas** (3), **tetrosas** (4), **pentosas** (5), **hexosas** (6), o **heptosas** (7), no apareciendo con menor o mayor nº de carbonos que los mencionados. (Según el grupo que posean, aldehído o cetona, serán por ejemplo aldohexosas o cetoheptosas, etc.).

Los monosacáridos más importantes y a la vez más abundantes en la materia viva son: **glucosa, fructosa, galactosa, ribosa y desoxirribosa**.

La glucosa, la fructosa y la galactosa tienen funciones energéticas y, en ocasiones estructurales en combinación con lípidos o proteínas. La ribosa y la desoxirribosa tienen función estructural al formar parte de los ácidos nucleicos.

Todos los monosacáridos pueden ser sintetizados por el organismo a partir de otras moléculas, por lo que *no son nutrientes esenciales*. Lo cual no quiere decir que no sean fundamentales en nuestra dieta.

#### **Isomería en los monosacáridos.**

Muchas de las propiedades tanto de los glúcidos como de otras biomoléculas estriban en su configuración espacial. Esta distribución en tres dimensiones viene dada por la forma de la molécula, su tamaño, sus grupos funcionales, los enlaces entre átomos e incluso por interacciones con otras moléculas. Precisamente, el estudio de las configuraciones espaciales de las biomoléculas y la relación que existe con las funciones que poseen es uno de los principales campos de actuación de la Biología Molecular. Nos centraremos en los monosacáridos para el estudio de estructuras.

Se dice que dos o más compuestos químicos son **isómeros** cuando tienen la misma fórmula molecular pero diferente **fórmula estructural**, es decir, se diferencian en su organización espacial. Hay que recordar que los enlaces tienen una cierta rigidez y por lo tanto confieren una forma determinada a las moléculas que se manifiesta en unas propiedades específicas para cada compuesto. (Isómeros, de *isos*=igual y *meros*=partes).

Existen distintos tipos de isomería:

**1- Isomería de función:** cuando teniendo dos compuestos la misma fórmula molecular, cambia algún grupo funcional. Es el caso de las aldosas y las cetosas. Por ejemplo, la glucosa y la fructosa son isómeros de función.

**2- Estereoisomería:** (o isomería espacial) la presentan moléculas aparentemente idénticas pero con distintas propiedades y se debe a que sus átomos tienen distinta configuración espacial. Se debe a la presencia de carbonos asimétricos.

Se dice que un carbono es **asimétrico** cuando sus cuatro enlaces se establecen con cuatro radicales (átomos o moléculas) diferentes. Los carbonos asimétricos son muy frecuentes en los monosacáridos. Considerando el caso más sencillo de monosacárido, en la triosa llamada **gliceraldehído**, el carbono nº 2 o central es un carbono asimétrico ya que una de sus valencias está saturada con un hidrógeno, otra a un grupo alcohol, otra a un carbono con grupo alcohol y la última a un carbono con el grupo aldehído. Este carbono asimétrico nos da dos posibilidades diferentes si nos fijamos en la posición del grupo alcohol (no se olvide el hecho de que los enlaces del carbono forman un tetraedro regular, que es una figura tridimensional).



En los esquemas tridimensionales observamos que no es lo mismo tener el grupo OH a la izquierda que a la derecha y, además, las dos moléculas son como imágenes especulares no superponibles (si giramos una de ellas 180°, no obtenemos la otra). [Espejar significa aquí espejo: son como un objeto y su imagen reflejada en un espejo].

Estos dos compuestos son dos **isómeros espaciales, estereoisómeros o compuestos quirales**. Por convenio, al que lleva el -OH a la derecha se le dice **forma D** y a su imagen especular, que lo lleva a la izquierda, **forma L**, manteniéndose el mismo nombre para ambos compuestos. [Nuestras manos son dos objetos simétricos no superponibles. Pueden ser un buen ejemplo para explicar la isomería espacial. Precisamente “quiral” deriva de “mano” en griego].

Si se trata de un monosacárido de mayor número de carbonos, se tiene en cuenta el penúltimo de ellos (el último es el más alejado del grupo aldehído o cetona, y el primero el que porta el grupo aldehído o el del extremo más próximo al grupo cetona).

Un monosacárido con el grupo -OH del penúltimo carbono a la derecha será de la forma D y recibirá un nombre, por ejemplo, D-glucosa. El monosacárido que sea la imagen especular del anterior y por lo tanto tenga en el penúltimo carbono el -OH a la izquierda (y todos los demás al contrario que en la molécula de tipo D), será su **enantiómero** y mantendrá el mismo nombre pero será de la forma L (la L-glucosa en nuestro ejemplo). En ella, tanto el carbono penúltimo como todos los demás carbonos asimétricos (los que no están en los extremos) tienen sus -OH en posición opuesta a los de la D-glucosa. En la naturaleza, casi todos los monosacáridos son de la forma D.

Si lo que cambia es la posición de un sólo grupo -OH en otro carbono asimétrico diferente del penúltimo, entonces los dos compuestos son **epímeros**, tratándose también de una estereoisomería, pero en estos casos se les asignan nombres diferentes (por ejemplo, la D-ribosa y la D-arabinosa difieren en el orden del grupo -OH del carbono nº 2; la D-glucosa y la D-manosa también son epímeros). Esquemas.

### **Actividad óptica en los monosacáridos**

La presencia de carbonos asimétricos da lugar a un fenómeno curioso que es el de la desviación del plano de la luz polarizada. Unos lo hacen hacia la derecha y otros hacia la izquierda. En todo caso, el ángulo y la dirección dependerán del número y disposición de los carbonos. Dos isómeros enantiómeros desvían la luz en diferente sentido pero en igual nº de grados y por esto son también **isómeros ópticos**. El isómero que lo hace hacia la derecha se dice **Dextrógiro** (siguiendo la dirección de la luz el plano gira siguiendo las agujas del reloj) y el que lo hace hacia la izquierda se denomina **Levógiro** (dirección contraria a las agujas del reloj) [lo de derecha e izquierda no es correcto]. El ángulo y la dirección del plano de polarización de la luz polarizada es “el carné de identidad” de cada monosacárido.

**¡Atención!**: hay enantiómeros de la forma D que son dextrógiros y otros que son levógiros; igualmente se da el caso de que enantiómeros de la forma L pueden ser dextrógiros o levógiros (una molécula nunca puede aparecer de las dos maneras). Ahora bien, si un enantiómero de la forma D es dextrógiro, su estereoisómero, de la forma L será por fuerza levógiro. (Y si el compuesto que analicemos es de la forma D y es levógiro, su enantiómero (forma L) será dextrógiro. [Por lo tanto, **D no significa Dextrógiro y L no significa Levógiro**]. Por ejemplo, en este caso concreto la D-glucosa es dextrógira y la L-glucosa es levógira.

Para evitar confusiones con las iniciales, a un compuesto dextrógiro se le representa con el signo positivo (+), y a uno levógiro con el signo negativo (-). **No debemos confundir la estereoisomería o isomería espacial con la isomería óptica**, aunque esta última es consecuencia de la primera (y puede servir para identificar los dos tipos de isómeros con facilidad).

Hay más tipos de isomería que serán explicados al comentar la estructura de los monosacáridos. [Se puede saber si un isómero es dextrógiro o levógiro y en qué grados desvían

el plano de la luz polarizada empleando dos filtros polarizadores, uno antes y otro después de la muestra a examinar y un limbo giratorio graduado –una especie de transportador de ángulos-].

[Hay minerales, como la turmalina, que polarizan la luz que los atraviesa, pero son más prácticos los filtros artificiales llamados polaroides].

### **Estructura de los monosacáridos.**

Los monosacáridos más frecuentes en la naturaleza son la **glucosa** (una aldohexosa) y la **fructosa** (una cetohehexosa). La representación clásica con estructura lineal de la cadena se denomina representación o fórmula de **Fischer**. Esquemas.

Los monosacáridos en disolución acuosa sufren una reacción entre átomos de la misma molécula, que la obliga a ciclarse (la interacción de los dipolos del agua fuerza a la molécula a “protegerse” de ella). Este fenómeno ha quedado demostrado por el cambio de ángulo de desviación de la luz polarizada en lo que se conoce como fenómeno de **mutarrotación**.

La glucosa forma un anillo por reacción entre su grupo aldehído y el carbono nº 5 (el que confiere la forma D o L). Esta molécula de glucosa recuerda a un compuesto ciclado llamado PIRANO. Por esta razón a esta forma se la conoce con el nombre de **glucopiranos**.

La fructosa, una cetosa, forma un anillo por reacción entre el grupo cetona y el carbono nº 5, denominándose **fructofuranosa** por semejanza al anillo de una molécula orgánica llamada FURANO.

Dada la rigidez de los enlaces y teniendo en cuenta que las moléculas son tridimensionales, se recurre a la representación de **Haworth** para hacernos una mejor idea de la configuración de los átomos en el espacio, en la que el anillo se dibuja con una cierta perspectiva (una parte en trazo grueso) y, por convenio, los grupos que quedaban a la derecha en la fórmula de Fischer, ahora se representan por debajo del anillo y los de la izquierda por encima.

En la ciclación, el doble enlace entre el carbono y el oxígeno del grupo aldehído o cetona se rompe, enlazándose ahora ese oxígeno al carbono nº 5, que se desprenderá de su grupo –OH. Este grupo se unirá a su vez a la valencia que ha quedado libre en el carbono del grupo aldehído o cetona. (Con esquemas es muy fácil de entender). Aquí surge una complicación, ya que según cuál sea el enlace roto entre oxígeno y carbono nos pueden aparecer dos nuevos isómeros. Según la posición en que quede el grupo –OH en la representación de Haworth, hablaremos de **forma  $\alpha$**  si está abajo y **forma  $\beta$**  si está arriba. (Recuerda la rigidez del tetraedro del carbono).

Estos dos nuevos isómeros que sólo aparecen cuando los monosacáridos están en disolución acuosa reciben el nombre de **isómeros Anómeros**. Esquemas

Pero estas representaciones tampoco se ajustan demasiado a la realidad. Estos anillos no son planos sino que adquieren una disposición tridimensional, existiendo nuevamente dos posibilidades: en “forma de nave” o **isomería cis**, o en forma de “silla de montar” o **isomería trans**. Esquemas.

A continuación aparecen algunos datos que muestran las diferencias que presentan en sus características los dos anómeros de la D-glucosa:

<b>Propiedades</b>	<b><math>\alpha</math>-D-glucosa</b>	<b><math>\beta</math>-D-glucosa</b>
Mutarrotación	+112,2°	+18,7
Punto de fusión	146° C	150° C
Solubilidad en agua (gr./l)	82,5	178
Velocidad de reacción de la enzima glucosa-oxidasa	muy alta	prácticamente 0



Estos hechos demuestran que diferencias insignificantes en apariencia tienen una gran importancia para los seres vivos: podemos digerir el almidón (formado por alfa glucosas) sin embargo somos incapaces de descomponer la celulosa (formada por beta glucosas).

[Aunque existen miles de moléculas orgánicas diferentes, con sus formas D y L, alfa y beta... los seres vivos parece que "prefieren" sólo unas pocas de entre todas].

### **Derivados de los monosacáridos.**

Por sustitución de algunos átomos por otros diferentes o por ciertos grupos funcionales o bien por reacciones entre los mismos, pueden encontrarse algunos monosacáridos especiales. Algunos ejemplos importantes son:

- Desoxirribosa.** Se forma por pérdida de un oxígeno de un grupo hidroxilo (del carbono 2) en la ribosa (pentosa). Tanto este como aquel monosacárido tienen función estructural al formar parte de los ácidos nucleicos.
- Ácido glucurónico.** Deriva de la glucosa, conteniendo un grupo ácido carboxílico en el carbono nº 6. Forma parte de las paredes bacterianas.
- N-glucosamina.** Deriva de la glucosa, presentando un grupo amino en el lugar de un hidroxilo en el carbono nº 2. Forma parte de la sustancia intercelular.
- N-acetil glucosamina.** Es como el anterior, pero lleva además, unido al grupo amino un radical acetilo (ácido acético unido por el carbono carboxílico (ver esquema). El polisacárido resultante de la unión de estos monosacáridos constituye la **quitina**, materia básica del exoesqueleto de los artrópodos. **¡No confundir la quitina con la queratina!** Esquemas de todos ellos.

### **Oligosacáridos.**

Los más frecuentes de entre estos glúcidos formados por pocos monosacáridos (2 a 10) son los **disacáridos**. Los de mayor número de unidades suelen proceder de la descomposición (hidrólisis) parcial de polisacáridos.

La unión entre monosacáridos se realiza mediante el enlace llamado **O-glucosídico** (= O-glicosídico). Este enlace se realiza entre el carbono carbonílico de un monosacárido (el carbono nº 1 en una aldosa y el carbono 2 de una cetosa. También lo llamamos carbono **anomérico**) y uno de los carbonos con grupo -OH de otro monosacárido. La reacción de unión provoca el **desprendimiento de una molécula de agua**. Esquemas.

Este enlace se denominará  **$\alpha$**  o  **$\beta$**  **glucosídico** según se trate de un monosacárido de la forma  $\alpha$  o  $\beta$ , es decir, según el -OH del carbono anomérico esté situado en una u otra de sus dos posibles ubicaciones.

Pueden, además, darse dos posibilidades de unión:

- Que el carbono del segundo monosacárido que interviene en el enlace no sea el carbonílico (o anomérico), quedando en este caso libre [el disacárido mantiene el poder reductor propio de los monosacáridos]. Decimos que el enlace es **monocarbonílico**. Esquema.
- Que los dos carbonos reaccionantes sean los carbonílicos [en este caso se pierde el poder reductor]. Hablamos de enlace **dicarbonílico**. Esquema.

### **Disacáridos más frecuentes:**

**SACAROSA.** Es el azúcar de consumo habitual; es muy dulce e industrialmente se extrae de la caña de azúcar y de la remolacha azucarera. Lo poseen muchos frutos y órganos vegetales.

Está formado por la unión de  $\alpha$ -D-glucopiranososa y  $\beta$ -D-fructofuranosa. Se trata de un enlace dicarbonílico (entre el carbono 1 de la glucosa y el 2 de la fructosa).

Este disacárido se expresa correctamente de la siguiente manera:

$\alpha$ -D-glucopiranosil (1 $\rightarrow$ 2)  $\beta$ -D-fructofuranósido Esquema.

**MALTOSA.** Es un disacárido que se obtiene por hidrólisis del almidón y del glucógeno (que son polisacáridos de reserva energética). De forma natural, los cereales al germinar realizan esa reacción, obteniéndose la malta.

Está formada por la unión de dos moléculas de  $\alpha$ -D-glucopiranososa según el enlace  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4). El compuesto recibe el nombre sistemático de:

$\alpha$ -D-glucopiranosil (1 $\rightarrow$ 4)  $\alpha$ -D-glucopiranosido Esquema.

**ISOMALTOSA.** Está formada por la unión de dos moléculas de  $\alpha$ -D-glucopiranososa, pero el enlace es  $\alpha$ (1 $\rightarrow$ 6). Procede de la hidrólisis de la Amilopectina, que es un componente del almidón y del glucógeno.

$\alpha$ -D-glucopiranosil (1 $\rightarrow$ 6)  $\alpha$ -D-glucopiranosido Esquema.

**CELOBIOSA.** Se obtiene por hidrólisis de la celulosa. Es la unión de dos moléculas de  $\beta$ -D-glucopiranososa mediante un enlace  $\beta$ (1 $\rightarrow$ 4).

$\beta$ -D-glucopiranosil (1 $\rightarrow$ 4)  $\beta$ -D-glucopiranosido Esquema.

**LACTOSA.** Es el azúcar de la leche, resulta de la unión de  $\beta$ -D-galactopiranososa con  $\alpha$ -D-glucopiranososa, según el enlace  $\beta$ (1 $\rightarrow$ 4).

$\beta$ -D-galactopiranosil (1 $\rightarrow$ 4)  $\alpha$ -D-glucopiranosido Esquema.

### ***Polisacáridos.***

Son glúcidos formados por la unión, mediante enlaces O-glucosídicos, de más de diez monosacáridos, aunque casi siempre hay que contar con centenares y aun miles de ellos.

Sus características generales son su elevado peso molecular, su alta insolubilidad en agua, el hecho de no ser cristalizables y no tener sabor dulce.

En cuanto a sus funciones biológicas, los tenemos energéticos a largo plazo (previa hidrólisis a monosacáridos) y estructurales.

Se pueden establecer dos tipos: homopolisacáridos, si están formados por repetición del mismo monosacárido y heteropolisacáridos si contienen monómeros de más de un tipo.

### **Homopolisacáridos:**

Hay tres muy frecuentes en la naturaleza, almidón y glucógeno con función de reserva energética y celulosa con función estructural. Los tres están constituidos por unidades de glucosa.

**ALMIDÓN.** Constituye la reserva energética de los vegetales, siendo almacenado en raíces (zanahoria), tallos subterráneos (patata) y semillas (cereales). Es un componente fundamental de la dieta humana.

Cada molécula de almidón está constituida por cientos de moléculas de  $\alpha$ -D-glucopiranososa unidas mediante enlaces  $\alpha$  (1 $\rightarrow$  4) y  $\alpha$  (1 $\rightarrow$  6).

El almidón se encuentra en dos formas que coexisten (dos tipos de moléculas) y que son la  **$\alpha$ -amilosa** y la **amilopectina**.

La  **$\alpha$ -amilosa** está formada por largas cadenas no ramificadas de  $\alpha$ -D-glucopiranosas unidas por enlaces  $\alpha$  (1 $\rightarrow$  4) todas ellas.

Su peso molecular varía en función del n<sup>o</sup> de glucosas, pudiendo oscilar entre varios miles y medio millón. Es una molécula insoluble pero capaz de originar pequeñas micelas hidratadas (una especie de disolución coloidal).



La cadena no es recta sino que está retorcida formando una hélice con seis moléculas de glucosa por vuelta.

La **amilopectina** es una molécula muy ramificada, en la que cada una de sus cadenas contiene unas 25 a 30 glucosas. Éstas, se hallan unidas mediante enlaces  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4), pero a su vez, las diferentes cadenas se unen unas a otras empleando un enlace  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 6).

La amilopectina puede alcanzar un peso molecular de hasta 100 millones y es insoluble en agua. Esquemas.

El almidón es sintetizado por las plantas y supone un almacenamiento de energía que deberá ser hidrolizado para poder ser utilizado (son las glucosas las que se metabolizan para la obtención de energía).

La razón biológica de fabricar este polisacárido para luego tener que hidrolizarlo si queremos utilizarlo en vez de mantener una reserva de moléculas de glucosa es la de no alterar la presión osmótica celular. Recuerda que el fenómeno osmótico es una propiedad (coligativa) que no depende de la naturaleza de los solutos sino del número total de moléculas y así, una sola molécula de almidón hidrolizada en sus glucosas crearía una alta presión osmótica que causaría serios problemas a la célula.

[El almidón es hidrolizado en los seres vivos por dos enzimas: la  $\alpha$ -amilasa, que rompe las moléculas de  $\alpha$ -amilosa en maltosa. Esta enzima está presente en la malta (granos de cereales en germinación), en la saliva y en el intestino delgado de los humanos. También hidroliza parcialmente la amilopectina, pero no puede separar los monosacáridos de las ramificaciones por poseer otro tipo de enlace. Estas moléculas parcialmente hidrolizadas se denominan **dextrinas**. Las dextrinas son hidrolizadas por la enzima  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 6) glucosidasa, que rompe el enlace  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 6) de las ramificaciones. Esta enzima se fabrica en el intestino delgado a partir de unos dos años de vida. Por eso, para facilitar la digestión, los cereales que toman los recién nacidos están "dextrinados"] [Buscar características de la patata transgénica patentada por la compañía BASF].

**GLUCÓGENO.** Es el polisacárido de reserva energética de los animales y los hongos. En los animales se localiza en el hígado y en los músculos.

Está formado por cadenas ramificadas de glucosas que recuerdan a las de la amilopectina, conteniendo hasta 30.000 monosacáridos y alcanzando un peso molecular 500.000.

Los enlaces son  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4) para las cadenas y  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 6) para las ramificaciones. Las ramificaciones tienen lugar cada 8 a 12 glucosas (en la amilopectina era cada 25 aproximadamente). La función es la misma que la del almidón en los vegetales y su hidrólisis es llevada a cabo por las enzimas ya vistas. Esquema.

**CELULOSA.** Tiene un origen vegetal; forma la pared celular de las células vegetales, siendo por lo tanto un componente mayoritario de estos organismos. Su función es exclusivamente estructural y está compuesta, como en los casos anteriores, por unidades de glucosa. Cada molécula contiene entre 300 y 15.000 monosacáridos y no presenta ramificaciones.

Las distintas moléculas de celulosa tienden a unirse entre sí por puentes de hidrógeno formando **microfibrillas**, que a su vez se unen para formar **microfibras** y estas últimas se agrupan dando **fibras** de celulosa. Su papel estructural viene dado por la rigidez e insolubilidad de las fibras. Esquema.

Las moléculas de glucosa son del tipo  $\beta$ -D-glucopiranososa y el enlace que se establece es del tipo  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4). Una hidrólisis parcial de la celulosa (por ejemplo, tratando con ácidos fuertes) origina el disacárido celobiosa y una hidrólisis total, como es lógico rendirá glucosas. Esquema.

La mayor parte de los animales no sintetizamos la  $\beta$ -amilasa o celulasa, por lo que no tenemos la capacidad de hidrolizar (digerir) la celulosa. En el caso de los humanos, la celulosa atraviesa todo el tubo digestivo sin ser descompuesta y aprovechada como nutriente. Es lo que conocemos como fibra vegetal y sí que representa una sustancia útil al favorecer el peristaltismo intestinal y prevenir el cáncer de colon.

Sólo algunos organismos dentro de los grupos de bacterias, hongos y protozoos sintetizan la celulosa. Todos aquellos “animales superiores” que se alimentan de hierba (herbívoros) o madera (xilófagos) tienen alojados en sus tubos digestivos algunos de los organismos antes mencionados en régimen de simbiosis (desde caballos y vacas a cucarachas y termitas).

### **Otros Homopolisacáridos:**

**QUITINA:** forma el exoesqueleto de los artrópodos y las paredes celulares de los hongos. Está constituida por cadenas de N-acetil glucosamina, un monosacárido ya estudiado, unidas por enlaces  $\beta$  (1→4). Esquema.

No se debe confundir la quitina -un glúcido- con la queratina, -una proteína- que forma las uñas y el pelo de los mamíferos.

### **Heteropolisacáridos:**

Como ya se ha dicho, son aquellos polisacáridos formados por más de un tipo de monosacárido. A modo de ejemplo se comentan dos de estas sustancias.

**HEMICELULOSA:** es un componente importante de la madera, está formada por la unión de unidades de diferentes monosacáridos como la xilosa, la glucosa y la galactosa.

**PECTINAS:** formadas por unión de moléculas de ácido galacturónico, un derivado de la galactosa. Estas cadenas de moléculas presentan intercaladas otras de ramnosa. Por ello se consideran heteropolisacáridos. Son componentes de las paredes celulares de células vegetales. Se usan mucho como espesante (“relleno barato”) de mermeladas.

**AGAR-AGAR,** procedente de algas rojas y muy empleado como medio de cultivo bacteriano.

**GOMAS** vegetales (goma arábiga por ejemplo).

**MUCÍLAGOS** (recuerda la textura de un caqui maduro).[BUSCA: MUCOPOLISACARIDOSIS]

**MUCOPOLISACÁRIDOS (hoy denominados GLUCOSAMINAGLUCANOS):** están formados por repetición de los monosacáridos ácido glucurónico y N-acetil glucosamina (pero contienen más componentes). Forman parte de la sustancia intercelular de tejidos conectivos animales. Algunos de entre ellos son:

El **ÁCIDO HIALURÓNICO**, que se encuentra en el líquido sinovial, en el humor vítreo del ojo y en otros órganos, la **HEPARINA**, que es una sustancia anticoagulante, la **CONDROITINA**, que se localiza en la córnea y en cartílago y hueso.

### **Heterósidos:**

Están formados por monosacáridos unidos a otras moléculas no glucídicas. Algunos ejemplos con sus funciones respectivas son:

**GLUCOLÍPIDOS:** asociación con lípidos; forman parte de las membranas citoplasmáticas.

**GLUCOPROTEÍNAS:** resultan de la unión de un monosacárido con proteínas. Hay varios tipos:

- **PEPTIDOGLUCANOS:** son un componente esencial de las paredes bacterianas.
- **MUCOPROTEÍNAS:** funcionan como lubricante y también retienen partículas. Vulgarmente llamado moco o mucosidad (aparecen desde en el moco de los caracoles a la mucosidad nasal, del tubo digestivo, vaginal, del aparato respiratorio, etc.).
- Otras glucoproteínas son las **protrombinas** (intervienen en la coagulación sanguínea) y las **inmunoglobulinas** sanguíneas (son los anticuerpos)
- Algunos de los principios activos de medicamentos son heterósidos de origen vegetal. Por ejemplo **cardiotónicos** como la digitalina, taninos astringentes (antidiarréicos)...