

# Carbohidratos

A wooden bowl filled with oatmeal, topped with sliced bananas, coconut flakes, and chia seeds. The bowl is placed on a light-colored cloth napkin. In the background, there are other wooden bowls, some containing oatmeal, and a plate of sliced bananas. The scene is set on a wooden table with a warm, rustic atmosphere.

# Carbohidratos

Se conocen como:

- Carbohidratos
- Glúcidos
- Hidratos de Carbono

Base de energía viva en la tierra.

Proviene de fotosíntesis, pues las plantas los producen

Normalmente contienen C, O e H y tienen la fórmula aproximada  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ .

# Carbohidratos

---

Carbohidrato significa hidrato de carbono.

---

Nombre derivó de investigaciones primeros químicos: observaron que al calentar azúcar obtenían residuo negro de carbón y gotas de agua condensadas.

---

Además, el análisis químico de los azúcares y otros carbohidratos indicaron que contenían únicamente carbono, hidrógeno y oxígeno y muchos de ellos tenían la fórmula general  $(CH_2O)_n$ .

---

No son compuestos hidratados, como lo son muchas sales inorgánicas

# Carbohidratos

Compuestos orgánicos  
mas extendidos en la  
biosfera

Nutrientes orgánicos  
principales de tejido  
vegetal (60-90%)

Después proteínas y  
lípidos, 3er grupo más  
abundantes en animales  
(<1% en hombre)

Incluye importantes  
compuestos como  
glucosa, fructosa, sucrosa,  
almidón, glicógeno,  
quitina y celulosa.

Contienen C, H y O, dos  
últimos en misma  
proporción que agua Cx  
(H<sub>2</sub>O)

Definición satisfactoria  
para mayoría, algunos  
tienen proporción menor  
de O, o existen derivados  
que pueden tener N y S.

Sintetizados a partir  
materia inorgánica por  
vegetales mediante la  
fotosíntesis

Vegetales los utilizan  
como fuente de energía o  
base para otros nutrientes

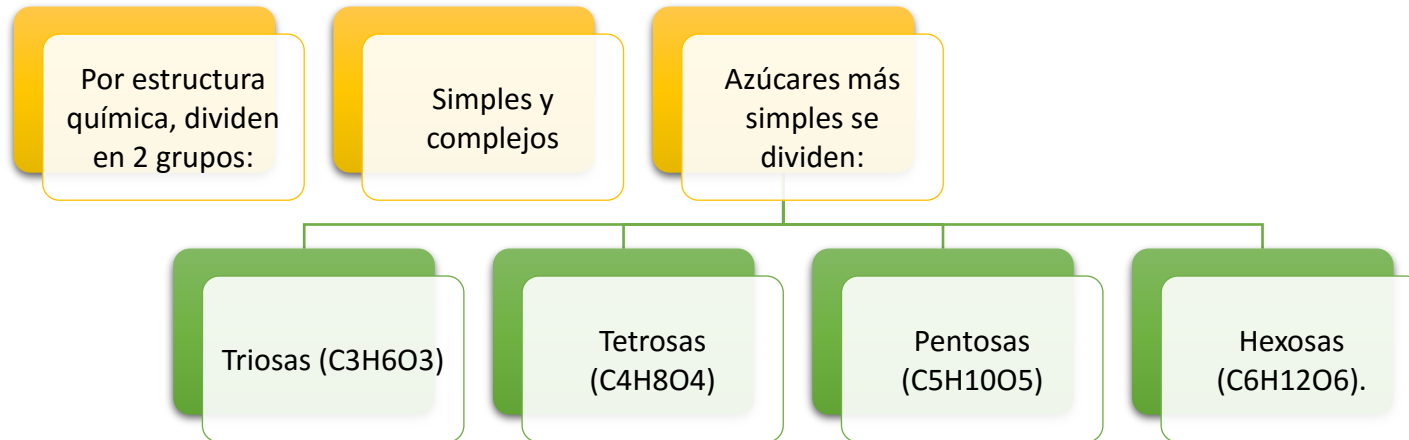
# Funciones

- Energéticas: (glucógeno en animales y almidón en vegetales, bacterias y hongos)
  - Glucosa es uno de los carbohidratos más sencillos, comunes y abundantes; representa una molécula combustible que satisface demandas energéticas de la mayoría de los organismos.
- De reserva:
  - Se almacenan como almidón en vegetales y glucógeno en animales. Ambos polisacáridos pueden ser degradados a glucosa.

# Funciones

- Compuestos estructurales:
  - Como celulosa en vegetales, bacterias y hongos y quitina en cefalotorax crustáceos e insectos.
- Precursores:
  - Son precursores de ciertos lípidos, proteínas y factores vitamínicos como ácido ascórbico (vitamina C) e inositol.
- Señales de reconocimiento:
  - Intervienen en complejos procesos de reconocimiento celular, en la aglutinación, coagulación y reconocimiento de hormonas

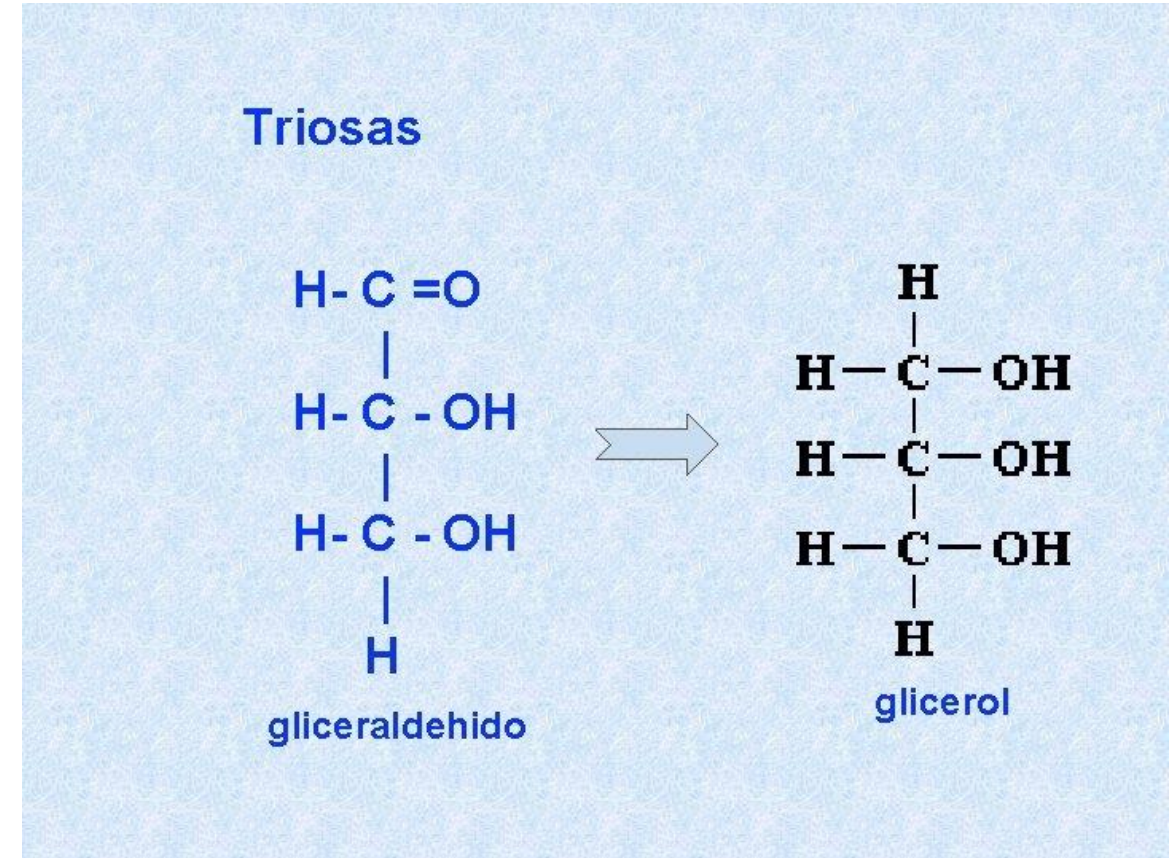
# Clasificación



# Triosas

---

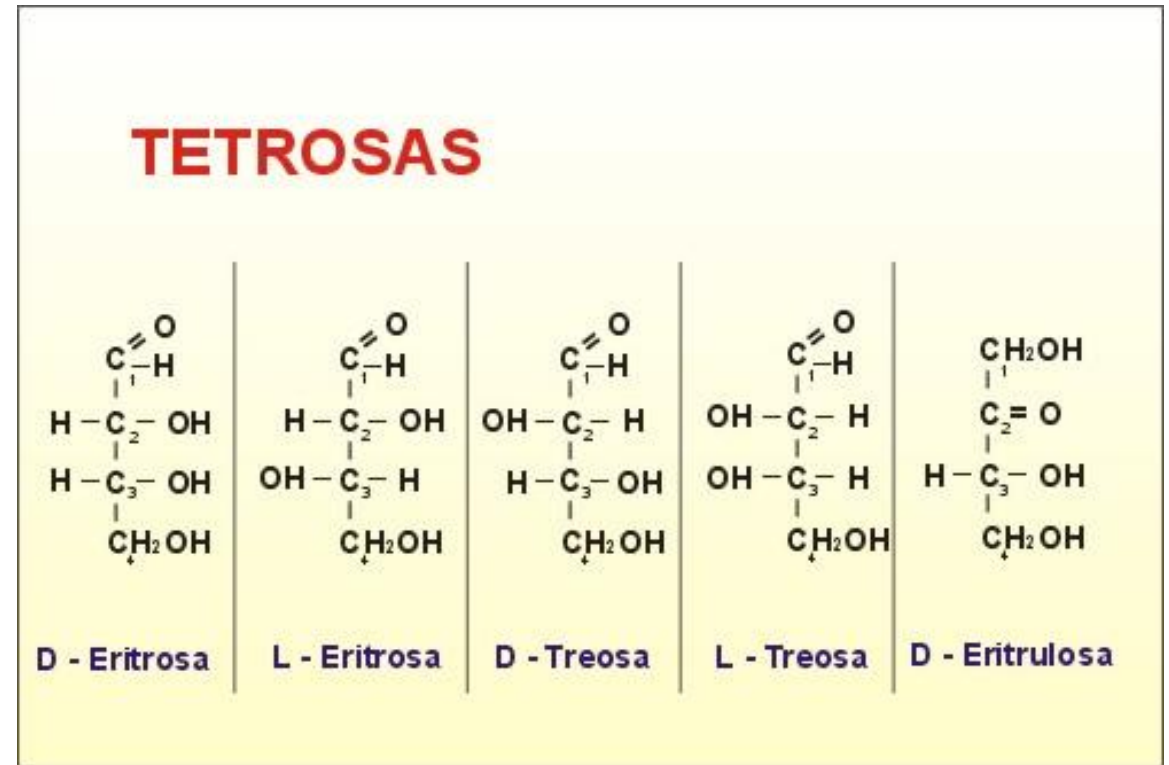
- Las triosas son monosacáridos formados por una cadena de tres átomos de carbono.
- Su fórmula empírica es  $C_3H_6O_3$ .
- Como en los demás monosacáridos, en las triosas aparecen los grupos cetona y aldehído, también llamados genéricamente grupos funcionales carbonilo.
- Si llevan la función cetona se les nombra añadiendo el prefijo ceto- y si llevan el grupo aldehído se añade el prefijo aldo-, de modo que los compuestos se llamarán aldotriosas (o gliceraldehído) y cetotriosas (o dihidroxiacetona).
- Las triosas tienen gran importancia en el metabolismo de los hidratos de carbono y de la respiración.





# Tetrosas

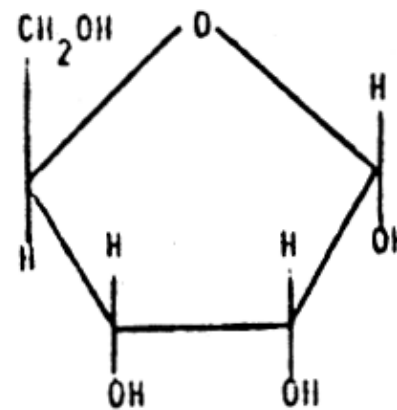
- Las tetrosas son monosacáridos (glúcidos simples) formados por una cadena de cuatro átomos de carbono.



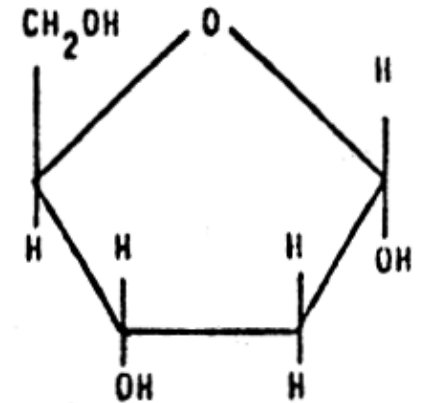
# Pentosas

---

- Monosacáridos de 5 C
- Incluyen L-arabisona, D-xilosa, D-ribosa.
- Desde punto vista nutricional, pentosa más importante es D-ribosa y derivados D-desoxiribosa y ribitol.
- D-ribosa y la D-desoxiribosa son componentes esenciales de ARN y ADN, respectivamente.
- Ribitol es componente esencial de riboflavina.



$\alpha$ -D-ribosa



$\alpha$ -D-desoxiribosa

# Hexosas

- Glucosa: Existe en su forma libre en tejidos de vegetales, y en sangre. En la mayoría de los ingredientes alimenticios naturales, la glucosa existe en forma combinada, tanto con un monosacárido como un componente exclusivo de los disacáridos (p. ej. maltosa) y de polisacáridos (p. ej. almidón, glicógeno, celulosa) ó bien combinada con otros monosacáridos en forma de lactosa (azúcar de la leche), sucrosa y heteropolisacáridos.
- Fructuosa: A semejanza de la glucosa, la fructuosa existe en su forma libre en los jugos de vegetales, frutas y en la miel. Es un componente del disacárido sucrosa y es el azúcar más dulce que existe en la naturaleza (p. ej. es responsable del sabor excepcionalmente dulce de la miel).
- Galactosa: Aunque no existe en forma libre en la naturaleza, se presenta como un componente del disacárido lactosa y de muchos polisacáridos, incluyendo los galactolípidos, gomas y mucílagos.

# Ejemplos

---

- Los hidratos de carbono están presentes, de forma natural, en una amplia variedad de alimentos, y su ingesta es imprescindible para el correcto funcionamiento de nuestro organismo
- Los carbohidratos simples, se descomponen fácilmente y hacen que los niveles de azúcar en la sangre se eleven rápidamente.
- Los carbohidratos complejos, por el contrario, se descomponen más lentamente y permiten que el nivel de azúcar se incremente gradualmente.

## CARBOHIDRATOS SIMPLES



Azúcar de mesa  
( sacarosa )



Miel  
( fructosa )



Leche  
( galactosa )



Maíz  
( manosa )



Manzana  
( glucosa )

## CARBOHIDRATOS COMPLEJOS



Alcachofas  
( inulina )



Brécol  
( rafinosa )



Plátanos  
( oligofructosa )



Patata  
( almidones )



Sésamo  
( mucílagos )

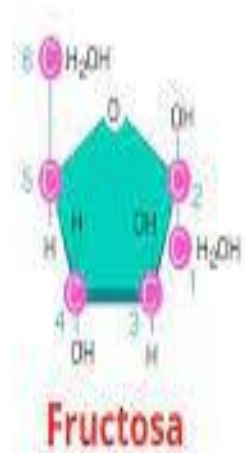
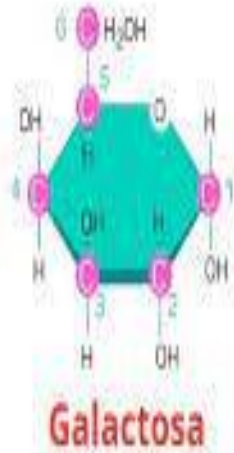
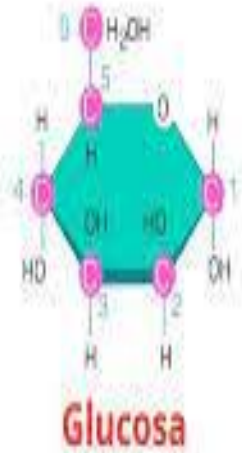


Manzana  
( pectina )

# Clasificación de acuerdo al número de Sacaridos

- Monosacáridos
- Disacáridos
- Oligosacáridos
- Polisacáridos

## EJEMPLOS DE MONOSACÁRIDOS



---

Monosacáridos pueden unirse entre sí por deshidratación para formar Di, Oligo ó polisacáridos, conteniendo 2, 3 ó más unidades de monosacáridos.

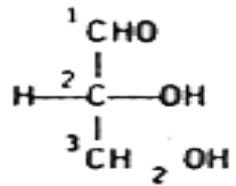
# Monosacáridos

---

- Todos los monosacáridos solubles en agua, escasamente en etanol e insolubles en éter.
- Activos ópticamente
- Poseen propiedades reductoras
- Se representan con la fórmula general  $(CH_2O)_x$
- Generalmente son de sabor dulce.
- Rara vez directamente involucrados en reacciones bioquímicas intracelulares. Primero transformados en derivado del mismo:
  - Ester de azúcar fosfato (D-glucosa-6-fosfato, D-glucosa-1fosfato, D-fructuosa-6-fosfato y diésteres de fosfato)
  - Azúcares-amino (D-glucosamina),
  - Azúcares-ácido (ácido glucónico y ácido glucurónico)
  - Azúcares-alcohol (sorbitol).

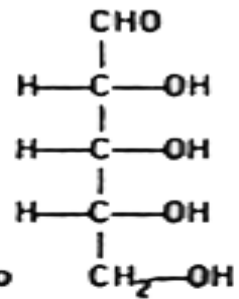
# Monosacáridos

Triosa (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>)



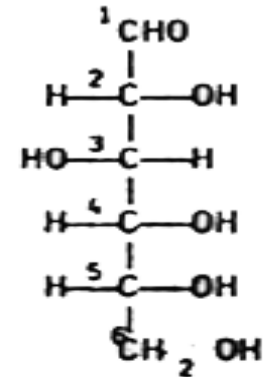
D(+)-gliceraldehído

Pentosa (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)



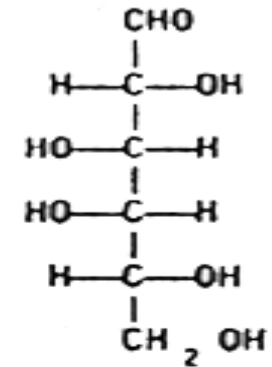
D(+)-ribosa

Hexosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)



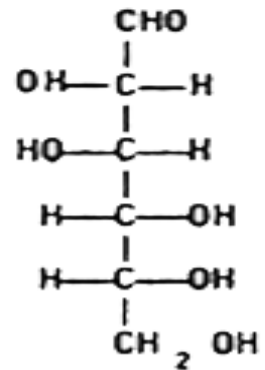
D(+)-glucosa

Hexosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)



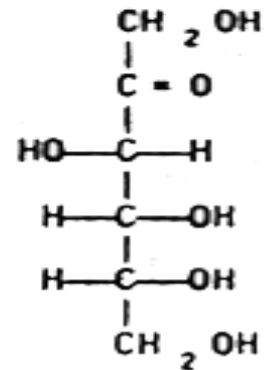
D(+)-galactosa

Hexosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)



D(+)-manosa

Hexosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)



D(-)-fructosa

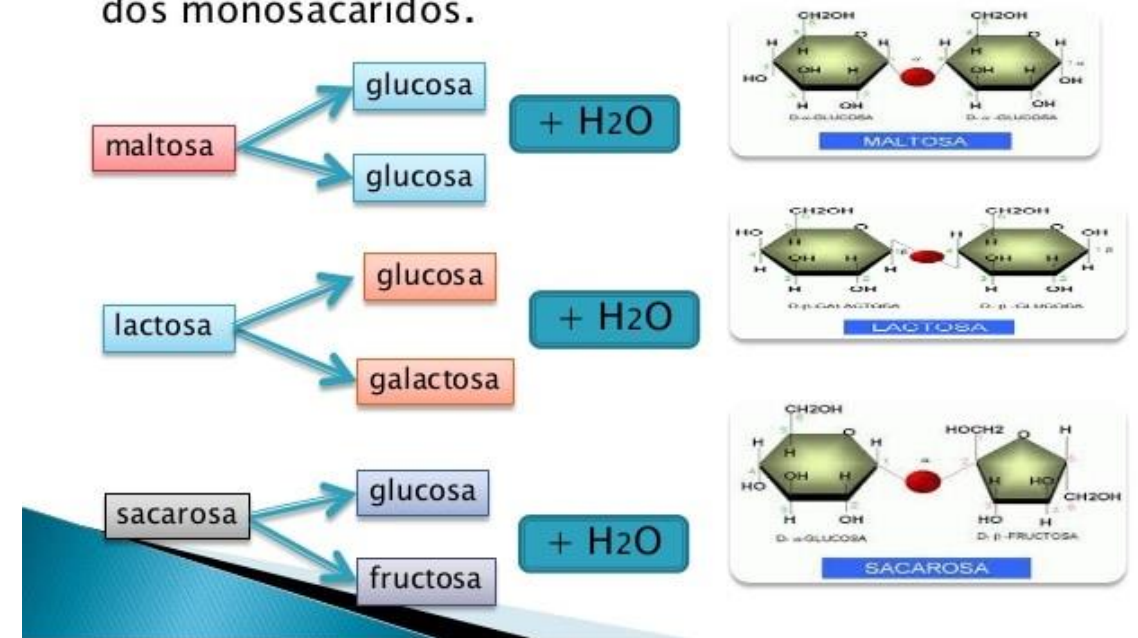


# Disacaridos

- Están formados por dos sacáridos de cuya unión se elimina como residuo el agua:  
 $C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 = C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$
- Disacáridos de mayor importancia que existen en la naturaleza son la maltosa, sucrosa y lactosa.
- Maltosa: Está constituida por dos moléculas de glucosa unidas mediante un enlace  $\alpha$ -1,4-glucosídico. La maltosa es un azúcar reductor, soluble al agua.

## DISACARIDOS

Se producen cuando se combinan químicamente dos monosacáridos.



# Oligosacáridos

---

- Los Oligosacáridos, son moléculas constituidas por la unión de 3 a 9 monosacáridos cíclicos, pueden ser lineales o ramificados (asociados a la cara externa de la membrana plasmática con la función de reconocimiento y señalización) mediante enlaces de tipo glicosídicos; concretamente enlaces acéticos.
- Los oligosacáridos suelen estar unidos covalentemente a proteínas o a lípidos formando glicoproteínas y glicolípidos. Los oligosacáridos pueden unirse a las proteínas de dos formas:
  - mediante un enlace N-glicosídico a un grupo amida de la cadena lateral del aminoácido asparagina.
  - mediante un enlace O-glicosídico a un grupo OH de la cadena lateral de los aminoácidos serina o treonina.
- Los oligosacáridos se unen a los lípidos mediante un enlace O-glicosídico a un grupo OH del lípido. La unión y la estructura del oligosacárido son de tal manera que éste no presenta ningún grupo reductor libre. En la composición del oligosacárido suelen formar parte monosacáridos como: D-glucosa, D-galactosa, D-manosa, N-acetil-D-glucosamina, N-acetil-D-galactosamina, ácido siálico y fucosa.

# Ejemplos de oligosacáridos

- **Rafinosa, estaquiosa y verbascosa**
- Estos tres oligosacáridos están relacionados estructuralmente con la sacarosa, con una, dos o tres galactosas, respectivamente, unidas al resto de glucosa. Se encuentran en muchos vegetales, acumulados en las vacuolas celulares. En el procesado de la caña de azúcar, la presencia de rafinosa puede reducir el rendimiento, la inhibir la cristalización del azúcar. Se puede hidrolizar con una  $\alpha$  galactosidasa.
- **Ciclodextrinas**
- Las ciclodextrinas están formadas por 6, 7 u 8 unidades de glucosa, unidas por enlaces  $\alpha$  1-4, recibiendo los nombres de  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  -ciclodextrina, respectivamente. La más utilizada es la  $\beta$  ciclodextrina. Las ciclodextrinas se obtienen utilizando un enzima específico, la ciclodextrin glucosil transferasa, y almidón como substrato.

# Polisacáridos

- Son conocidos también como glucanos y son moléculas formadas por grandes cantidades de monosacáridos a través de enlaces glucosídicos
- Peso molecular elevado.
- No tienen sabor dulce.
- Pueden ser insolubles o formar dispersiones coloidales.
- Los polisacáridos pueden dividirse en dos clases: los homogluanos que están formados por un solo tipo de monosacáridos y los heterogluanos que contienen dos o más tipos de monosacáridos.

Los Polisacáridos se dividen en 2 subgrupos:

Homopolisacáridos  
consiste en unidades de  
monosacáridos idénticas  
Triosa+triosa+triosa+triosa

Heteropolisacáridos  
(mezclas distintos  
monosacáridos)  
Tretrosa+ pentosa

# Homopolisacáridos

- Carbohidratos muy diferentes de azúcares.
- Alto peso molecular y compuestos de gran número de hexosas o en menor grado de residuos de pentosas.
- Muchos de ellos se les encuentra en vegetales y animales como
  - Material de reserva (almidón o glicógeno)
  - Elementos estructurales (celulosa o quitina).

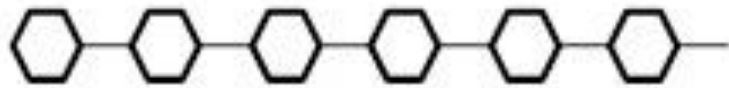
## Heteropolisacáridos

- En contraste con los homopolisacáridos, los heterosacáridos consisten en mezclas de diferentes unidades de monosacáridos y tienen un alto peso molecular

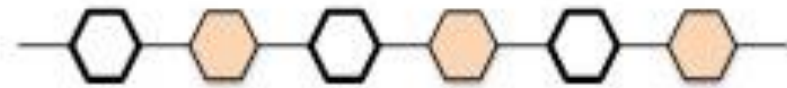
# Hetero y Homopolisacaridos

---

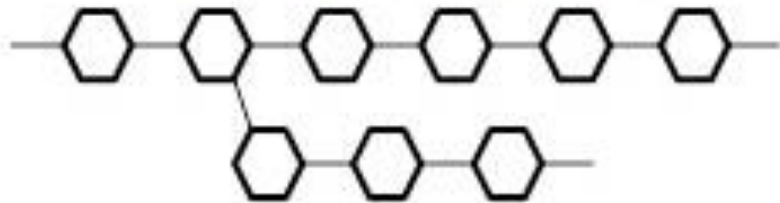
Homopolisacáridos no ramificados



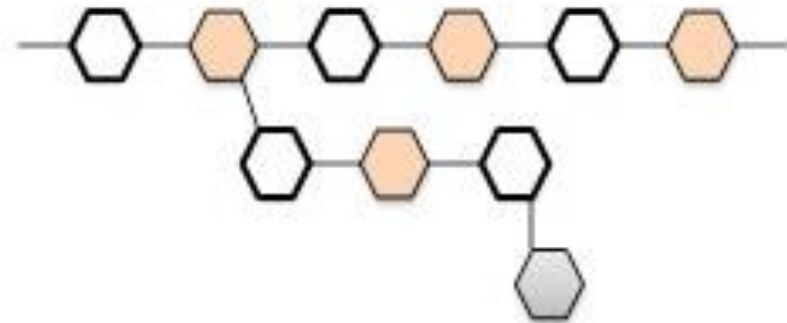
Heteropolisacáridos no ramificados



Homopolisacáridos ramificados



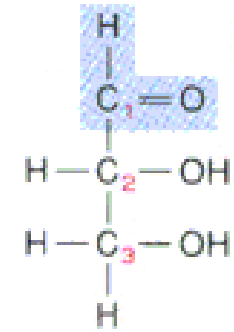
Heteropolisacáridos ramificados



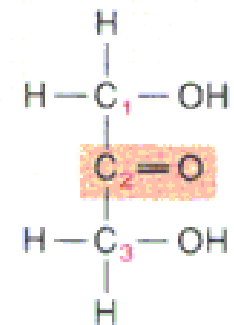


# Clasificación por Grupo Funcional

- Polihidroxialdehídos:
  - 1º átomo C es el correspondiente al grupo aldehído (-CHO).
  - Generalmente, 2 a 6 C más en cadena. Cada uno de estos unido a un grupo -OH.
- Polihidroxicetonas:
  - Tienen grupo carbonilo (C=O) en 2º átomo C
  - Demás átomos de unidos a un grupo -OH



D-Glyceraldehyde  
(an aldose)

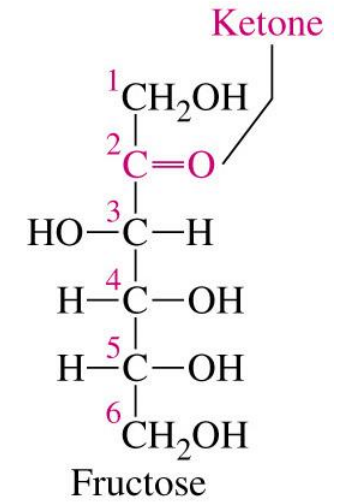
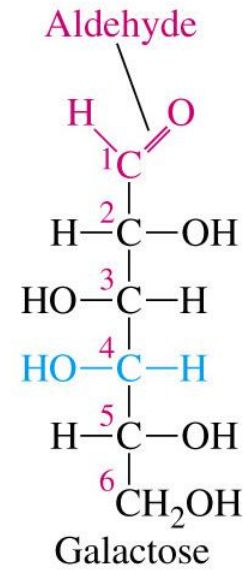
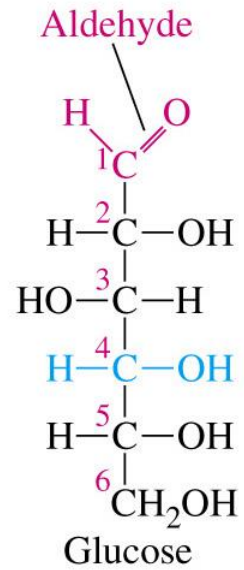


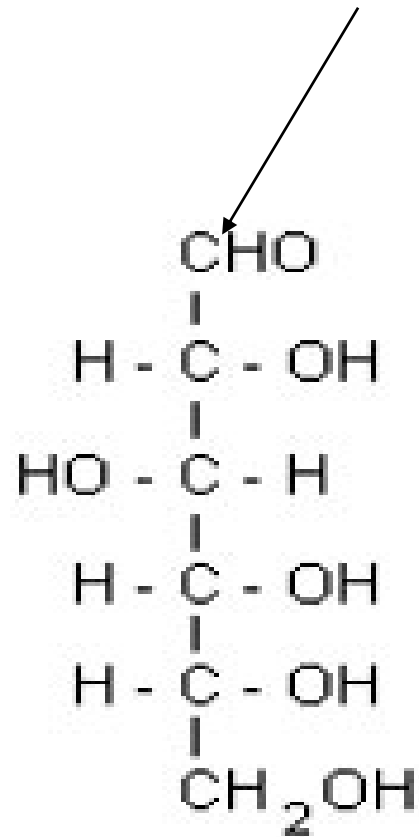
Dihydroxyacetone  
(a ketose)

+

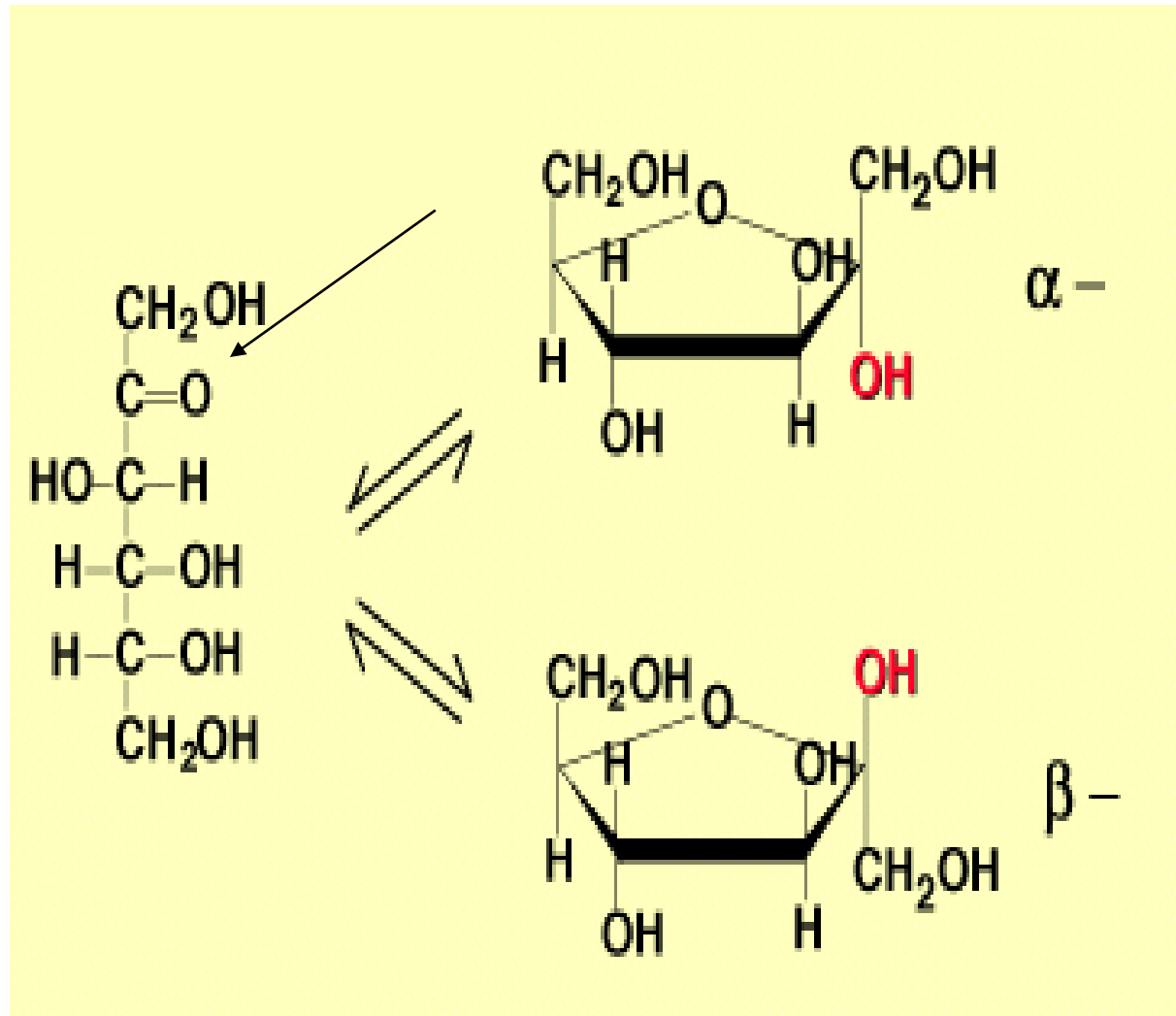


La siguiente imagen te presenta tres tipos de hexosas diferentes por su grupo funcional:





ALDOSA

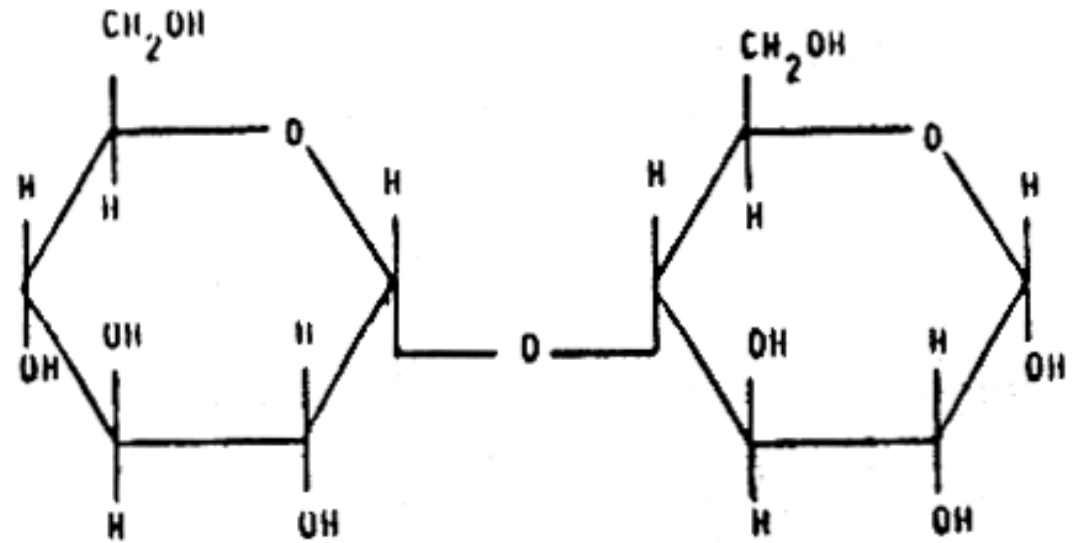


CETOSA

# Maltosa

---

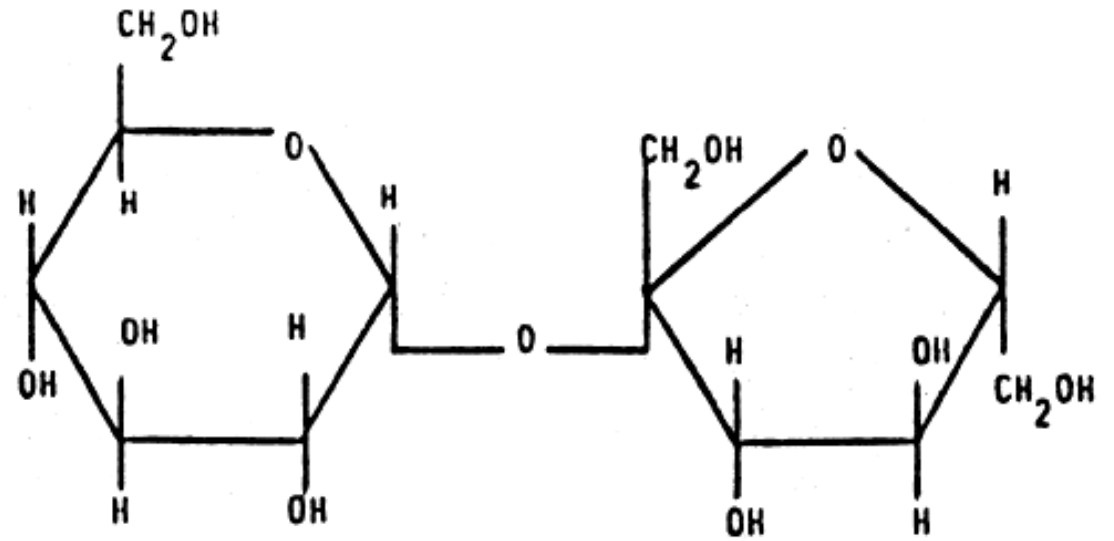
- No se encuentra en naturaleza, pero es producto obtenido de degradación almidón.
- Por ejemplo, durante el proceso de germinación de la cebada, se obtiene maltosa a partir del almidón, gracias a la acción enzimática de la amilasa; una vez germinada y secada la cebada (que ahora se le denomina “malta”) se le emplea para la elaboración de cerveza y Whisky de malta.



# Sucrosa

---

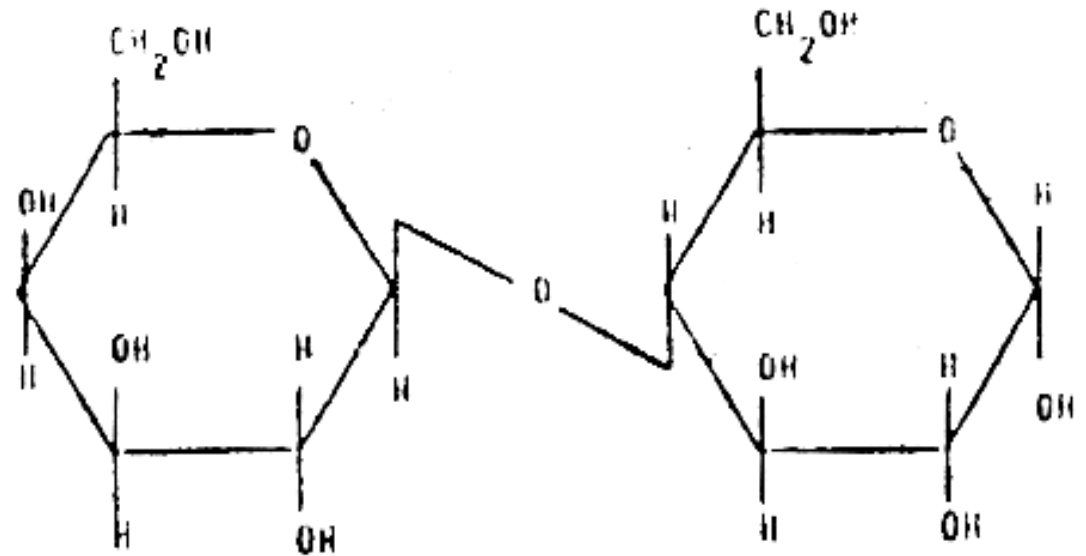
- Constituida por una molécula de glucosa y una de fructosa unidas a través de un enlace  $\alpha$ -1- $\beta$ -2-glucosídico.
- Dado que los dos grupos reductores funcionales están involucrados en el enlace glucosídico, la sucrosa no posee propiedades reductoras.
- Ampliamente distribuida en la naturaleza, se encuentra en la mayoría de las plantas; entre las fuentes ricas en sucrosa se incluyen al azúcar de caña (20% de sucrosa), azúcar de remolacha (15–20%) y zanahorias.
- Es azúcar utilizada a nivel doméstico para endulzar alimentos en casa. Cuando la sucrosa es 200°C forma caramelo
- Melazas son líquidos viscosos (20–30% de humedad), de color oscuro, de los que no se puede extraer más sucrosa mediante procesos de cristalización, debido a la presencia de cantidades apreciables de azúcares reductores (p. ej. glucosa) e impurezas.



# Lactosa

---

- Compuesta de glucosa y galactosa, unidas por un enlace  $\beta$ -1, 4-glucosídico. A semejanza de la maltosa tiene propiedades reductoras.
- Principal azúcar en la leche y exclusivo de mamíferos.
- 40% total sólidos leche;
- Fácilmente sufre fermentación bacteriana, por ejemplo agriamiento de la leche por *Streptococcus lactis*, causado por la fermentación de lactosa a ácido láctico.
- A semejanza de la sucrosa, si la lactosa es calentada a una temperatura de  $175^{\circ}\text{C}$  forma lactocaramelo.



# Almidón

---

- **Dos tipos: amilosa y amilopectina.**
- **Forma química de almacenaje azúcar en vegetales**
- **Se encuentra en tallos, frutos, semillas y hojas**
- **Representa mayor reserva alimenticia de carbohidratos para vegetales**
- **Constituye mayor componente de carbohidratos en los alimentos de animales.**
- **Almidón puede representar hasta 70% de las semillas y hasta 30% de los frutos, tubérculos o raíces**

# Almidón

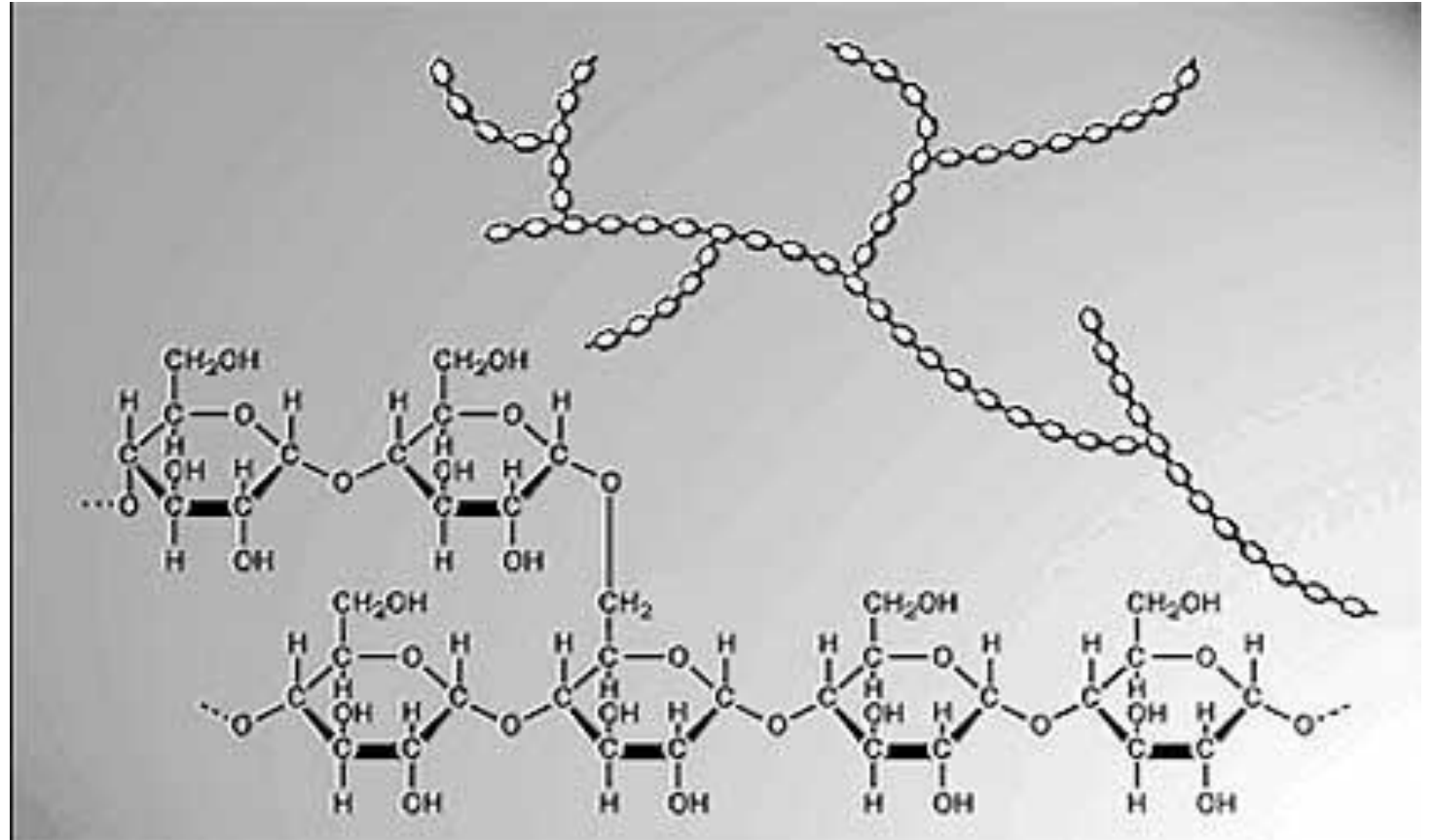
- Cada gránulo rodeado por una capa delgada de celulosa que hace insoluble al agua e indigestibles para no rumiantes, peces y camarones, al ser ofrecidos en forma cruda o no cocidos.
- Calentamiento en presencia de humedad, facilitará ruptura membrana celulósica, dando lugar a la absorción del agua por el almidón, que en presencia de calor provoca la gelatinización del mismo, formándose una solución gelatinosa o pastosa.



# Glucógeno

---

- Compuesto por cadenas ramificadas de unidades alfa-D-glucosa, ligadas entre sí por enlaces alfa-1, 4 y alfa-1, 6; siendo los últimos los más abundantes en el glicógeno (como amilopectina)
- Forma que carbohidratos almacenados en cuerpo de animales; en particular en músculo e hígado



# Fibra

---

- A veces calificadas como compuestos celulósicos, no tienen una definición precisa.
- Polisacáridos complejos no hidrolizables por enzimas de vertebrados superiores.
- No son digeribles.
- Juegan papel de relleno y dan volumen a bolo alimenticio.
- Función estimulante sobre tracto digestivo.



La adición de fibra en la dieta ayuda en los procesos de digestión y a prevenir el estreñimiento. Las verduras, las frutas frescas (especialmente las deshidratadas), el trigo entero, el salvado o los cereales de harina de avena son todos excelentes fuentes de fibra. Para recoger los beneficios de la fibra es importante ingerir una buena cantidad de líquidos.

# Celulosa

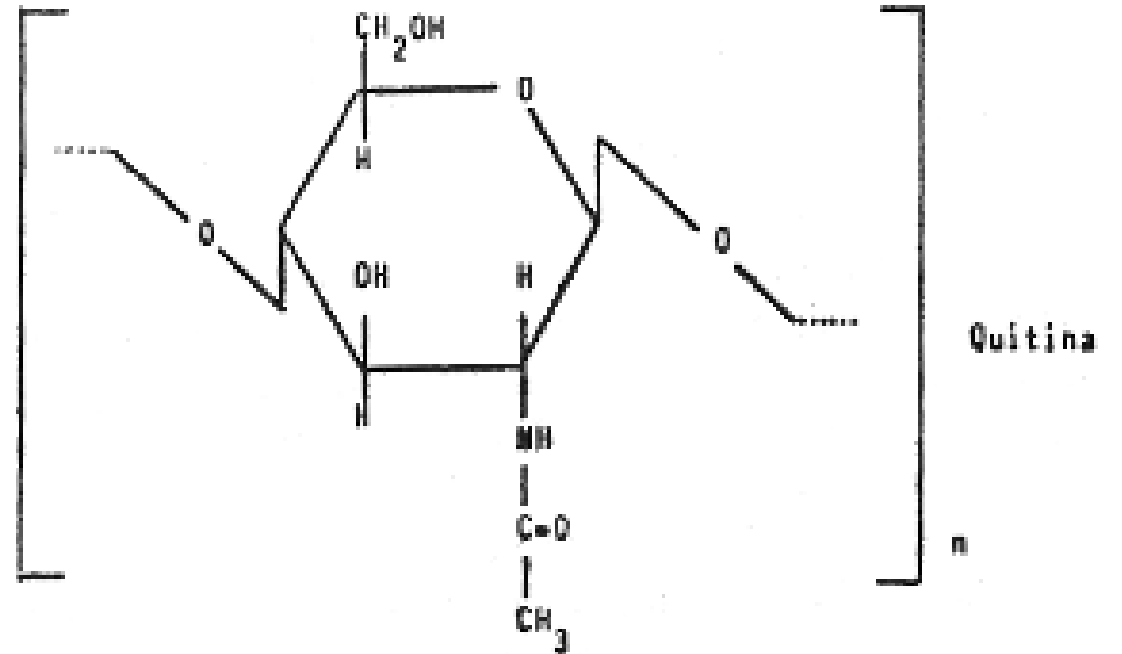
- Formada por cadenas muy largas de unidades de D-glucosa, enlazadas entre sí por uniones  $\beta$  - 1, 4,
- Polisacárido muy estable y además es el carbohidrato más abundante en la naturaleza, siendo la estructura fundamental de la pared celular vegetal.
- La celulosa tiene una gran resistencia a la tensión y al ataque químico



# Quitina

---

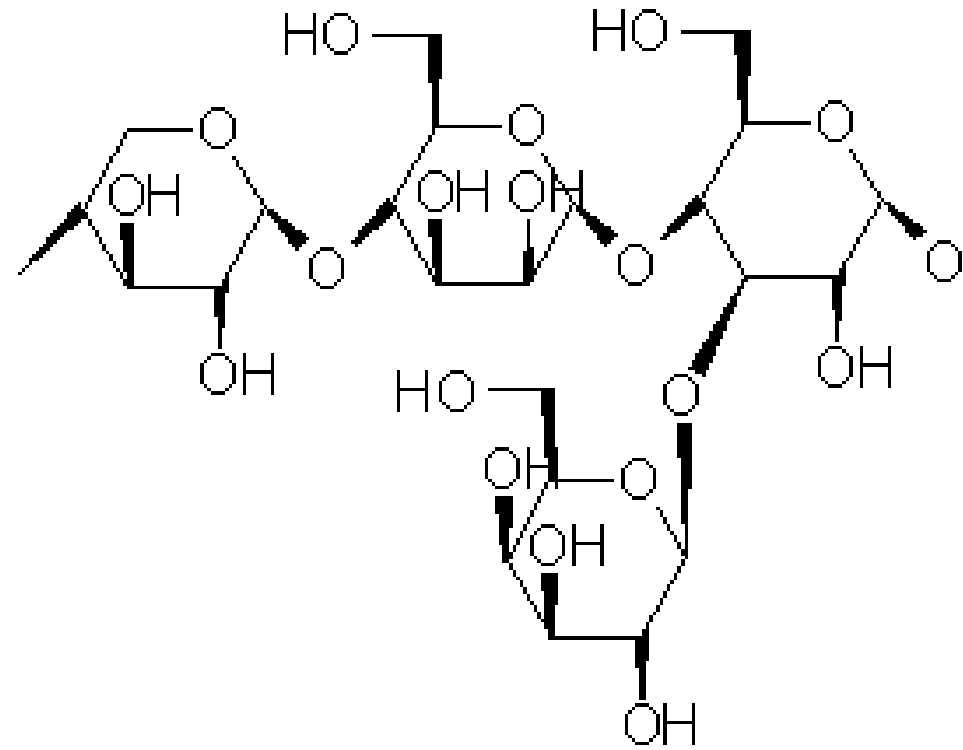
- Constituida de unidades repetidas de N-acetil-C-glucosamina, unidas por enlaces  $\beta$ -1, 4 y consecuentemente su estructura es similar a la celulosa.
- Es principal componente estructural de la cutícula de los insectos y del esqueleto de crustáceos.



# Hemicelulosa

---

- Compuesta principalmente por unidades de xilosa, unidas mediante enlaces  $\beta$ -1,4, pero también puede contener hexosas y azúcares ácidos (p. ej. ácido urónico).
- Normalmente acompañan a la celulosa en hojas, partes leñosas y semillas de vegetales superiores.
- Insolubles al agua y a semejanza de la celulosa no son fácilmente digeridas por otros animales que los rumiantes



- Xylose -  $\beta$ (1,4) - Mannose -  $\beta$ (1,4) - Glucose -  
-  $\alpha$ (1,3) - Galactose

**Hemicellulose**

# Gomas

- Se les encuentra en la heridas de los vegetales y son compuestos muy complejos, al ser hidrolizados producen una gran variedad de monosacáridos y azúcares ácidos. Un ejemplo es la goma arábiga (goma de acacia).

# Mucilagos

---

- Son carbohidratos complejos presentes en ciertas plantas y semillas. Muchas algas, especialmente las marinas producen mucílagos, mismos que son solubles al agua caliente y forman un gel al enfriarse.

