

# Carbohidratos

- 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  $C_x(H_2O)_x$
- 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 carbohidratos más sencillos, comunes y abundantes; representa 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 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

- Por estructura química, dividen en 2 grupos:

Azúcares y No azúcares.

- Azúcares más simples: monosacáridos, dividen:
  - Triosas ( $C_3H_6O_3$ )
  - Tetrosas ( $C_4H_8O_4$ )
  - Pentosas ( $C_5H_{10}O_5$ )
  - Hexosas ( $C_6H_{12}O_6$ ).

- Monosacáridos pueden unirse entre sí por deshidratación para formar Di, Oligo ó polisacáridos, conteniendo 2, 3 ó más unidades de monosacáridos.
- “No azúcares”: tienen  $> 10$  monosacáridos y no poseen sabor dulce.

- No azúcares dividen 2 subgrupos:

- Homopolisacáridos (consiste en unidades de monosacáridos idénticas )

Triosa+triosa+triosa+triosa

- Heteropolisacáridos (mezclas distintos monosacáridos)Tretrosa+ pentosa

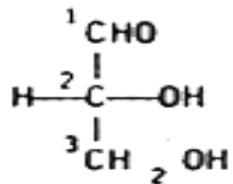


# Monosacáridos

- Todos los monosacáridos solubles en agua, escasamente en etanol e insolubles en éter.
- Activos ópticamente
- Poseen propiedades reductoras
- Se representan con la fórmula general  $(\text{CH}_2\text{O})_x$
- 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).

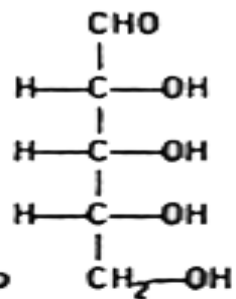
# Monosacáridos

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



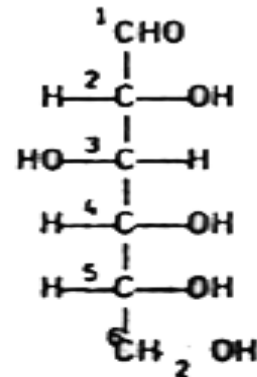
D(+)-gliceraldehído

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



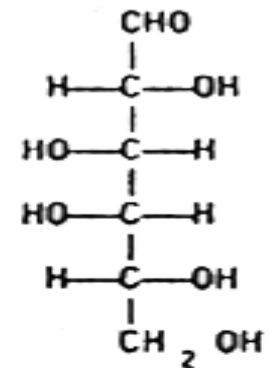
D(+)-ribosa

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



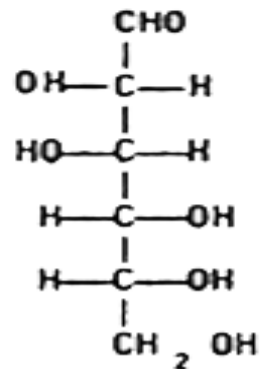
D(+)-glucosa

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



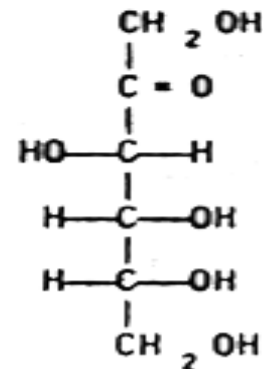
D(+)-galactosa

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



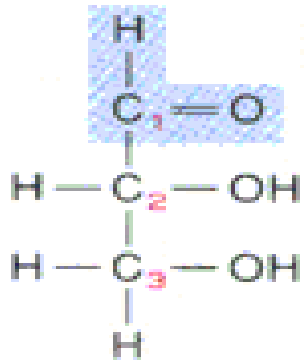
D(+)-manosa

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

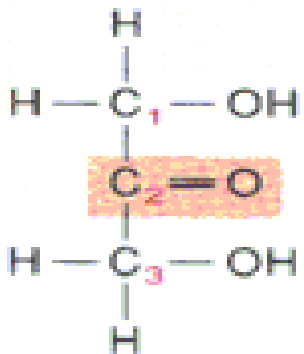


D(-)-fructosa

# Clasificación por Grupo Funcional



D-Glyceraldehyde  
(an aldose)



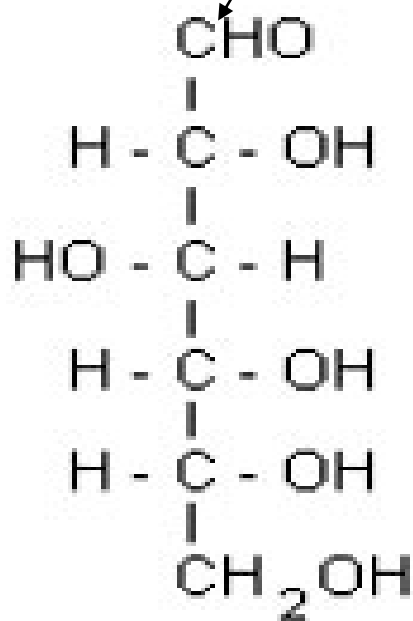
Dihydroxyacetone  
(a ketose)

- Polihidroxialdehídos:

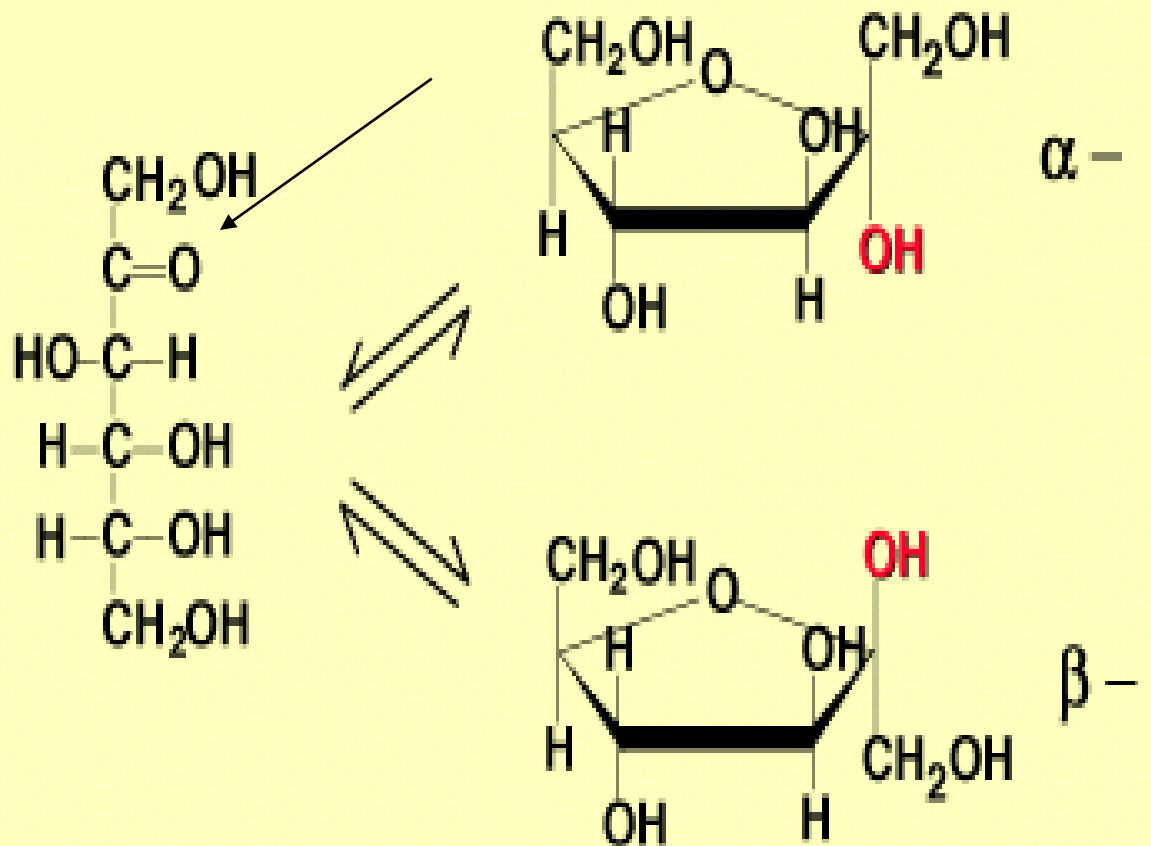
- 1º átomo C es el correspondiente al grupo aldehído (-CHO).
- Generalmente, 2 a 6 C más en cadena. Cada uno de estos unido a un grupo -OH.

- Polihidroxicetonas:

- Tienen grupo carbonilo (C=O) en 2º átomo C
- Demás átomos de unidos a un grupo -OH



ALDOSA



CETOSA

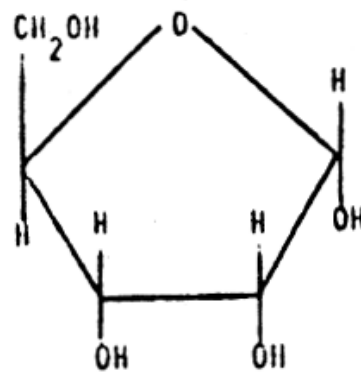
- La siguiente imagen te presenta tres tipos de hexosas diferentes por su grupo funcional:

	<p>Aldehyde</p> $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{O} \\  \diagdown \quad \diagup \\  \text{C} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p>Glucose</p>		<p>Aldehyde</p> $  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{O} \\  \diagdown \quad \diagup \\  \text{C} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p>Galactose</p>		<p>Ketone</p> $  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C}=\text{O} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  $ <p>Fructose</p>
--	---	--	---	--	--

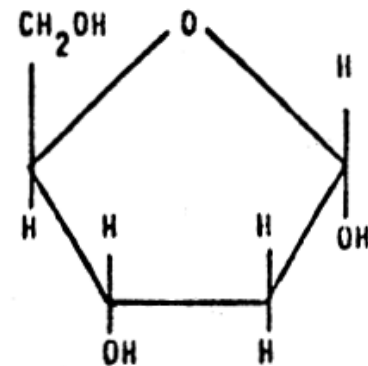
Analiza la imagen, qué diferencia estructural encuentras entre la glucosa y la galactosa?

# 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.

# Disacaridos

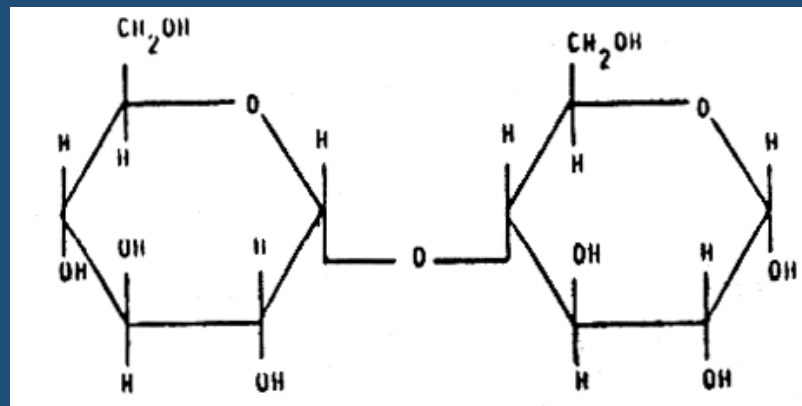
- Están formados por dos sacáridos de cuya unión se elimina como residuo el agua:



- 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.

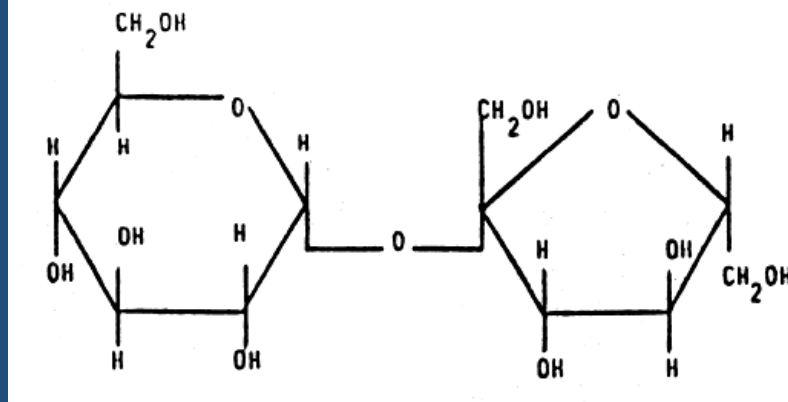


# Maltosa



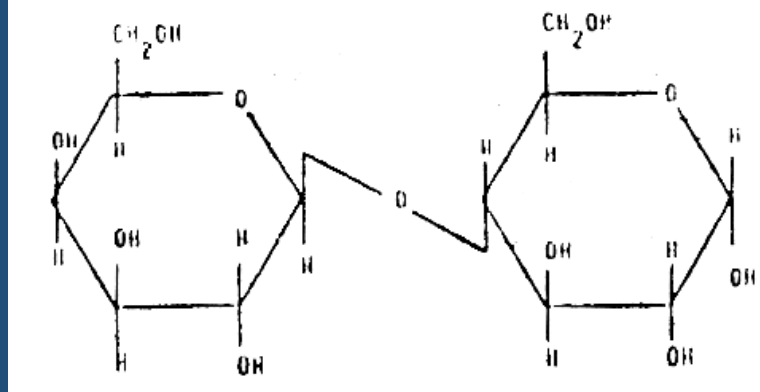
- No se encuentra en naturaleza, pero es producto obtenido de degradación almidón.
- Por ejemplo, durante el proceso de germinación de la cebada, se obtiene maltosa a partir del almidón, gracias a la acción enzimática de la amilasa; una vez germinada y secada la cebada (que ahora se le denomina “malta”)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

# 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).

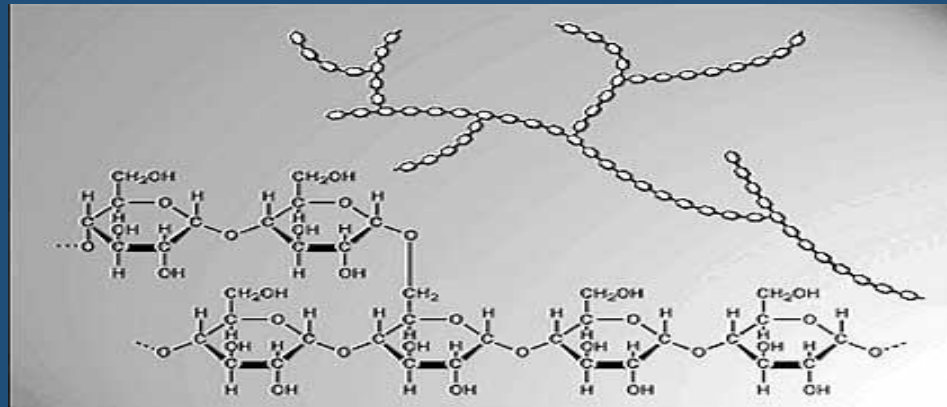
# Almidón

- **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.

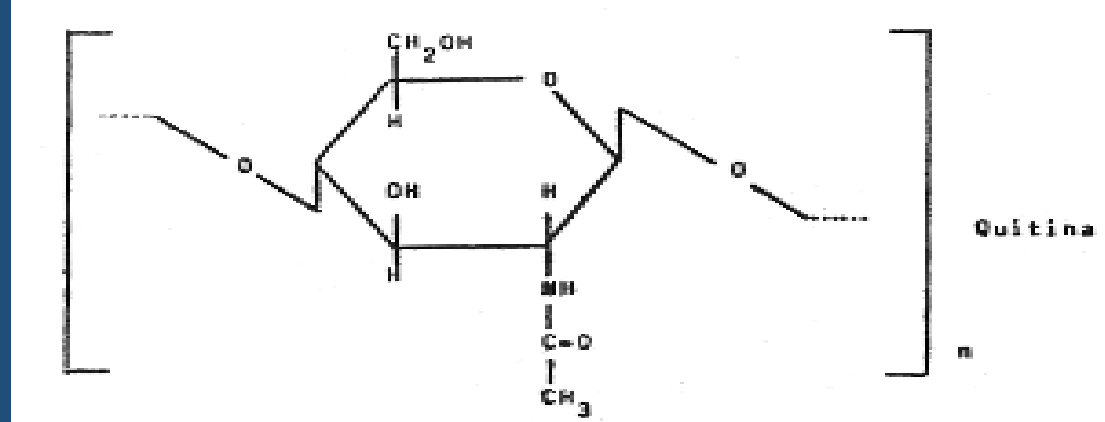


# Celulosa



- 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.

# Heteropolisacáridos

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

# 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

# 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.