



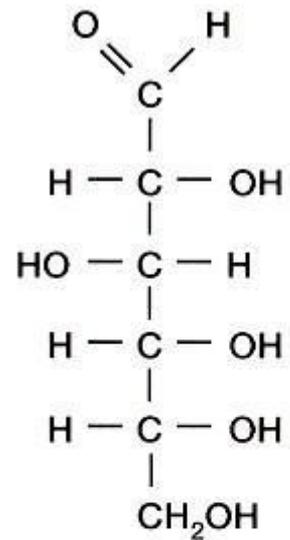
Glúcidos o Carbohidratos

Glúcidos. Funciones

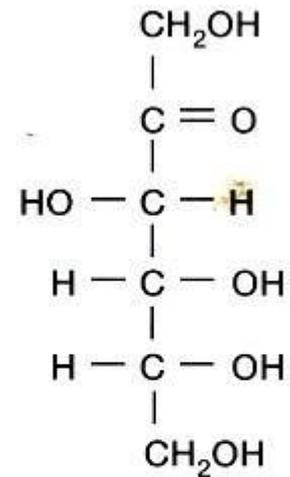
- **Función energética:** suministran energía al organismo como los azúcares, la fécula, el glucógeno de la carne e hígado...
- **Función plástica o estructural**, ya que están presentes en muchas estructuras celulares
- **Capacidad para almacenar información** y se les relaciona como señales de la identidad de los distintos tipos celulares.

Glúcidos o hidratos de carbono

- Son biomoléculas orgánicas cuya fórmula empírica general es $C_n(H_2O)_n$, aunque algunos compuestos pueden tener fórmulas ligeramente desviadas de esta proporción general.
- Químicamente **son polialcoholes con un grupo aldehído o cetona.**



D-Glucosa
(Una aldosa)



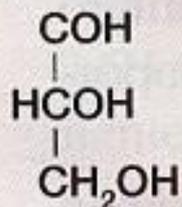
D-Fructosa
(Una cetosa)

Fig. 1. Fórmulas estructurales de un aldosa y de una cetosa.

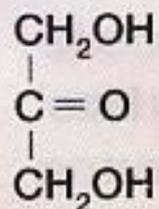
Clasificación de los glúcidos

- **Monosacáridos:** Los más simples.
- **Disacáridos:** Formados por la unión de 2 monosacáridos
- **Oligosacáridos:** formados por la unión de unos pocos monosacáridos, generalmente entre 3 y 15.
- **Polisacáridos:** Formados por numerosos monosacáridos

Triosas

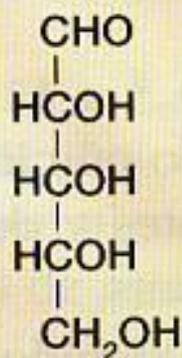


D-Gliceraldehído

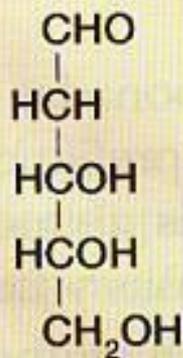


Dihidroxicetona

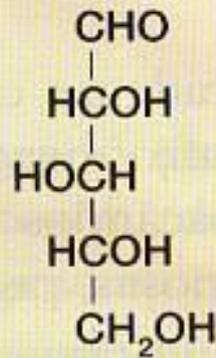
Pentosas



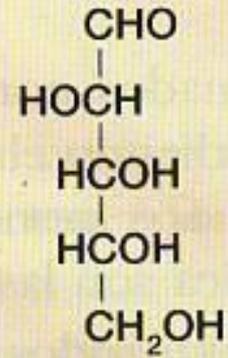
D-Ribosa



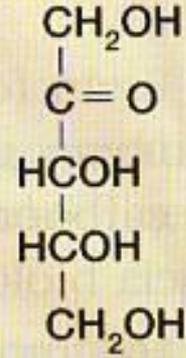
Desoxirribosa



D-Xilosa

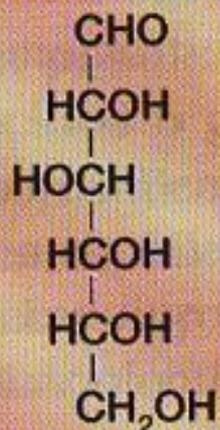


D-Arabinosa

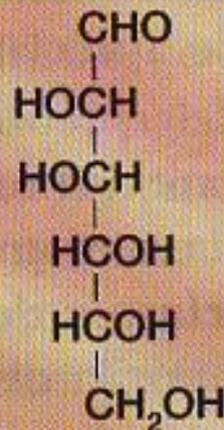


D-Ribulosa

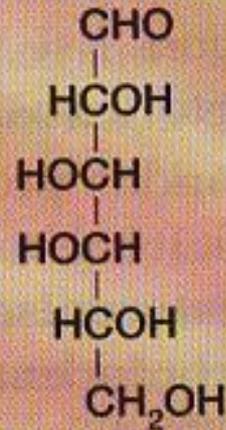
Hexosas



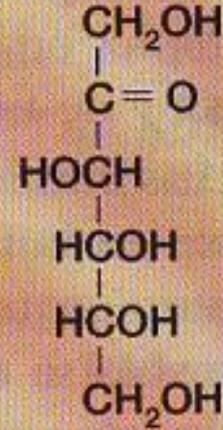
D-Glucosa



D-Manosa



D-Galactosa



D-Fructosa

Monosacáridos

- La forma más simple; De 3 a 7 C-s.
- Son polialcoholes con un grupo aldehído o cetona.
- Son azúcares, es decir dulces, solubles en agua, cristalizables, caramelizan con el calor.
- Debido a su grupo aldehído o cetona son reductores. Reducen al Cu^2 (reacción de Fehling).
- Función energética

Estructura de los monosacáridos

- Según el nº de C-s se pueden llamar;
 - 3C; Triosa
 - 4C; Tetraosa
 - 5C; Pentosa
 - 6C; Hexosa
 - 7 C; Heptosa

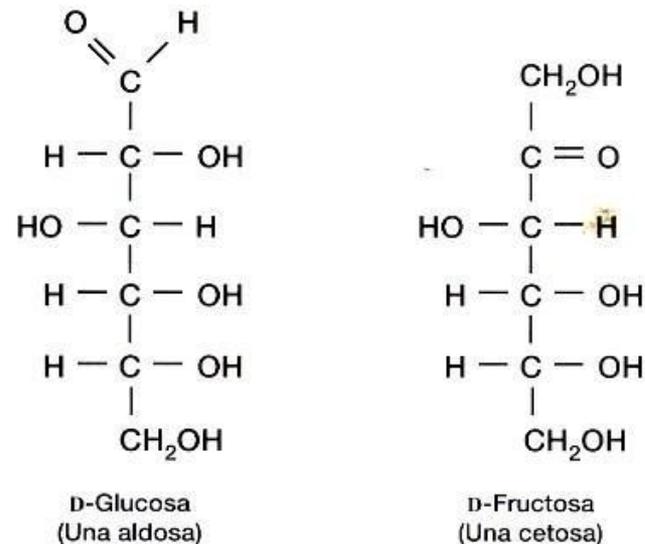


Fig. 1. Fórmulas estructurales de un aldosa y de una cetosa.

Estructura de los monosacáridos

- Los monosacáridos que tienen un grupo aldehído se llaman **aldosas** y los que tienen un grupo cetona **cetosas**.

- **Glucosa; aldohexosa**

- **Fructosa; cetohehexosa**

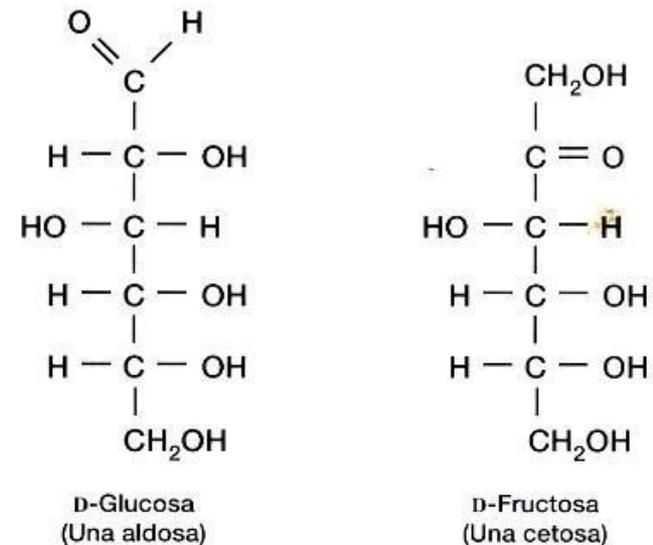
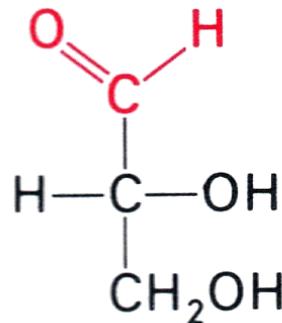


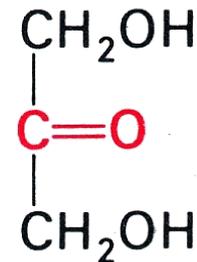
Fig. 1. Fórmulas estructurales de un aldosa y de una cetosa.

Estructura de los monosacáridos

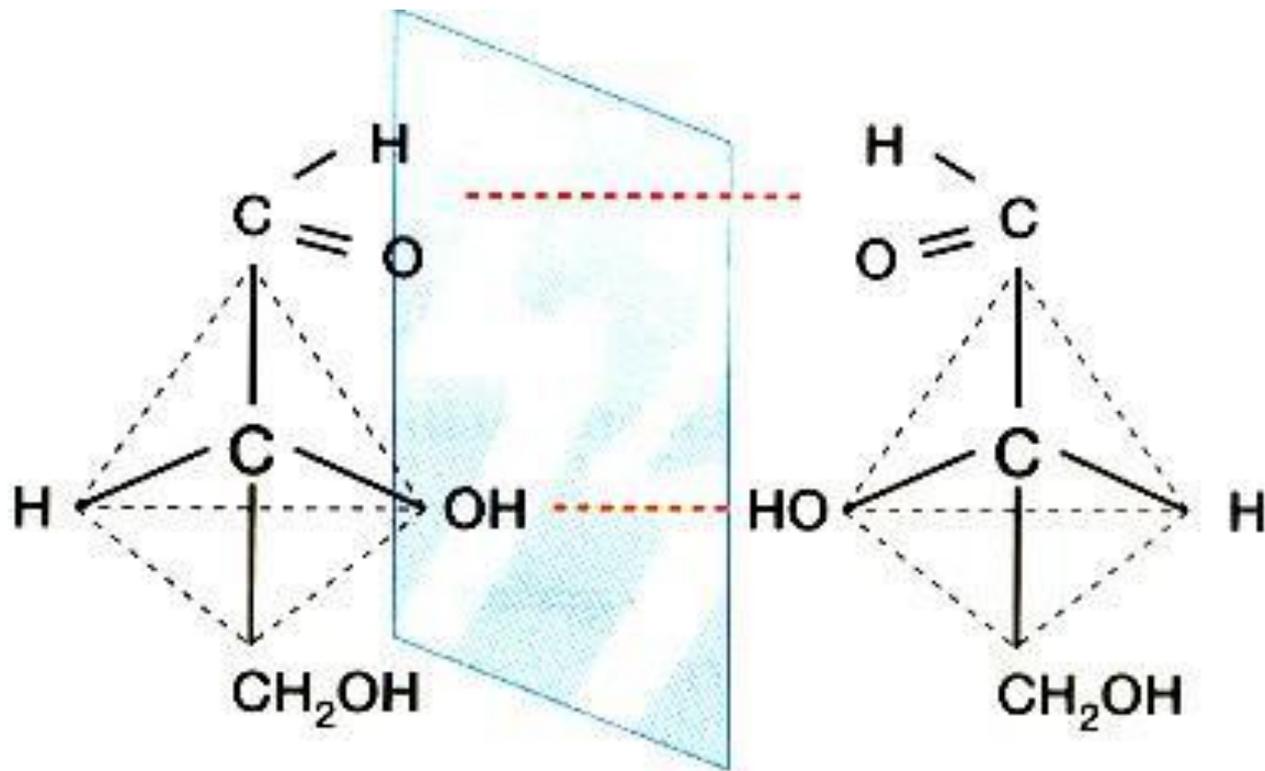
- Los monosacáridos presentan **carbonos asimétricos o anoméricos**: 1 carbono con 4 sustituyentes distintos.
- Los carbonos asimétricos determinan una **estereoisomería**: los compuestos se diferencian por la distinta colocación en el espacio de los grupos hidroxilo.



D-Gliceraldehído
(Una Aldosa)



Dihidroxiacetona
(Una cetosa)



D-gliceraldehído
(Una aldosa)

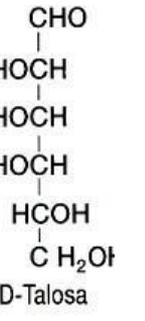
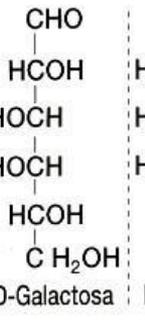
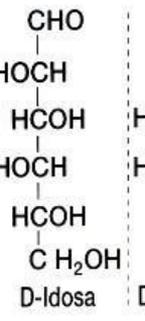
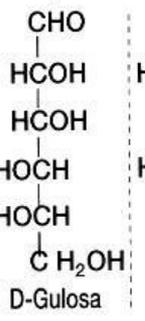
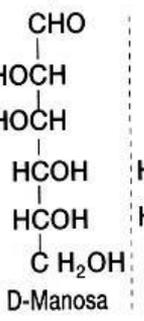
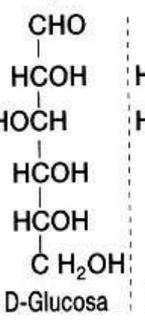
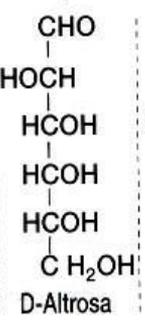
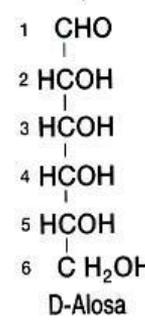
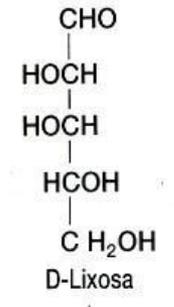
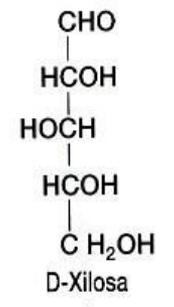
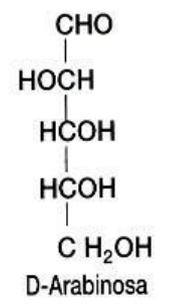
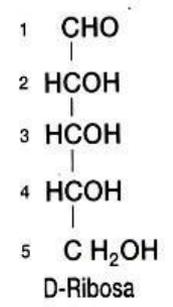
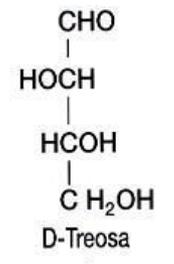
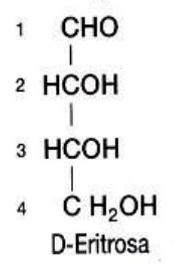
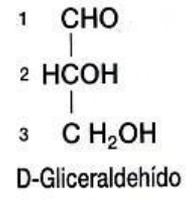
L-Gliceraldehído
(Una aldosa)

Enantiómeros o enantiomorfos

Los estereoisómeros

- Cuanto más átomos de carbono asimétricos tenga un compuesto, más estereoisómeros tendrá:
- Si n es el nº de carbonos asimétricos, el número de estereoisómeros será 2^n

ALDOSAS



Estereoisómeros

- Todos los estereoisómeros de un monosacárido cuyo OH más alejado del grupo aldehído o cetona queda a la derecha de la proyección de Fischer, se dicen de la **serie D**, y aquellos cuyo OH más alejado queda a la izquierda se dicen de la **serie L**.

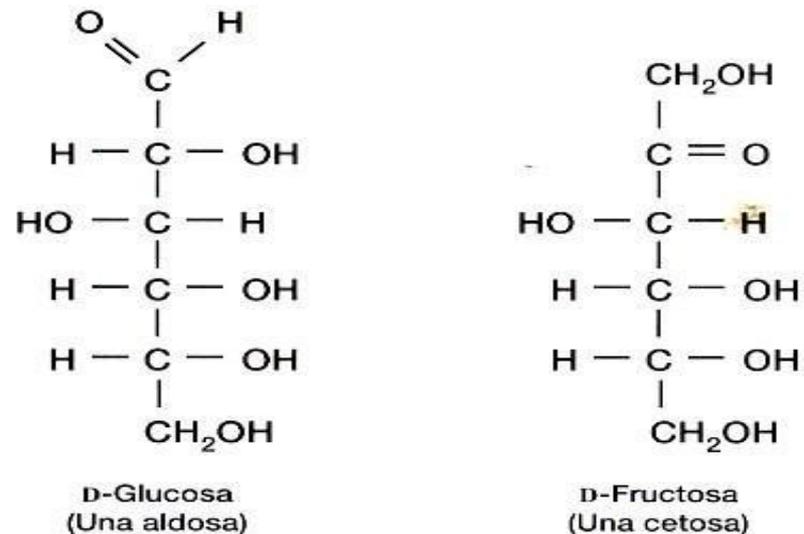
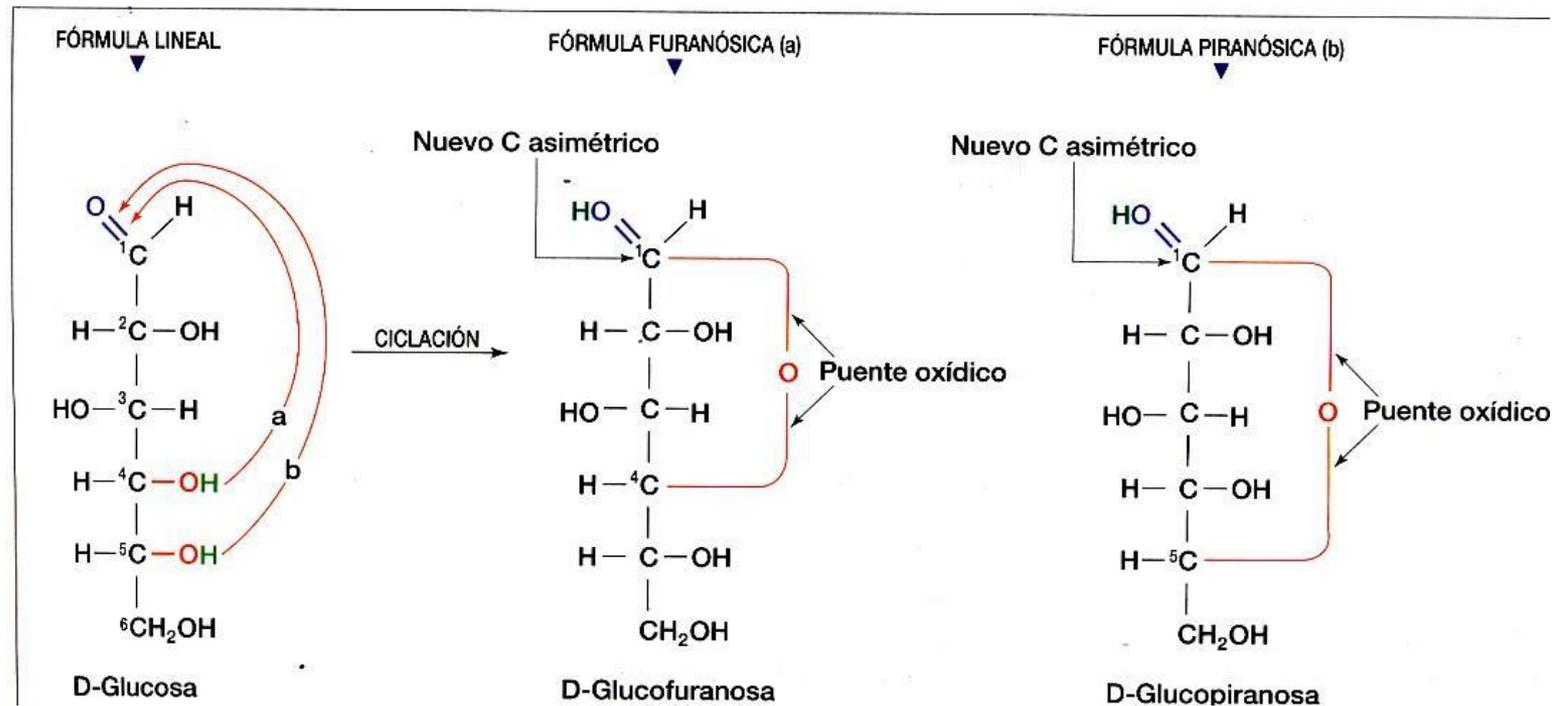


Fig. 1. Fórmulas estructurales de un aldosa y de una cetosa.

Formas cíclicas de los monosacáridos

- Los aldehídos y las cetonas en solución acuosa, reaccionan con los grupos alcohol formando un hemiacetal y se origina una estructura cíclica del monosacárido.

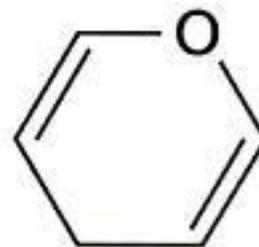


Formas cíclicas de los monosacáridos

- Los anillos de cinco eslabones se llaman **furanósicos** y los de seis eslabones **piranósicos**

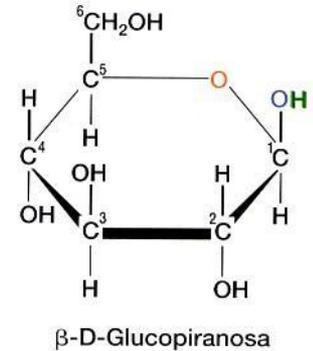
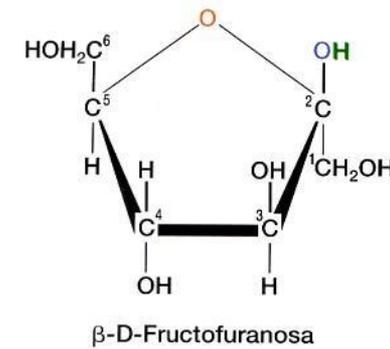
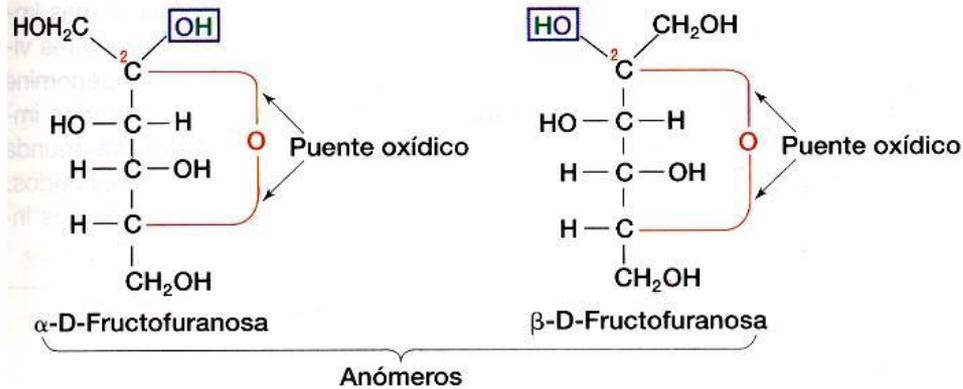
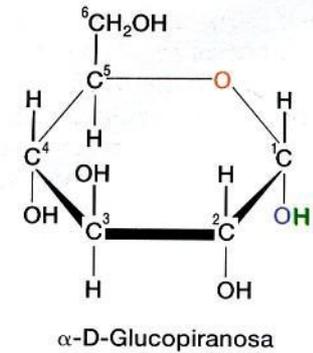
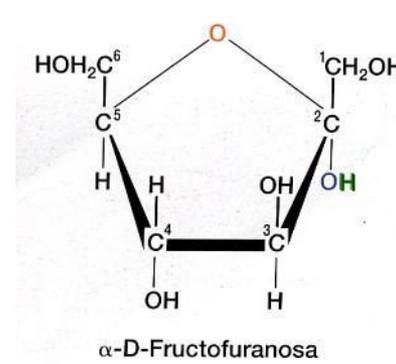
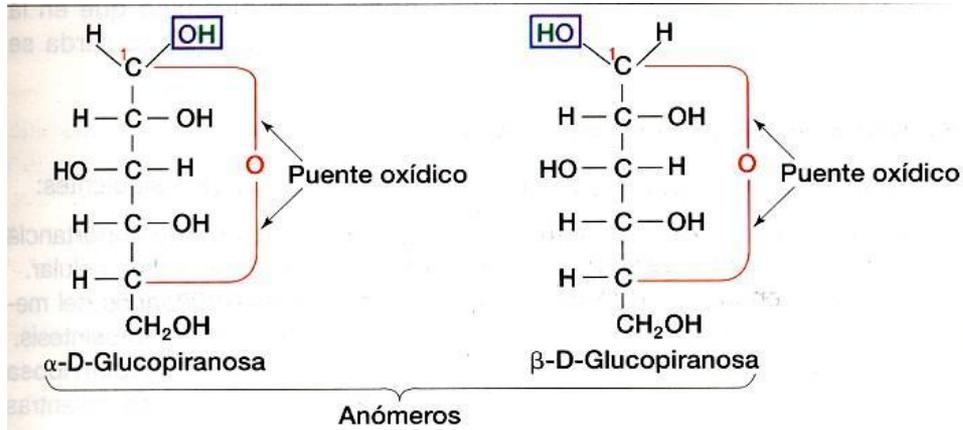


Furano



Pirano

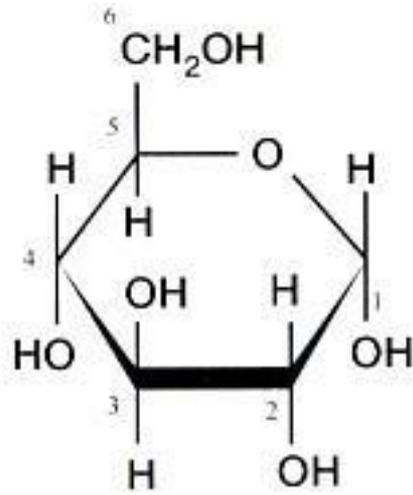
Fig. 7. Fórmulas estructurales del furano y del pirano.



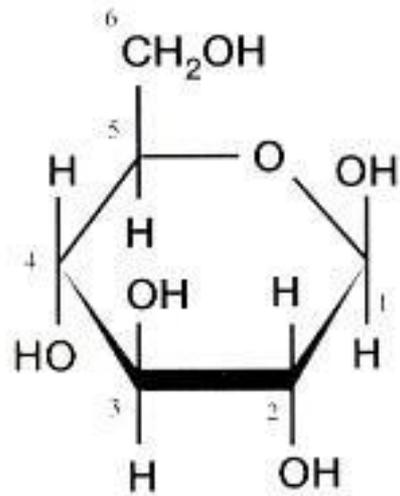
Puente oxídico (hemiacetal) con el oxígeno del alcohol

Formas cíclicas de los monosacáridos

- Al formarse las formas cíclicas, aparece en los monosacáridos un nuevo carbono asimétrico, aquel en el que estaba el grupo aldehído o cetona. Aparece la posibilidad de dos nuevos estereoisómeros, llamados **anómeros o formas anoméricas**:
 - **Formas α** , si el grupo OH del carbono anomérico queda debajo de la estructura ciclica
 - **Forma β** , si el OH del carbono anomérico queda arriba.



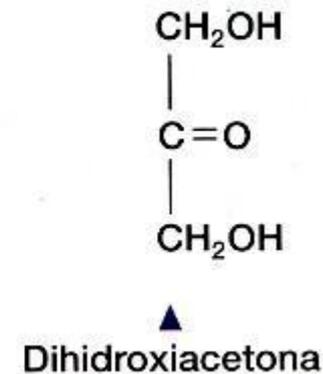
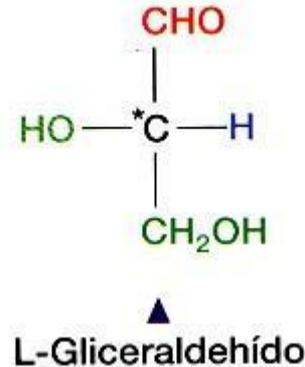
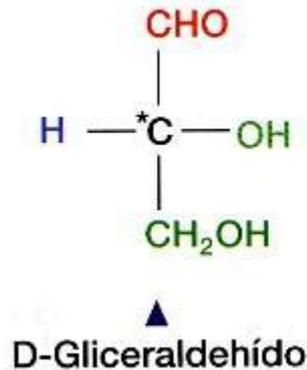
α -D-Glucopiranosa



β -D-Glucopiranosa

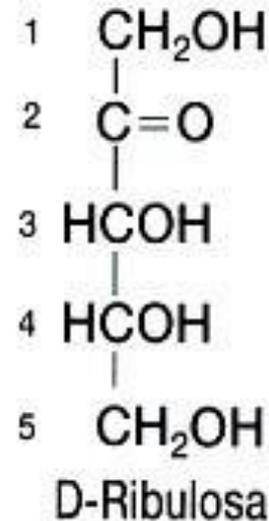
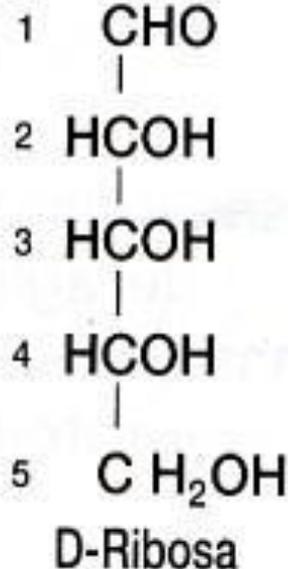
Monosacáridos de interés biológico

- **Triosas:** D-gliceraldehído y la dihidroxicetona, que si bien no se encuentran libres, son intermediarios en el metabolismo energético de las células.



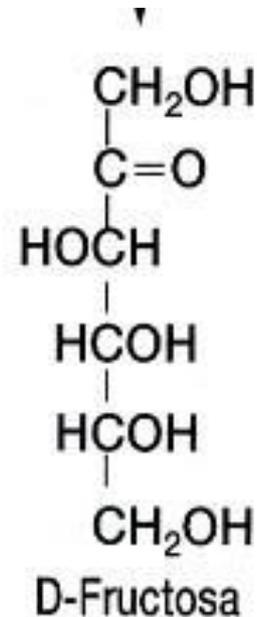
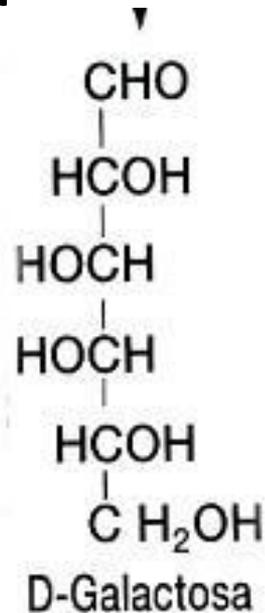
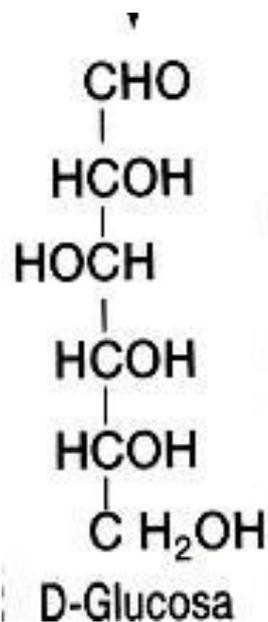
Monosacáridos de interés biológico

- **Pentosas:** la **D-ribosa** en ATP, NAD⁺, y ARN. La **D-ribulosa** que tiene función en la fijación del CO₂ en Calvin. Apenas se encuentran



Monosacáridos de interés biológico

- **Hexosas:** Destacamos 2, libres en la naturaleza la **D-glucosa** y la **D-fructosa** que confieren sabor dulce a las frutas. La **D-galactosa** forma parte de la lactosa.

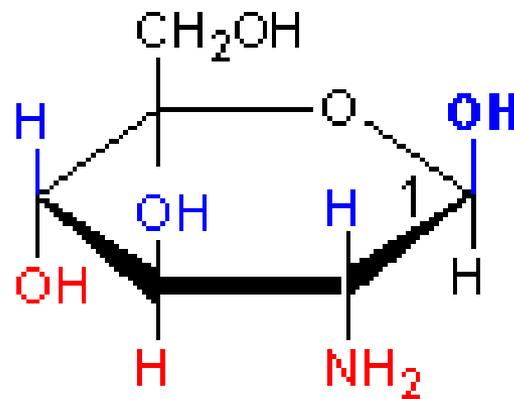
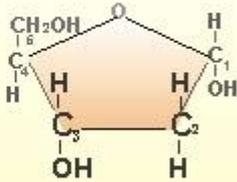
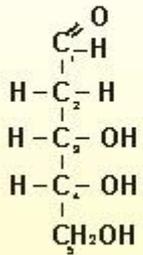


Derivados de monosacáridos de interés

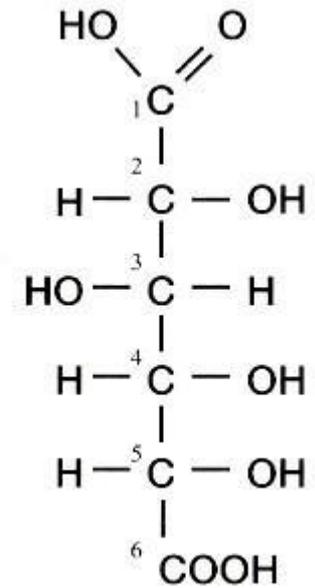
1. Derivados por sustitución de un grupo alcohol:

- **Desoxiazúcares:** Se ha sustituido un grupo alcohol por un hidrógeno. La 2-D desoxirribosa, azúcar del DNA
- **Aminoazúcares:** se ha sustituido un grupo alcohol por un grupo amino. **Glucosamina**
- **Ácidos urónicos.** Derivan de la oxidación del carbono terminal a un ácido. **Ácido glucurónico**

DESOXIRRIBOSA



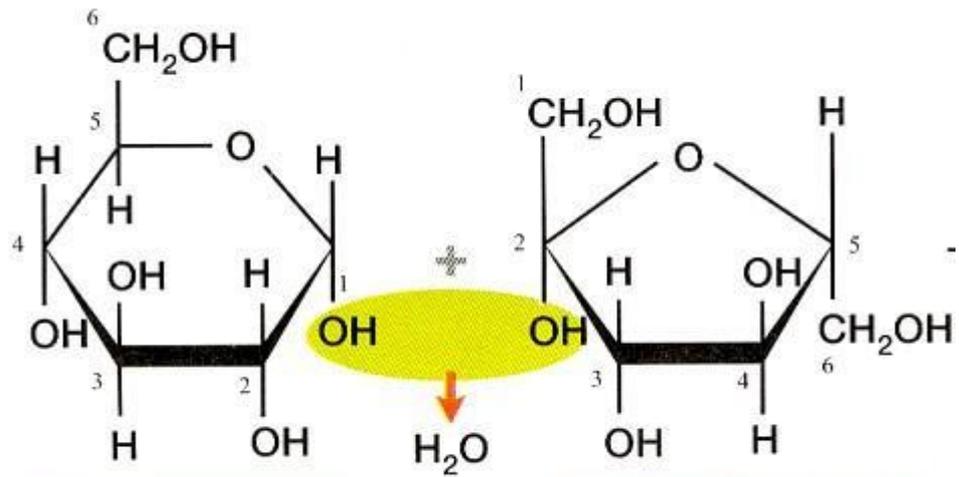
β -D-glucosamine



Ácido D-Glucurónico

Derivados de monosacáridos de interés

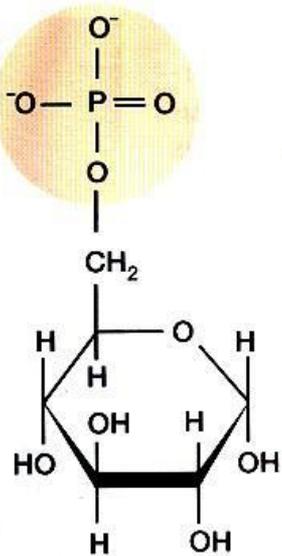
- Derivados por formar enlaces O-glucosídicos:
- El **enlace O-glucosídico** se forma cuando un grupo alcohol reacciona con un grupo hidroxilo de otro compuesto
 - **Holósidos**: cuando el enlace O-glucosídico se forma entre 2 monosacáridos. Disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos
 - **Heterósidos**: glicolípidos, glicoproteínas, derivados fosforilados.
 - Los derivados fosforilados son intermediarios metabólicos y son la forma más habitual de almacenamiento de carbohidratos, pues estos compuestos tienen carga negativa y atraviesan con dificultad la membrana celular



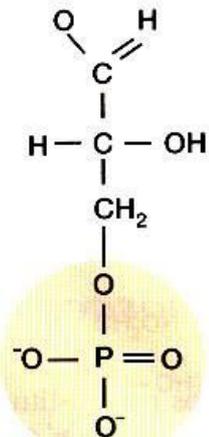
$\alpha\text{-D-Glucosa}$

$\beta\text{-D-Fructosa}$

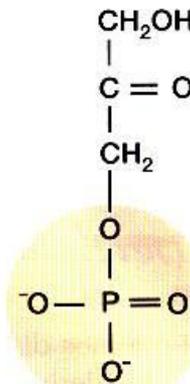
Holósidos



Glucosa-6-fosfato



Gliceraldehido-3-fosfato



Dihidroxiacetona fosfato

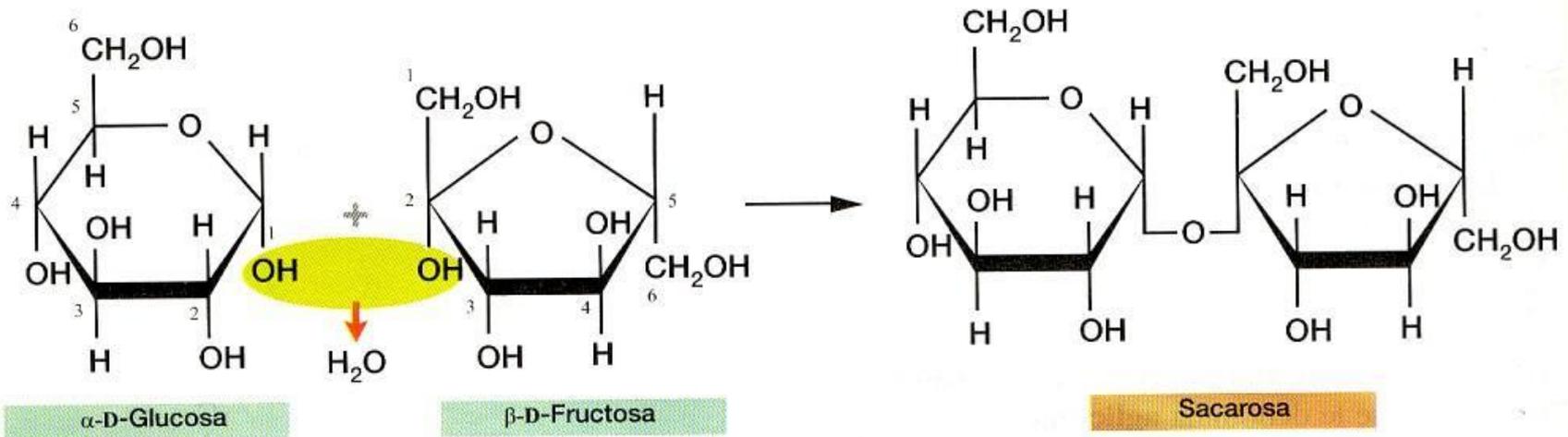
Heterósidos

Disacáridos

- Son carbohidratos constituídos por la unión de 2 monosacáridos mediante el enlace O-glucosídico.
- Son azúcares
- Pueden hidrolizarse (medio ácido caliente o con enzimas)
- Son reductores, siempre y cuando el carbono anomérico de alguno de sus monosacáridos no esté comprometido

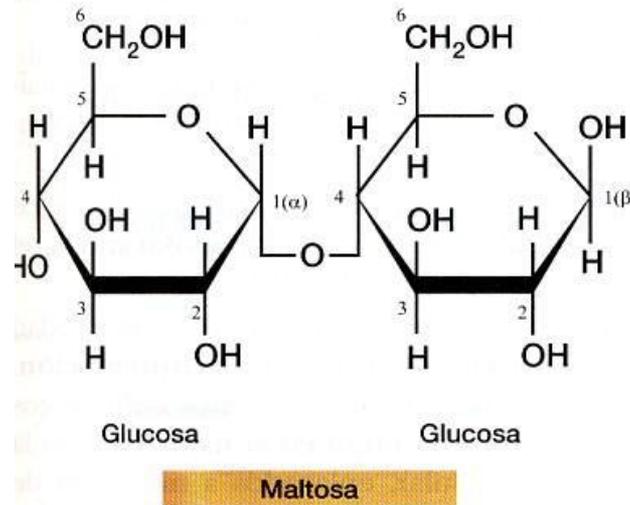
Disacáridos de interés biológico

- **Sacarosa:** Es el azúcar corriente de mesa. Se obtiene de la remolacha o de la caña de azúcar. Presente en muchas frutas como dátiles, higos, néctar. Formada por la unión de glucosa y fructosa.



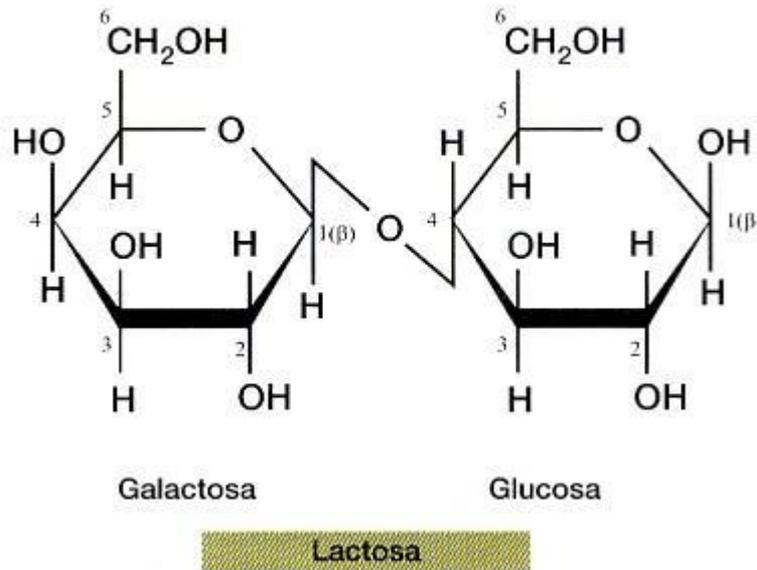
Disacáridos de interés biológico

- **Maltosa**: Es el azúcar de malta (cebada germinada). Aparece cuando se descomponen los polisacáridos del almidón y glucógeno. Formada por la unión de 2 moléculas de α -D-glucosa en 1-4.



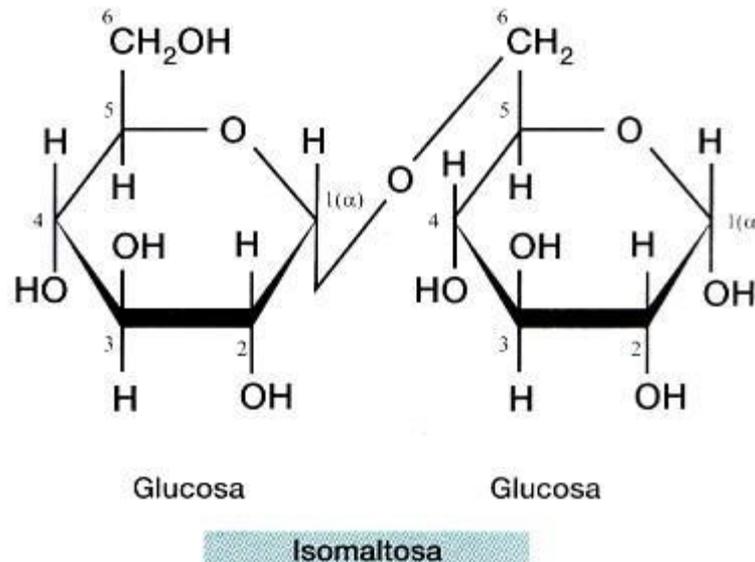
Disacáridos de interés biológico

- **Lactosa**: Azúcar de la leche en mamíferos. Formada por β - D-galactosa y D-Glucosa.



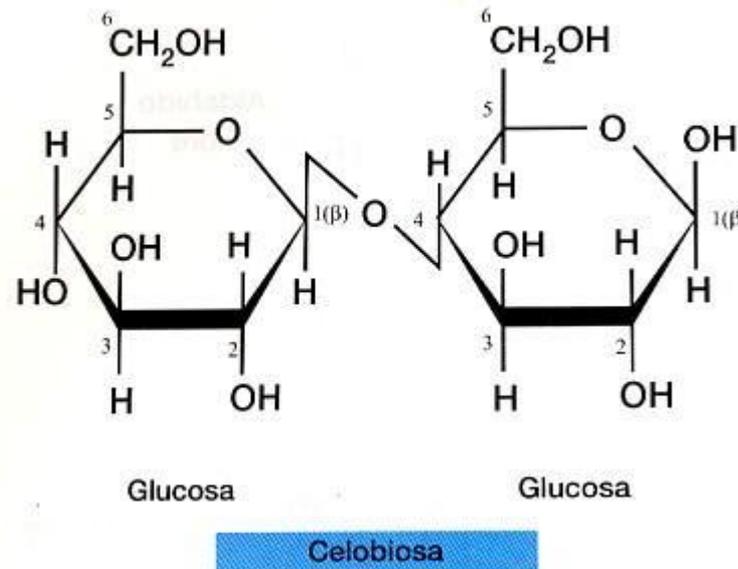
Disacáridos de interés biológico

- **Isomaltosa:** No existe libre en la naturaleza, sino que aparece cuando se descomponen el almidón y glucógeno por hidrólisis. Formada por 2 moléculas de α -D-glucosa, pero el enlace glucosídico se establece entre el carbono 1 de la primera molécula y el 6 de la segunda.



Disacáridos de interés biológico

- **Celobiosa:** No existe libre. Aparece en la descomposición de la celulosa. Formada por 2 moléculas de β -D-glucosa unidas en el carbono 1 de la primera y el 4 de la segunda molécula.

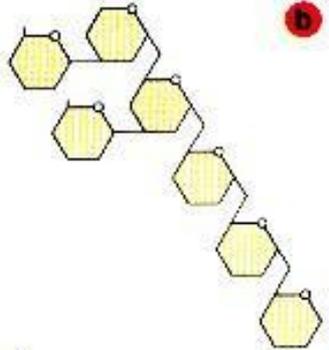


Oligosacáridos

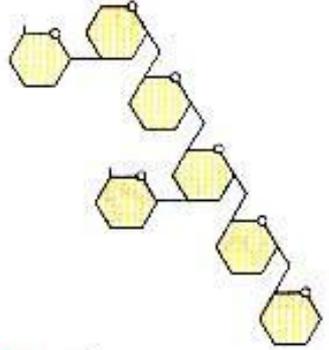
- Constituidos por la unión entre 3 y 15 monosacáridos por enlaces O-glucosídicos.
- Los oligosacáridos pueden presentar una variedad enorme de uniones entre sus monómeros
- La enorme diversidad dota a los oligosacáridos la capacidad de almacenar información.
- Principalmente se encuentran en la naturaleza en la superficie exterior de la membrana celular, enlazados a proteínas y lípidos.
- La parte glicídica de las glicoproteínas y glicolípidos dan a la célula señal de identidad, por lo que los distintos tipos celulares se reconocen por los oligosacáridos presentes en el exterior de la membrana.
- Los oligosacáridos de membrana actúan de receptores de sustancias específicas que han de producir en la célula reacciones determinadas.

1

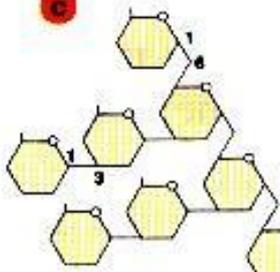
a



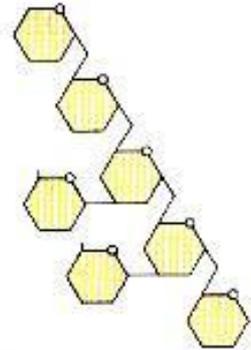
b



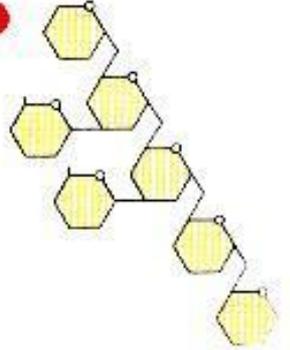
c



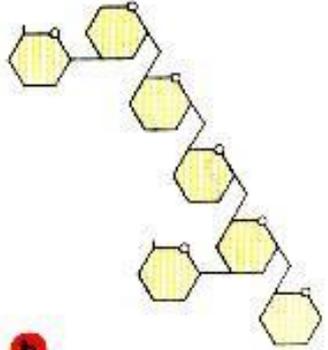
d



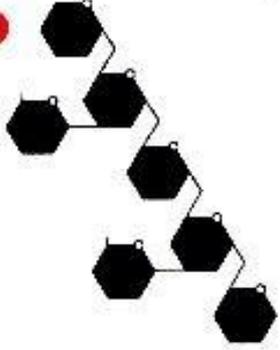
e



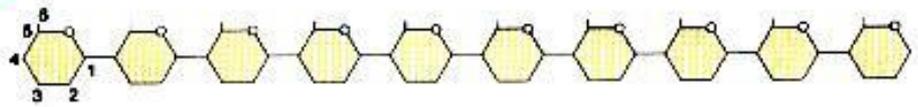
f

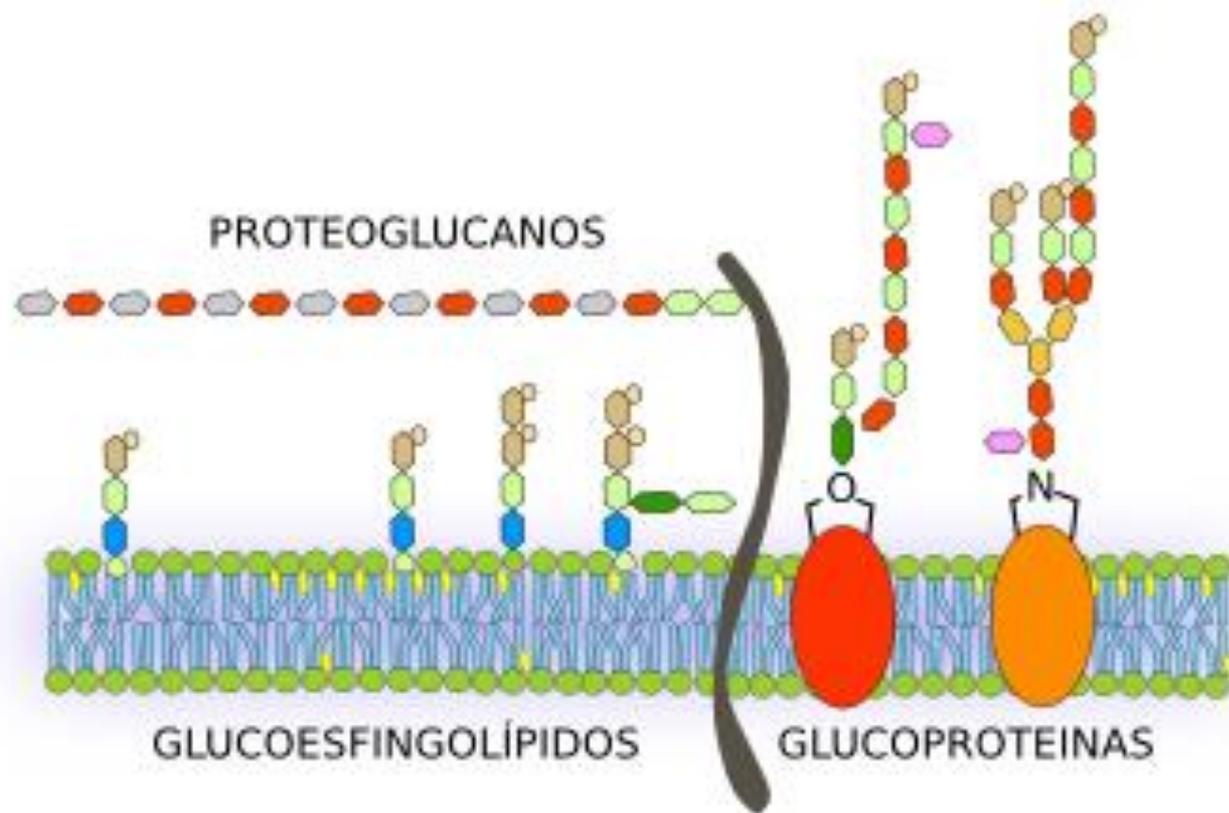


g



h





GLUCOESFINGOLÍPIDOS

GLUCOPROTEINAS

- | | |
|--|---|
|  Galactosa |  N-acetil-glucosamina |
|  Manosa |  Glucosa |
|  N-acetil-galactosamina |  Ácido siálico |
|  Ácido glucurónico |  Fucosa |

Polisacáridos

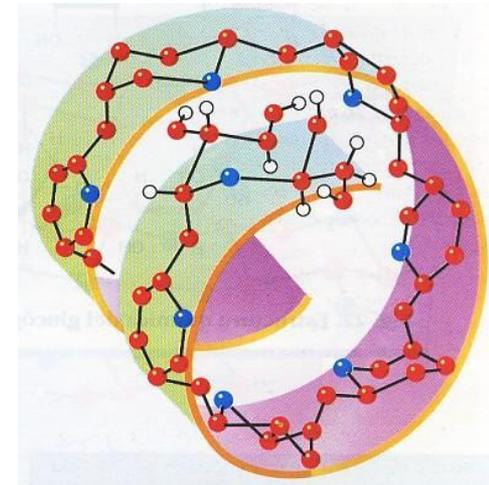
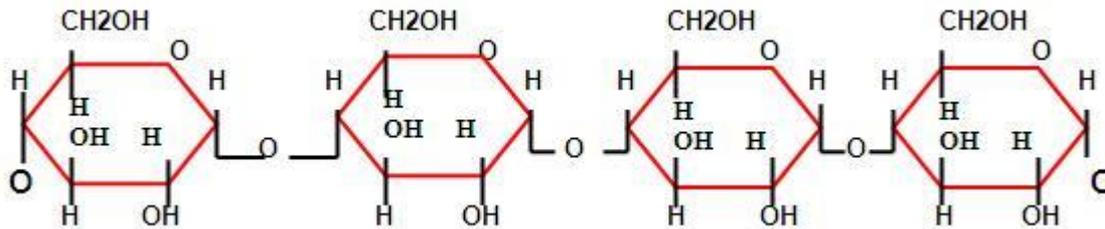
- Formados por la unión de muchos monosacáridos mediante enlaces O-glucosídicos en número que oscila entre cientos y varios miles de moléculas.
- No son azúcares porque no son dulces, no cristalizan y no son solubles en agua. El almidón forma soluciones coloidales.
- Se distinguen 2 grandes grupos:
 - **Homopolisacáridos**: formados por un solo tipo de monosacárido
 - **Heteropolisacáridos**: formados por más de un tipo de monosacáridos.

Homopolisacáridos: Almidón

- Almidón. Constituye la principal reserva alimenticia de las plantas. Es una mezcla de 2 polisacáridos:
 - α -amilosa
 - Amilopectina

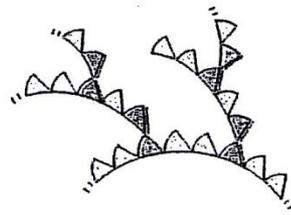
Homopolisacáridos: Almidón

- *La α -amilosa* es un polímero de α -D-glucosa unidas entre el carbono 1 y el 4 de la siguiente, por lo que se puede decir que es un polímero de la maltosa. La cadena de la amilosa adopta una conformación enrollada helicoidalmente



Almidón

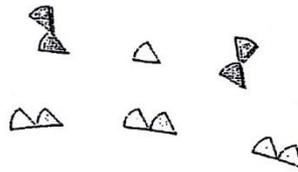
- *La amilopeptina*, se diferencia de la anterior en que cada 25,30 restos de glucosa se ramifica gracias a la formación de enlaces O-glucosídicos entre el carbono 1 de la glucosa y el 6 de la siguiente, como en la isomaltosa.
- En la digestión del almidón han de intervenir 2 enzimas, la α -amilasa que rompe los enlaces α (1-4) y la α -dextrinasa, que rompe los enlaces α (1-6)
- Durante la digestión del almidón van apareciendo moléculas de dextrina(oligosacárido con ramificaciones), maltosa, isomaltosa y glucosa finalmente.



Almidón o glucógeno



Amilasas



Disacaridasas



Glucosa

Digestión de los azúcares

Almidón al microscopio

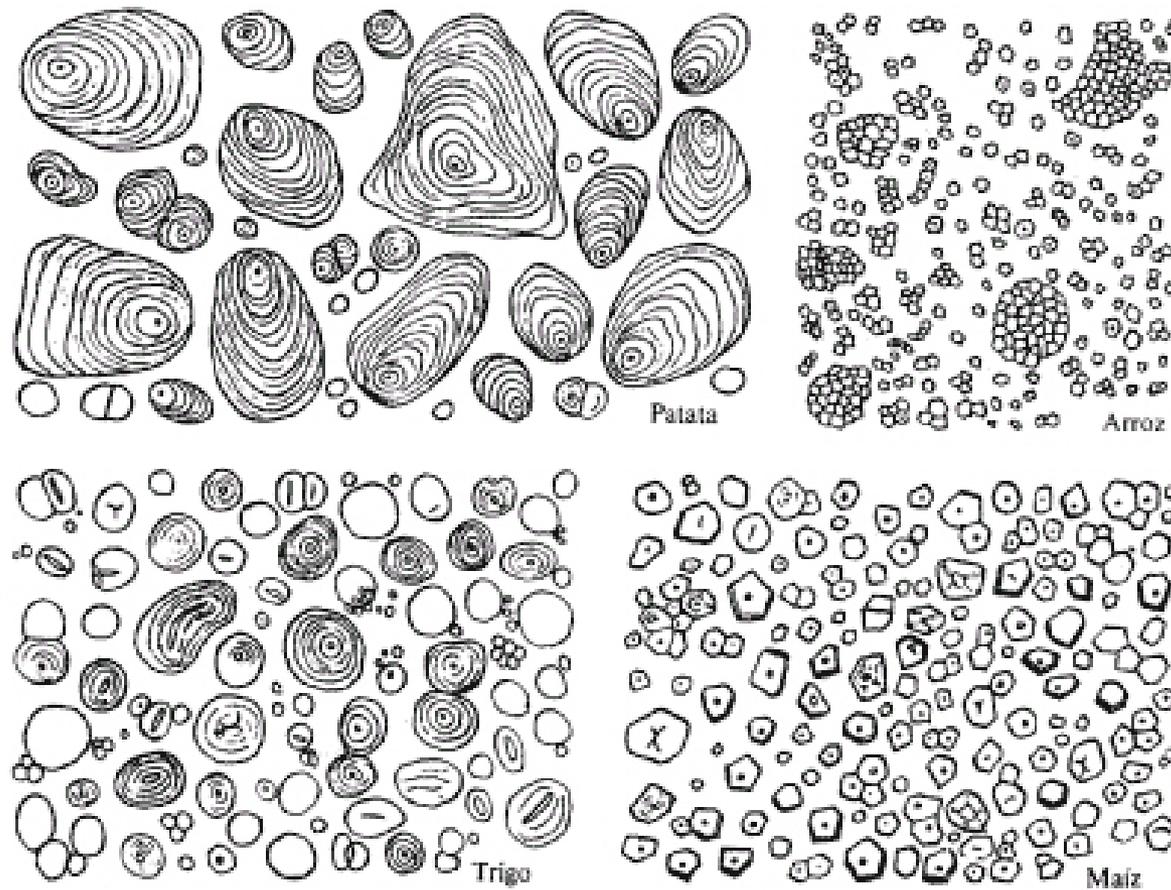


Fig. 69. Almidones oficiales. Todos $\times 200$.

Homopolisacáridos: Glucógeno

- Llamado “almidón animal”.
- Estructuralmente es similar a la amilopectina, pero con más ramificaciones, éstas aparecen cada 8,10 moléculas.
- Las enzimas para la hidrólisis del almidón son: la glucógeno-fosforilasa que rompe los enlaces $\alpha(1-4)$ y libera glucosa fosforilada y una enzima desramificadora que rompe los enlaces $\alpha(1-6)$

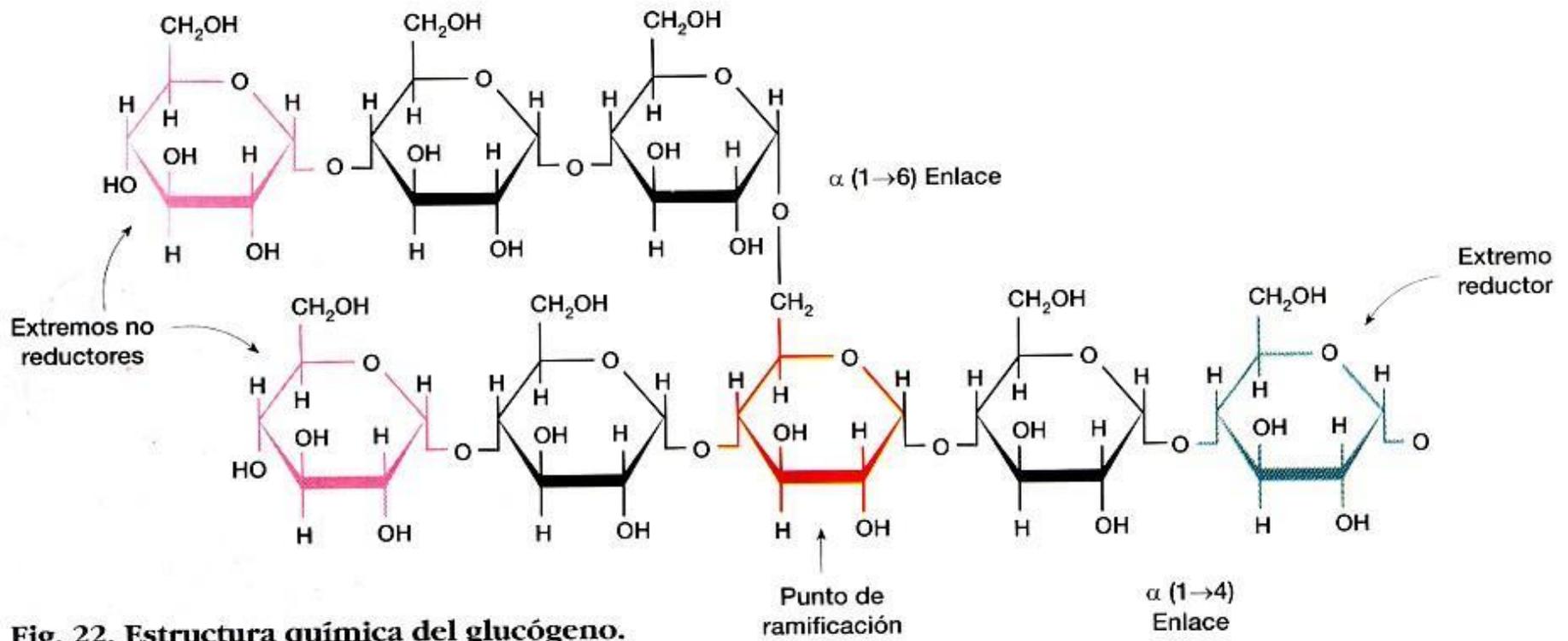
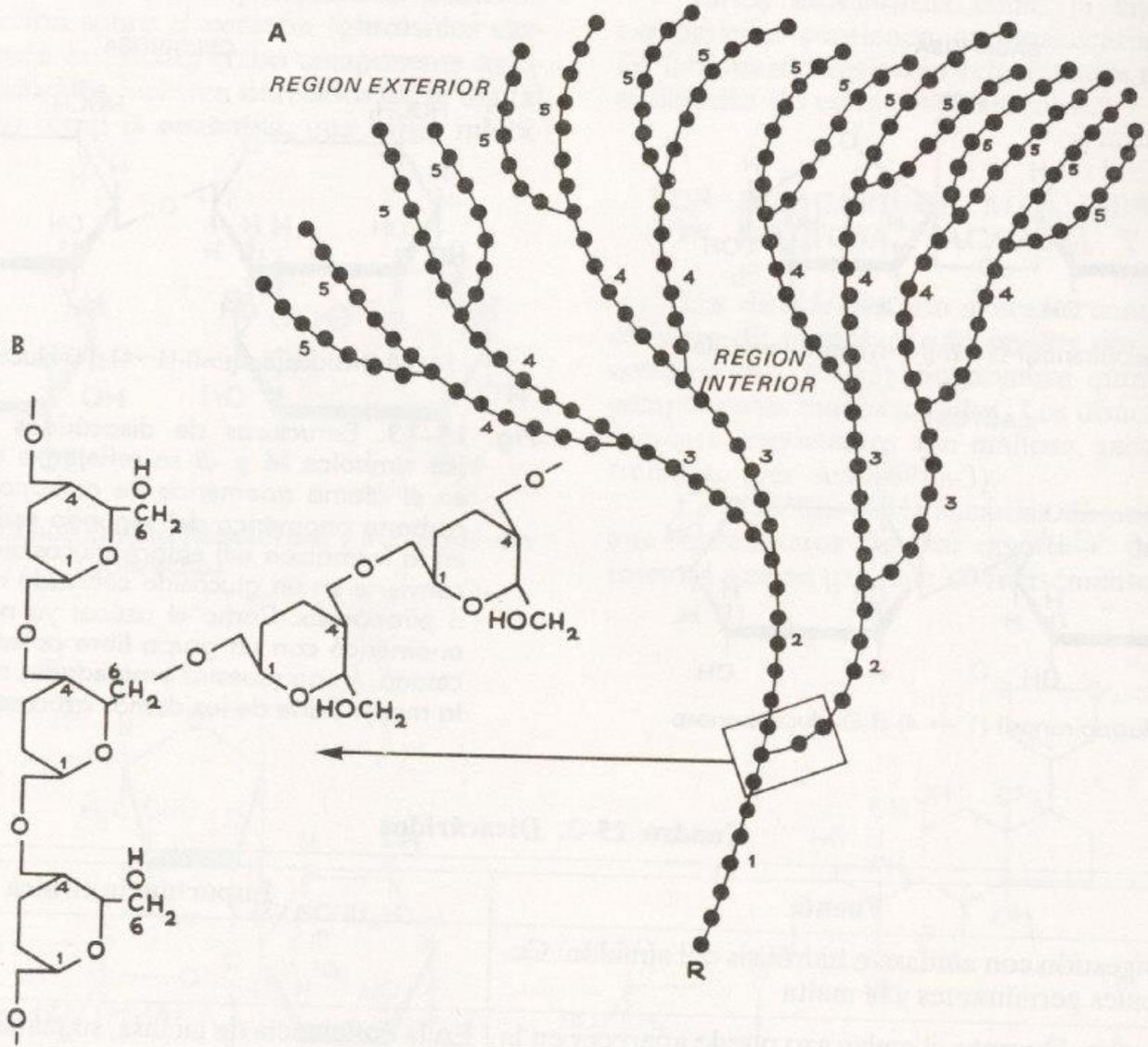


Fig. 22. Estructura química del glucógeno.



Homopolisacáridos: Celulosa

- Polisacárido estructural que forma la pared de las células vegetales
- La celulosa tiene estructura lineal constituida por una 15.000 moléculas de D-glucosa unidas en $\beta(1-4)$. Se puede decir que es un polímero de la celobiosa.
- Cada fibra de celulosa está formada por 40 cadenas de polímero de glucosa colocadas paralelamente y unidas por puentes de hidrógeno. Estos enlaces de hidrógeno le da resistencia a las fibras de celulosa y le hace insoluble en agua.

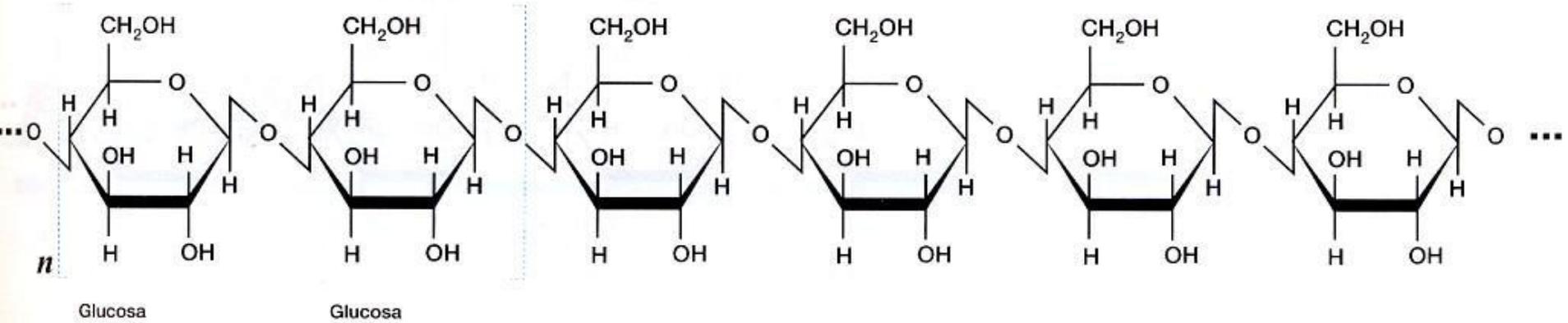
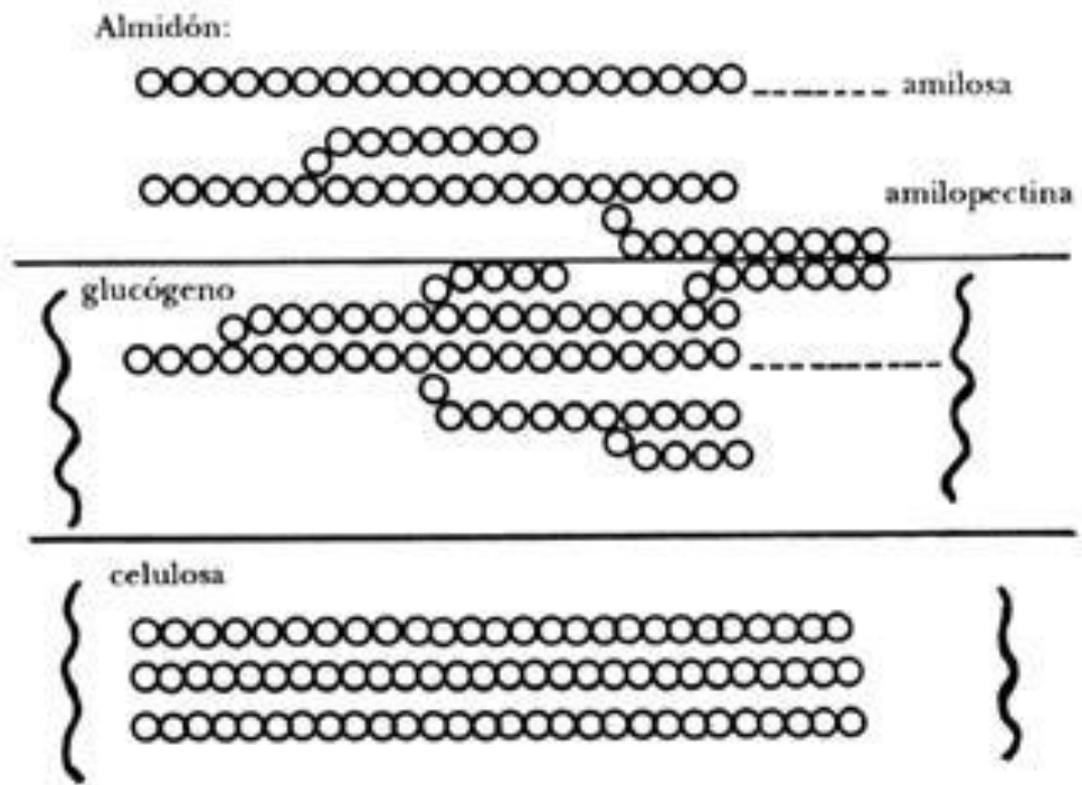


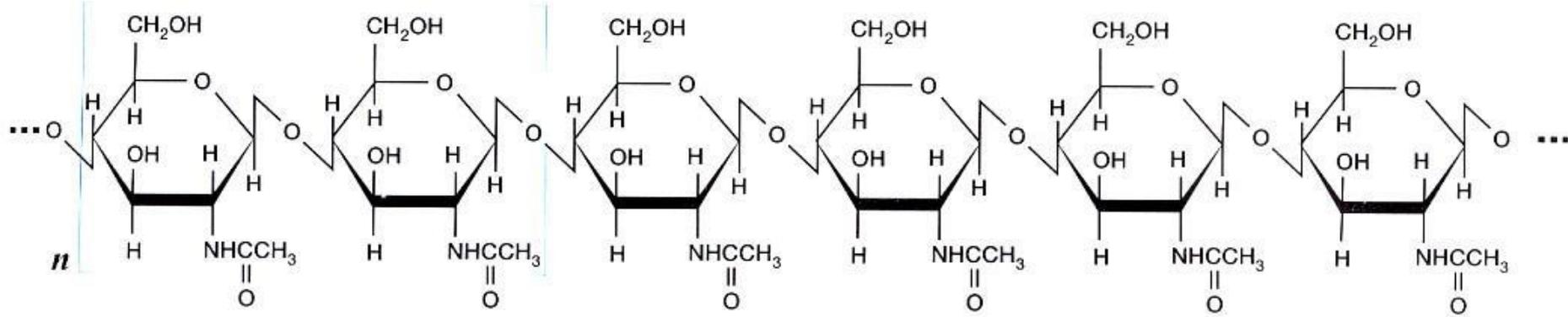
Fig. 24. Estructura química de la celulosa.

Celulosa



Homopolisacáridos: quitina

- Polisacárido estructural del exoesqueleto de los artrópodos y en la pared celular de los hongos.
- Polímero de la N-acetil-D-glucosamina cuyos enlace O-glucosídico lo hacen en β (1-4)
- Se estructura en láminas paralelas unidas por puentes de hidrógeno como la celulosa.

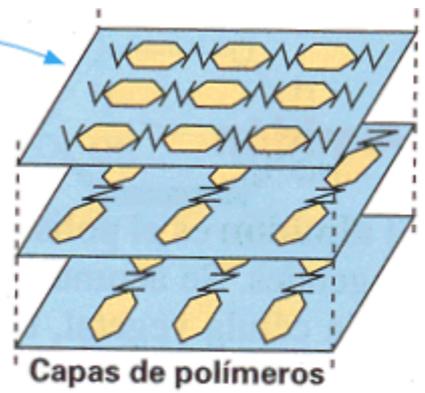
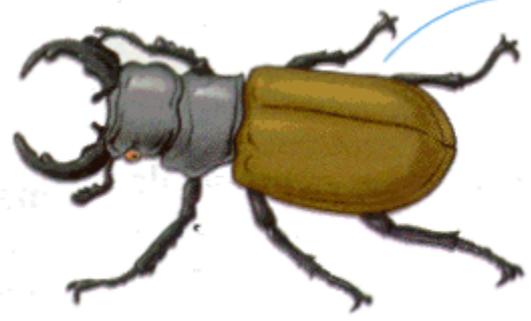


N-Acetilglucosamina

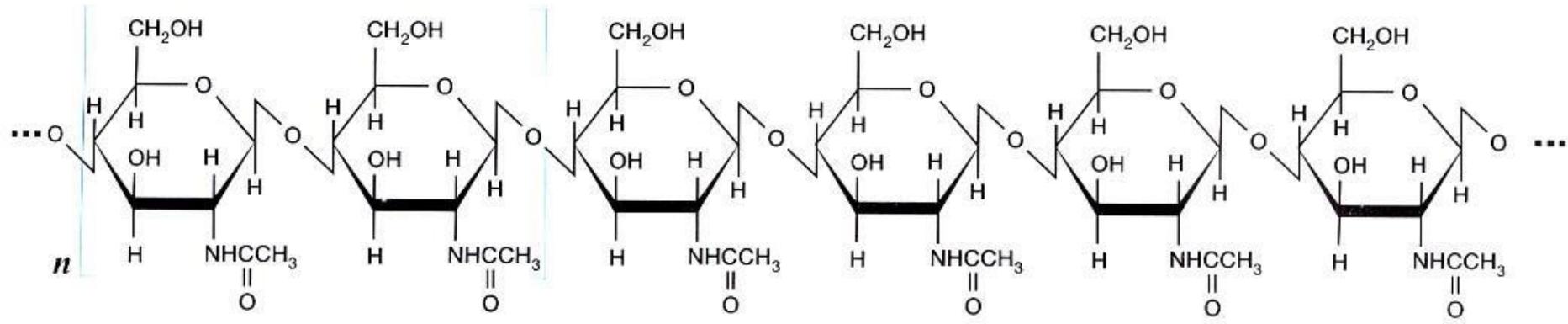
N-Acetilglucosamina

Quitina

Los artrópodos tienen un exoesqueleto recubierto de quitina y en ciertos casos además de la quitina poseen otras sustancias, como sales minerales, que lo endurecen.



(Tomado de Biología 2 - Santillana)



N-Acetilglucosamina N-Acetilglucosamina

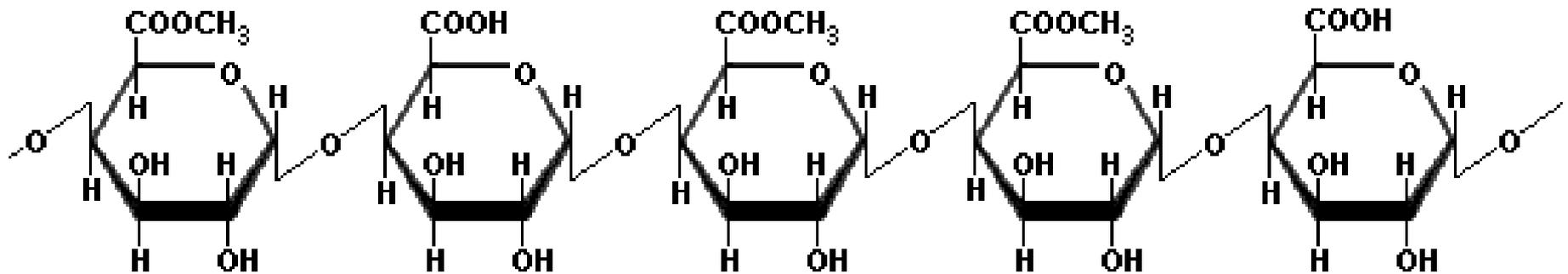
Quitina

Heteropolisacáridos

- **Pectina:** Polímero del metilgalacturónico y otros monosacáridos
- **Hemicelulosa.** Forma parte de la matriz de la pared celular. Polímero de la xilosa, arabinosa y otros monosacáridos.
- **Agar-agar.** Polímero de D- y L-galactosa. Presente en algas rojas.
- **Gomas vegetales.** Arábiga, garrofin...Son exudados de polímeros de arabinosa, galactosa y glucurónico principalmente

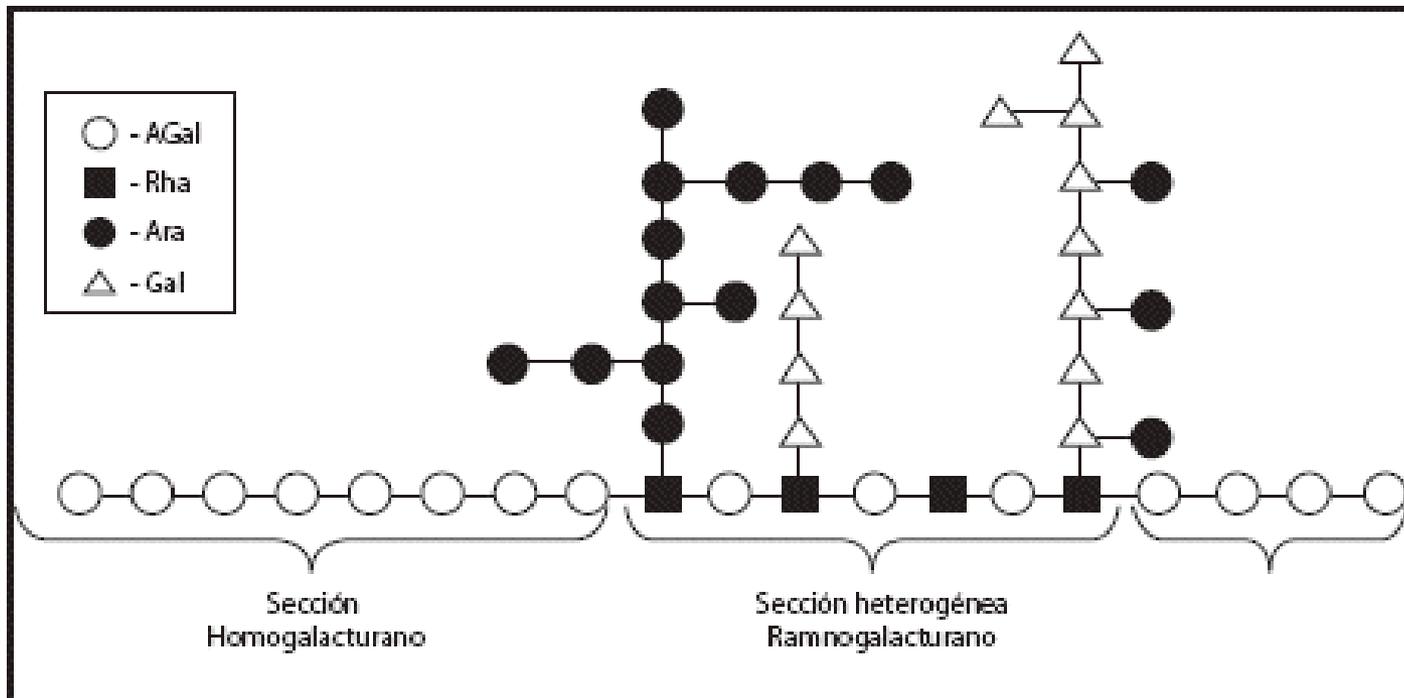
Heteropolisacáridos: pectina

- Polisacárido estructural en la matriz de la pared celular de los vegetales.
- Polímero del metil-D-galacturónico con uniones α (1-4) y otros



Heteropolisacárido: Pectina

FIGURA N° 1
ESTRUCTURA DE LA PECTINA



Fuente: (6)

Hidratos de carbono

Desde el punto de vista nutricional:

- **Almidones o féculas:** en los cereales, legumbres, patatas, etc. Para poder digerir los almidones es necesario someterlos a un tratamiento de calor previo a su consumo.
- **Azúcares:** Están presentes en las frutas (fructosa), leche (lactosa), azúcar blanco (sacarosa), miel (glucosa y fructosa), etc. Los azúcares simples, como la glucosa, fructosa y galactosa, se absorben en el intestino sin necesidad de digestión previa, por lo que son una fuente muy rápida de energía.
- **Fibra:** Se describe como aquella parte de las plantas que no es digerida por el intestino humano por falta de enzimas digestivos específicos.

Tipos de fibra

- **Fibra insoluble:**

- Compuesta por celulosa, lignina y algunas hemicelulosas.
- Se encuentran en cereales integrales, en la frutas y hortalizas.
 - Da mayor consistencia a los alimentos, razón por la cual la masticación se prolonga; así **aumenta la sensación de saciedad y se evita el sobreconsumo.**
 - Además, **aumenta el volumen del bolo alimenticio y disminuye el tiempo de paso de los desechos**, así se mejora el funcionamiento del sistema digestivo.
 - La fibra insoluble **favorece, en general, la desintoxicación** y ayuda a prevenir enfermedades gastrointestinales.

Tipos de fibra

Fibra soluble

- Compuesta por hemicelulosas, pectinas, gomas de exudados, gomas de semillas.
- Se encuentran en frutas (pectina), legumbres y cereales como cebada y avena.
- La función principal de la fibra soluble es la de **contribuir con la disminución de la absorción y aprovechamiento** del azúcar, colesterol y triglicéridos en el aparato digestivo.

Acciones de la fibra

Beneficios que aporta la fibra:

- Regulación intestinal
- Retraso de la absorción de glucosa
- Disminución del colesterol
- Menor contenido calórico de la dieta
- Mantener y desarrollar la flora intestinal
- Mayor excreción de grasa y proteína
- Previene el cáncer intestinal
- Aumenta la sensación de saciedad.
- Disminuye la absorción de algunos nutrientes como calcio, hierro, ácidos grasos saturados...
- Aumenta el peso de las heces.

- El **exceso** de fibra puede:
 - impedir el aprovechamiento de la energía y de minerales como el hierro, zinc y calcio, por lo que puede ser causa notable de anemia
 - Causar dolores abdominales, náuseas y diarreas.

