

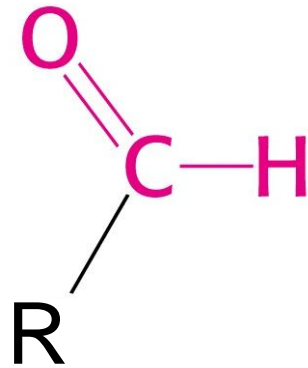
Temas 15. Hidratos de carbono. Clasificación y función

- **Concepto y funciones biológicas**
- **Monosacáridos: estructura, clasificación y propiedades físico-químicas**
- **Disacáridos. Enlace glicosídico**
- **Polisacáridos de reserva y estructurales**
- **Proteoglucanos, glucoproteínas y glucolípidos**

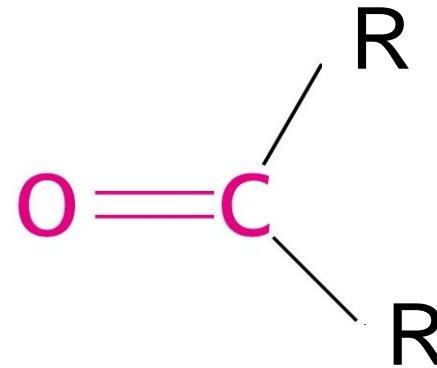
Generalidades

Glúcidos = Hidratos de carbono = carbohidratos = azúcares

- Biomoléculas más abundantes de la naturaleza (~ 75%)
- Constituidos por C, H y O, a veces incorporan N, S y P
- Fórmula general $(\text{CH}_2\text{O})_n$
- Estructura:
 - Aldehídos polihidroxilados (**Aldosas**)
 - Cetonas polihidroxiladas (**Cetosas**)



Aldehído



Cetona

Generalidades

- Origen de glúcidos en el organismo
 - Exógeno: ingeridos en la dieta
 - Endógeno: síntesis en hígado y corteza suprarrenal
- Funciones:
 - Almacenamiento y fuente de energía
 - Elementos estructurales de bacterias y plantas
 - Componentes de moléculas complejas; ácidos nucleicos
- Tres tipos:

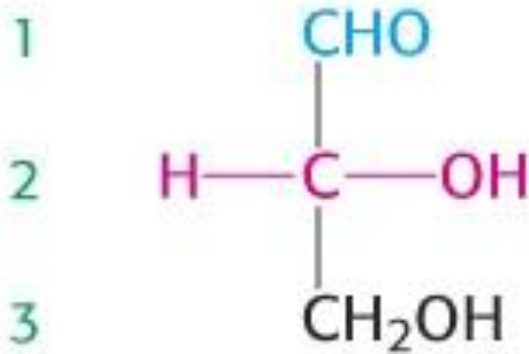
Monosacáridos: azúcares simples formados por una única unidad estructural

Oligosacáridos: cadenas cortas de unidades de monosacáridos

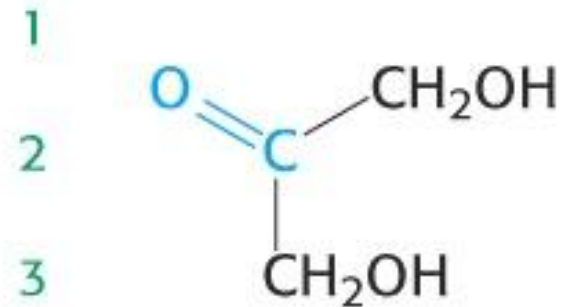
Polisacáridos: cadenas largas de centenares o miles de monosacáridos

Monosacáridos

- Cadenas lineales de carbono unidos por enlaces simples C-C
- Contienen de 3 a 7 átomos de C
- Más simples, triosas: Gliceraldehído y dihidroxiacetona
- Las hexosas las más comunes en la naturaleza



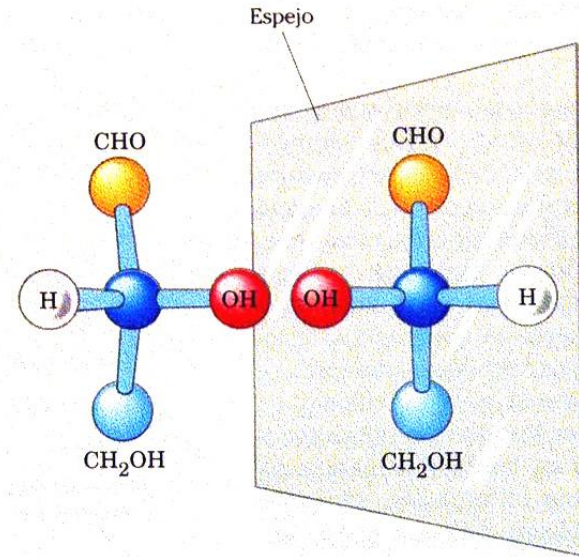
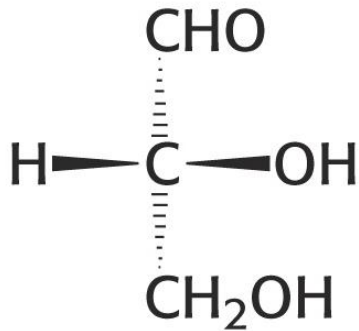
**D-gliceraldehído
(aldosa)**



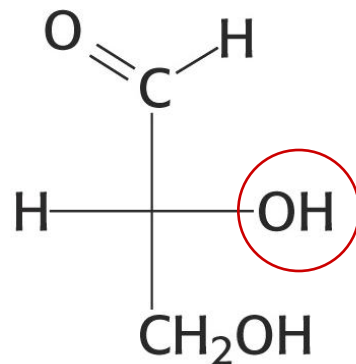
**Dihidroxiacetona
(cetosa)**

Monosacáridos

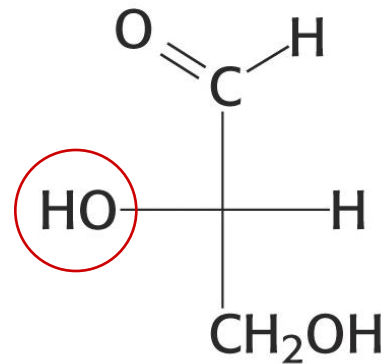
- A excepción de la dihidroxiacetona todos tienen un carbono asimétrico
- Estereoisómeros: imágenes especulares



Proyección de Fisher



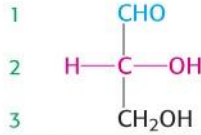
D-gliceraldehído



L-gliceraldehído

Monosacáridos (aldosas)

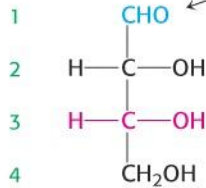
Esteroisómeros: -OH del C asimétrico más lejano del grupo carbonilo



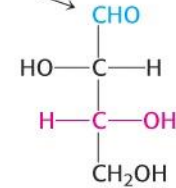
D-Glucosa y D-Manosa: **epímeros en C2**

D-Glucosa y D-Galactosa: **epímeros en C4**

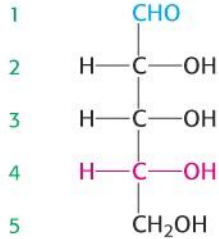
D-Gliceraldehído



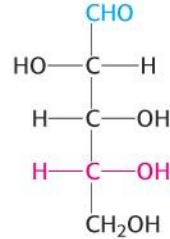
D-Eritrosa



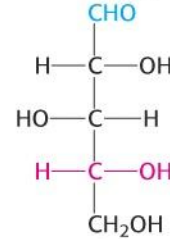
D-Treosa



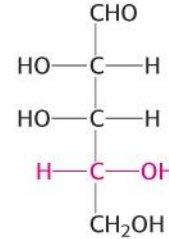
D-Ribosa



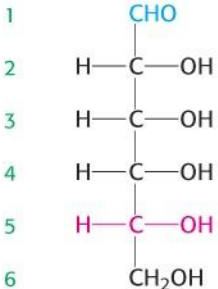
D-Arabinosa



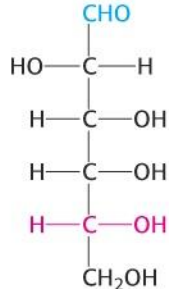
D-xilosa



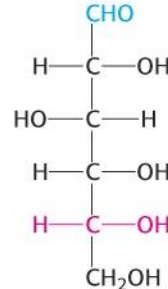
D-Liosa



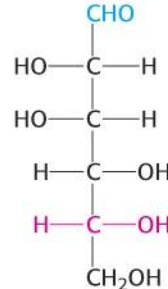
D-Alosa



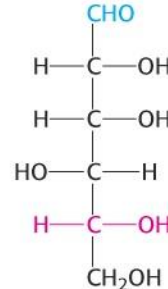
D-Altrosa



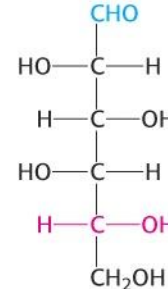
D-Glucosa



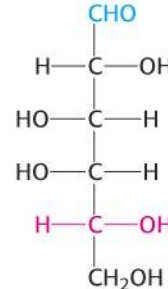
D-Manosa



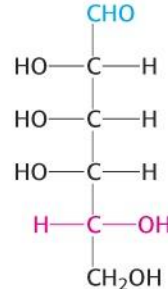
D-Gulosa



D-Idosa

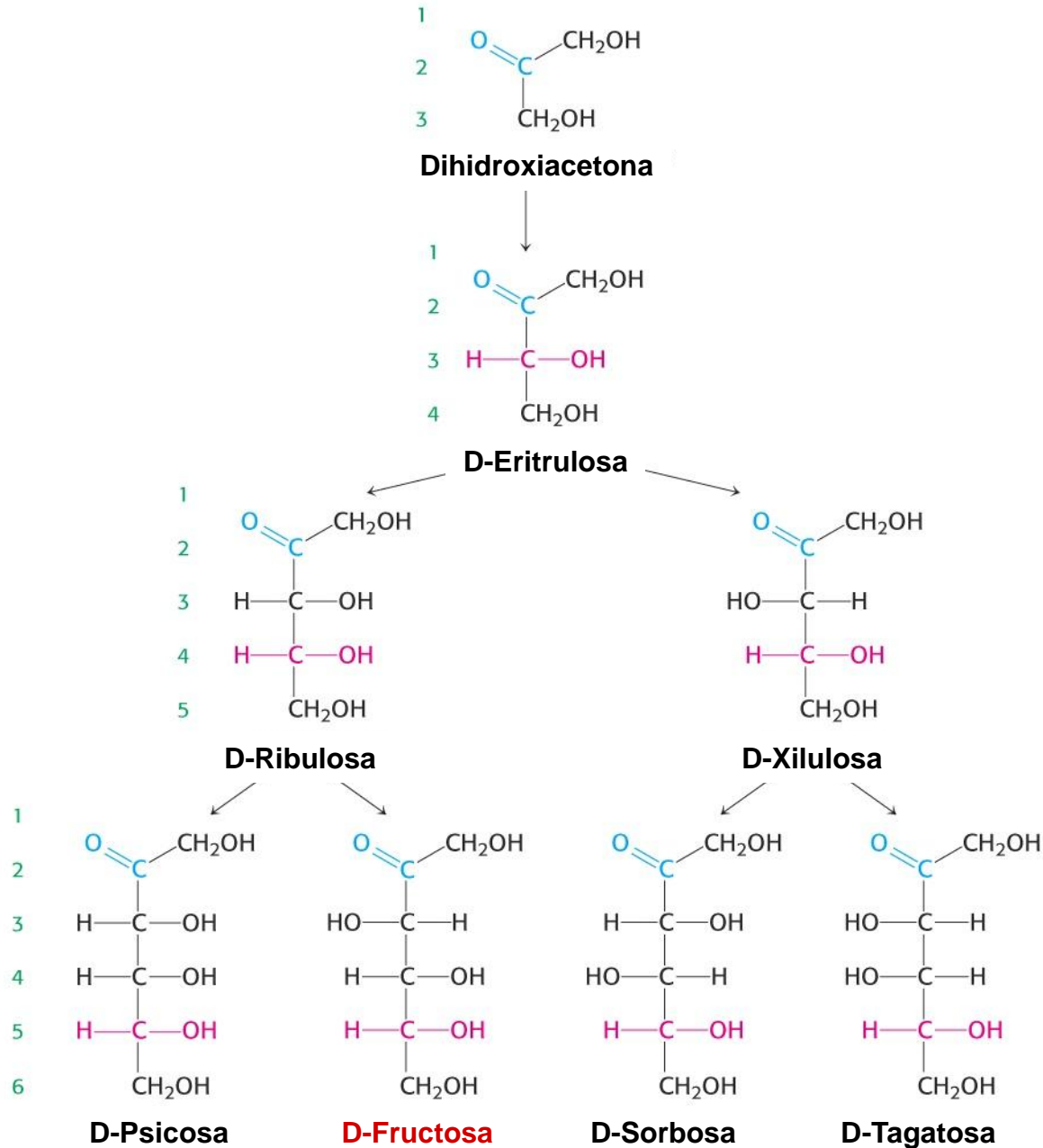


D-Galactosa



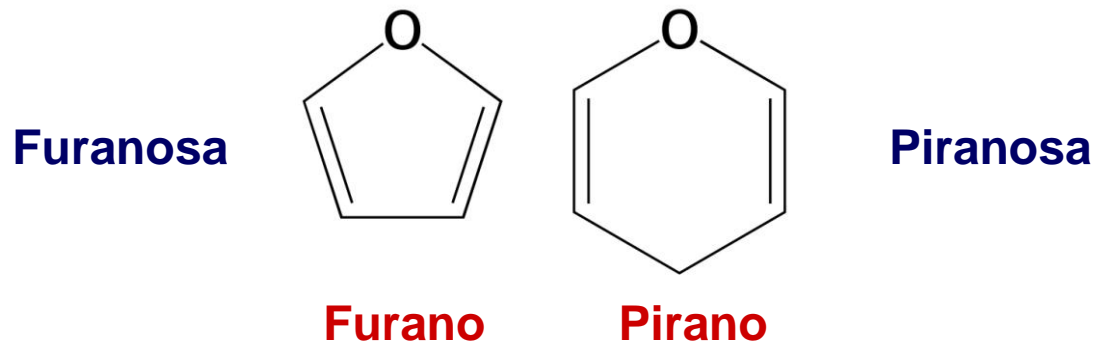
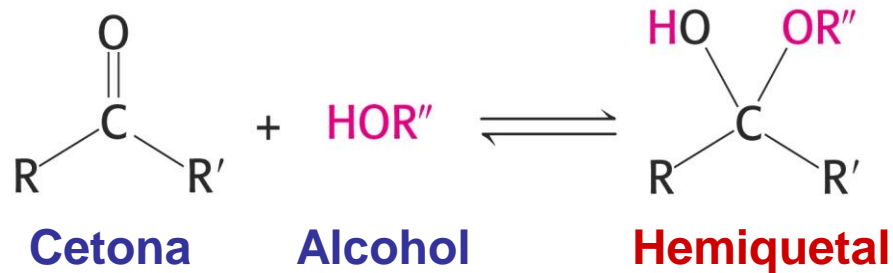
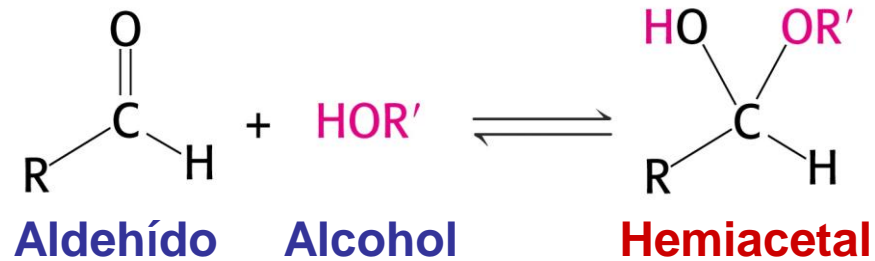
D-Talosa

Monosacáridos (cetosas)



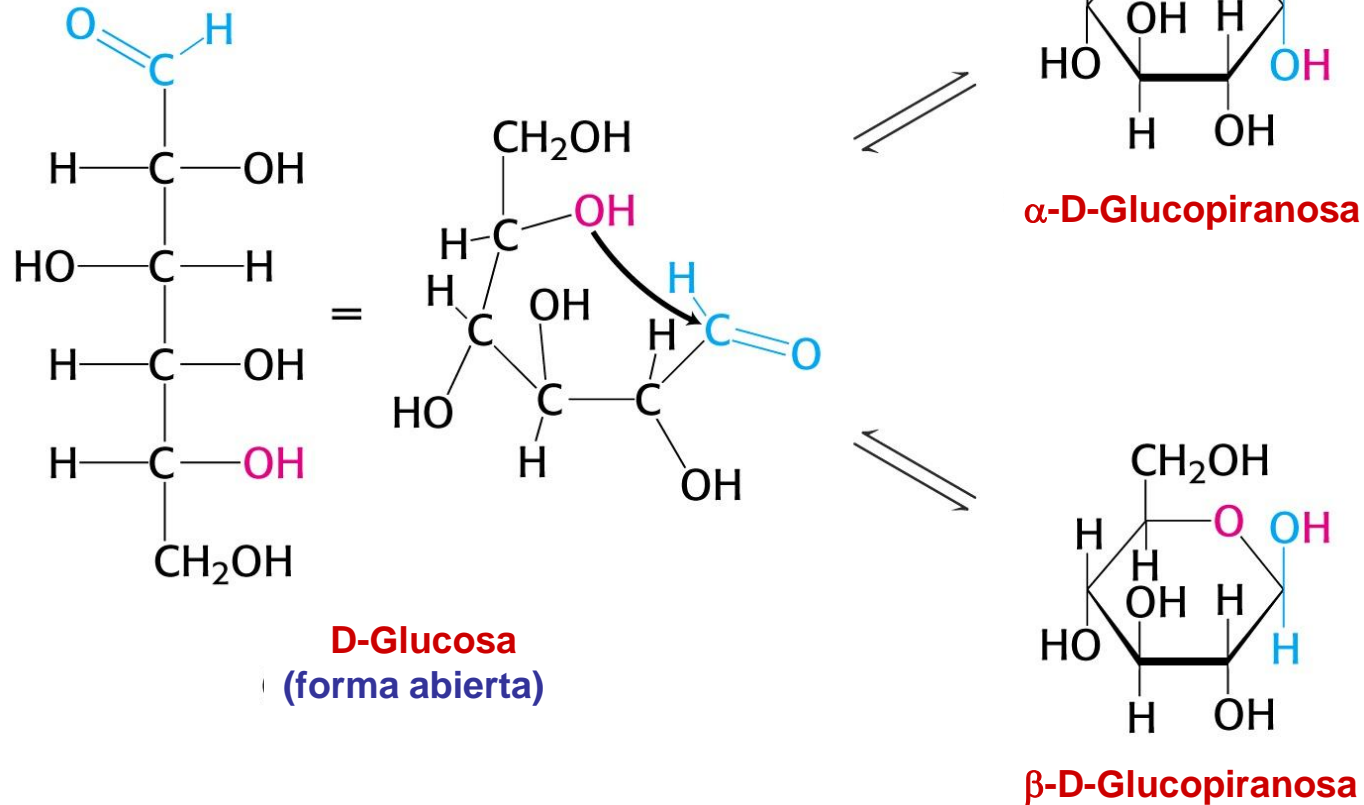
Estructura cíclica de monosacáridos

- En solución acuosa los monosacáridos de 5 o más C están en forma cíclica
- Reacciones alcoholes con carbonilos



Estructura cíclica de monosacáridos

Piranosas



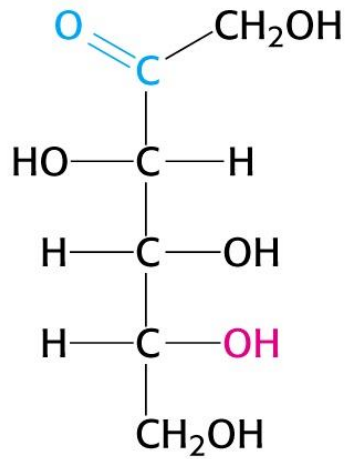
Carbono anomérico: nuevo C asimétrico

α -OH del C anomérico debajo anillo
 β -OH del C anomérico encima anillo } **Anómeros**

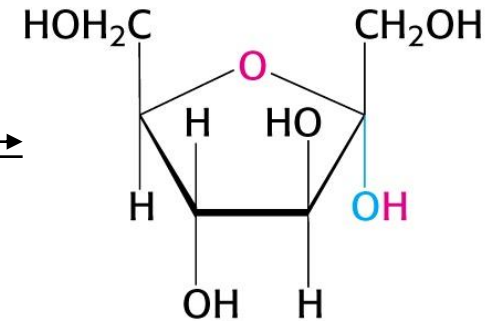
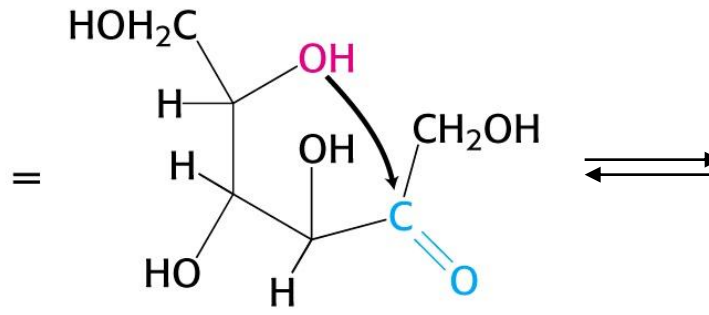
Representación de Haworth
(estructura cíclica)

Estructura cíclica de monosacáridos

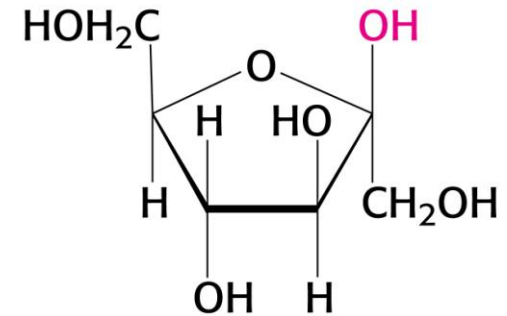
Furanosas



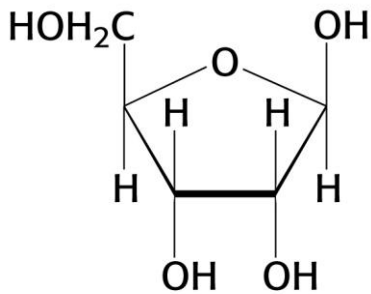
D-Fructosa
(forma abierta)



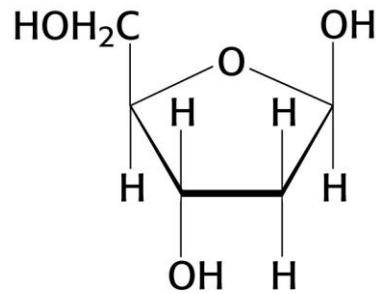
α -D-Fructofuranosa



β -D-Fructofuranosa



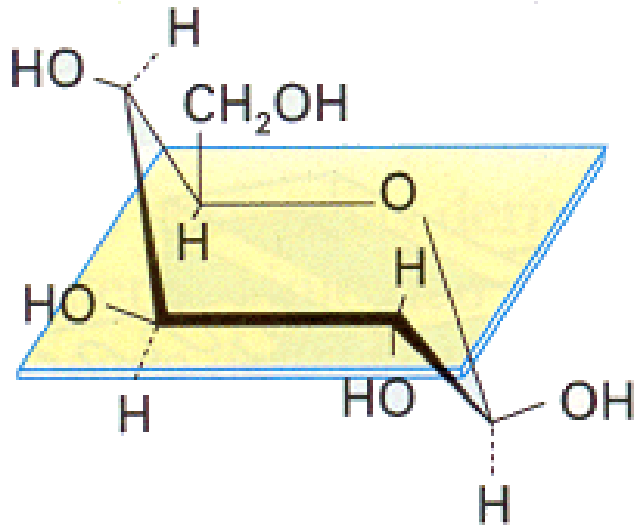
D-ribosa
(ARN)



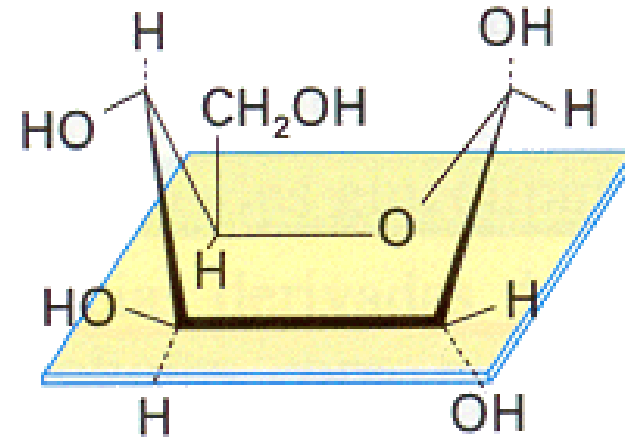
2-Desoxi-D-ribosa
(ADN)

Estructura cíclica de monosacáridos

Piranosas no planas

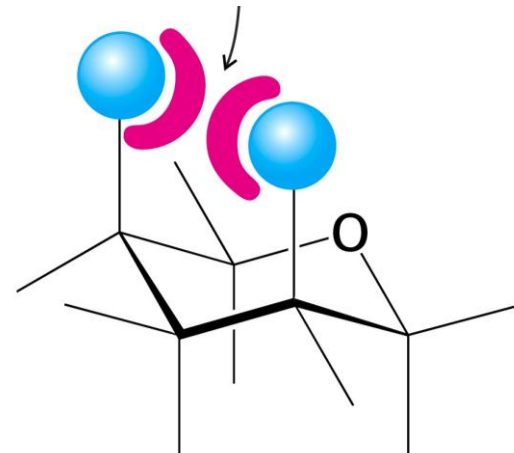


Conformación en **“silla”**
Más estable
Menor impedimento estérico



Conformación en **“nave”** o **“bote”**
Más desfavorecida
Mayor impedimento estérico

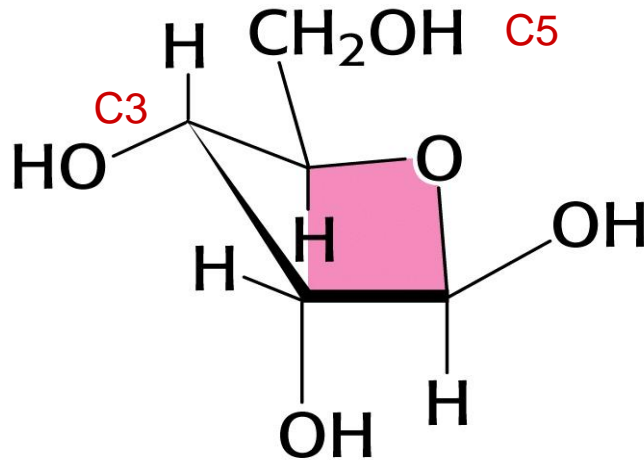
β -D-glucopiranososa



Estructura cíclica de monosacáridos

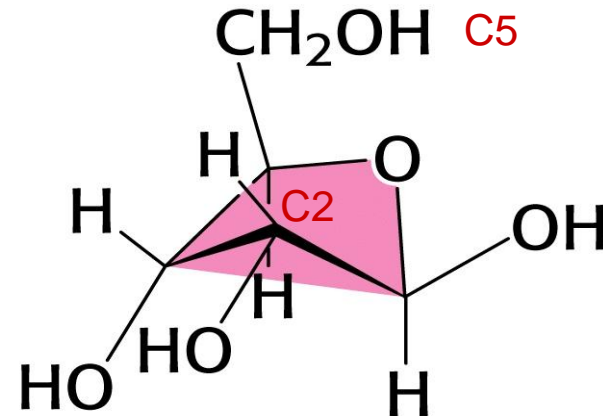
Furanosas no planas

- 4 átomos coplanares y un 5º fuera del plano
- Conformación en forma de “sobre”



C3-endo

C3 fuera del plano respecto a C5



C2-endo

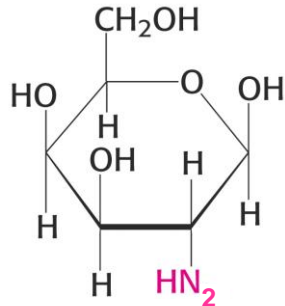
C2 fuera del plano respecto a C5

C2-endo, β -D-ribofuranosa en ácidos nucleicos

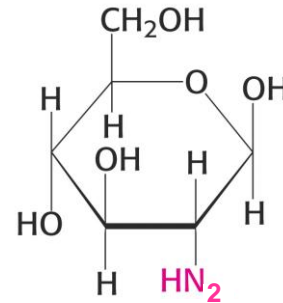
Derivados de hexosas

Aminoazúcares

- Sustitución de grupo $-OH$ por NH_2
- Generalmente es el $-OH$ del C2

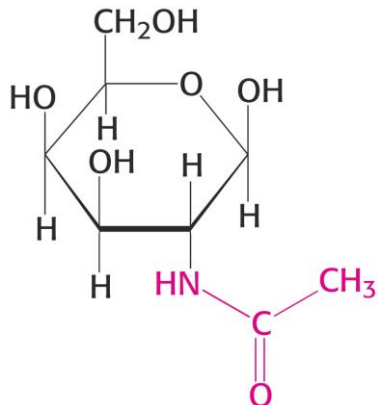


β -D-galactosamina

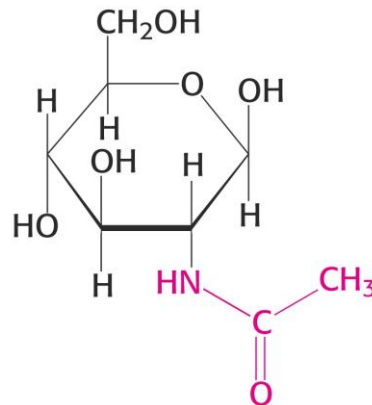


β -D-glucosamina

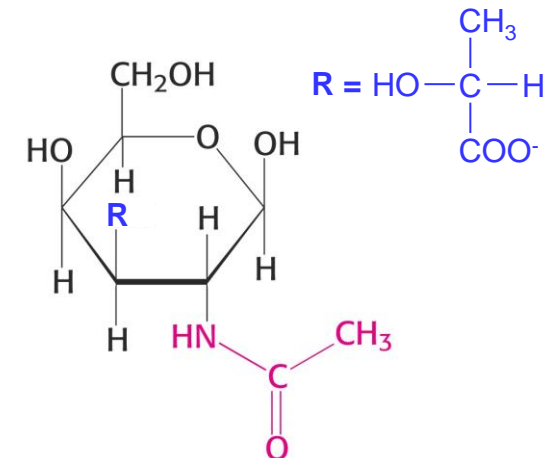
- El grupo NH_2 puede condensarse con ácido acético



β -D-acetilgalactosamina
(GalNac)



β -D-acetilglucosamina
(GlcNac)



Ácido N-acilmurámico

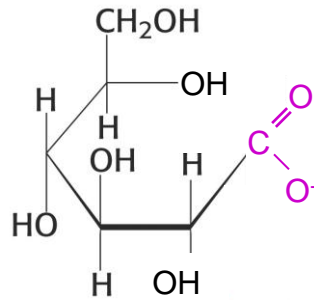
Derivados de hexosas

Azúcares ácidos

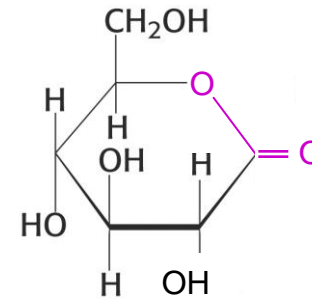
- Oxidación C terminales de aldosas para formar ácidos carboxílicos

Ácidos aldónicos

Oxidación C1 (CHO)



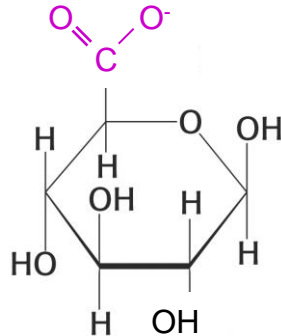
Ácido β -D-glucónico



D-glucono- δ -lactona

Ácidos urónicos

Oxidación C6 (CH₂OH)

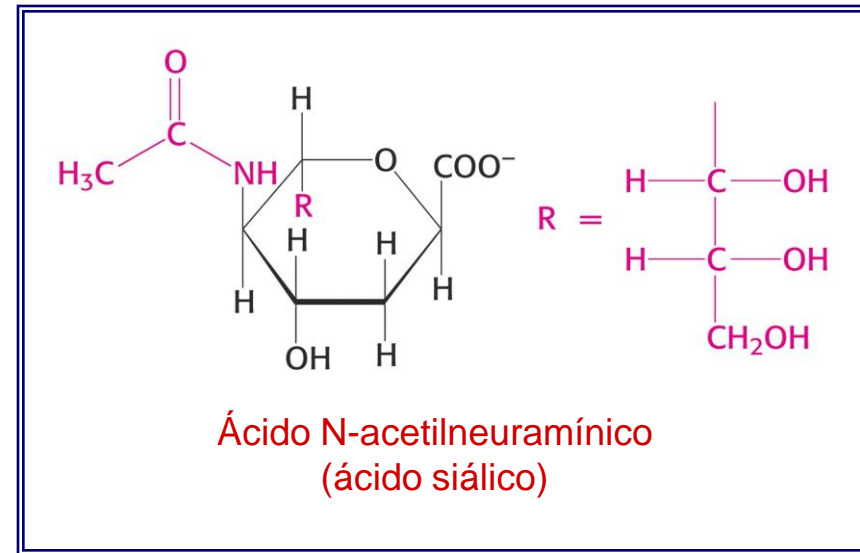


Ácido β -D-glucurónico

Ácidos aldáricos

Oxidación C1 y C6

Ácido β -D-glucárico



Derivados de hexosas

Azúcares alcoholes

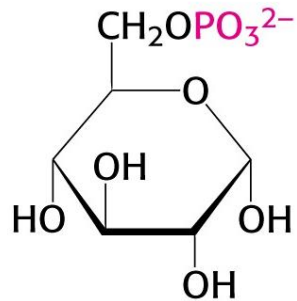
- Reducción del grupo CO a grupo alcohol

Manosa \longrightarrow **Manitol**

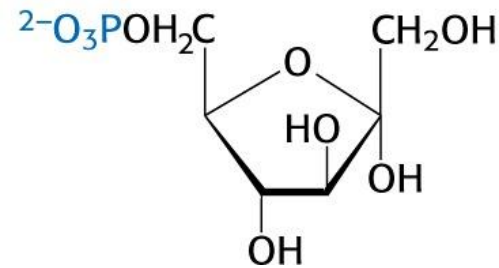
Glucosa \longrightarrow **Sorbitol**

Azúcares fosfato y sulfato

- Esterificación de un grupo $-OH$ con ácido fosfórico o ácido sulfúrico



Glucosa 6-fosfato

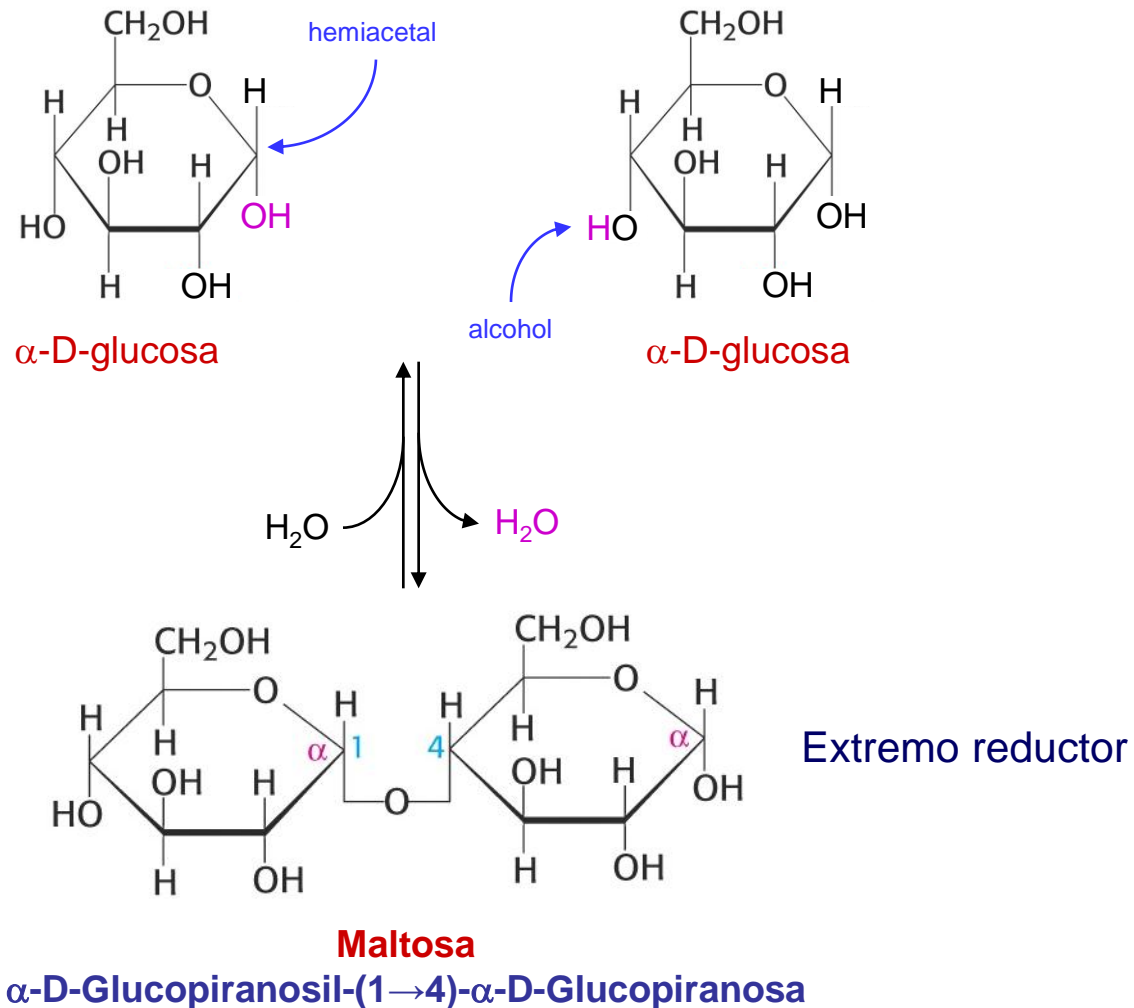


Fructosa 6-fosfato

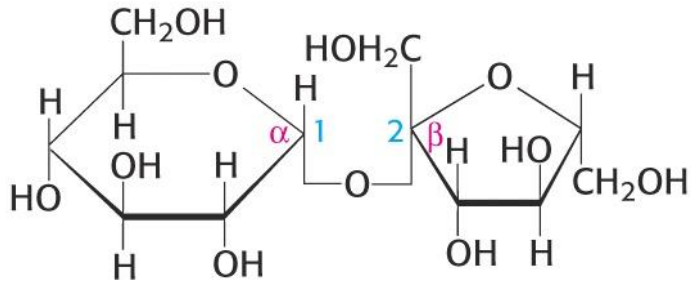
- Azúcares fosfato participan en muchas reacciones del metabolismo

Oligosacáridos

Cadenas cortas de monosacáridos unidos por enlace O-glucosídico

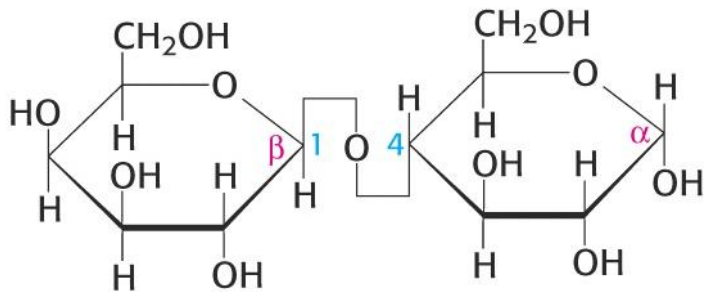


Disacáridos de interés



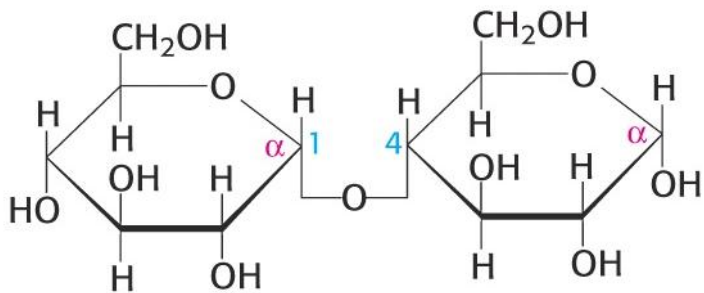
Sacarosa: a-D-glucopiranosil-(1-2)-b-D-fructofuranosa

- ✓ Glucosa y fructosa
- ✓ Azúcar de mesa
- ✓ Caña o remolacha
- ✓ Enzima que la escinde: sacarasa (*)



Lactosa: b-D-galactopiranosil-(1-4)-a-D-glucopiranososa

- ✓ Galactosa y glucosa
- ✓ Disacárido de la leche
- ✓ Enzima que la escinde: lactasa (*)



Maltosa: a-D-glucopiranosil-(1-4)-a-D-glucopiranososa

- ✓ Glucosa y glucosa
- ✓ Procede de la hidrólisis del almidón
- ✓ Enzima que la escinde: maltasa (*)

(*) en células epiteliales del intestino delgado

Polisacáridos

Cadenas largas de centenares o miles de unidades de monosacáridos

- **Cadenas lineales o ramificadas**

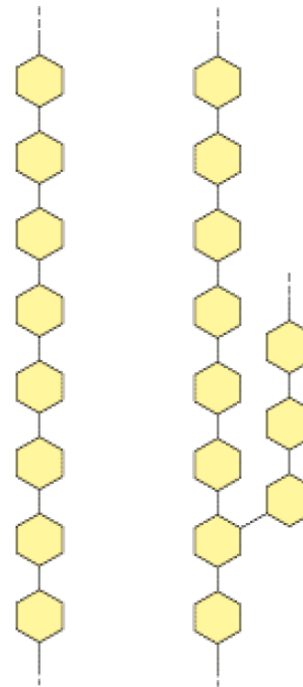
- **Difieren en:**

- Longitud de las cadenas
- Tipos de enlace
- Grado de ramificación
- Componentes

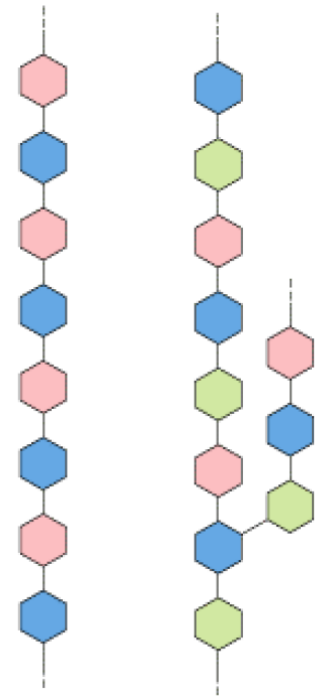
- **Funciones:**

- **Reserva**
 - Almidón
 - Glucógeno
- **Estructural**
 - Celulosa
 - Quitina
 - Peptidoglucano

Homopolisacáridos



Heteropolisacáridos



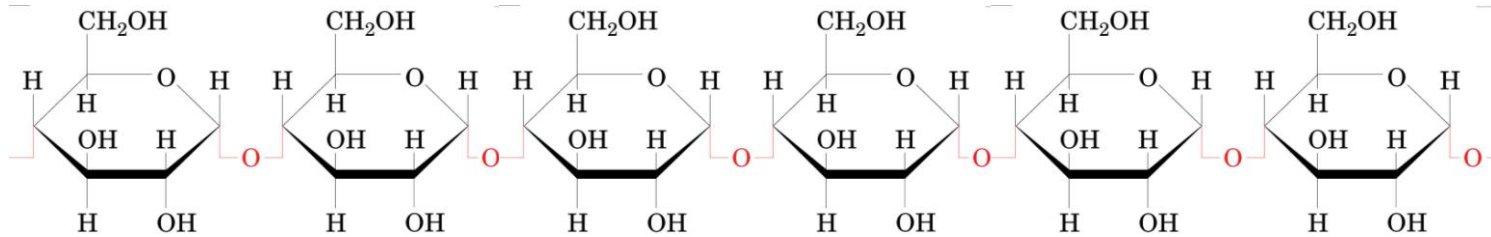
Homopolisacáridos

Almidón

- Reserva energética en células vegetales
- Formado por dos polímeros: **Amilosa**

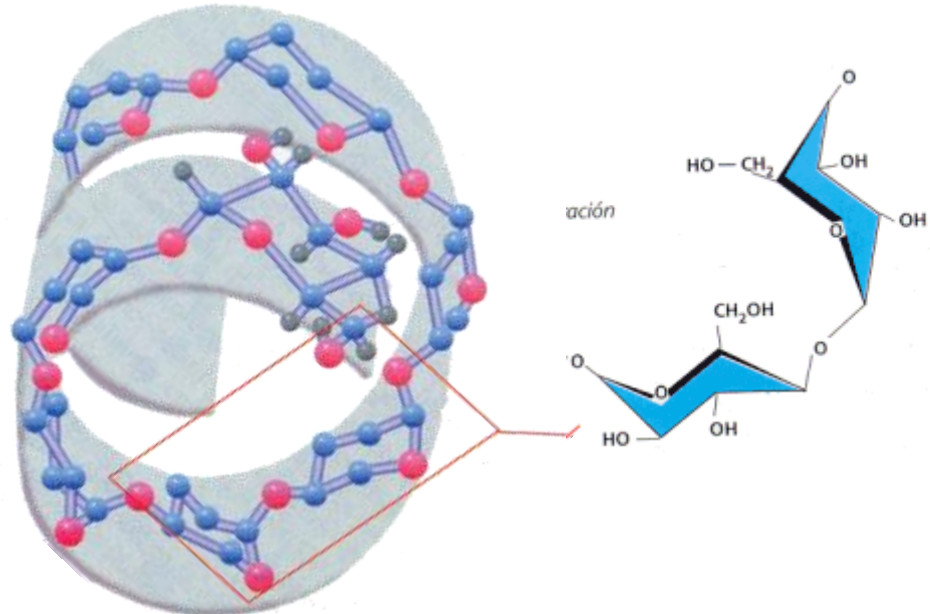
Amilopeptina

- Amilosa



Cadenas D-glucosa (α 1-4)

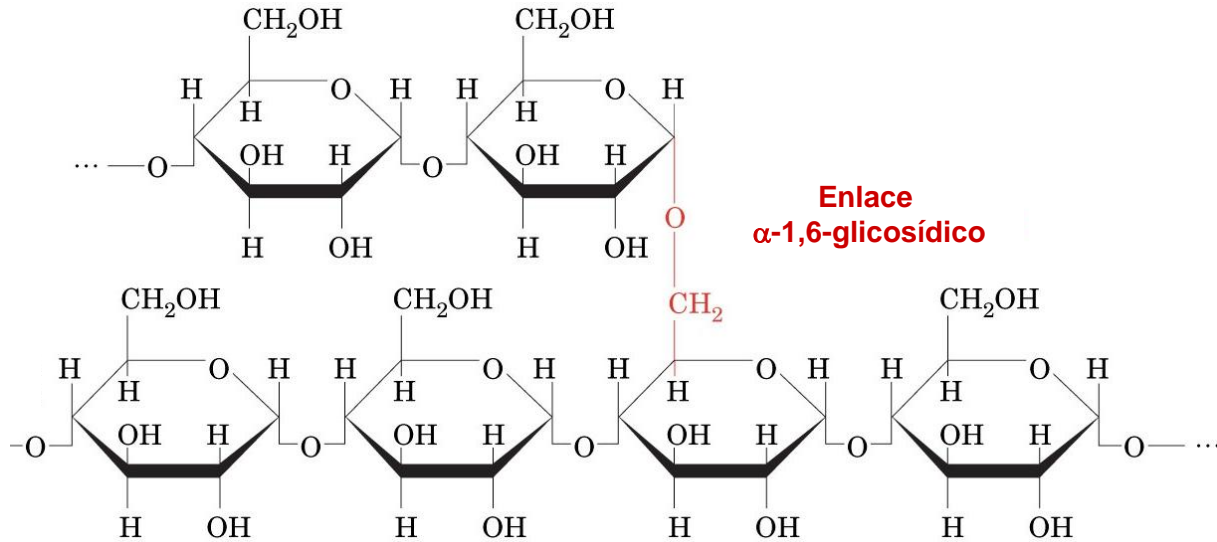
Lineal, helicoidal



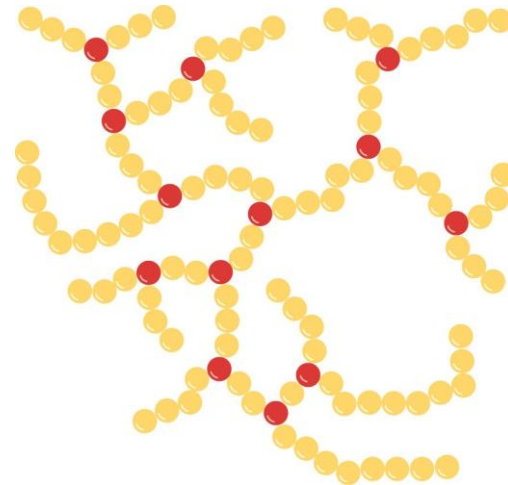
Homopolisacáridos

Almidón

- Amilopectina



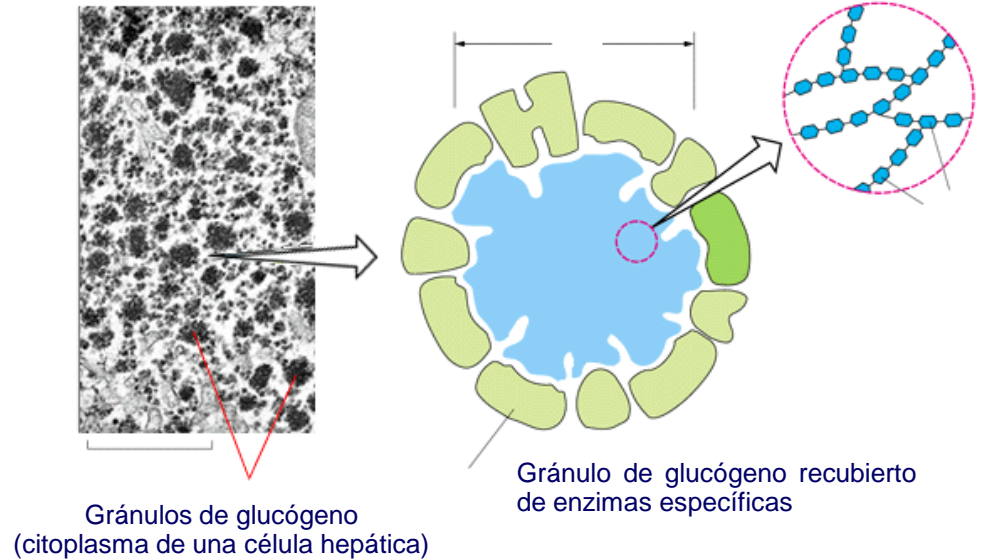
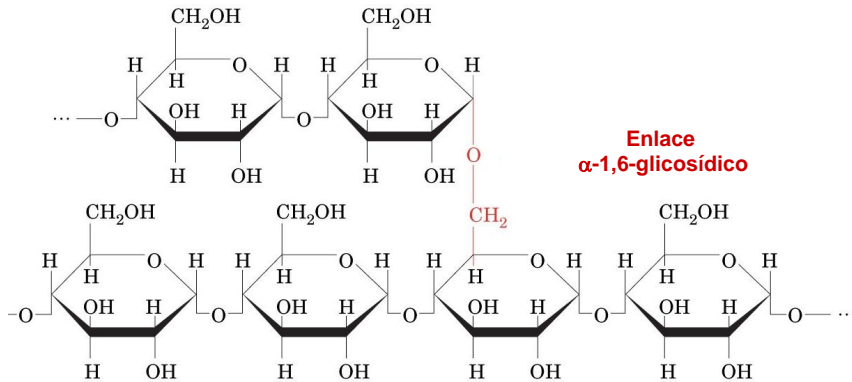
Cadenas D-glucosa (α 1- 4) con ramificaciones (α 1- 6)



Homopolisacáridos

Glucógeno

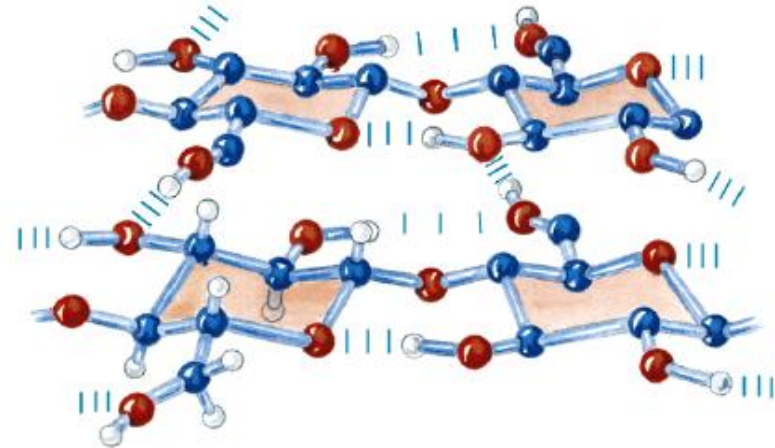
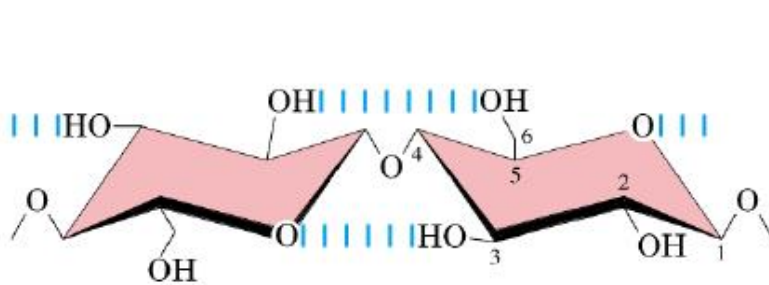
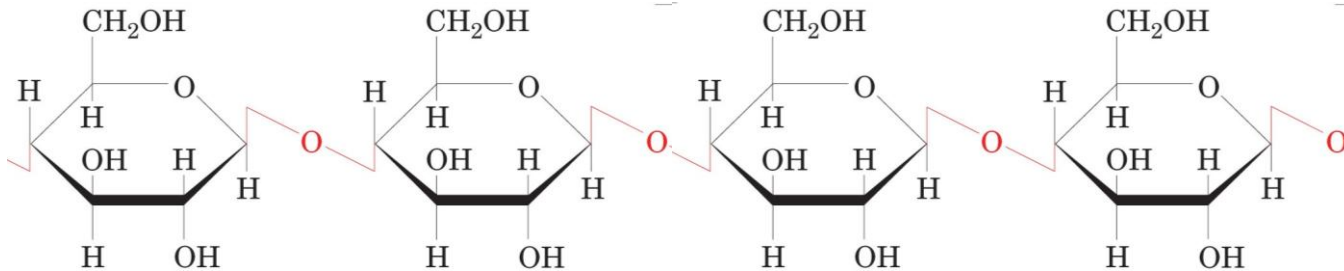
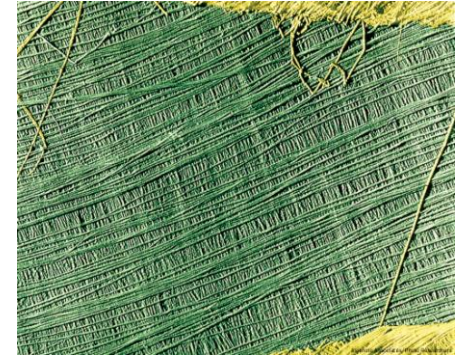
- Reserva energética en células animales
- Cadenas glucosa (α 1–4) con ramificaciones (α 1–6)
- Más ramificado que amilopeptina
- Distribución en hígado y músculo fundamentalmente



Homopolisacáridos

Celulosa

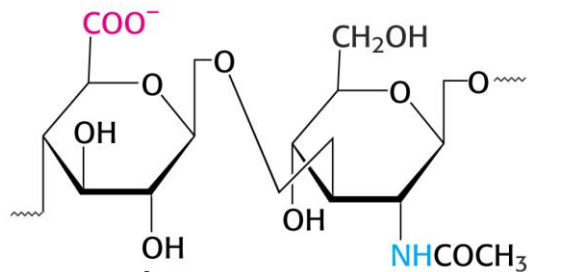
- Función estructural en plantas
- Cadenas lineales de glucosa (β 1–4)
- Forma puentes de H inter e intracatenarios
- Forma fibras estables con gran resistencia a la tensión



Heteropolisacáridos

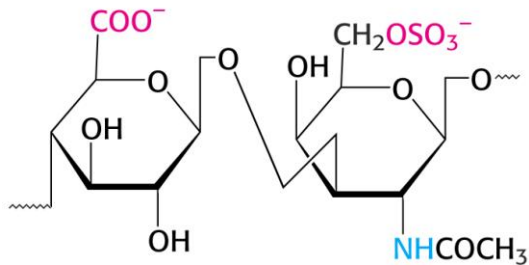
Glucosaminoglucanos

- Unidades repetidas de disacáridos de aminoazúcar y ácido urónico (β 1- 4)
(N-acetilglucosamina/N-acetilgalactosamina + ác glucurónico)n



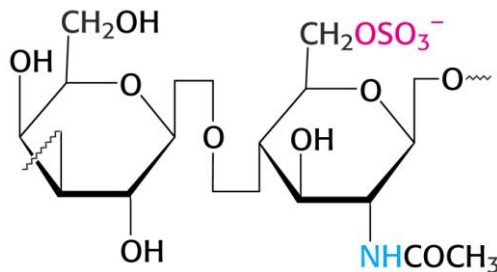
Ácido hialurónico
(D-glucurónico + N-acetilglucosamina)

- Confiere viscosidad
- Cartílagos, tendones, líquido sinovial, etc...



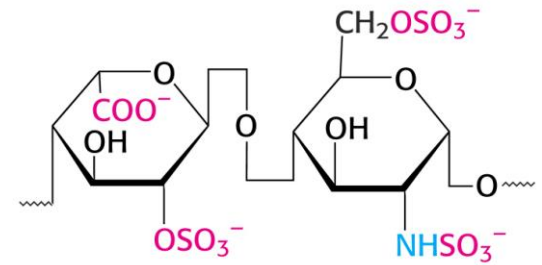
Sulfato de condroitina

Conjuntivo



Sulfato de queratán

Piel, vasos sanguíneos



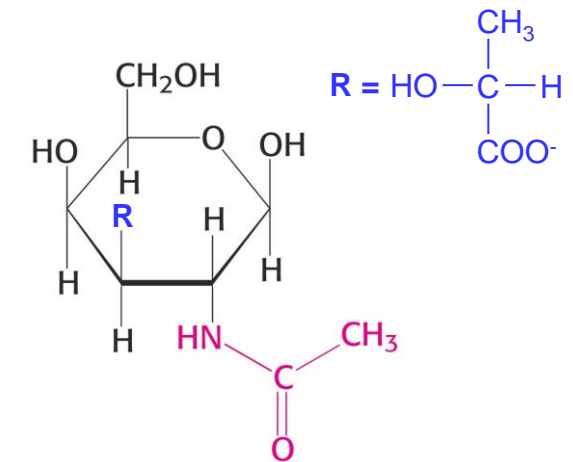
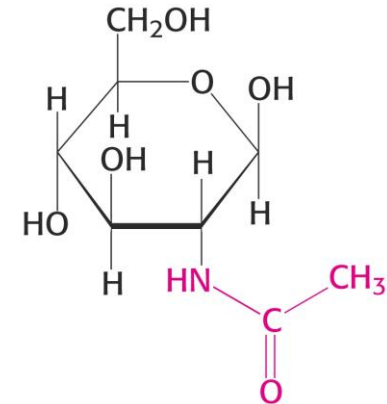
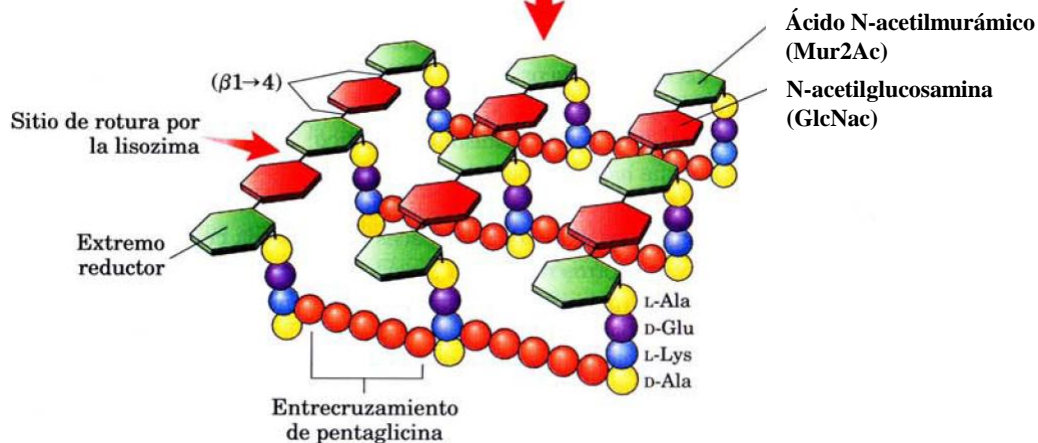
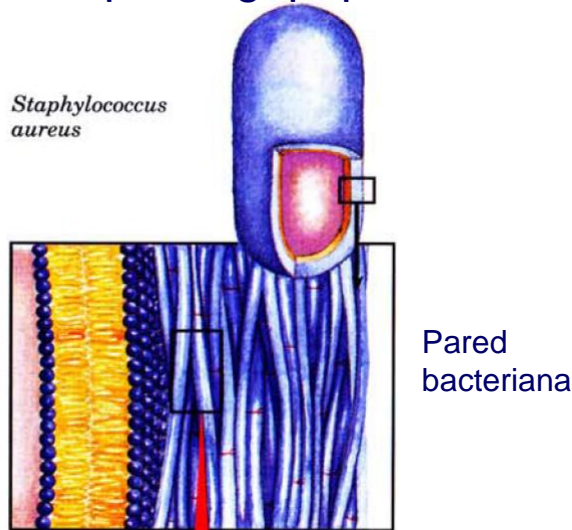
Heparina

Anticoagulante

Heteropolisacáridos

Peptidogluano

- N-acetilglucosamina y ácido N-acetilmurámico (β 1- 4)
- Cadenas unidas por oligopéptidos



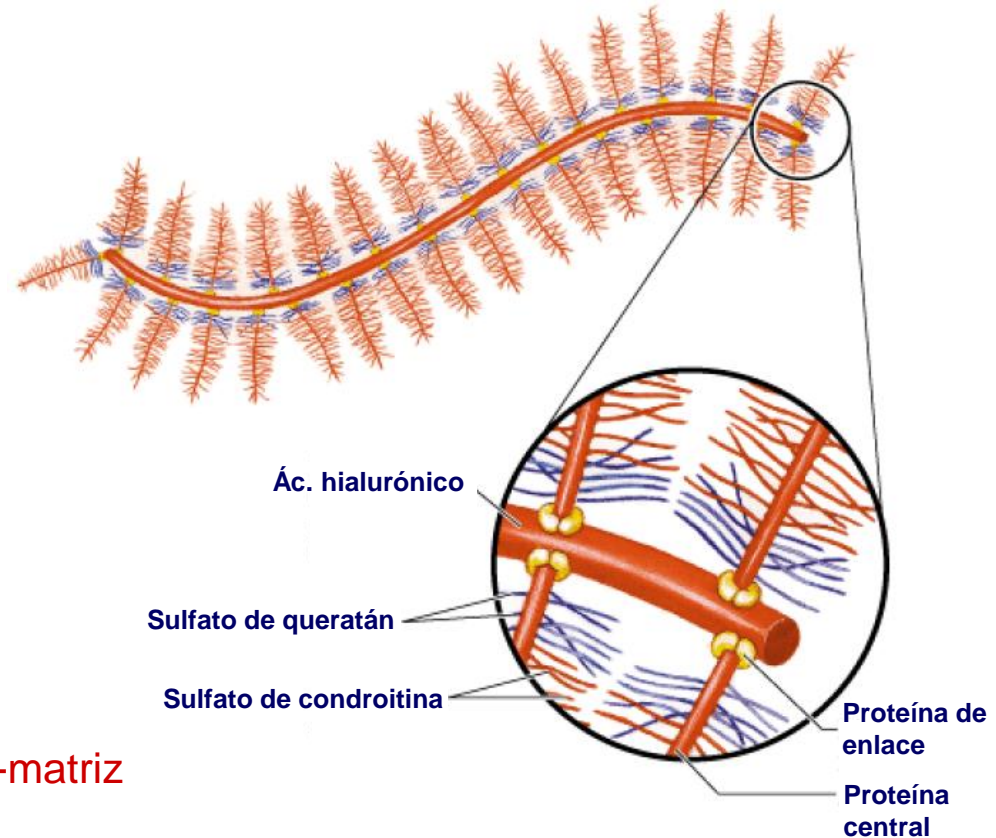
Glucoconjugados

Glúcidos + proteínas o lípidos

- **Proteoglucanos**
 - **Glucoproteínas**
 - **Glucolípidos**
-
- Glúcidos actúan como:
 - **Marcadores de destino de proteínas**
 - **Mediadores interacciones intercelulares y célula-matriz**

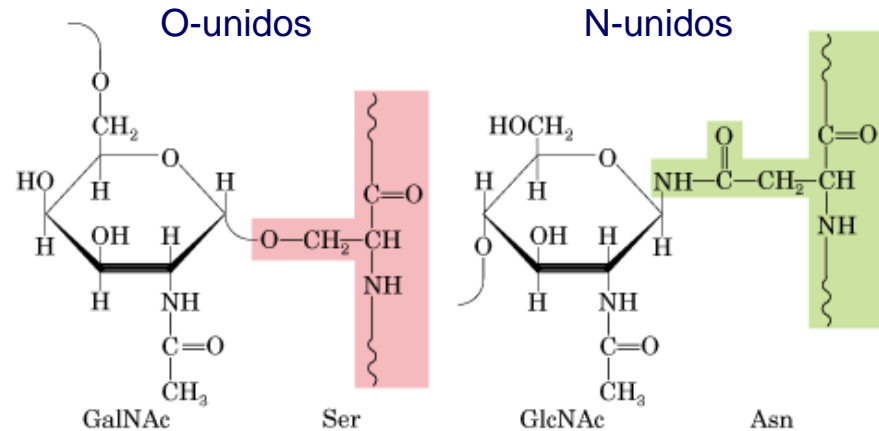
Proteoglicanos

- Glucosaminoglucanos + proteínas
(~ 95% glúcido + ~ 5% proteína)
- Glucosaminoglucanos:
 - Ácido hialurónico
 - Sulfato de condroitina
 - Sulfato de queratán
- Funciones:
 - Componentes tejido conjuntivo
 - Lubricantes
 - Interacciones célula-célula y célula-matriz
 - Unión a ligandos extracelulares
- Pueden formar agregados: cartílago



Glucoproteínas

- Proteínas + Glúcidos (1-70% glúcido)
- Unión a proteínas por dos tipos de enlace:
 - O-glucosídico (O-unidos), enlace entre –OH glúcido y –OH de Ser o Thr
 - N-glucosídico (N-unidos), enlace entre -OH glúcido y NH₂ cadenal lateral de Asn



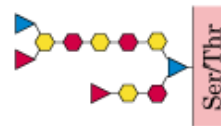
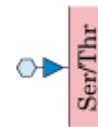
- Ejemplos:

- Inmunoglobulinas
- Hormonas
- Ribonucleasa pancreática

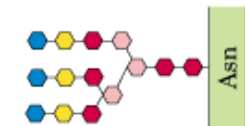
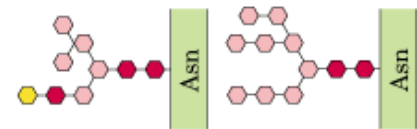
- Funciones:

- Marcadores de proteínas para conferirles especificidad

Examples:



Examples:



Glucolípidos

- Glúcidos + Gangliósidos (Lípidos de membrana)
- Oligosacárido: ácido N-acetilneuramínico (ac. siálico) y otros monosacáridos
- Ejemplo: oligosacáridos antigénicos de los grupos sanguíneos A, B y O

