



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE MEDICINA  
ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I  
UNIDAD No. 4  
CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS

#### 4.1. Carbohidratos

- 4.1.1. Importancia Biomédica.
- 4.1.2. Clasificación, Propiedades y Funciones
- 4.1.3. Estructura y enlaces glucosídicos

##### 4.1.1. Importancia Biomédica

Hidratos de carbono - carbohidratos (CHO), glúcidos (glícidos: anglicismo) o azúcares. Son biomoléculas, formados por C, H y O cuya fórmula empírica es  $(CH_2O)_n$ ,  $n \geq 3$ , pueden contener N, P y se pueden reconocer porque que sus estructuras también poseen radical hidroxilo ( $-OH$ ).

Se encuentran en todos los seres vivos, los animales obtienen los carbohidratos de los vegetales.



Recuperado el 18 de febrero del 2022 de

[https://edualimentaria.com/images/hidratos\\_de\\_carbono/fotosintesis\\_hidratos\\_carbono.jpg](https://edualimentaria.com/images/hidratos_de_carbono/fotosintesis_hidratos_carbono.jpg)

#### **IMPORTANCIA BIOMÉDICA DE LA GLUCOSA Y CARBOHIDRATOS**

La glucosa es el carbohidrato de mayor importancia desde el punto de vista fisiológico y biomédico. La glucosa circula en la sangre e ingresa a las células para su trabajo metabólico, aporte (energía).

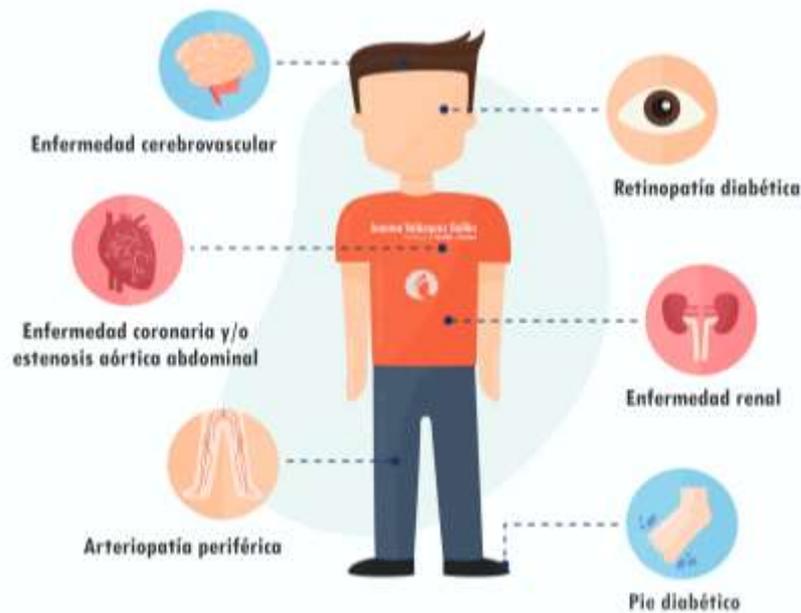
A partir de la glucosa se forman otros carbohidratos como el glucógeno de almacenamiento, la ribosa para la síntesis de ácidos nucleicos, galactosa para la leche, lípidos complejos, glucoproteínas y proteoglicanos.

Existen diversas enfermedades relacionadas con alteraciones de los carbohidratos:



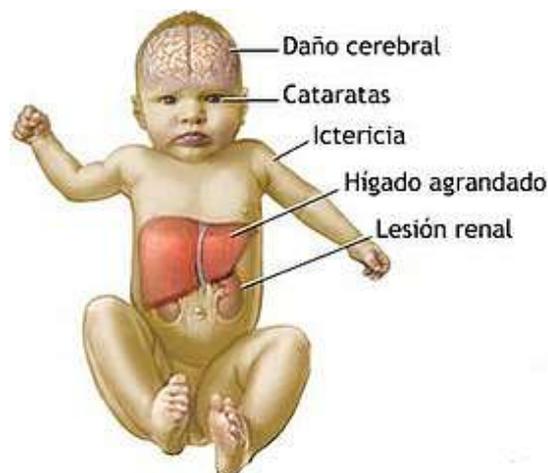
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

La **diabetes**, se caracteriza por la elevada concentración de glucosa en sangre de forma persistente o crónica, debida a un defecto en la producción de insulina o la resistencia a la acción de esta. La diabetes acompaña alteraciones del metabolismo de proteínas, lípidos, minerales, electrolitos. Valor normal de Glucosa 70 – 110 mg/dl



<https://jvg-podologia.es/wp-content/uploads/2022/05/Diabetes-Mellitus.png>

La **galactosemia** causada por deficiencia de enzima **galactosa-1-fosfato uridiltransferasa**, lo que ocasiona diarrea y molestias intestinales cuando se consume la **galactosa**.



<https://www.google.com.ec/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fes.wikipedia.org%2Fwiki%2FGalactosemia&psig=AOvVaw3fRO-31Lou9twxt1he-nha&ust=1705961043857000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBAQiRqFwoTCMjK86e-74MDFQAAAAAdAAAAABAI>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE MEDICINA  
ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I  
UNIDAD No. 4  
CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS

La **intolerancia a la lactosa** se debe a deficiencia de enzimas lactasa, lo que ocasiona diarrea y molestias intestinales cuando se consume la **lactosa**



[https://static.vecteezy.com/system/resources/previews/006/846/645/non\\_2x/lactose-intolerance-cartoon-infographics-vector.jpg](https://static.vecteezy.com/system/resources/previews/006/846/645/non_2x/lactose-intolerance-cartoon-infographics-vector.jpg)

La **intolerancia a la fructosa** o fructosemia causada por deficiencia de enzima aldolasa  $\beta$ , lo que ocasiona diarrea y molestias intestinales cuando se consume la **fructosa**.



<https://www.google.com.ec/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.udocz.com%2Fapuntes%2F450205%2Fintolerancia-hereditaria-a-la-fructosa&psig=AOvVaw3J8UnQqfmZW4DOM3Gj1K1E&ust=1705959515436000&source=images&ccd=vfe&opi=89978449&ved=0CBAQjRxqFwoTCOIwmt2474MDFQAAAAAAdAAAAABAI>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

La **intolerancia a la sacarosa** causada por deficiencia de enzima sacarasa, lo que ocasiona diarrea y molestias intestinales cuando se consume la **sacarosa**.



[https://www.google.com.ec/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdigestivointegral.es%2Findex.php%2Fnuestra-cartera-de-servicios%2Ftest-de-espirado%2F&psig=AOvVaw2rUZ6izHwdJK9wKgyUSuY1&ust=1705960078635000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CB\\_AQjRxqFwoTCODv9de674MDFQAAAAAdAAAAABAD](https://www.google.com.ec/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdigestivointegral.es%2Findex.php%2Fnuestra-cartera-de-servicios%2Ftest-de-espirado%2F&psig=AOvVaw2rUZ6izHwdJK9wKgyUSuY1&ust=1705960078635000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CB_AQjRxqFwoTCODv9de674MDFQAAAAAdAAAAABAD)

Las **glucogenosis** son enfermedades metabólicas, pueden dividirse en función de su mecanismo fisiopatológico o de producción según los defectos enzimáticos. En función de características clínicas diferenciadas:

- De fisiopatología hepática hipoglucémica: incluye las glucogenosis tipos Ia, Ib, III, VI;
- De fisiopatología muscular: incluye las glucogenosis tipos V, VII y los defectos de la glucólisis que no causan acumulación de glucógeno;
- De fisiopatología peculiar, como las glucogenosis tipos II y IV

### Enfermedades por depósito de glucógeno

Tipo	Nombre	Enzima deficiente	Datos clínicos
0	—	Glucógeno sintasa	Hipoglucemia; hipercetonemia; muerte temprana
Ia	Enfermedad de Von Gierke	Glucosa 6-fosfatasa	Acumulación de glucógeno en el hígado y en células de los túbulos renales; hipoglucemia; acidemia láctica; cetosis; hiperlipidemia
Ib	—	Transportador de glucosa 6-fosfato del retículo endoplásmico	Como en el tipo Ia; neutropenia y función de neutrófilos alterada que llevan a infecciones recurrentes
II	Enfermedad de Pompe	$\alpha_1 \rightarrow 4$ y $\alpha_1 \rightarrow 6$ glucosidasa (maltosa ácida) lisosomal	Acumulación de glucógeno en lisosomas; variante de inicio juvenil, hipotonía muscular, muerte por insuficiencia cardíaca hacia los dos años de edad; variante de inicio en el adulto, distrofia muscular
IIIa	Dextrinosis límite, enfermedad de Forbe o de Cori	Enzima desramificadora hepática y muscular	Hipoglucemia en ayuno; hepatomegalia durante la lactancia; acumulación de polisacárido ramificado característico (dextrina límite); debilidad muscular
IIIb	Dextrinosis límite	Enzima desramificadora hepática	Como en el tipo IIIa, pero sin debilidad muscular



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

IV	Amilopectinosis, enfermedad de Andersen	Enzima ramificadora	Hepatosplenomegalia; acumulación de polisacárido con pocos puntos de ramificación; muerte por insuficiencia cardíaca o hepática antes de los cinco años de edad
V	Deficiencia de miofosforilasa, síndrome de McArdle	Fosforilasa muscular	Poca tolerancia al ejercicio; glucógeno muscular anormalmente alto (2.5 a 4%); lactato en sangre muy bajo después de ejercicio
VI	Enfermedad de Hers	Fosforilasa hepática	Hepatomegalia; acumulación de glucógeno en el hígado; hipoglucemia leve; por lo general buen pronóstico
VII	Enfermedad de Tarui	Fosfofructocinasa 1 muscular y de eritrocitos	Poca tolerancia al ejercicio; glucógeno muscular anormalmente alto (2.5 a 4%); lactato en sangre muy bajo después de ejercicio; anemia hemolítica
VIII		Fosforilasa cinasa hepática	Hepatomegalia; acumulación de glucógeno en el hígado; hipoglucemia leve; por lo general buen pronóstico
IX		Fosforilasa cinasa hepática y muscular	Hepatomegalia; acumulación de glucógeno en el hígado y el músculo; hipoglucemia leve; por lo general buen pronóstico
X		Proteína cinasa dependiente de cAMP	Hepatomegalia; acumulación de glucógeno en el hígado

Harper, 2012

Las **mucopolisacaridosis (MPS)**, enfermedades metabólicas raras o huérfanas, por la ausencia o mal funcionamiento de enzimas, que participan en el metabolismo de moléculas como son los glucosaminoglicanos GAG que forman parte de cartílagos, huesos, tendones, córneas, piel, tejido conectivo, tejido hematopoyético.

**Muco** = capa gelatinosa gruesa de moléculas

**Poli** = muchos

**Sacárido** = azúcar de las moléculas



## Enfermedades Lisosomales

# Mucopolisacaridosis y sus tipos

## Tipos

Los tipos más comunes son:

- Mucopolisacaridosis tipo I o enfermedad de Hurler.
- Mucopolisacaridosis tipo II o Enfermedad de Hunter.
- Mucopolisacaridosis tipo III o síndrome de Sanfilippo.
- Mucopolisacaridosis tipo IV o síndrome de Morquio.
- Mucopolisacaridosis tipo VI o síndrome de Maroteaux-Lamy.
- Mucopolisacaridosis tipo VII o síndrome de Sly.

## Incidencia

Somosdisc@



5 casos por cada 10.000 niños nacidos vivos  
Con una esperanza de vida corta hasta la adolescencia

Las mucopolisacaridosis son un grupo de enfermedades raras caracterizadas por la deficiencia de enzimas, que ayudan a construir los huesos, cartilagos, tendones, córneas, la piel, el tejido conectivo y el tejido hematopoyético.

## Síntomas

Su principal característica es una talla baja junto con los siguientes síntomas:



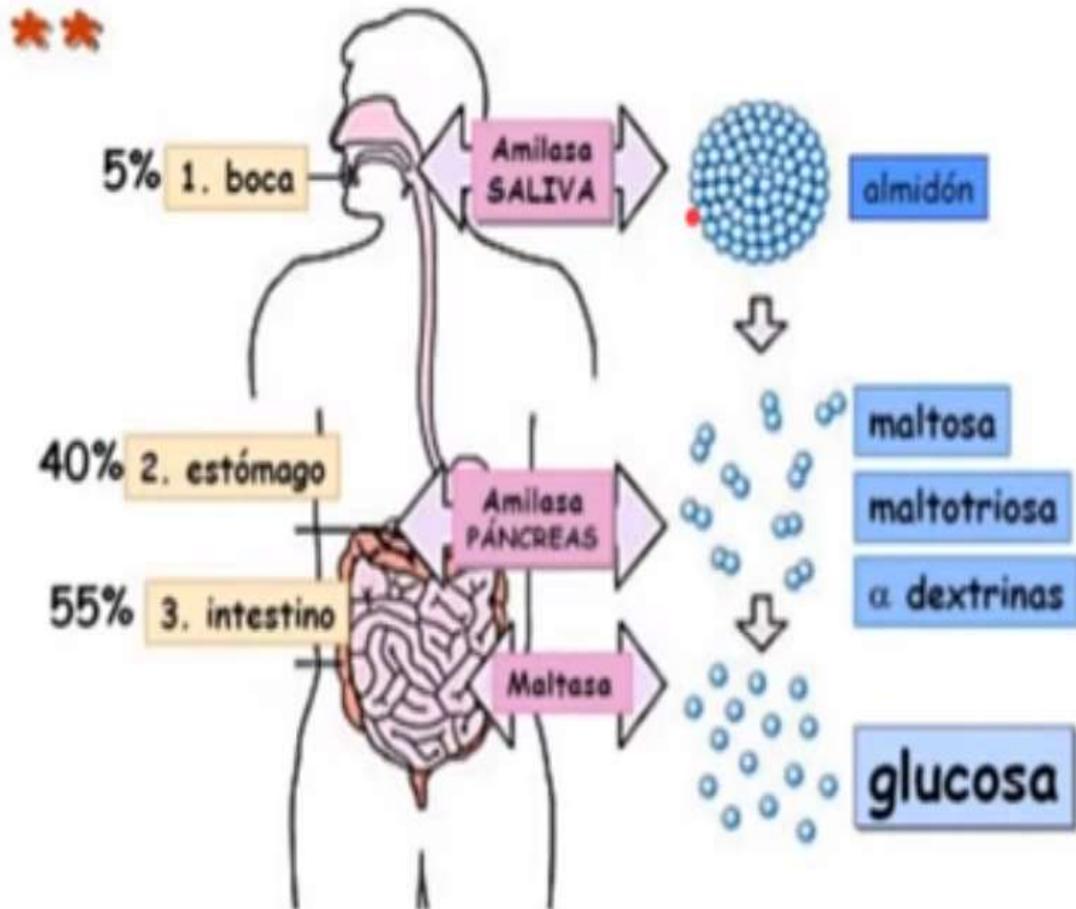
www.somosdisca.es

<https://somosdisca.es/mucopolisacaridosis/>



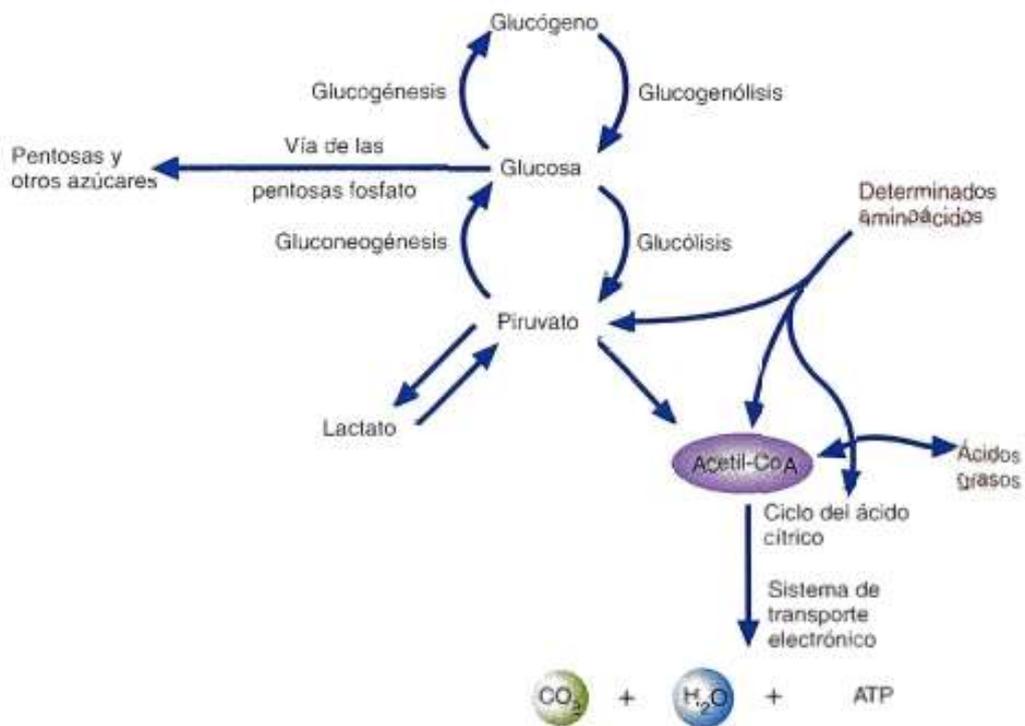
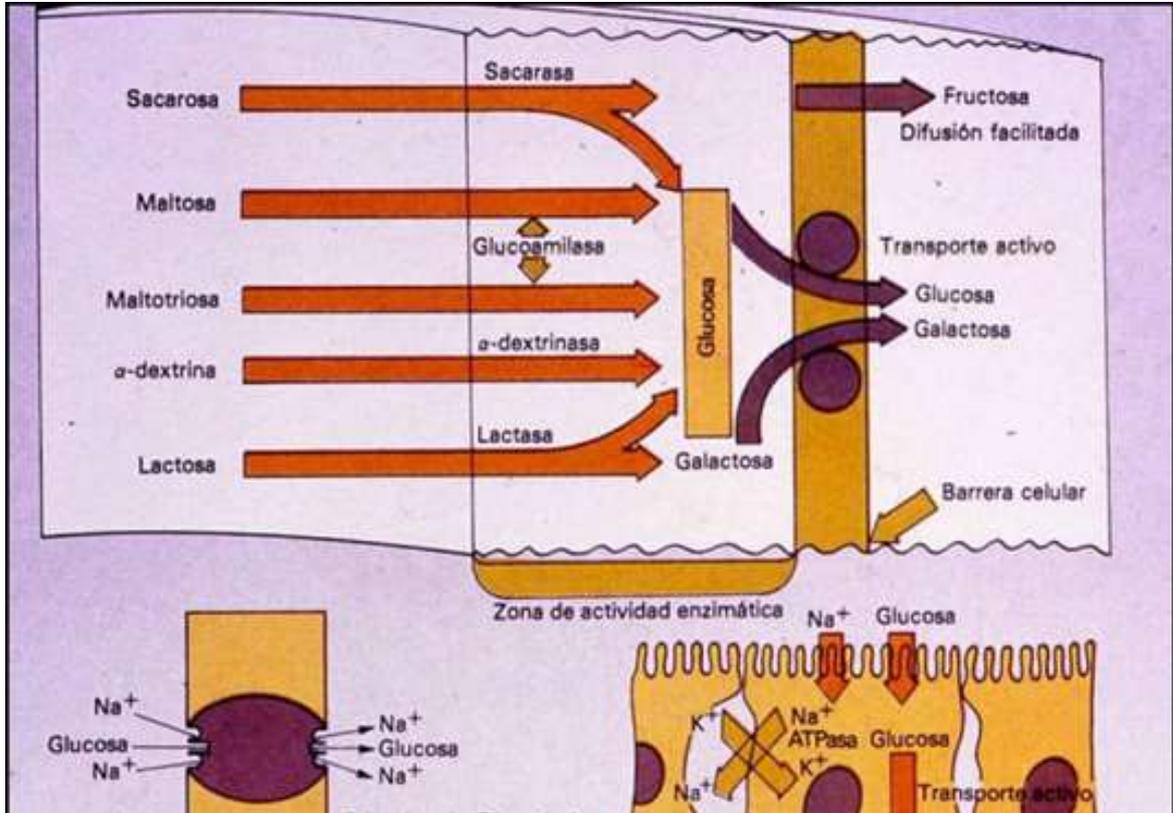
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE MEDICINA  
ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I  
UNIDAD No. 4  
CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS

*Digestión Absorción y Metabolismo de Carbohidratos.* Recuperado el 18 de febrero del 2022 de <https://bioquimicaweb.wordpress.com/2016/10/27/digestion-absorcion-y-metabolismo-de-carbohidratos/>





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE MEDICINA  
ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I  
UNIDAD No. 4  
CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

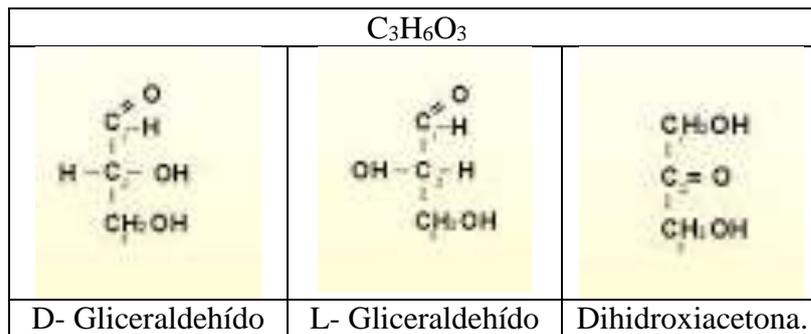
**4.1.2. Clasificación, Propiedades y Funciones**

**POR EL NÚMERO DE AZÚCARES:** Son los monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos

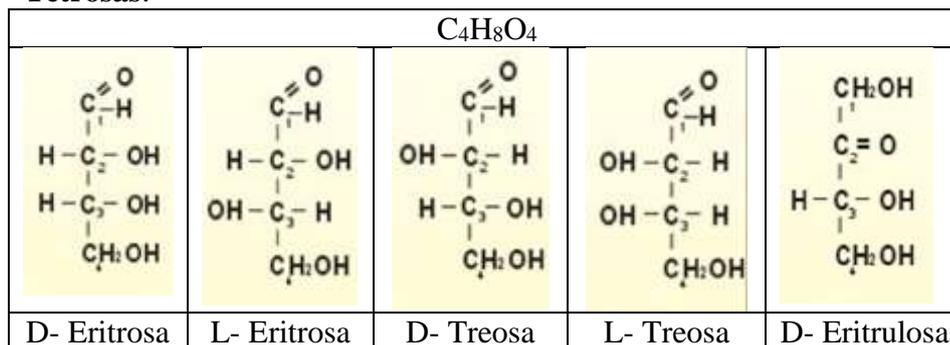
**Monosacáridos o Azúcares simples:** Poseen una estructura única de azúcar simple. Son los precursores de los oligosacáridos y polisacáridos. No pueden hidrolizarse en carbohidratos más simples. En la nomenclatura se utiliza el sufijo “osa”, se clasifican por el número de carbonos o por el grupo funcional.

*Por el Número de Carbonos:* Triosas, tetrosas, pentosas y hexosas

- Triosas:**



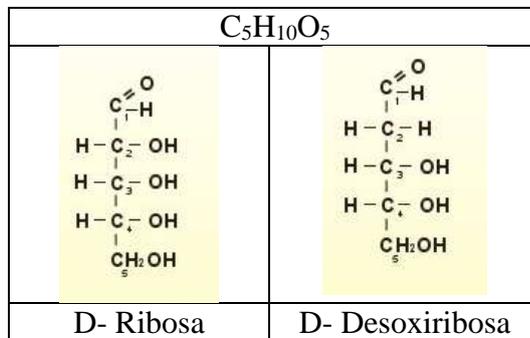
- Tetrosas:**



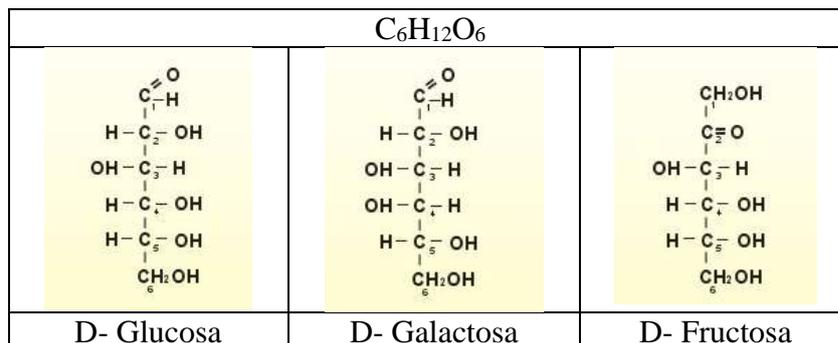
- Pentosas:** D-ribosa (elementos estructurales del DNA y RNA y de los cosustratos y coenzimas, por ejemplo: ATP, NAD, NADP, flavoproteínas. Fosfatos de ribosa); D-ribulosa (intermediario en la vía de los fosfatos de pentosa); D-arabinosa y D-xilosa (constituyentes de las glucoproteínas); también tienen importancia biológica la D-lixosa (lixoflavina del músculo cardíaco humano) y L-xilulosa (intermediario en la vía del ácido urónico).



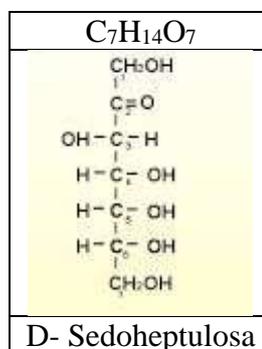
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**



- **Hexosas:** D-glucosa (carbohidrato o azúcar del cuerpo), D-fructosa (se puede transformar en glucosa en el hígado), D-galactosa (se puede transformar en glucosa en el hígado, componente de la leche, sintetizada por las glándulas mamarias y es constituyente de glucolípidos y glucoproteínas).



**Heptosas**





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

*Por el Grupo Funcional:* Aldosas y cetosas

Aldosas (Grupo funcional aldehído)	Cetosas. (Grupo funcional cetona)

$C_3H_6O_3$	
Gliceraldehído	Dihidroxiacetona.

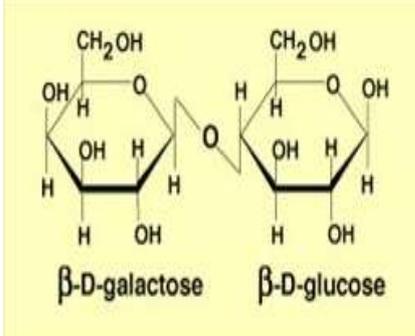
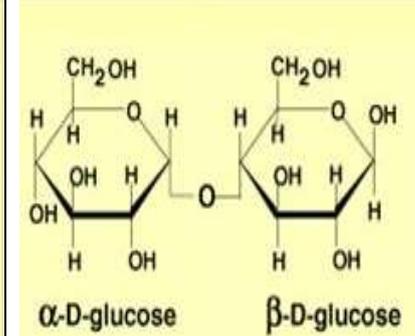
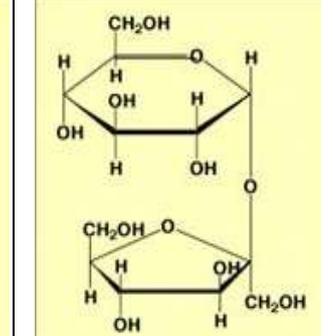
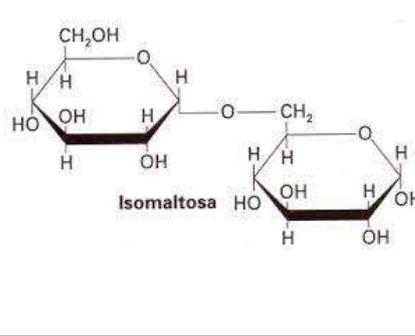
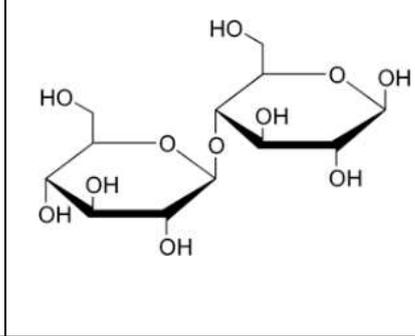
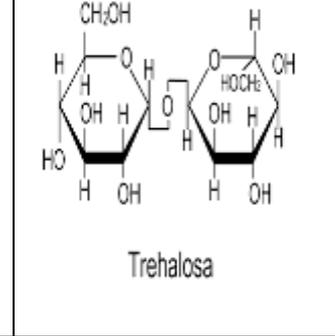
**Oligosacáridos:** Aquellos que poseen desde 2 hasta 10 unidades de monosacáridos. Unidos por enlaces o-glucosídicos.

**Disacáridos:** poseen 2 unidades de monosacáridos, pueden hidrolizarse en sus respectivos monosacáridos bases.

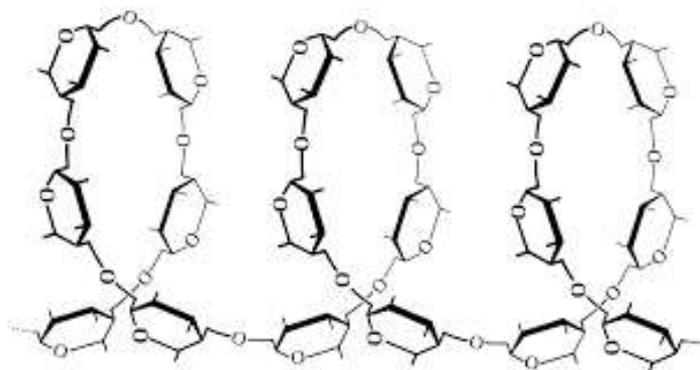
- **Maltosa, isomaltosa, celobiosa, trehalosa:** glucosa + glucosa (poder reductor) azúcar de la malta (maltosa), celulosa (celobiosa), isomaltosa (almidón y glucógeno), poder reductor salvo la trehalosa.
- **Sacarosa:** glucosa + fructosa (azúcar común – azúcar reductor) remolacha azucarera, caña de azúcar
- **Lactosa:** galactosa + glucosa



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

$C_{12}H_{24}O_{12}$		
 <p><b><math>\beta</math>-D-galactose    <math>\beta</math>-D-glucose</b></p>	 <p><b><math>\alpha</math>-D-glucose    <math>\beta</math>-D-glucose</b></p>	
<b>Lactosa</b>	<b>Maltosa</b>	<b>Sacarosa</b>
 <p><b>Isomaltosa</b></p>		 <p><b>Trehalosa</b></p>
<b>Isomaltosa</b>	<b>Celobiosa</b>	<b>Trehalosa</b>

**Polisacáridos:** Poseen más de 10 unidades de monosacáridos. Se hidrolizan en sus unidades de monosacáridos. Ejemplos: los almidones (polisacárido de origen vegetal), maltodextrinas, glucógeno (carbohidrato de reserva del hígado), celulosa (de origen vegetal).





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

**Formas Estructurales Carbohidratos**

<b>Forma de Cadena Lineal</b>	<b>Forma de Haworth</b>	<b>Forma de Silla</b>

**VARIANTES ISOMÉRICAS DE LOS CARBOHIDRATOS**

**ESTEREREISÓMEROS**

Un **estereoisómero** es un isómero, (iso=igual; mero: partes), que poseen la misma fórmula molecular y secuencia en la distribución de los átomos, con los mismos tipos de enlace, pero la orientación tridimensional es diferente.

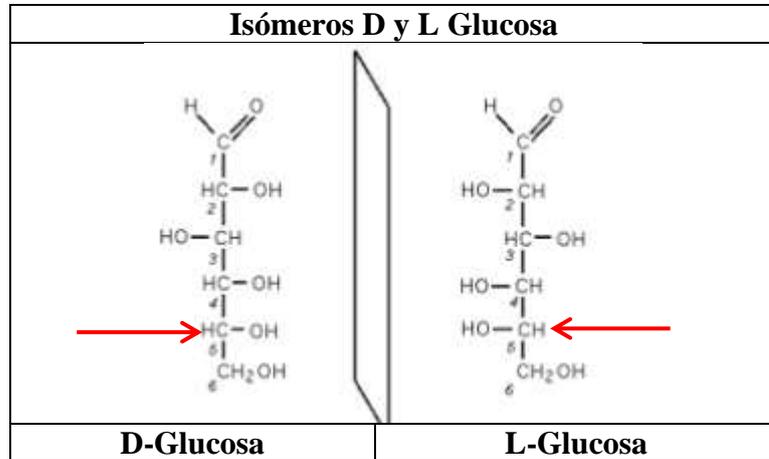
<b>Isómeros</b>	
Fórmula Molecular: $C_6H_{12}O_6$	
Peso Molecular: 180 g/mol	
<b>D-Glucosa</b>	<b>D-Fructosa</b>

**Isomerismo D y L:** Es el isomerismo óptico, es decir la rotación de la luz a la derecha (*dextrorrotación*) y desde el punto de vista del observador el grupo funcional determinante de esta propiedad está ubicado a la derecha, y el que tiene el grupo funcional a la izquierda es (*levorrotación*).

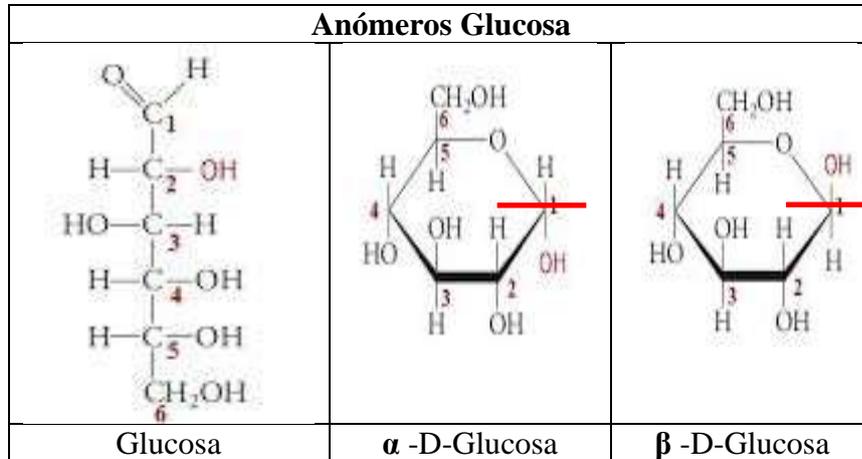
En los carbohidratos es el -OH del carbono penúltimo, alejado del carbono que tiene al aldehído o cetona, por ser el que está más oxidado. En los aminoácidos es el amino, del segundo carbono o llamado carbono  $\alpha$ .



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**



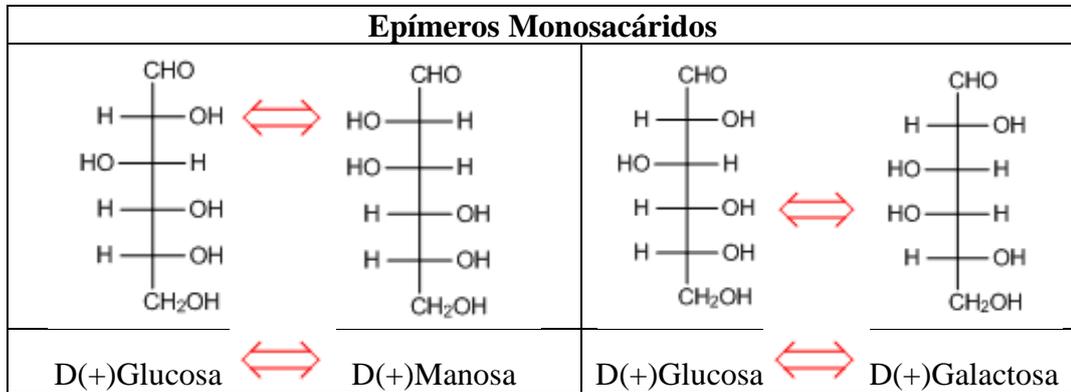
**Anómeros  $\alpha$  y  $\beta$ :** Depende del H y OH en el C<sub>1</sub>. Si el grupo OH está abajo será  $\alpha$ . El C<sub>1</sub> se denomina *carbono anomérico*. Se da en los carbohidratos de 5 carbonos, lo que le permite tomar una forma cíclica, y el -OH se analiza bajo el plano o sobre el plano de corte.



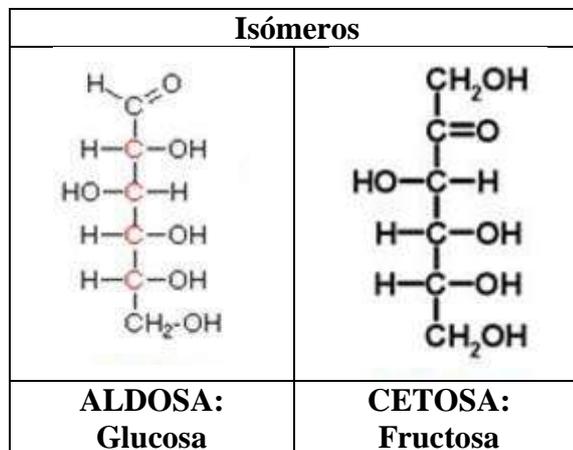


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

**Epímeros:** Ocurren por variaciones de los H y OH en los carbonos 2,3 y 4.



**Isomerismo aldosa – cetosa:** Se basa en el carbono 1 (grupo aldehído potencial) y carbono 2 (ceto potencial).





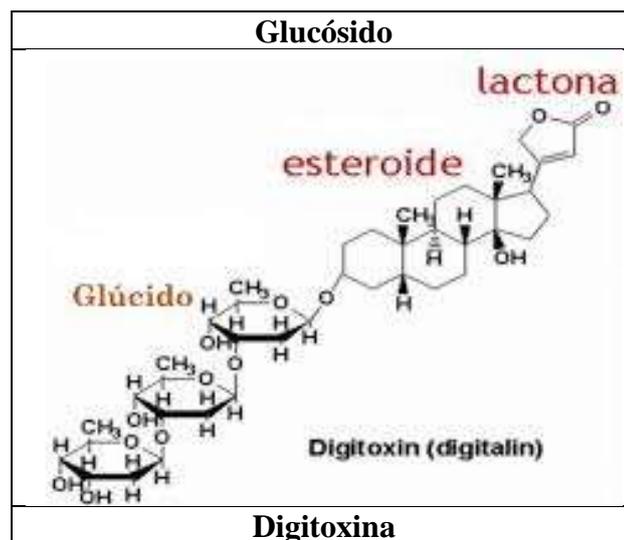
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE MEDICINA  
ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I  
UNIDAD No. 4  
CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS

## GLUCÓSIDOS

Los glucósidos se forman por la condensación entre los grupos hidroxilo del carbono anomérico y otro compuesto de diferente naturaleza, monosacárido o no. Este enlace se denomina **glucosídico**.

Cuando el segundo grupo es una amida, se dan los enlaces **N-glucosídico**, por ejemplo, entre adenina y ribosa. La unión entre una amida y un carbohidrato origina los **aminoazúcares** (Ej: hexosaminas), componentes de las glucoproteínas, gangliósidos, glucosaminoglucanos. La eritromicina es un antibiótico que posee aminoazúcares.

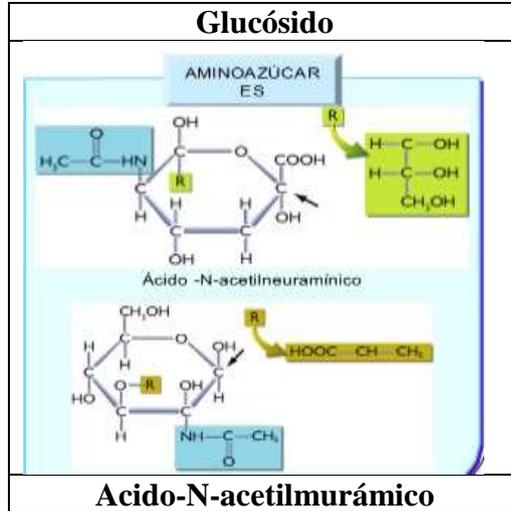
Los **nucleósidos**, **nucleótidos** y **ATP** se forman por la unión entre las bases nitrogenadas y la ribosa.



*Digitoxina (eliminación hepática) es un Glucósido cardíaco, similar a la digoxina (eliminación renal), pero con efectos más duraderos, por lo que se emplea en pacientes con función renal alterada.*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE MEDICINA  
ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I  
UNIDAD No. 4  
CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS



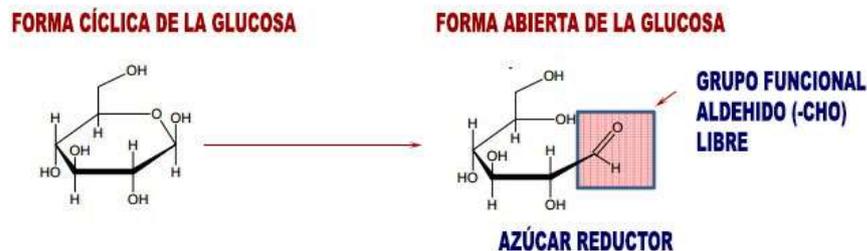
*Se ubica en la pared celular de la mayoría de las bacterias (biopolímero) a excepción de las clamidias. Por esta razón la penicilina no es efectiva en este tipo de infecciones y se debe usar doxiciclina o azitromicina.*



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

**PROPIEDADES GENERALES DE LOS CARBOHIDRATOS**

- Hidrolizables, a excepción de los monosacáridos (más sencillos)
- Monosacáridos son monómero de carbohidratos más complejos
- Solubles en agua, insolubles en alcohol etílico, éter
- La gran mayoría sabor dulce, algunos amargo.
- Aspecto cristalino
- Color blanquesino
- Cierta porcentaje de monosacáridos son azúcares reductores: el grupo funcional  $\text{-CHO}$  es libre en la estructura abierta, es decir el carbono no forma parte del enlace O- glucosídico.



Recuperado el 18 de febrero del 2022 de [https://edualimentaria.com/images/hidratos\\_de\\_carbono/azucar-reductor.jpg](https://edualimentaria.com/images/hidratos_de_carbono/azucar-reductor.jpg)

Poder edulcorante

***Poder Edulcorante***

NOMBRE	PODER EDULCORANTE (sacarosa = 1)
Miel de abejas	0.97
Fructosa	1.2—1.7
Glucosa medicinal (Dextrosa)	0.743
Glucosa industrial	0.3
Sacarosa invertida	1.238
Lactosa	0.2 a 0.3
Xylitol	1.0
Sucralosa (Splenda) <sup>a</sup>	600
Ciclamato	30
Acesulfame K (Sunnet) <sup>a</sup>	150
Dulcina (Sucrol)	250
Taumatina (Talina) <sup>a</sup>	3.500
Estevióside (Steviosin) <sup>a</sup>	300
Glicirrina (Magna Sweet) <sup>a</sup>	50
Aspartame (Nutra Sweet) <sup>a</sup>	200
D-Triptofano	35
Ac. Sucronico	200

<sup>a</sup>: denominación comercial

Recuperado el 18 de febrero del 2022 <https://www.foodnewlatam.com/images/stories/2015/Noviembre/poder-edulcorantes-sobre-alimentos.jpg>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

	Cómo figura en la etiqueta	Calorías por gramo	Poder edulcorante (en comparación con el azúcar)	Ingesta diaria admisible (mg en una persona de 70 kg)	Se encuentra en:
<b>Solo uso doméstico</b>					
Sirope de ágave	Sirope de ágave	3,1	15	16 g/día	El sirope se usa como sustituto del azúcar.
<b>Doméstico e industrial</b>					
Glucósidos de esteviol (Stevia)	E-960	0	Hasta 300 veces más	280	Yogur, postres y complementos dietéticos.
Fructosa	Fructosa	4	1,3 veces más	120 g/día	Refrescos de cola, naranja y limón.
Sacarina	E-954	0	Hasta 700 veces más	350	Frutos secos, pasta de dientes y bebidas con gas y en polvo.
<b>Solo uso industrial</b>					
Aspartamo	E-951	0	Hasta 220 veces más	2.800	Bebidas refrescantes, helados sin azúcar y cereales.
Advantamo	E-969	0	20.000	350	Chocolates, helados, caramelos y sabores mentolados.
Sucralosa (splenda)	E-955	0	Hasta 600 veces más	1.050	Mermeladas, barras de cereales, fruta enlatada y bebidas de café.
Taumatina	E-957	0	Hasta 3.000 veces más	No especificada*	Fideos instantáneos, pan, pasteles y bebidas con gas.
Xilitol	E-967	2,4	Similar al azúcar	No especificada*	Chicles, enjuagues bucales y pasta de dientes.

Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), FAO/OMS. \* Es la categoría más segura establecida por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA).

Recuperado el 18 de febrero del 2022 de <https://www.consumer.es/alimentacion/cuanto-endulza-cada-edulcorante-en-comparacion-con-el-azucar.html>

### **FUNCIONES GENERALES DE LOS CARBOHIDRATOS**

- **Como la principal fuente de energía:** La *glucosa* es el carbohidrato más abundante y constituye el combustible de primera mano para todas las actividades de la célula, 4 Kcal/g.
- **Como reserva:** Los carbohidratos actúan como una importante reserva energética. En los vegetales los carbohidratos de reserva son los *almidones* y en los animales es el *glucógeno*. Cuando las necesidades de energía en el organismo lo determinen, los almidones y glucógeno pueden convertirse en glucosa para ser utilizada por las células. La *sacarosa* también constituye un carbohidrato de reserva para las plantas, que es un alimento importante para los humanos.

#### Almacenamiento de carbohidratos en un ser humano de 70 kg de peso

	Porcentaje de peso del tejido	Peso del tejido	Contenido corporal (g)
Glucógeno hepático	5.0	1.8 kg	90
Glucógeno muscular	0.7	35 kg	245
Glucosa extracelular	0.1	10 L	10

Harper, 2012



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

- **Estructural:** La conformación de la membrana celular. La *celulosa* es un carbohidrato de funciones estructurales que confiere a los vegetales su característica leñosa y fibrosa. En las bacterias los carbohidratos integran los *peptidoglucanos*. En los animales, la *quitina* y el *ácido hialurónico* son componentes del tejido de sostén.
- **Como precursores** de lípidos, proteínas, ácido ascórbico e inositol.
- **Conformación de derivados nucleósidos**, para dar paso a la síntesis de **nucleótidos**, que actúan en la conformación del ADN y ARN, así como los cofactores orgánicos en el metabolismo.

AZÚCARES	CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES
<b>MONOSACÁRIDOS</b>	Monosacárido en forma libre más abundante en nuestra dieta.
<b>GLUCOSA</b>	Constituyente único o fundamental de todos los hidratos de carbono glucémicos (aquellos que se digieren y absorben en el intestino delgado, aumentando el azúcar en sangre).
Otras denominaciones: dextrosa, azúcar de uva	Es el azúcar de la sangre  Fuente importante de energía para todas las células del cuerpo.  En condiciones normales es la única fuente de energía para el cerebro, sistema nervioso y los glóbulos rojos.  Menos dulce que la sacarosa (70-80% del dulzor de sacarosa)  Menos soluble en agua que la sacarosa.  Azúcar reductor que participa fácilmente en las reacciones de oscurecimiento de Maillard.  Empieza a caramelizar a una temperatura aproximadamente de 160 °C.  Derivados de la glucosa son la vitamina C y la glucosamina.  Industrialmente se obtiene por la hidrólisis del almidón de maíz con ácido clorhídrico.  Fuentes: Frutas, bayas, hortalizas, miel, almidón hidrolizado, azúcar invertido, azúcar de arce, jarabe o sirope de maíz, alimentos que contienen productos de la hidrólisis del almidón (Ej. jarabe de maíz, jarabe de maíz alto en fructosa).



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

<p><b>FRUCTOSA</b></p> <p>Otras denominaciones: azúcar de fruta, levulosa (porque gira la luz polarizada hacia la izquierda)</p>	<p>Es el azúcar simple más dulce, 20% más dulce que la sacarosa.</p> <p>Es más soluble que la sacarosa (4 partes de fructosa se disuelven en 1 parte de agua a temperatura ambiente)</p> <p>Se metaboliza más lentamente que la glucosa y sacarosa</p> <p>Es el más eficaz absorbiendo y reteniendo agua</p> <p>Empieza a caramelizar a una temperatura aproximadamente de 110°, muy por debajo de la temperatura a la que lo hacen otros azúcares.</p> <p>La miel es el único producto de <u>origen animal</u> que contiene fructosa <u>libre</u>.</p> <p>Fuentes: Frutas, bayas, hortalizas, miel, azúcar de arce, jarabe de maíz, alimentos procesados (Ej dulces elaborados con fructosa cristalina, azúcar invertido o jarabe de maíz alto fructosa, bebidas gaseosas endulzadas con jarabe de maíz alto en fructosa)</p>
<p><b>DISACÁRIDOS</b></p> <p><b>SACAROSA</b></p> <p>Otras denominaciones: sucrosa, azúcar de mesa</p>	<p>Es el nombre científico del azúcar de mesa.</p> <p>Formada por glucosa y fructosa</p> <p>Es el azúcar más abundante en la naturaleza</p> <p>Se obtiene a partir de la remolacha azucarera y la caña de azúcar.</p> <p>Es un azúcar no reductor. Aunque las altas temperaturas lo rompen (o hidrolizan) en sus componentes reductores que pueden participar en la reacción de oscurecimiento de Maillard.</p> <p>Se utiliza como patrón de dulzor. Asignándole un valor igual a 1 o 100%</p> <p>Posee agradable sabor incluso en altísimas concentraciones (Ej. confituras)</p> <p>Es el segundo azúcar más dulce y soluble (2 partes de sacarosa se disuelven en una parte de agua a temperatura ambiente).</p> <p>De los azúcares posee la mayor viscosidad o espesor en una solución acuosa.</p> <p>Empieza a caramelizar a una temperatura aproximada de 160°C.</p> <p>Fuentes: frutas, bayas, hortalizas, miel, azúcar de arce, ingrediente básico de varios alimentos, tales como, helados, postres, confitería, mermeladas, jugos, bebidas, etc.</p> <p>Productos adicionales del proceso de refinamiento de sacarosa son melaza, azúcar moreno y el azúcar impalpable.</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE MEDICINA  
ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I  
UNIDAD No. 4  
CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS

<b>LACTOSA</b> Otras denominaciones: azúcar de la leche	Es el menos dulce y menos soluble de los <b>disacáridos</b> de importancia en los alimentos  Compuesta por glucosa y galactosa  Es un azúcar reductor.  Por su poder adsorbente se emplea para retener aromatizantes, saborizantes y colorantes.  Naturalmente solo se encuentra la leche y derivados  Fuentes: leche y derivados, alimentos que contienen lácteos, tales como, algunos productos de confitería y panadería, barras para el desayuno, y fórmulas infantiles, entre otros.
<b>MALTOSA</b> Otra denominación: azúcar de malta	Formada por 2 glucosas  Se obtiene por hidrólisis ácida y/o enzimática del almidón  Se sintetiza durante la germinación de la cebada.  Se encuentra en semillas germinadas, malta, cerveza, pan, miel, cereales y frutas, y en los hidrolizados de almidón, como los jarabes de maltosa.

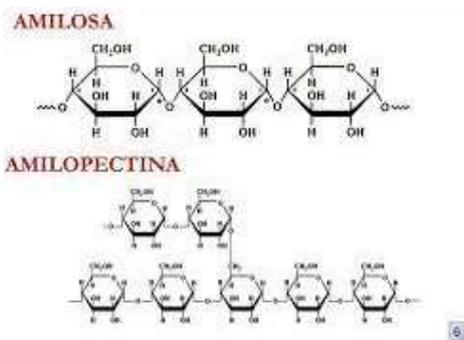
Fuentes: VALDES, S., (2006)<sup>1</sup>; McGEE, H. (2010)<sup>20</sup>; HERNANDEZ, M. y SASTRE, A., (1999)<sup>27</sup>

Recuperado el 18 de febrero del 2022 de <https://edualimentaria.com/legumbres-composicion-y-propiedades/2-uncategorised/78-hidratos-de-carbono-carbohidratos>

**POLISACÁRIDOS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL.** *Se encuentra homopolisacáridos y heteropolisacáridos.*

Las funciones de los polisacáridos son de almacenamiento y estructurales.

**Almidón.**- El almidón tiene funciones de almacenamiento en los vegetales. Produce glucosa al degradarse, como **glucano** o **glucosano** (es decir polisacáridos que están formados por D-glucosa). Se lo pueden encontrar en cereales, papas, legumbres y otros vegetales. Contiene **amilopectina** en un 80-85% y **amilosa** en un 15-20%.

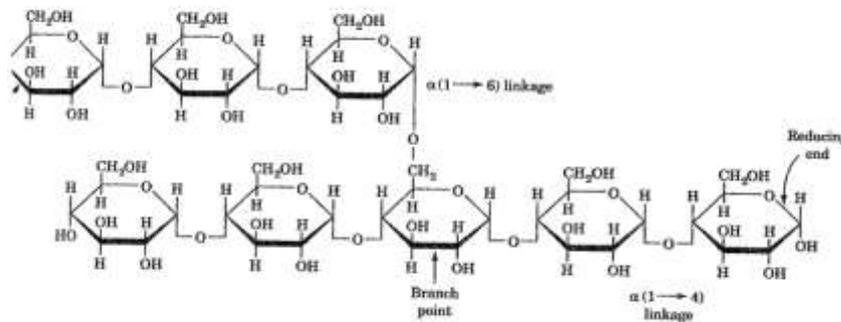


<https://qph.cf2.quoracdn.net/main-qimg-aa80f7ea477343c29bf1b0232122622b-lq>



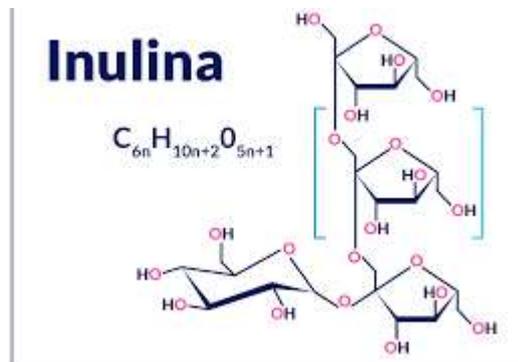
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE MEDICINA  
ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I  
UNIDAD No. 4  
CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS

**Glucógeno.**- Es la molécula de almacenamiento de origen animal. Su estructura consiste en la unión de muchas cadenas ramificadas formadas por glucosa.



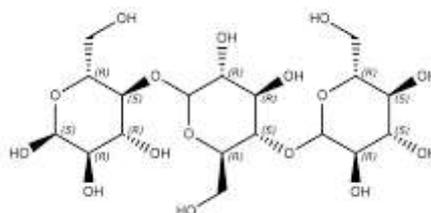
[https://www.google.com.ec/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fse.com%2Fglucogeno\\_4435-bp-m57cfb26e71cd7&psig=AOvVaw1Gw\\_MjRdDRomQK1\\_3Kli4J&ust=1705955023382000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBAQjRxqFwoTCOjs8uy74MDFQAAAAAAdAAAAABAH](https://www.google.com.ec/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fse.com%2Fglucogeno_4435-bp-m57cfb26e71cd7&psig=AOvVaw1Gw_MjRdDRomQK1_3Kli4J&ust=1705955023382000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBAQjRxqFwoTCOjs8uy74MDFQAAAAAAdAAAAABAH)

**Inulina.**- Es *fructosano* porque se puede degradar a fructosa. Es de origen vegetal y se encuentra en los tubérculos. Se ha utilizado en estudios de filtración glomerular.



<https://www.porcicultura.com/destacado/La-Inulina-y-su-importancia-en-lechones-destetados>

**Dextrinas.**- Proviene de la degradación del almidón.

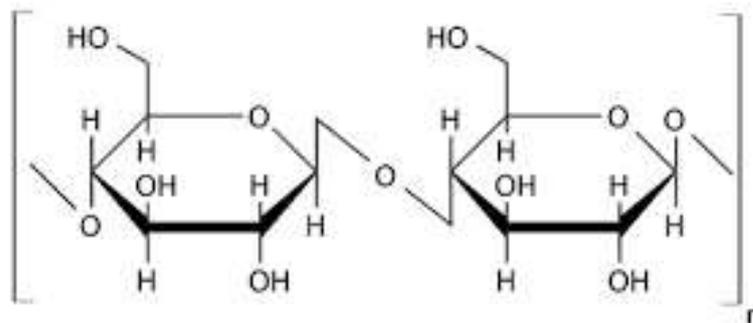


<https://assets.fishersci.com/TFS-Assets/CCG/Chemical-Structures/chemical-structure-cas-9004-53-9.jpg-650.jpg>



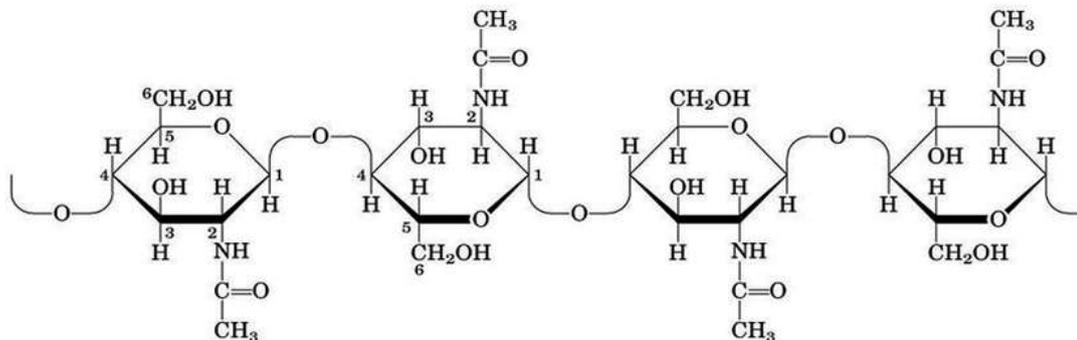
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE MEDICINA  
ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I  
UNIDAD No. 4  
CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS

**Celulosa.**- Es el principal polisacárido estructurante de los vegetales. El ser humano no tiene la capacidad de hidrolizar la celulosa, por lo cual tiene mucha importancia digestiva al proporcionar volumen como *fibra alimenticia*. Los rumiantes poseen microorganismos que pueden atacar a la celulosa. En forma limitada, esto puede ocurrir también en el colon humano por la presencia de bacterias.



<https://es.dreamstime.com/fotograf%C3%ADa-de-archivo-libre-de-regal%C3%ADas-la-f%C3%B3rmula-estructural-del-pol%C3%ADmero-de-la-celulosa-image40390927>

**Quitina.**- Constituye el exoesqueleto de crustáceos e insectos.



<https://www.researchgate.net/publication/235431334/figure/fig1/AS:341719397748772@1458483661827/Figura-1-Estructura-de-la-quitina-8.png>

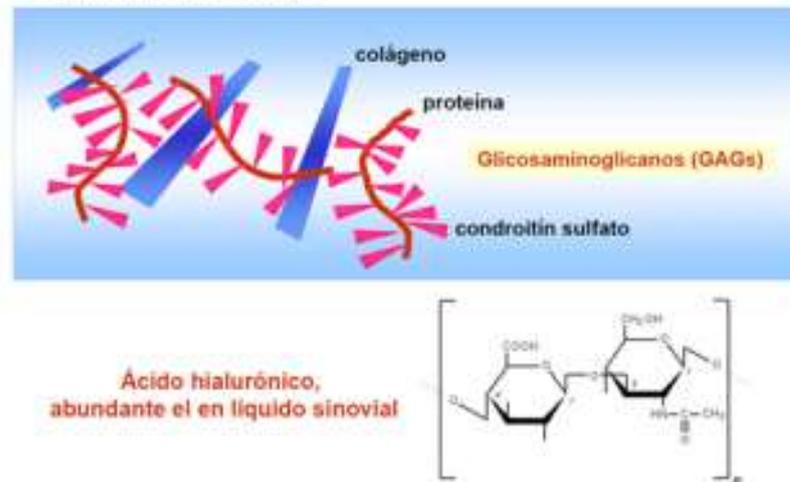
**Glucosaminoglucanos (mucopolisacáridos).**-

Contienen *ácido urónico* y aminoazúcares. Cuando se unen a una molécula de proteína se denominan *proteoglucanos*, los mismos que tienen funciones estructurales en (huesos, tejido conectivo). Algunos ejemplos de mucopolisacáridos o GAGs de importancia clínica y fisiológica son *ácido hialurónico, dermatán sulfato, sulfato de condroitina, heparina*.



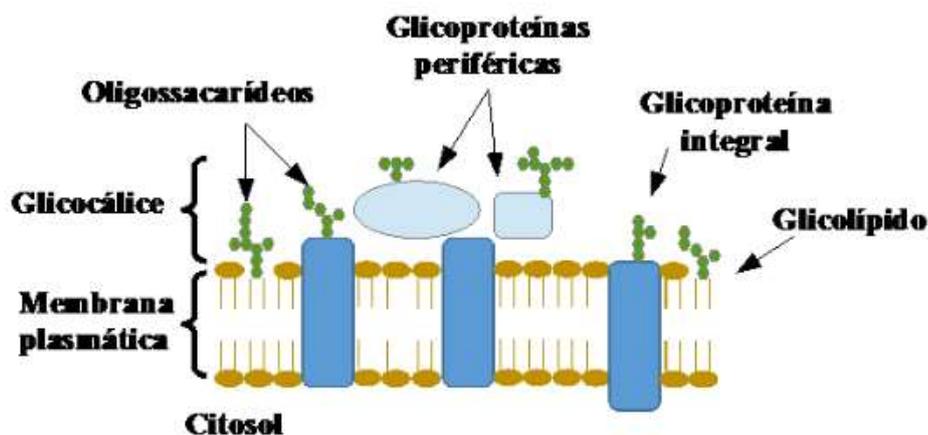
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE MEDICINA  
ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I  
UNIDAD No. 4  
CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS

Estructura del cartilago



<https://metabolicas.sjdhospitalbarcelona.org/ecm/mucopolisacaridosis/info/mucopolisacaridos-gags>

**Glucoproteínas (mucoproteínas).**- Conforman las cubiertas celulares o glucocálix (literalmente, cobertura de azúcar) es una capa que cubre la mayoría de las células. Esta cobertura es constituida por **oligosacáridos** que forman parte de la cadena lateral de las **glucoproteínas** o de los **glucolípidos** presentes en la membrana plasmática

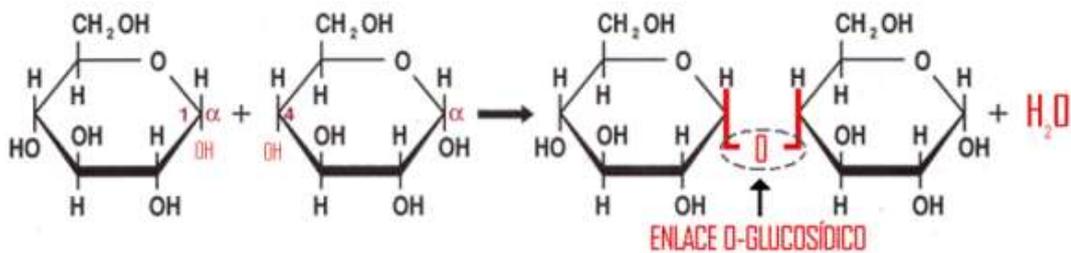


<https://know.net/es/ciencias-tierra-vida/biologia-es/glicocalix/>



#### 4.1.3. Estructura y enlaces glucosídicos

El *enlace glucosídico (O-glucosídico)* se forma a partir de la condensación de dos compuestos, el **-OH** (hidroxilo) del carbono anomérico del primer monosacárido con un **-OH** unido a un carbono (anomérico o no) del segundo monosacárido.



Recuperado el 18 de febrero del 2022 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Enlace\\_glucos%C3%ADdico](https://es.wikipedia.org/wiki/Enlace_glucos%C3%ADdico)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

## Unidades de estimación, contenido de carbohidratos, IG y carga glucémica

Alimentos seleccionados con contenido de carbohidratos	Esta cantidad corresponde a 1 unidad de estimación UP/UC (UCH)	Contenido de carbohidratos por unidad de estimación	IG*	Carga glucémica por unidad de estimación
<b>CEREALES Y SUBPRODUCTOS</b>				
Copos de maíz	15 g	12 g	84	10
Harina de avena	15 g	11 g	61	7
Harina de maíz	15 g	11 g	68	7
Pan de multicereales	25 g	11 g	45	5
Mezcla de muesli	15 g	10 g	52	5
Arroz inflado para el desayuno	12 g	10 g	82	8
Pan integral de centeno triturado	25 g	10 g	58	6
Pan blanco	20 g	10 g	70	7
Pan integral de trigo triturado	25 g	10 g	69	7
<b>PATATAS, ARROZ, PASTA</b>				
Puré de patatas (en copos)	15 g	11 g	73	8
Patata cocida	60 g	11 g	83	9
Arroz natural	15 g	11 g	55	6
Arroz pulido	15 g	12 g	56	7
Espaguetis	15 g	11 g	41	
Espaguetis integrales	15 g	10 g	37	
Batata	45 g	11 g	54	

More



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

## Unidades de estimación, contenido de carbohidratos, IG y carga glucémica

Alimentos seleccionados con contenido de carbohidratos	Esta cantidad corresponde a 1 unidad de estimación UP/UC (UCH)	Contenido de carbohidratos por unidad de estimación	IG*	Carga glucémica por unidad de estimación
<b>AZÚCAR, MIEL</b>				
Azúcar de fruta (fructosa)	10 g	10 g	23	2
Azúcar común (sacarosa)	10 g	10 g	65	7
Miel	12 g	10 g	73	7
Azúcar de uva (glucosa)	10 g	10 g	100	10
<b>BEBIDAS</b>				
Zumo de manzana	90 g	11 g	41	5
Refrescos azucarados	150 g	12 g	68	8
Zumo de naranja	120 g	11 g	57	6
Bebidas <<para deportistas>>	85 g	12 g	95	11
<b>&lt;&lt;VARIOS&gt;&gt;</b>				
Cacahuetes	130 g	11 g	14	2
Patatas chips	25 g	10 g	54	5
Maíz chip	20 g	12 g	73	9
Arroz con leche	45 g	10 g	61	6
Palomitas de maíz	15 g	10 g	55	6
Chocolate	20 g	11 g	49	5

\* El índice glucémico es el efecto sobre el azúcar en sangre de 50 g de carbohidratos de un determinado alimento al compararlo con 50 de glucosa, a cuyo IG se le asigna un valor de 100.





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

## Unidades de estimación, contenido de carbohidratos, IG y carga glucémica

Alimentos seleccionados con contenido de carbohidratos	Esta cantidad corresponde a 1 unidad de estimación UP/UC (UCH)	Contenido de carbohidratos por unidad de estimación	IG*	Carga glucémica por unidad de estimación
<b>FRUTA</b>				
Piña	85 g	11 g	66	7
Manzana	90 g	10 g	36	4
Plátano	50 g	11 g	53	6
Pera	85 g	11 g	36	4
Naranja	130 g	11 g	43	5
Papas	15 g	10 g	64	6
Sandía	130 g	11 g	72	8
Uvas	70 g	11 g	52	6
<b>VERDURA Y LEGUMBRES SECAS</b>				
Judías verdes	200 g	10 g	48	5
Judías blancas (secas)	30 g	10 g	31	3
Guisantes	100 g	11 g	48	5
Zanahorias	200 g	10 g	71	7
Garbanzos (secos)	25 g	11 g	33	4
Lentejas (secas)	25 g	10 g	29	3
<b>LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS</b>				
Yogur desnatado y azucarado	75 g	10 g	35	3
Leche entera	200 g	10 g	27	3

<https://www.pinterest.com.mx/pin/106467978680776071/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

**RESUMEN tomado de la Bioquímica de Harper**

- Los carbohidratos son constituyentes importantes del alimento de los animales y del tejido de éstos. Se caracterizan por el tipo y número de residuos monosacárido en sus moléculas.
- La glucosa es el carbohidrato de mayor importancia en la bioquímica de mamíferos, porque casi todo el carbohidrato en los alimentos se convierte en glucosa para el metabolismo.
- Los azúcares tienen grandes números de estereoisómeros porque contienen varios átomos de carbono asimétricos.
- Los monosacáridos de mayor importancia fisiológica son la glucosa, el “azúcar de la sangre” y la ribosa, un importante constituyente de nucleótidos y ácidos nucleicos.
- Los disacáridos importantes son maltosa (glucosil glucosa), un intermediario en la digestión del almidón; la sacarosa (glucosilfructosa), importante como un constituyente de la dieta, que contiene fructosa, y la lactosa (galactosil glucosa), en la leche.
- El almidón y el glucógeno son polímeros de glucosa de almacenamiento en vegetales y animales, respectivamente.
- El almidón es la principal fuente de energía en la dieta.
- Los carbohidratos complejos contienen otros derivados de azúcar como azúcares amino, ácidos urónicos y ácidos siálicos. Incluyen proteoglicanos y glucosaminoglicanos, que se relacionan con elementos estructurales de los tejidos, y glucoproteínas, que son proteínas que contienen cadenas de oligosacárido; se encuentran en muchas situaciones, incluso en la membrana celular.

**CUESTIONARIO 1 UNIDAD 4**

1. Explique las funciones generales de los carbohidratos
2. ¿Cómo se estructuran los carbohidratos?
3. ¿Cuál es la importancia biomédica y fisiológica de la glucosa?
4. Describa las alternativas de isomerización de la glucosa.
5. ¿Qué es el enlace glucosídico, cómo se forma y su importancia?
6. ¿Qué son los aminoazúcares y cuál es su importancia?
7. De los polisacáridos: **Homopolisacáridos y Heteropolisacáridos respectivamente:** celulosa, quitina, glucógeno, almidón, ácido hialurónico, ácido condroitín sulfato, inulina y heparina. Indique la localización e importancia biomédica.
8. Indique el ejemplo al menos diez aldosas de interés fisiológico
9. Indique el ejemplo al menos cinco cetosas de interés fisiológico
10. Indique el ejemplo al menos cinco pentosas de interés fisiológico, fuente y la importancia bioquímica y clínica
11. Indique el ejemplo al menos cuatro hexosas de interés fisiológico, fuente y la importancia bioquímica y clínica
12. Indique el ejemplo al menos seis hexosas de interés fisiológico, fuente y la importancia bioquímica y clínica

**ACTIVIDADES GENERALES PARA DESARROLLAR**

**Revisar el Módulo facilitado por la docente y ampliar la revisión teórica en la Bioquímica de Harper 29ª edición, CAPÍTULO 14 y otros libros de soporte bibliográfico, para**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE MEDICINA**  
**ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA I**  
**UNIDAD No. 4**  
**CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS**

analizar los resúmenes y resolver las *Preguntas de examen de la Sección I de la Bioquímica de Harper*, relacionadas con los temas analizados.

***BIBLIOGRAFÍA:***

1. Robert, M, 2012 Bioquímica Ilustrada de Harper's, . Murray Robert K., McGraw-Hill Companies,
2. Feduchi, E., 2011, Bioquímica conceptos esenciales, Editorial Medica Panamericana, Colombia.
3. Mosby, 2005, Diccionario de Medicina, Océano Mosby.
4. Yáñez, Ávila, Ricardo. Manual de prácticas de bioquímica, Instituto Politécnico Nacional, 2006. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/unachlibsp/detail.action?docID=3192488>.
5. Díaz, Portillo, Jacobo, et al. Aspectos básicos de bioquímica clínica, Ediciones Díaz de Santos, 1997. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/unachlibsp/detail.action?docID=3175249>.
6. <https://www.youtube.com/watch?v=0TUhTL8RKw4>
7. <https://www.youtube.com/watch?v=EFyZMANapDg>
8. Pratt, Charlotte W., and Kathleen Cornely. Bioquímica, Editorial El Manual Moderno, 2012. ProQuest Ebook Central, <http://ebookcentral.proquest.com/lib/unachlibsp/detail.action?docID=3215766>. Created from unachlibsp on 2019-01-10 08:48:47.
9. [https://www.google.com/search?biw=1366&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=d3w3XMG-Ja\\_a5gLfjbiYDQ&q=triosas&oq=triosas&gs\\_l=img.3..0l6j0i5i30j0i24l3.1516.2378..4615...0.0..1.401.1181.0j6j4-1.....0....1..gws-wiz-img.....0i67.pySOzQmP0GA#imgrc=Kcpxf672IrnV-M:](https://www.google.com/search?biw=1366&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=d3w3XMG-Ja_a5gLfjbiYDQ&q=triosas&oq=triosas&gs_l=img.3..0l6j0i5i30j0i24l3.1516.2378..4615...0.0..1.401.1181.0j6j4-1.....0....1..gws-wiz-img.....0i67.pySOzQmP0GA#imgrc=Kcpxf672IrnV-M:)