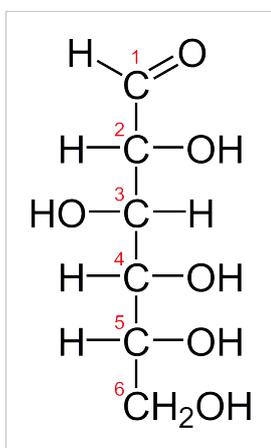
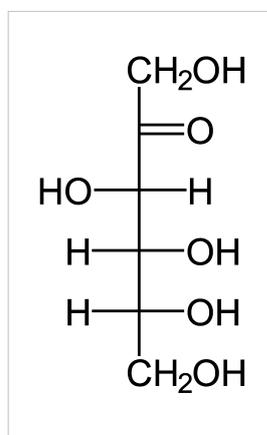


Glúcido

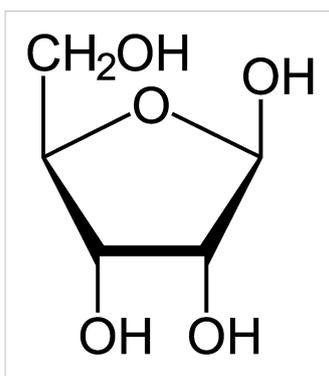
Glucosa - forma dextrógira



Fructosa - forma dextrógira



Ribosa - forma furanosa



Los **glúcidos**, **carbohidratos**, **hidratos de carbono** o **sacáridos** (del griego *σάκχαρον* que significa "azúcar") son moléculas orgánicas compuestas por carbono, hidrógeno y oxígeno. Son solubles en agua y se clasifican de acuerdo a la cantidad de carbonos o por el grupo funcional aldehído. Son la forma biológica primaria de almacenamiento y consumo de energía. Otras biomoléculas energéticas son las (lipidos) grasas y, en menor medida, las proteínas y los ácidos nucleicos.

El término "hidrato de carbono" o "carbohidrato" es poco apropiado, ya que estas moléculas no son átomos de carbono hidratados, es decir, enlazados a moléculas de agua, sino que constan de átomos de carbono unidos a otros grupos funcionales. Este nombre proviene de la nomenclatura química del siglo XIX, ya que las primeras sustancias aisladas respondían a la fórmula elemental $C_n(H_2O)_n$ (donde "n" es un entero=De 3 en adelante; según el número de átomos). De aquí que el término "carbono-hidratado" se haya mantenido, si bien posteriormente se vio que otras moléculas con las mismas características químicas no se corresponden con esta fórmula. Además, los textos científicos anglosajones aún insisten en denominarlos *carbohydrates* lo que induce a pensar que este es su nombre correcto. Del mismo modo, en dietética, se usa con más frecuencia la denominación de *carbohidratos*.

Los glúcidos pueden sufrir reacciones de esterificación, aminación, reducción, oxidación, lo cual otorga a cada una de las estructuras una propiedad específica, como puede ser de solubilidad.

Sinónimos

- **Carbohidratos** o **hidratos de carbono**: Ha habido intentos para sustituir el término de *hidratos de carbono*. Desde 1996 el Comité Conjunto de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (International Union of Pure and Applied Chemistry^[1]) y de la Unión Internacional de Bioquímica y Biología Molecular (International Union of Biochemistry and Molecular Biology) recomienda el término *carbohidrato* y desaconseja el de *hidratos de carbono*.
- **Glúcidos**: Este nombre proviene de que pueden considerarse derivados de la glucosa por polimerización y pérdida de agua. El vocablo procede del griego "glycýs", que significa dulce.
- **Azúcares**: Este término sólo puede usarse para los monosacáridos (aldosas y cetosas) y los oligosacáridos inferiores (disacáridos). En singular (azúcar) se utiliza para referirse a la *sacarosa* o azúcar de mesa.
- **Sacáridos**: Proveniente del griego σάκχαρον que significa "azúcar". Es la raíz principal de los tipos principales de glúcidos (monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos).

Estructura química

Los glúcidos son compuestos formados en su mayor parte por átomos de carbono e hidrógeno y en una menor cantidad de oxígeno. Los glúcidos tienen enlaces químicos difíciles de romper llamados covalentes, mismos que poseen gran cantidad de energía, que es liberada al romperse estos enlaces. Una parte de esta energía es aprovechada por el organismo consumidor, y otra parte es almacenada en el organismo.

En la naturaleza se encuentran en los seres vivos, formando parte de biomoléculas aisladas o asociadas a otras como las proteínas y los lípidos.

Tipos de glúcidos

Los glúcidos se dividen en monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.

Monosacáridos

Los glúcidos más simples, los monosacáridos, están formados por una sola molécula; no pueden ser hidrolizados a glúcidos más pequeños. La fórmula química general de un monosacárido no modificado es $(\text{CH}_2\text{O})_n$, donde n es cualquier número igual o mayor a tres, su límite es de 7 carbonos. Los monosacáridos poseen siempre un grupo carbonilo en uno de sus átomos de carbono y grupos hidroxilo en el resto, por lo que pueden considerarse polialcoholes.

Los monosacáridos se clasifican de acuerdo a tres características diferentes: la posición del grupo carbonilo, el número de átomos de carbono que contiene y su quiralidad. Si el grupo carbonilo es un aldehído, el monosacárido es una aldosa; si el grupo carbonilo es una cetona, el monosacárido es una cetosa. Los monosacáridos más pequeños son los que poseen tres átomos de carbono, y son llamados triosas; aquellos con cuatro son llamados tetrasas, lo que poseen cinco son llamados pentosas, seis son llamados hexosas y así sucesivamente. Los sistemas de clasificación son frecuentemente combinados; por ejemplo, la glucosa es una aldohexosa (un aldehído de seis átomos de carbono), la ribosa es una aldopentosa (un aldehído de cinco átomos de carbono) y la fructosa es una cetohehexosa (una cetona de seis átomos de carbono).

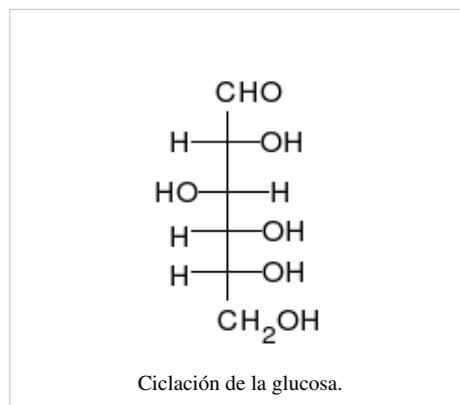
Cada átomo de carbono posee un grupo de hidroxilo (-OH), con la excepción del primero y el último carbono, todos son asimétricos, haciéndolos centros estéricos con dos posibles configuraciones cada uno (el -H y -OH pueden estar a cualquier lado del átomo de carbono). Debido a esta asimetría, cada monosacárido posee un cierto número de isómeros. Por ejemplo la aldohexosa D-glucosa, tienen la fórmula $(\text{CH}_2\text{O})_6$, de la cual, exceptuando dos de sus seis átomos de carbono, todos son centros quirales, haciendo que la D-glucosa sea uno de los estereoisómeros posibles. En el caso del gliceraldehído, una aldotriosa, existe un par de posibles estereoisómeros, los cuales son enantiómeros y epímeros (1,3-dihidroxiacetona, la cetosa correspondiente, es una molécula simétrica que no posee centros quirales).

La designación D o L es realizada de acuerdo a la orientación del carbono asimétrico más alejados del grupo carbonilo: si el grupo hidroxilo está a la derecha de la molécula es un azúcar D, si está a la izquierda es un azúcar L. Como los D azúcares son los más comunes, usualmente la letra D es omitida.

Ciclación

El grupo aldehído o cetona en una cadena lineal abierta de un monosacárido reaccionará reversiblemente con el grupo hidroxilo sobre un átomo de carbono diferente en la misma molécula para formar un hemiacetal o hemicetal, formando un anillo heterocíclico, con un puente de oxígeno entre los dos átomos de carbono. Los anillos con cinco y seis átomos son llamados formas furanosa y piranosa respectivamente y existen en equilibrio con la cadena lineal abierta.

Durante la conversión de la forma lineal abierta a la forma cíclica, el átomo de carbono conteniendo el oxígeno carbonilo, llamado el carbono anomérico, se transforma en un centro quiral con dos posibles configuraciones: el átomo de oxígeno puede tomar una posición arriba o abajo del plano del anillo. El par de estereoisómeros resultantes son llamados anómeros. En el α -anómero, el -OH sustituyente sobre el carbono anomérico se encuentra en el lado opuesto del anillo (posición trans) a la cadena CH_2OH . La forma alternativa, en la cual el sustituyente CH_2OH y el grupo hidroxilo sobre el carbono anomérico están en el mismo lado (posición cis) del plano del anillo, es llamado β -anómero. Como el anillo y la forma abierta se interconvierten, ambos anómeros existen en equilibrio.



Uso en células

Los monosacáridos son la principal fuente de combustible para el metabolismo, siendo usado tanto como una fuente de energía (la glucosa es la más importante en la naturaleza) y en biosíntesis. Cuando los monosacáridos no son necesitados para las células son rápidamente convertidos en otra forma, tales como los polisacáridos.

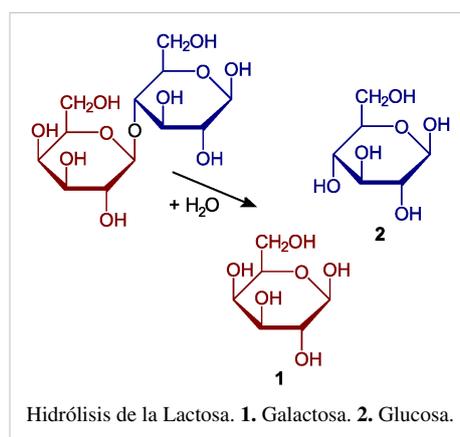
La ribosa y la desoxirribosa son componentes estructurales de los ácidos nucleicos.

Disacáridos

Los disacáridos son glúcidos formados por dos moléculas de monosacáridos y, por tanto, al hidrolizarse producen dos monosacáridos libres. Los dos monosacáridos se unen mediante un enlace covalente conocido como enlace glucosídico, tras una reacción de deshidratación que implica la pérdida de un átomo de hidrógeno de un monosacárido y un grupo hidroxilo del otro monosacárido, con la consecuente formación de una molécula de H_2O , de manera que la fórmula de los disacáridos no modificados es $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

La sacarosa es el disacárido más abundante y la principal forma en la cual los glúcidos son transportados en las plantas. Está compuesto de una molécula de glucosa y una molécula de fructosa. El nombre sistemático de la sacarosa, $\text{O-}\alpha\text{-D-glucopiranosil-(1}\rightarrow\text{2)-}\beta\text{-D-fructofuranósido}$, indica cuatro cosas:

- Sus monosacáridos: Glucosa y fructosa.
- Disposición de las moléculas en el espacio: La glucosa adopta la forma piranosa ^[2] y la fructosa una furanosa.
- Unión de los monosacáridos: El carbono anomérico uno (C1) de α -glucosa está enlazado en alfa al C2 de la fructosa formando 2-O-(alfa-D-glucopiranosil)-beta-D-fructofuranosido y liberando una molécula de agua.



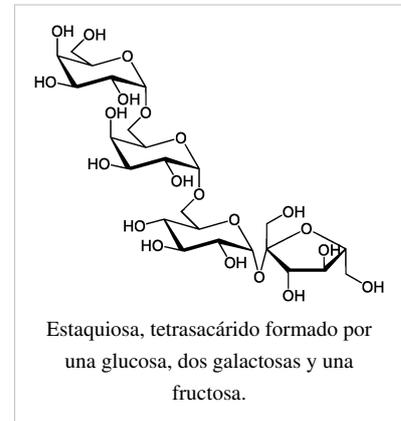
- El sufijo -ósido indica que el carbono anomérico de ambos monosacáridos participan en el enlace glicosídico.

La lactosa, un disacárido compuesto por una molécula de galactosa y una molécula de glucosa, estará presente naturalmente sólo en la leche. El nombre sistemático para la lactosa es O-β-D-galactopiranosil-(1→4)-D-glucopiranososa. Otro disacárido notable incluyen la maltosa (dos glucosa enlazadas α-1,4) y la celobiosa (dos glucosa enlazadas β-1,4).

Oligosacáridos

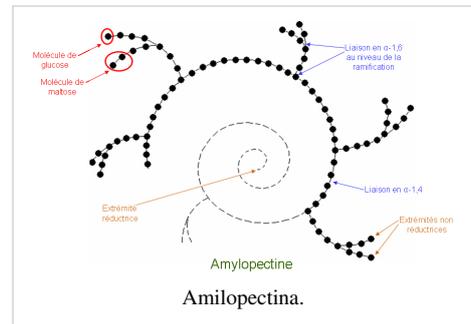
Los oligosacáridos están compuestos por tres a diez moléculas de monosacáridos que al hidrolizarse se liberan. No obstante, la definición de cuan largo debe ser un glúcido para ser considerado oligo o polisacárido varía según los autores. Según el número de monosacáridos de la cadena se tienen los disacaridos (como la lactosa), tetrasacárido (estaquiosa), pentasacáridos, etc.

Los oligosacáridos se encuentran con frecuencia unidos a proteínas, formando las glucoproteínas, como una forma común de modificación tras la síntesis proteica. Estas modificaciones post traduccionales incluyen los oligosacáridos de Lewis, responsables por las incompatibilidades de los grupos sanguíneos, el epítpe alfa-Gal responsable del rechazo hiperagudo en xenotrasplante y O-GlcNAc modificaciones.



Polisacáridos

Los polisacáridos son cadenas, ramificadas o no, de más de diez monosacáridos, resultan de la condensación de muchas moléculas de monosacáridos con la pérdida de varias moléculas de agua. Su fórmula empírica es: $(C_6 H_{10} O_5)_n$. Los polisacáridos representan una clase importante de polímeros biológicos y su función en los organismos vivos está relacionada usualmente con estructura o almacenamiento. El almidón es usado como una forma de almacenar monosacáridos en las plantas, siendo encontrado en la forma de amilosa y la amilopectina (ramificada). En animales, se usa el glucógeno en vez de almidón el cual es estructuralmente similar pero más densamente ramificado.



Las propiedades del glucógeno le permiten ser metabolizado más rápidamente, lo cual se ajusta a la vida activa de los animales con locomoción.

La celulosa y la quitina son ejemplos de polisacáridos estructurales. La celulosa es usada en la pared celular de plantas y otros organismos y es la molécula más abundante sobre la tierra. La quitina tiene una estructura similar a la celulosa, pero tiene nitrógeno en sus ramas incrementando así su fuerza. Se encuentra en los exoesqueletos de los artrópodos y en las paredes celulares de muchos hongos. Tiene diversos de usos, por ejemplo en hilos para sutura quirúrgica. Otros polisacáridos incluyen la callosa, la lamiña, la rina, el xilano y la galactomanosa.

Función de los glúcidos

Los glúcidos desempeñan diversas funciones, entre las que destacan la energética y la estructural.

Glúcidos energéticos

Los mono y disacáridos, como la glucosa, actúan como combustibles biológicos, aportando energía inmediata a las células; es la responsable de mantener la actividad de los músculos, la temperatura corporal, la presión arterial, el correcto funcionamiento del intestino y la actividad de las neuronas. Los glúcidos aparte de tener la función de aportar energía inmediata a las células, también proporcionan energía de reserva a las células.

Glúcidos estructurales

Algunos polisacáridos forman estructuras esqueléticas muy resistentes, como la celulosa de las paredes de células vegetales y la quitina de la cutícula de los artrópodos.

Otras funciones

La ribosa y la desoxirribosa son constituyentes básicos de los nucleótidos, monómeros del ARN y del ADN.

Los oligosacáridos del glicocáliz tienen un papel fundamental en el reconocimiento celular.

Nutrición

La concentración de glúcidos en una persona, varían desde los 8,3 a 14,5 g por cada kilogramo de peso corporal. Se propone que el 55-60% de la energía diaria que necesita el organismo humano debe provenir de los glúcidos, ya sea obtenidos de alimentos ricos en almidón como las pastas o de las reservas del cuerpo (glucógeno). Se desaconseja, en cambio, el consumo abusivo de glúcidos tipo azúcar por su actividad altamente oxidante: las dietas con muchas calorías o con mucha glucosa aceleran el envejecimiento celular. Se sobreentiende que pueden ser necesarias dietas hipercalóricas en climas gélidos o en momentos de gran desgaste energético muscular. Nótese que el sedentarismo o la falta de los suficientes movimientos cotidianos del cuerpo humano provocan una mala metabolización de las grasas y de los glúcidos.

Los glúcidos, por su fuerte carácter hidrofílico se rodean de partículas de agua ocupando más espacio en las células y son atacados más fácilmente por las enzimas hidrolíticas que las proteínas o las grasas y por eso son una fuente de obtención rápida de energía. Las proteínas y grasas son componentes vitales para la construcción de tejido corporal y células, y por lo tanto debería ser recomendado no malgastar tales recursos usándolos para la producción de energía.

Los glúcidos no son nutrientes esenciales, ya que el cuerpo puede tener toda su energía a partir de la síntesis de proteínas y grasas. El cerebro no puede quemar grasas y necesita glucosa para obtener energía del organismo, y así puede sintetizar esta glucosa a partir de proteínas. La metabolización de las proteínas aporta 4 kcal por gramo, mientras que las grasas contienen 9kcal y el alcohol 7 kcal por gramo.

Alimentos con altos contenidos en glúcidos son pastas, patatas, fibra, cereales y legumbres. Los glúcidos ayudan a la desmaterialización de azúcares en la sangre, y gracias a ellos conseguimos que no baje el porcentaje medio de insulina en la sangre. Basado en la evidencia del riesgo a la cardiopatía y obesidad, el Instituto de Medicina (Estados Unidos) recomienda que los adultos estadounidenses y canadienses obtengan el 40 al 65% de energía de la dieta a partir de los glúcidos.^[3] La FAO (Food and Agriculture Organization) y la WHO (World Health Organization) recomiendan que las guías de alimentación nacional establezcan la meta de 55 a 75% del total de la energía a partir de glúcidos, pero sólo 10% de alimentos a partir de azúcar libre (glúcidos simples).^[4]

La distinción entre "glúcidos buenos" y "glúcidos malos" es una distinción carente de base científica. Aunque estos conceptos se han utilizado en el diseño de las dietas cetogénicas como las dietas bajas en glúcidos, las cuales promueven una reducción en el consumo de granos y almidones en favor de proteínas. El resultado es una reducción

en los niveles de insulina usada para metabolizar el azúcar y un incremento en el uso de grasas para energía a través de la cetosis, un proceso también conocido como hambre de conejo.

Enfermedades durante la digestión

Si durante la digestión, la degradación de carbohidratos es deficiente a causa de alguna enfermedad intestinal hereditaria, un trastorno intestinal, desnutrición o fármacos que lesionan la mucosa del intestino delgado, el carbohidrato no digerido llega al intestino grueso, donde produce diarrea osmótica. La fermentación bacteriana de los compuestos produce grandes volúmenes de CO₂ y H₂, lo que ocasiona cólicos abdominales.^[cita requerida]

Clasificación

Los nutricionistas y dietistas clasificaban anteriormente los carbohidratos como simples (monosacáridos y disacáridos) o complejos (oligosacáridos y polisacáridos). El término carbohidrato complejo fue usado por primera vez en la publicación Dietary Goals for the United States (1977) del Comité seleccionado del Senado, donde los denominaron "frutas, vegetales y granos enteros".^[5] Las pautas dietéticas generalmente recomiendan que los carbohidratos complejos y las fuentes de carbohidratos simples ricas en nutrientes, como frutas y productos lácteos deberían cubrir el grueso del consumo de carbohidratos. Las guías dietéticas para los americanos USDA 2005 prescindieron de la distinción entre simple/complejo, en su lugar recomiendan alimentos integrales y ricos en fibra.^[6]

El índice glicémico y el sistema de la carga de glicemia son populares métodos de clasificación alternativos los cuales clasifican los alimentos ricos en carbohidratos basados en su efecto sobre los niveles de glucosa sanguínea. El índice de insulina es un método de clasificación similar, más reciente el cual clasifica los alimentos basado en su efecto sobre los niveles de insulina. Este sistema asume que los alimentos con índice glicémico alto pueden ser declarados para ser la ingesta de alimentos más aceptable.

El informe conjunto de expertos de la WHO y la FAO, en Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas (serie de informes técnicos de la WHO 916), recomienda que el consumo de carbohidratos suponga el 55-75% de la energía diaria, pero restringe el consumo de "azúcar libre" a un 10%.

Aplicaciones

Los carbohidratos se utilizan para fabricar tejidos, películas fotográficas, plásticos y otros productos. La celulosa se puede convertir en rayón de viscosa y productos de papel. El nitrato de celulosa (nitrocelulosa) se utiliza en películas de cine, cemento, pólvora de algodón, celuloide y tipos similares de plásticos. El almidón y la pectina, un agente cuajante, se usan en la preparación de alimentos para el hombre y el ganado. La goma arábiga se usa en medicamentos demulcentes. El agar, un componente de algunos laxantes, se utiliza como agente espesante en los alimentos y como medio para el cultivo bacteriano; también en la preparación de materiales adhesivos, de encolado y emulsiones. La hemicelulosa se emplea para modificar el papel durante su fabricación. Los dextranos son polisacáridos utilizados en medicina como expansores de volumen del plasma sanguíneo para contrarrestar las conmociones agudas. Otro hidrato de carbono, el sulfato de heparina, es un anticoagulante de la sangre.

Metabolismo de los glúcidos

Los glúcidos representan las principales moléculas almacenadas como reserva en los vegetales. Los vegetales almacenan grandes cantidades de almidón producido a partir de la glucosa elaborada por fotosíntesis, y en mucha menor proporción, lípidos (aceites vegetales).

Los animales almacenan básicamente triglicéridos (lípidos). Al contrario que los glúcidos, los lípidos sirven para almacenar y obtener energía a más largo plazo. También almacenan cierta cantidad de glucógeno, sobre todo en el músculo y en el hígado. Aunque muchos tejidos y órganos animales pueden usar indistintamente los glúcidos y los lípidos como fuente de energía, otros, principalmente los eritrocitos y el tejido nervioso (cerebro), no pueden catabolizar los lípidos y deben ser continuamente abastecidos con glucosa.

En el tubo digestivo los polisacáridos de la dieta (básicamente almidón) son hidrolizados por las glucosidasas de los jugos digestivos, rindiendo monosacáridos, que son los productos digestivos finales; éstos son absorbidos por las células del epitelio intestinal e ingresan en el hígado a través de la circulación portal, donde, alrededor del 60%, son metabolizados. En el hígado, la glucosa también se puede transformar en lípidos que se transportan posteriormente al tejido adiposo.

El músculo es un tejido en el que la fermentación representa una ruta metabólica muy importante ya que las células musculares pueden vivir durante largos períodos de tiempo en ambientes con baja concentración de oxígeno. Cuando estas células están trabajando activamente, su requerimiento de energía excede su capacidad de continuar con el metabolismo oxidativo de los hidratos de carbono puesto que la velocidad de esta oxidación está limitada por la velocidad a la que el oxígeno puede ser renovado en la sangre. El músculo, al contrario que otros tejidos, produce grandes cantidades de lactato que se vierte en la sangre y retorna al hígado para ser transformado en glucosa.

Por lo tanto las principales rutas metabólicas de los glúcidos son:

- Glicólisis. Oxidación de la glucosa a piruvato.
- Gluconeogénesis. Síntesis de glucosa a partir de precursores no glucídicos.
- Glucogénesis. Síntesis de glucógeno.
- Ciclo de las pentosas. Síntesis de pentosas para los nucleótidos.

En el metabolismo oxidativo encontramos rutas comunes con los lípidos como son el ciclo de Krebs y la cadena respiratoria. Los oligo y polisacáridos son degradados inicialmente a monosacáridos por enzimas llamadas glicósido hidrolasas. Entonces los monosacáridos pueden entrar en las rutas catabólicas de los monosacáridos.

La principal hormona que controla el metabolismo de los hidratos de carbono es la insulina.

Química de los glúcidos

Los carbohidratos son reactivos en varias reacciones orgánicas, como por ejemplo:

1. Acetilación
2. La reacción con Cianohidrina
3. La transformación de Lobry-de Bruyn-van Ekenstein
4. El rearreglo de Amadori
5. La reacción de Nef
6. La degradación de Wohl
7. La reacción de Koenigs-Knorr
8. La reacción de Maillard o pardeamiento no enzimático

Referencias

- [1] [Iupac]Iupac.Org (<http://www.iupac.org>)
- [2] <http://es.wikipedia.org/wiki/Piranosas>
- [3] Food and Nutrition Board (2002/2005). *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids* (<http://newton.nap.edu/books/0309085373/html>). Washington, DC: The National Academies Press. Page 769 (<http://newton.nap.edu/books/0309085373/html/769.html>). ISBN 0-309-08537-3
- [4] Joint WHO/FAO expert consultation (2003). *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases* (http://www.who.int/hpr/NPH/docs/who_fao_expert_report.pdf) (PDF). Geneva: World Health Organization. Pages 55-56. ISBN 92-4-120916-X
- [5] Joint WHO/FAO expert consultation (1998), *Carbohydrates in human nutrition*, chapter 1 (<http://www.fao.org/docrep/W8079E/w8079e07.htm>). ISBN 92-5-104114-8.
- [6] DHHS and USDA, *Dietary Guidelines for Americans 2005*, Chapter 7 Carbohydrates (<http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/document/html/chapter7.htm>)

Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Carbohidratos**. Commons
- Información sobre la estructura química de los carbohidratos (<http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohidratos.html>)
- Información sobre los carbohidratos (<http://www.eufic.org/article/es/page/BARCHIVE/expid/basics-carbohidratos/>) en el sitio web de *Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación*
- Información sobre los carbohidratos (<http://www.nutricioncomunitaria.com/generica.jsp?tipo=senc&idgrupo=320&idelemento=34&c=4>) en el sitio web de la *Sociedad Española de Nutrición Comunitaria*
- Tabla de fórmulas de carbohidratos (http://www.vaxasoft.com/doc_edu/bio.html)

Fuentes y contribuyentes del artículo

Glúcido *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=52616080> *Contribuyentes:* José, 333, Acratta, Ahambhavami, Airunp, Alejandro Matos, Alhen, Allforrous, Alvaro qc, Amadís, Antur, Aoses, Ascánder, Axxgreazz, Açipni-Lovrij, Baiji, Banfield, Bellow5j, Berfar, Beto29, Biasoli, Bigsus, BlackBeast, Bucephala, C'est moi, Carmin, Catu2111, Centroamericano, Chlewey, Cinabrium, Cobalttempest, Cookie, Copydays, Ctrl Z, DJ Nietzsche, Dapp93, DayL6, Delphidius, Diegusjaimes, Digital-h, Dodo, Durero, Dvelasquez, EGonzal, Edslov, Eduardosalg, Eligna, Elisardojm, Elpor, Elwikipedista, Emiduronte, FAR, Fmariluis, Gabrielaavila, Galio, Galjundi7, GermanX, Greek, Gregor 0492, Guillo 21, Gusgus, Halfdrag, Humberto, Huskee, Icvav, Interwiki, Isha, Jcaraballo, Jkbw, Jmcalderson, JorgeGG, Joseaperez, Jsafer, Jugones55, Kbt11220, Lasai, Laura Fiorucci, Leonpolanco, Lionni, Lourdes Cardenal, Lucien leGrey, Luisen, Macarrones, Mafores, Magister Mathematicae, Manuel Trujillo Berges, Manuel15, Manumm, Mar del Sur, MarcoAurelio, Mario modesto, Matdrodes, Mecamático, Mel 23, Mercenario97, Miguel A. Ortiz Arjona, Miss Manzana, Moriel, Mortadelo2005, Morza, Mpeinadopa, Muro de Aguas, Neodop, Netito777, Nicop, Opinador, Ortisa, Pabloes, Palissy, Petrus, PhJ, PoLuX124, Poco a poco, Queninosta, Qwertymith, Ramiro 20 08, Raulshc, Richy, Rodrigo G, Rosarinagazo, Sabbut, SaeedVilla, Savh, Schummy, Sharingan1994, Skippan, Super braulio, Suribe, Sxim, Tamorlan, Technopat, Tirithel, Tomatejc, Txo, Urreaotavos, Valemarti, Vbenedetti, Victormoz, Vitamine, Wikigol, Wikikaos, Wilfredor, Will vm, Woodrow, Xuankar, Xvazquez, Yeza, Yikrazuul, Yodigo, Youssefsan, 702 ediciones anónimas

Fuentes de imagen, Licencias y contribuyentes

Archivo:D-glucose-chain-2D-Fischer.png *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:D-glucose-chain-2D-Fischer.png> *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Ben; Yikrazuul

Archivo:D-Fructose.svg *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:D-Fructose.svg> *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Ayacop

Archivo:Beta-D-Ribofuranose.svg *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Beta-D-Ribofuranose.svg> *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* NEUROtiker

Archivo:Glucose Fisher to Haworth.gif *Fuente:* http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Glucose_Fisher_to_Haworth.gif *Licencia:* GNU Free Documentation License *Contribuyentes:* Wikimuzg

Archivo:Hydrolysis of lactose.svg *Fuente:* http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Hydrolysis_of_lactose.svg *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Yikrazuul (talk)

Archivo:Stachyose.svg *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Stachyose.svg> *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Yikrazuul

Archivo:Amylopectine2.PNG *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Amylopectine2.PNG> *Licencia:* Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported *Contribuyentes:* Belgarath007

Archivo:Commons-logo.svg *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Commons-logo.svg> *Licencia:* logo *Contribuyentes:* SVG version was created by User:Grunt and cleaned up by 3247, based on the earlier PNG version, created by Reidab.

Licencia

Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
[//creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)