

La presencia de un enlace polarizado C-O en los alcoholes hace que la reactividad sea elevada para este grupo de compuestos. Por ello, los alcoholes son susceptibles de sufrir reacciones de sustitución y eliminación. Otra reacción importante de los alcoholes consiste en la oxidación como un método para obtener aldehídos y cetonas, otro grupo de compuestos oxigenados.

El representante más importante y difundido de esta familia es el etanol. También se le conoce como alcohol etílico o alcohol de vino. Es un líquido incoloro, de olor agradable, menos denso que el agua y soluble en ella. Su temperatura de ebullición es de 78 °C y arde con llama azul pálido. El etanol se obtiene en una reacción del eteno con vapor de agua. La reacción ocurre a 300 °C y a una presión elevada y se necesita ácido fosfórico como catalizador.



El eteno que no reacciona se recicla y es usado de nuevo.

El etanol tiene múltiples aplicaciones; se usa para fabricar colas, pinturas, barnices, lacas, tintas, desodorantes, colonias, medicamentos, artículos de aseo y cosméticos. También es la base para la fabricación de gomas sintéticas y sabores artificiales.



El mundo de la química

Capítulo VIII: El carbono: Vida y energía

El primer método que se utilizó para obtener etanol fue la fermentación de los carbohidratos. El alcohol se obtiene por la acción de levaduras sobre la glucosa (un carbohidrato). Este proceso sigue siendo actual ya que es el que se emplea en la fabricación del vino, por fermentación del mosto al prensar la uva. Igualmente se emplea para obtener cerveza a partir de la cebada y otras bebidas alcohólicas.

Apoyo didáctico Diseño de un alcoholímetro químico

Un alcoholímetro es un aparato diseñado para determinar la ingesta de alcohol en un individuo. Se basa en la reacción de oxidación de alcoholes mediante una solución ácida de dicromato de potasio. Durante la reacción se observarán cambios de color que van desde el marrón al verde, producto del cambio en los estados de oxidación del cromo.

Con la ayuda de tu profesor diseña un alcoholímetro con los materiales que se mencionan a continuación: un tubo de vidrio en U, un tubo de vidrio recto, dos tubos de vidrio doblados en ángulo recto, una bolsa de plástico y pabilo. Además, etanol, dicromato de potasio y ácido sulfúrico.



Un alcohol simple y peligroso: El metanol

El alcohol más simple es el metanol. Más del 90 % de metanol producido a nivel mundial se obtiene a partir del gas de síntesis CO_2 y H_2O , y gases licuados de petróleo. Se usa en la fabricación de resinas, plásticos, solventes, como aditivo para combustibles, anticorrosivos, preparación de ácido acético, limpiadores, anticongelantes y recientemente se emplea en la fabricación de pilas. Esto nos da una idea de la importancia de este alcohol.

En octubre de 2003, la casa Toshiba anunció la creación de la batería portátil recargable más pequeña del mercado, fabricada a base de metanol.

El metanol es muy tóxico y puede causar ceguera o muerte por envenenamiento.



Methanol		%
		
Licht ontvlambaar	Giftig	Vergiftig bij inademing, opname door de mond en aanraking met de huid. Vergiftig; gevaar voor ernstige onherstelbare effecten bij inademing, aanraking met de huid en opname door de mond.
buiten bereik van kinderen bewaren * In goed gesloten verpakking bewaren * Verwijderd houden van ontstekingsbronnen - niet roken Aanraking met de huid vermijden * In geval van ongeval of indien men zich onwel voelt, onmiddellijk een arts raadplegen		

Los recipientes que contienen metanol muestran una etiqueta que advierte claramente sobre el peligro del compuesto.

194

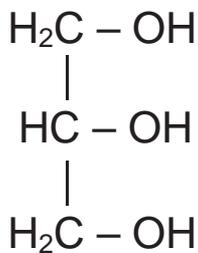
Siempre evitar el exceso

El etanol es una sustancia que se absorbe rápidamente en el cuerpo humano debido a que es soluble en agua en cualquier proporción. A los pocos minutos de ser ingerida, pasa al torrente sanguíneo y llega a todas partes de nuestro cuerpo, inclusive al cerebro. Es una droga clasificada como antidepresiva, pues suprime sentimientos de miedo y tensión. El abuso en su consumo produce graves enfermedades como la cirrosis hepática y la degeneración del sistema nervioso central. El etanol se puede adquirir como "alcohol desnaturalizado" de menor costo, el cual consiste en una mezcla de etanol y metanol. El costo del metanol es menor que el del etanol puro, por eso, comerciantes inescrupulosos suelen utilizarlo ilegalmente en el embotellamiento de bebidas alcohólicas.

En marzo del 2003, en el Reino Unido, se lanzó la alerta de contaminación de una bebida alcohólica por metanol, la cual fue retirada inmediatamente del mercado luego de detectarse severos casos de envenenamiento.



Poli-alcoholes



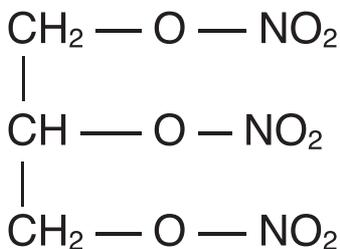
Es posible encontrar compuestos con varios grupos OH que se conocen como polioles o poli-alcoholes. Una de sus principales características es la viscosidad y la solubilidad en agua.

Glicerina o el 1,2,3-propanotriol es una sustancia inocua, aceitosa y de amplio uso en la industria cosmética y médica como soporte o vehículo para la administración de ciertas sustancias o como aditivo en el jabón.

Un explosivo salvavidas

Uno de los explosivos más conocido es la nitroglicerina, derivado de la glicerina.

Es un líquido sensible a los choques, lo que lo hace difícil para ser transportado. En 1866 Alfred Nobel lo estabilizó y lo usó para fabricar dinamita. Este descubrimiento permitió el desarrollo de la construcción, de la explotación minera y de la guerra. Como sucede con muchos de los compuestos químicos, la nitroglicerina presenta aplicaciones en el área médica. Desde 1857 se ha usado en el tratamiento del dolor de pecho o angina, por su acción vasodilatadora. Aún en la actualidad se realizan estudios para elucidar su mecanismo de acción. La nitroglicerina se presenta en forma de parches y debe ser indicada en pacientes con enfermedades cardiovasculares por el médico tratante.



195



Un poco de historia

Alfred Nobel (1833-1896), químico, ingeniero y filántropo sueco, realizó sus estudios en diferentes partes del mundo. Uno de sus aportes más importantes fue el de lograr un método más seguro para manipular la nitroglicerina, sustancia explosiva descubierta en 1846. Lo hizo mezclándola con tierra de diatomea o cerámica; el sólido que resultó sólo podía ser explotado por el uso de un detonador o mecha y es lo que conocemos como dinamita. Al final de su vida había amasado una gran fortuna, parte de la cual donó para que se creara una fundación que reconociera los avances de la humanidad en el terreno humanístico y científico. Los premios Nobel de física, literatura, medicina, química y de la paz se otorgan desde 1901, y el de economía desde 1969.

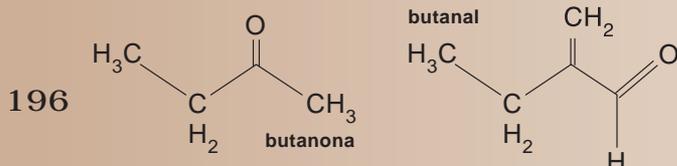
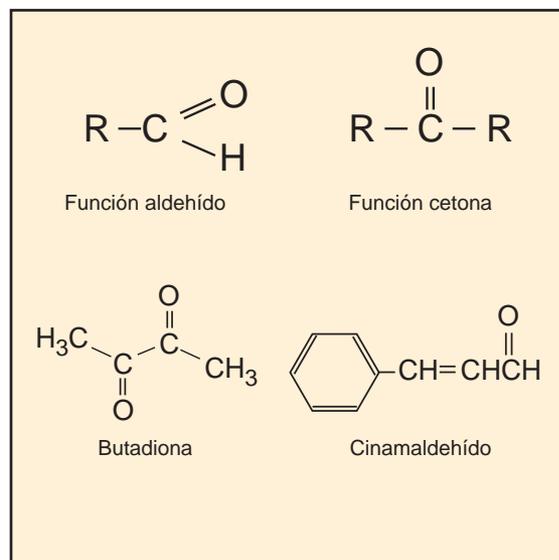
Premio Nobel de Química 2004

Una célula humana contiene aproximadamente cien mil proteínas diferentes que son las responsables de la forma de la célula y de su estructura. Estas moléculas biológicas tienen funciones importantes como enzimas, hormonas y en los diferentes sistemas del cuerpo humano, aunque no todas las proteínas tienen propiedades benéficas. Los ganadores del Nobel del año 2004 en química, Aaron Ciechanover, israelí, Avram Hershko, israelí, y el estadounidense Irwin Rose nos hicieron entender cómo la célula puede regular la presencia de una cierta proteína no deseada marcándola con un polipéptido degradador conocido como Ubiquitina. Las proteínas marcadas son degradadas en unos dispositivos de desechos llamados proteosomas. El conocimiento de esta forma de muerte controlada de las proteínas también contribuye a explicar las funciones inmunológicas. El funcionamiento irregular del sistema degradador de proteínas puede inducir al desarrollo de enfermedades incluyendo algunos tipos de cáncer.

Funciones aldehído y cetona

Si en una molécula de hidrocarburos se cambian dos átomos de hidrógeno por uno de oxígeno, las estructuras resultantes se conocen como “aldehídos” si la sustitución tiene lugar sobre el carbono al final de la cadena, o como “cetonas” si el cambio es en uno de los carbonos internos. En ambos casos, el oxígeno se une al carbono con un enlace doble y por tanto ese carbono tiene hibridación sp^2 . La función aldehído tendrá como sustituyentes del grupo $C=O$ un H y una cadena de átomos de carbono, mientras que una cetona tendrá dos cadenas. Esta función $C=O$ se denomina “grupo carbonilo” y los aldehídos y cetonas se conocen como “compuestos carbonílicos”. Como se indicó antes, los aldehídos y cetonas se obtienen por oxidación de los alcoholes.

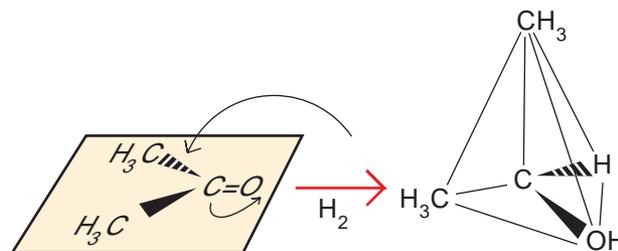
Muchos aldehídos y cetonas, especialmente aquellos de bajo peso molecular tienen olores característicos: el cinamaldehído es el responsable del olor de la canela y el anisaldehído el del anís. ¡Pero no todos tienen olores agradables! La butanodiona es uno de los compuestos responsables del mal olor en la sudoración de pies y axilas. La metilvinilcetona es un producto comercial utilizado en la fabricación de plásticos.



Los aldehídos se nombran cambiando la terminación $-ol$ del alcohol por $-al$ (etanol etanal); para las cetonas la terminación es $-ona$. Para cadenas superiores a 5 átomos de carbono consecutivos debe marcarse con un número localizador la función carbonilo. (3-pentanol 3-pentanona) .

Reactivos por excelencia

Al igual que los alcoholes, los compuestos carbonílicos presentan un enlace carbono-oxígeno polarizado, en el que los electrones del doble enlace están parcialmente polarizados sobre el elemento más electronegativo: el oxígeno. El carbono del grupo carbonilo que está parcialmente polarizado con carga positiva representa un centro de reacción para el ataque por especies nucleofílicas. Las reacciones de adición de nucleófilos son características de esta función carbonilo.



Reacción de adición con formación de un nuevo enlace

Interesante

El benzaldehído es un aldehído aromático que posee olor característico a almendras y, además de tener amplias aplicaciones en síntesis de orgánica, es uno de los componentes del famoso olor o “bouquet” del vino.

En una degustación se encontró que uno de los vinos presentaba un inusual sabor a almendras amargas. Luego de ser analizado se determinó que tenía una concentración anormalmente alta de alcohol bencílico, lo cual se debía a que el grupo de vinos había sido almacenado en depósitos de resina epoxídicas cuyo eluyente es el ácido bencílico. El ácido que se mezclaba con el vino le daba ese sabor anormalmente amargo.

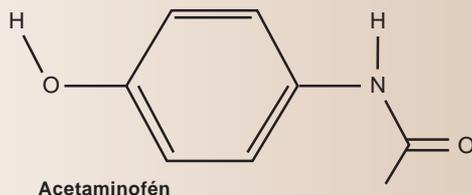


http://www.catulle.com/images/degust_e.jpg

Función carbonilo en la vida diaria

Muchos compuestos que contienen la función carbonilo, pero que no son aldehídos y cetonas, intervienen en nuestra vida diariamente. Las telas sintéticas como el Dacrón® y el analgésico acetaminofeno son ejemplos importantes.

La fórmula del Dacron® se representa por una unidad estructural que se encierra dentro de los paréntesis y que se repite un número de veces n , formando una larga cadena unida por enlaces carbono-oxígeno, de alto peso molecular, que se conoce como polímero. Aquí, la función carbonilo está unida a otro oxígeno por un enlace simple que se conoce como éster. El Dacron® representa una de las fibras sintéticas conocidas como poliéster, cuyo uso en la industria textil es importante, ya que las prendas fabricadas con él son resistentes, durables y no se arrugan. La resistencia de las fibras que contienen Dacron® permite extender su uso en la fabricación de cuerdas y piezas importantes en uniformes y velas para navegación.

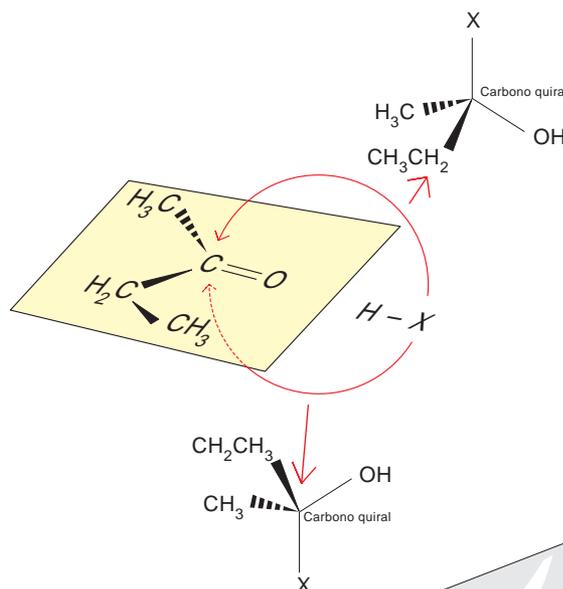


La estructura del acetaminofeno, un analgésico de amplio uso, contiene una función carbonilo que al estar unida a un átomo de nitrógeno recibe el nombre de amida. Además, posee un grupo $-OH$ unido directamente a un anillo aromático y esta nueva función se conoce como fenol.

197

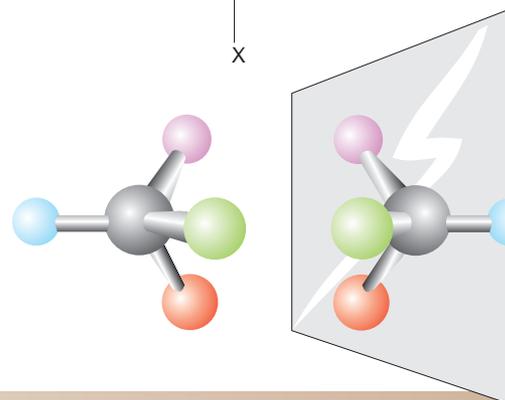
Enantiómeros: Las dos caras de una molécula

Se ha mencionado que en las reacciones de adición el átomo de carbono de un grupo carbonilo cambia su hibridación sp^2 a sp^3 . Si recordamos que un carbono sp^2 y los tres sustituyentes unidos directamente a él están en un plano, es sencillo comprender que el ataque sobre ese carbono puede ocurrir por cualquiera de las dos caras del plano. Si consideramos ahora que el grupo $C=O$ tiene dos sustituyentes diferentes y el reactivo atacante es también distinto de los sustituyentes existentes, entonces en la reacción se formarán dos compuestos diferentes que varían en la disposición espacial de los cuatro sustituyentes sobre el nuevo carbono sp^3 . Los compuestos que cumplen con esta característica se denominan "enantiómeros" y forman parte de un grupo de isómeros conocidos como "isómeros ópticos".



Reto espacial

Los enantiómeros son entre sí como espejos uno de los otros y sus estructuras tridimensionales no son superponibles. Estos isómeros tienen las mismas propiedades químicas y físicas, a excepción de su comportamiento frente a la luz polarizada, razón por la cual se denominan **isómeros ópticos**.



Moléculas medicinales que se miran en el espejo

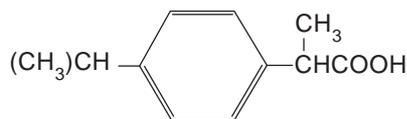


Test de calidad al Ibuprofén en la planta farmacéutica BASF.

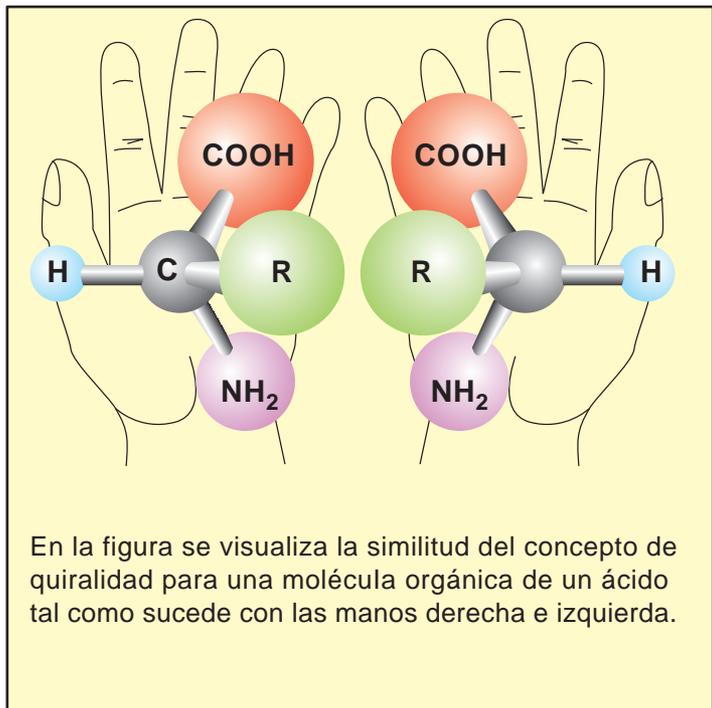
Una de las áreas más fascinantes de la química orgánica es el estudio de la estereoquímica. Pero... ¿qué es la estereoquímica? Es la parte de la química que se encarga de estudiar la estructura espacial de las moléculas y su influencia sobre las propiedades físicas y químicas de esas moléculas. Los químicos dedican un gran esfuerzo para tener el control estereoquímico de las reacciones.

Más de la mitad de los medicamentos comerciales están representados por moléculas asimétricas. En la síntesis de compuestos medicinales, el reto es obtener uno solo de los enantiómeros, aquél que sea responsable de la actividad farmacológica. Por ejemplo, el analgésico Ibuprofén se obtuvo al principio como una mezcla de enantiómeros. Uno de ellos ejercía su efecto en 12 minutos mientras que el otro lo hacía en 30 minutos.

Recientemente se han desarrollado métodos enzimáticos de síntesis para fármacos. Por su alta especificidad ha sido posible obtener el Ibuprofén y otros analgésicos ópticamente puros, es decir, que sólo están constituidos por uno de los enantiómeros.



198



En la figura se visualiza la similitud del concepto de quiralidad para una molécula orgánica de un ácido tal como sucede con las manos derecha e izquierda.

La naturaleza sin imagen y sin semejanza

El laboratorio más eficiente y mejor equipado que existe es la naturaleza. Ella es responsable de que la vida en la tierra sea "homoquiral" y que sea posible obtener sólo un enantiómero de proteínas y ácidos nucleicos. La razón de la pureza enantiomérica de muchos productos naturales no ha podido ser determinada. Pero se sabe que las responsables de esta gran especificidad son las enzimas.

Se desconoce por qué todos los aminoácidos esenciales, aquéllos que forman las proteínas, son levógiros (las moléculas desvían el plano de la luz polarizada en sentido contrario a las agujas del reloj) y por qué todos los carbohidratos fundamentales son dextrógiros (las moléculas desvían el plano de la luz polarizada en el sentido de las agujas del reloj). La propiedad de desviar el plano de la luz polarizada es típica de moléculas cuya estructura es "quiral": ¿qué significa "quiral"? Nuestras manos son quirales, es decir la mano izquierda es imagen especular de la mano derecha. La quiralidad, que viene del griego *chiro* = manos, puede originarse por diferentes razones estructurales, una de ellas es la existencia de un carbono sp^3 con cuatro sustituyentes diferentes, como en el caso de los aminoácidos, y por ello ese carbono es llamado "quiral" o "asimétrico".

En el caso de que la naturaleza produzca ambos enantiómeros se encarga de producir uno en mayor proporción que el otro y de diferenciarlos muy bien. Así ocurre con el limoneno que tiene olor a limón o naranja dependiendo del isómero que se considere.

Fotosíntesis: ¡Larga vida sobre la tierra!



La fotosíntesis constituye uno de los procesos más importantes de la naturaleza ya que permite asegurar la vida sobre la tierra. Explica cómo las plantas, en presencia de luz solar, absorben dióxido de carbono, liberan oxígeno a la atmósfera y forman compuestos de carbono conocidos como carbohidratos.



Los carbohidratos constituyen una forma de energía que almacenan las plantas para su subsistencia. Cuando son consumidos por otros seres vivos, como el hombre, se rompen los enlaces carbono-carbono y se libera energía esencial para la vida.

¿Qué representan los carbohidratos?

Son compuestos que constituyen un 50 % de la biomasa de la tierra. Las funciones de los carbohidratos son variadas y van desde ser fuentes de energía para y en los seres vivos, hasta ser componentes estructurales de las células.

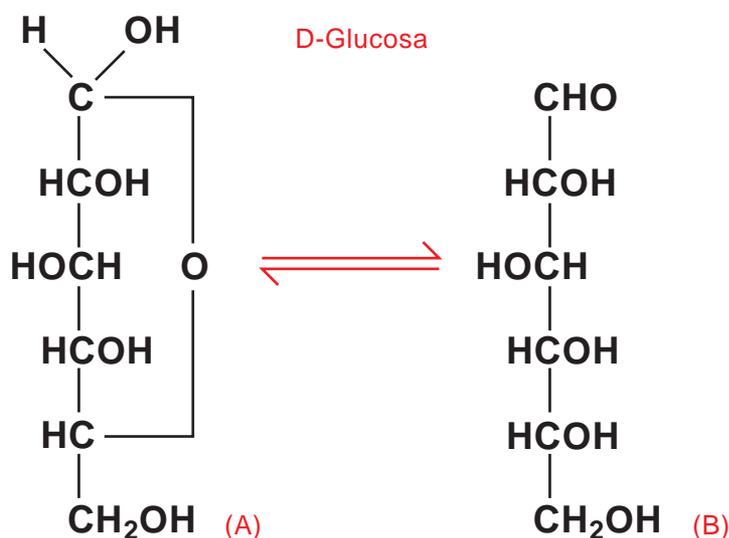
199

Carbohidratos: La función carbonilo con un compromiso energético

Los carbohidratos son moléculas que tienen dos tipos de funciones orgánicas en su estructura: la función carbonilo y la función alcohol. De manera general, se les conoce como azúcares, cuyas estructuras pueden ser cadenas polihidroxicetonas y/o polihidroxialdehídos. A estos compuestos también se les conoce como hidratos de carbono ya que pueden ser representados por la fórmula general $\text{C}_n (\text{H}_2\text{O})_n$.

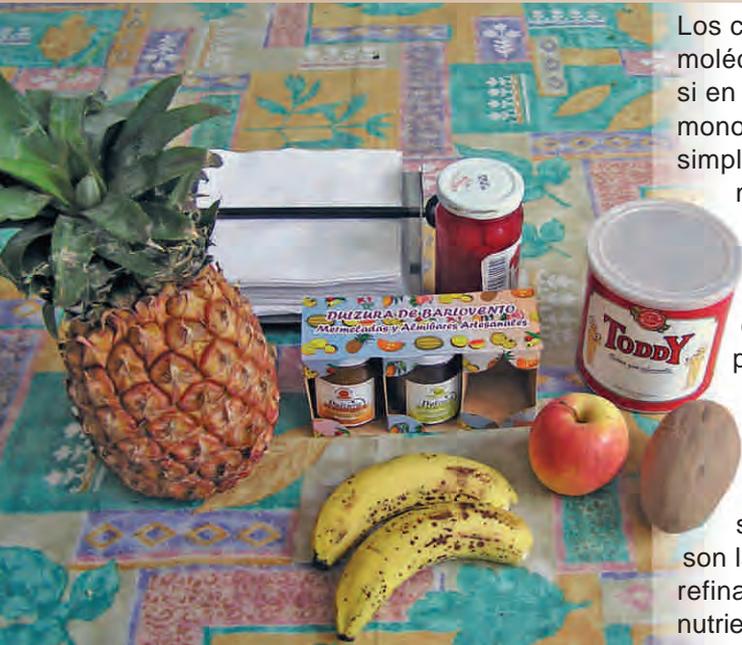


Caña de azúcar
Diego Rivera (pintor mexicano, 1886-1957)



La glucosa es un carbohidrato simple y es el azúcar más abundante en la naturaleza. Puede existir como una cadena abierta (B) o cerrada (A) y tiene varias funciones alcohol y una función aldehído. La notación D es para uno de sus isómeros ópticos que es el que se encuentra en la naturaleza.

La química es importante en nuestra dieta



Los carbohidratos pueden ser simples, constituidos por una sola molécula (monosacáridos como por ejemplo la glucosa), y complejos si en su estructura molecular intervienen dos o más moléculas de monosacáridos iguales o diferentes. La presencia de monosacáridos simples o complejos depende de la naturaleza del alimento u otro material en donde estén presentes. Entre los complejos tenemos "disacáridos" constituidos por la unión de dos monosacáridos, por ejemplo, el azúcar común (sacarosa, que está formada por una molécula de glucosa y una de fructosa); oligosacáridos, cuando contienen hasta 6 unidades de monosacáridos, y polisacáridos con un número indeterminado. Tal es el caso del almidón constituido solamente por moléculas de glucosa. maltosa es un ejemplo de disacárido, diferente a la sacarosa, y se encuentra en algunas verduras y en la cerveza. El azúcar de los postres no suministra vitaminas, minerales o fibra sino sólo calorías a las que se les suele llamar "calorías vacías" pues son las responsables de la obesidad. Igualmente, muchos alimentos refinados, como la harina blanca y el arroz elaborado, carecen de nutrientes y es por ello que se les enriquece con vitaminas y minerales.

200

La D- fructosa es el carbohidrato simple que consumimos cuando comemos frutas. Su estructura contiene además de varias funciones alcohol, una función cetona, a diferencia de la glucosa. Se emplea para la elaboración de productos dietéticos ya que endulza mucho usando menos cantidad y no causa grandes elevaciones de azúcar en la sangre. Hay que consumirla con cuidado ya que es cariogénica, es decir, produce caries si no se tiene una higiene bucal adecuada.

