

Módulo 1:

**Semana Inicial del 23 de Agosto de 2018**

Bioquímica III LDB

# Bioquímica

## Contenido

Objetivos.....	2
Bioquímica .....	3
Definiciones de Bioquímica, .....	3
Bioquímica .....	6
El desarrollo de la bioquímica .....	6
Metabolismo .....	7
Anabolismo y catabolismo .....	7
Tema 2: Carbohidratos. ....	16
PRODUCTOS .....	20
Asignación 2: Unificación de conceptos Cuestionario.....	21
Laboratorio de Fehling .....	22
Estereoquímica, .....	25
SIGNIFICADO BIOQUIMICO DE LA ISIMERÍA ÓPTICA. ....	26
Composición de los productos lácteos .....	30
Tema: Productos de la Leche.....	31
Tema: Las Vitaminas.....	36
ENZIMAS Y HORMONAS.....	38

### Objetivos Generales.

- 1- Conocer la manera como se realizan los procesos de transferencia de energía en el organismo, y la participación que en ellos tienen algunos compuestos de alta energía como el ATP.
- 2- Describir la estructura de las enzimas y comprender el mecanismo mediante el cual llevan a efecto su función catalítica.
- 3- Mencionar las características más importantes de las enzimas.
- 4- Indicar la función que desempeñan las vitaminas y las hormonas en el metabolismo.
- 5- Citar algunas vitaminas, sus fuentes y los trastornos producidos por su deficiencia.
- 6- Mencionar algunas hormonas y el papel que cumplen en los procesos metabólicos.
- 7- Describir de una manera muy general el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas.
- 8- Conocer la estructura y la composición de los ácidos nucleicos, y dar una idea de su función en el organismo.

## Bioquímica

### Definiciones de Bioquímica,

El estudio de las sustancias presentes en los organismos vivos y de las reacciones químicas en las que se basan los procesos vitales. Esta ciencia es una rama de la Química y de la Biología. El prefijo bio- procede de bios, término griego que significa 'vida'. Su objetivo principal es el conocimiento de la estructura y comportamiento de las moléculas biológicas, que son compuestos de carbono que forman las diversas partes de la célula y llevan a cabo las reacciones químicas que le permiten crecer, alimentarse, reproducirse y usar y almacenar energía.

La célula contiene un gran número de moléculas. La estructura de cada molécula determina la reacción química en la que interviene y, por tanto, el papel que desempeña en los procesos vitales celulares. Los tipos más importantes de moléculas biológicas son los ácidos nucleicos, las proteínas, los hidratos de carbono y los lípidos.

Los ácidos nucleicos son responsables del almacenamiento y transferencia de la información genética. Son moléculas grandes formadas por cadenas largas de unas subunidades llamadas nucleótidos, que se disponen según una secuencia exacta. Cada nucleótido está formado por una molécula de azúcar, un grupo fosfato y uno de 4 posibles compuestos nitrogenados llamados bases. Estas subunidades, son "leídas" por otros componentes de las células y utilizadas como patrones para la fabricación de proteínas.

**Las proteínas son moléculas grandes formadas por pequeñas subunidades denominadas aminoácidos.** Utilizando sólo 20 aminoácidos distintos, la célula elabora miles de proteínas diferentes, cada una de las cuales desempeña una función altamente especializada. Las proteínas más interesantes para los bioquímicos son las enzimas, moléculas "trabajadoras" de las células. Estas enzimas actúan como promotores o catalizadores de las reacciones químicas.

Los hidratos de carbono son las moléculas energéticas básicas de la célula. Contienen proporciones aproximadamente iguales de carbono e hidrógeno y oxígeno. Las plantas verdes, algunas bacterias, protozoos y algas utilizan el proceso de la fotosíntesis para formar hidratos de carbono simples (azúcares) a partir de dióxido de carbono, agua y luz solar. Los animales, sin embargo, obtienen sus hidratos de carbono de los alimentos. Una vez que la célula posee hidratos de carbono, puede romperlos para obtener energía química o utilizarlos como base para producir otras moléculas.

Los lípidos son sustancias grasas que desempeñan diversos papeles en la célula. Algunos se almacenan para ser utilizados como combustible de alto valor energético, mientras que otros se emplean como componentes esenciales de la membrana celular.

Las células tienen también muchos otros tipos de moléculas. Estos compuestos desempeñan funciones muy diversas, como el transporte de energía desde una zona de la célula a otra, el aprovechamiento de la energía solar para conducir reacciones químicas, y como moléculas colaboradoras (cofactores) en las acciones enzimáticas. Todas éstas, y la misma célula, se hallan en un estado de variación constante. De hecho, una célula no puede mantenerse viva a menos que esté continuamente formando y

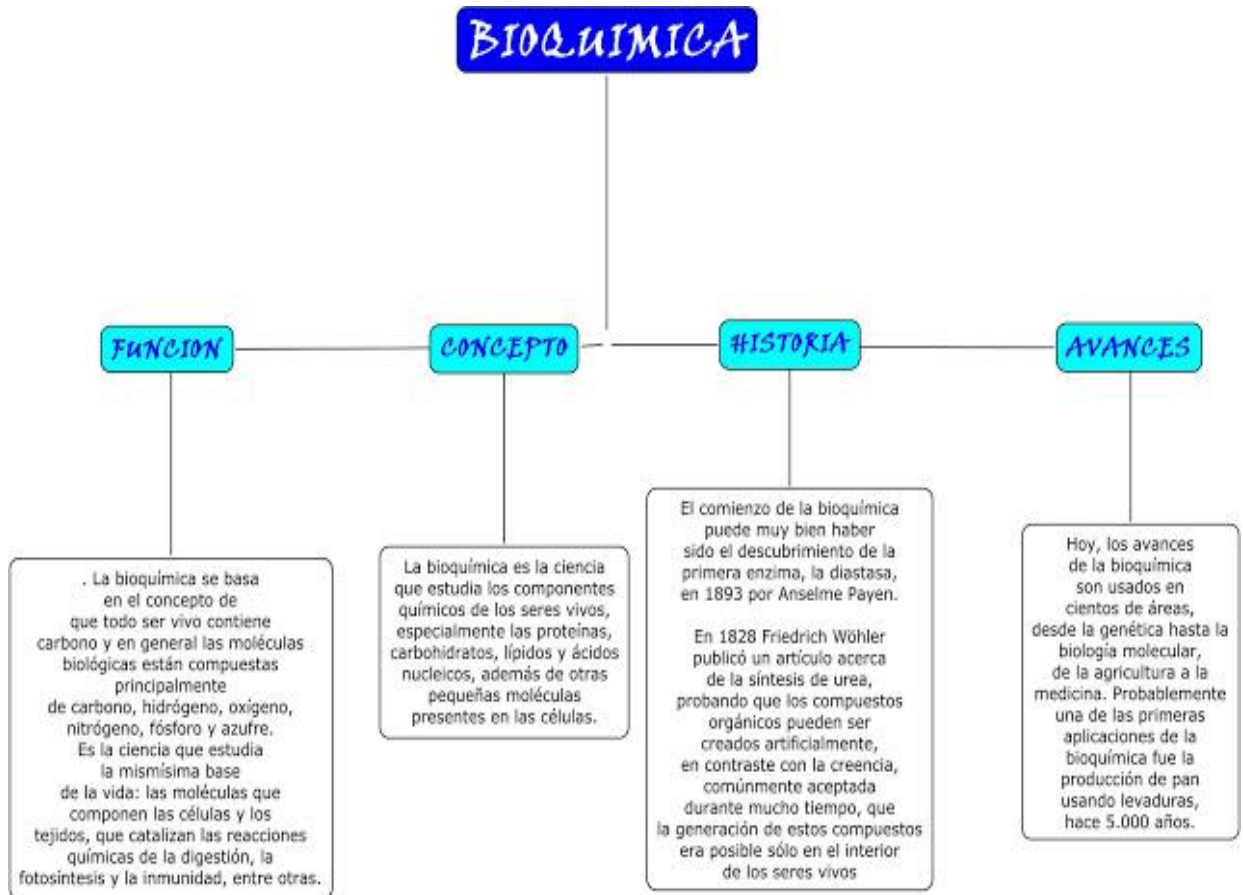
rompiendo proteínas, hidratos de carbono y lípidos; reparando los ácidos nucleicos dañados y utilizando y almacenando energía. El conjunto de estos procesos activos y dependientes de la energía se denomina metabolismo. Uno de los objetivos principales de la bioquímica es conocer el metabolismo lo suficiente como para predecir y controlar los cambios celulares. Los estudios bioquímicos han permitido avances en el tratamiento de muchas enfermedades metabólicas, en el desarrollo de antibióticos para combatir las bacterias, y en métodos para incrementar la productividad industrial y agrícola. Estos logros han aumentado en los últimos años con el uso de técnicas de ingeniería genética.

Bioquímica, estudio de las sustancias presentes en los organismos vivos y de las reacciones químicas en las que se basan los procesos vitales. Esta ciencia es una rama de la Química y de la Biología. El prefijo *bio-* procede de *bios*, término griego que significa 'vida'. Su objetivo principal es el conocimiento de la estructura y comportamiento de las moléculas biológicas, que son compuestos de carbono que forman las diversas partes de la célula y llevan a cabo las reacciones químicas que le permiten crecer, alimentarse, reproducirse y usar y almacenar energía.

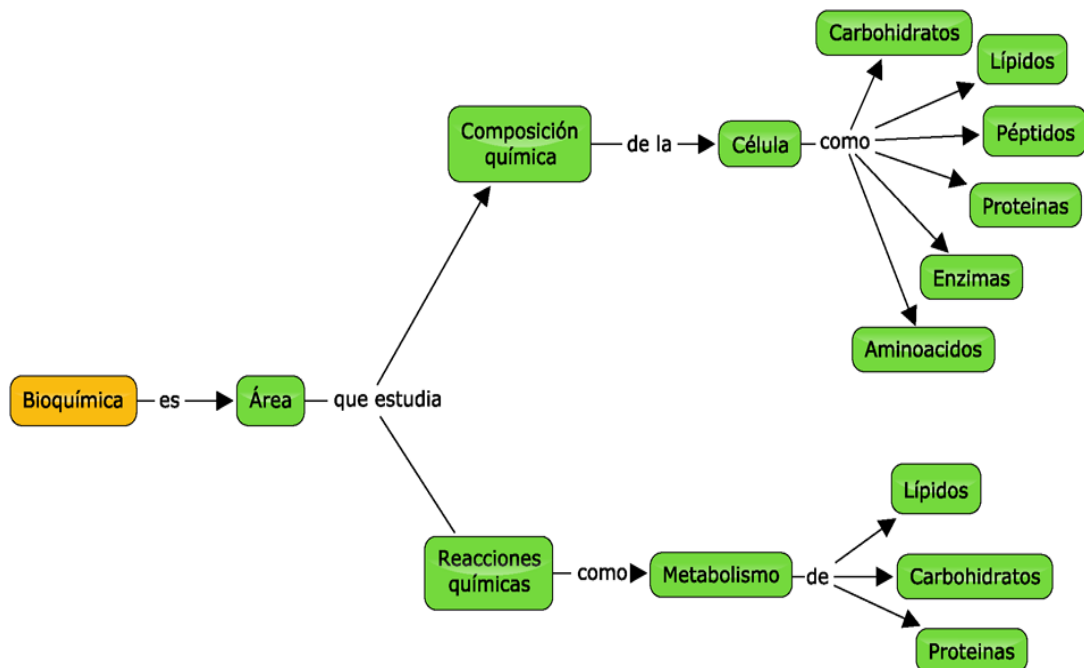
**La Bioquímica es pues una Química Orgánica aplicada a los sistemas vivos.** Constituye un lazo entre la química y la Biología, ya que su objeto es describir, descubrir y aplicar los diversos procesos químicos y físicos que ocurren en los organismos vivos.

**Dos grandes aspectos deben considerarse en la Bioquímica: 1- El estudio de los compuestos que se encuentran normalmente en los seres vivos y 2- el estudio de las reacciones por medio de las cuales dichos seres ejercen sus diferentes funciones fisiológicas.** La primera parte está más estrechamente relacionada con la Química Orgánica, y es así como ya sabemos en cursos anteriores como en aspectos relacionados a carbohidratos, lípidos y proteínas. Nos resta tratar aún acerca de enzimas, vitaminas, hormonas y otras clases de sustancias de gran importancia también involucradas en las reacciones químicas que se involucran en un ser vivo.

<https://www.youtube.com/watch?v=qsmwrnsP-VE>



Mapa Conceptual - Bioquímica



## Bioquímica

La **bioquímica** es la química de la vida . Bioquímicos estudiar las moléculas y reacciones químicas catalizadas por enzimas que tienen lugar en todos los que viven los organismos. Ver el artículo sobre la biología molecular de un diagrama y la descripción de la relación entre la bioquímica, biología molecular y la genética.

Bioquímica es el estudio de la estructura y función de los componentes celulares, tales como proteínas y carbohidratos, los lípidos , los ácidos nucleicos y otras biomoléculas. Recientemente bioquímica se ha centrado más específicamente en la química de la enzima reacciones mediadas, y en las propiedades de las proteínas.

La bioquímica de metabolismo celular ha sido ampliamente descrita. Otras áreas de la bioquímica incluyen el código genético ( ADN , ARN ), la síntesis de proteínas , la membrana celular de transporte, y la transducción de señales .

### El desarrollo de la bioquímica

El amanecer de la bioquímica puede haber sido el descubrimiento de la primera enzima, la diastasa , en 1833 por Anselme Payen . En 1828 , Friedrich Wöhler publicó un artículo sobre la síntesis de la urea , demostrando que orgánicos compuestos pueden ser creados artificialmente, en contraste con la creencia común de tiempo que los compuestos orgánicos sólo podían ser hechas por los organismos vivos. En general se acepta que la *bioquímica* término fue acuñado en 1903 por Carl Neuber, un alemán químico . Desde entonces, la bioquímica ha avanzado, especialmente desde mediados de siglo 20 , con el desarrollo de nuevas técnicas como la cromatografía , la difracción de rayos X , RMN , etiquetado radioisotópica , microscopía electrónica y dinámica molecular simulaciones. Estas técnicas permitidas para el descubrimiento y el análisis detallado de muchas moléculas y rutas metabólicas de la célula , tal como la glicólisis y el ciclo de Krebs (ciclo del ácido cítrico).

Hoy en día, los hallazgos de la bioquímica se utilizan en muchas áreas, desde la genética a la biología molecular y de la agricultura a la medicina . La primera aplicación de la bioquímica fue probablemente la elaboración de pan usando levaduras , hace unos 5000 años. <http://www.chemistrydaily.com/chemistry/EMT>.

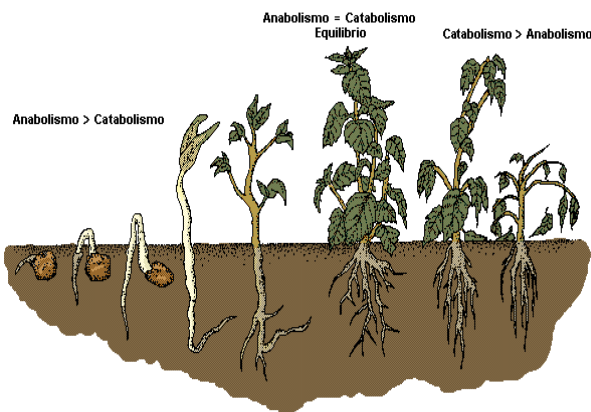
## Metabolismo

La totalidad de las transformaciones químicas que ocurren en los sistemas vivientes se conoce como **metabolismo**. Sus objetivos son esencialmente dos:

- 1- convertir los componentes de la dieta en componentes celulares y
- 2- proporcionar la energía necesaria para mantener la vida.

### Metabolismo

Metabolismo, conjunto de reacciones químicas que tienen lugar dentro de las células de los organismos vivos, las cuales transforman energía, conservan su identidad y se reproducen. Todas las formas de vida, desde las algas unicelulares hasta los mamíferos, dependen de la realización simultánea de centenares de reacciones metabólicas reguladas con absoluta precisión, desde el nacimiento y la maduración hasta la muerte. Las células tienen una serie de enzimas o catalizadores específicos que se encargan de activar, controlar y terminar todas estas reacciones, cada una de las cuales está a su vez coordinada con muchas otras que se producen en todo el organismo.



## Anabolismo y catabolismo

Las pautas de crecimiento y degradación de un organismo son consecuencia del equilibrio entre las fuerzas opuestas del anabolismo (síntesis) y el catabolismo (destrucción). Ambos procesos actúan durante toda la vida del organismo. Las primeras fases de la vida de una planta constituyen un periodo de crecimiento, caracterizado por el predominio de la actividad anabólica sobre la catabólica. Cuando anabolismo y catabolismo se igualan, la planta se estabiliza. Y cuando el catabolismo supera al anabolismo, se marchita y muere.

Hay dos grandes procesos metabólicos: anabolismo o fase biosintética y catabolismo o fase degradativa. Se llama anabolismo, o metabolismo constructivo, al conjunto de las reacciones de síntesis necesarias para el crecimiento de nuevas células y el mantenimiento de todos los tejidos. Las

reacciones anabólicas incluyen la biosíntesis enzimática de los ácidos nucleicos, los lípidos, los polisacáridos y las proteínas; todos estos procesos necesitan la energía química suministrada por el ATP. El catabolismo es un proceso continuo centrado en la producción de la energía necesaria para la realización de todas las actividades físicas externas e internas. El catabolismo engloba también el mantenimiento de la temperatura corporal e implica la degradación de las moléculas químicas complejas (glúcidos, lípidos y proteínas) en sustancias más sencillas (ácido acético, amoníaco, ácido láctico, dióxido de carbono o urea), que constituyen los productos de desecho expulsados del cuerpo a través de los riñones, el intestino, los pulmones y la piel. En dicha degradación se libera energía química que es almacenada en forma de ATP hasta que es requerida por los diferentes procesos anabólicos.

Las reacciones anabólicas y catabólicas siguen lo que se llaman rutas metabólicas; ambos tipos de rutas se combinan unas con otras para producir compuestos finales específicos y esenciales para la vida. La bioquímica ha determinado la forma en que se entretajan algunas de estas rutas, pero muchos de los aspectos más complejos y ocultos se conocen sólo en parte. En esencia, las rutas anabólicas parten de compuestos químicos relativamente simples y difusos llamados intermediarios. Estas vías utilizan la energía que se obtiene en las reacciones catalizadas por enzimas y se orientan hacia la producción de compuestos finales específicos, en especial macromoléculas en forma de hidratos de carbono, proteínas y grasas. Valiéndose de otras secuencias enzimáticas y moviéndose en sentido contrario, las rutas catabólicas disgregan las macromoléculas complejas en compuestos químicos menores que se utilizan como bloques estructurales relativamente simples.

Cuando el anabolismo supera en actividad al catabolismo, el organismo crece o gana peso; si es el catabolismo el que supera al anabolismo, como ocurre en periodos de ayuno o enfermedad, el organismo pierde peso. Cuando ambos procesos están equilibrados, se dice que el organismo se encuentra en equilibrio dinámico.

Para no incumplir las dos primeras leyes de la termodinámica, el organismo vivo no puede ni crear ni destruir energía, sólo transformarla de unas formas en otras. Así, la clorofila vegetal, que se encuentra en la base de la red trófica, captura la energía de la luz solar y la utiliza para alimentar la síntesis de células vegetales vivas a partir de sustancias inorgánicas como dióxido de carbono, agua y amoníaco. Esta energía, en forma de productos de alto contenido energético (hidratos de carbono, grasas y proteínas) es ingerida por los animales herbívoros y por los carnívoros secundarios, para los que constituye la única fuente energética y de compuestos químicos para la construcción de células.

Por tanto, en última instancia, todos los organismos vivos obtienen la energía del Sol. Cuando se reproduce, cada uno —sea una planta verde, un herbívoro o un carnívoro— transmite ciertas instrucciones genéticas sobre la forma de



interceptar, transformar y liberar la energía al medio ambiente durante su ciclo vital. Desde el punto de vista termodinámico, el metabolismo abarca los procesos por medio de los cuales las células interceptan químicamente y distribuyen la energía que de forma constante pasa por su organismo. Las células devuelven la energía libre al entorno fundamentalmente en forma de calor.

## ALIMENTACIÓN Y ENERGÍA

Todos los organismos dependen de la energía contenida en los alimentos para vivir. Las plantas sintetizan hidratos de carbono, grasas y proteínas durante los periodos en que reciben luz solar, y almacenan estos compuestos para utilizarlos cuando el crecimiento les obliga a consumir grandes cantidades de energía.

La energía que contienen los alimentos se expresa en calorías o julios; en el metabolismo energético, la unidad utilizada suele ser la kilocaloría, que es la cantidad de energía necesaria para elevar en 1 °C la temperatura de 1 kg de agua. Los hidratos de carbono tienen un contenido medio de 4,1 kilocalorías (17 kilojulios) por gramo; las proteínas de 4,2 kilocalorías (17,5 kilojulios), y las grasas de 9,3 kilocalorías (39 kilojulios). Los organismos recurren a unos u otros tipos de alimentos para satisfacer necesidades especiales. El zorro ártico, por ejemplo, depende casi exclusivamente de las grasas, ligeras y de elevado rendimiento energético. Las semillas, que deben pesar poco y, al mismo tiempo, almacenar grandes cantidades de energía, contienen casi siempre un elevado porcentaje de grasas y aceites. Por el contrario, los árboles cuentan con abundante espacio de almacenamiento en las raíces, y utilizan casi exclusivamente hidratos de carbono en forma de sacarosa.

Cuando los alimentos, en especial hidratos de carbono y grasas, se queman en el organismo animal, rinden la misma cantidad de calorías por gramo que cuando arden rápidamente en un calorímetro de laboratorio. Los aparatos mecánicos desarrollan la misma cantidad de calorías por gramo de combustible que los organismos vivientes. Tanto los sistemas mecánicos como los orgánicos desprenden también grandes cantidades de energía calorífica y proporciones pequeñas de energía útil. El músculo animal rinde casi una caloría útil por cada cuatro desprendidas en forma de calor. Pero, en los organismos animales el calor no se desperdicia por completo, pues es muy necesario —sobre todo en los animales de sangre caliente— para conservar la temperatura del cuerpo y para inducir las reacciones metabólicas, que a temperaturas más bajas serían demasiado lentas y no podrían sostener las funciones orgánicas.

Aunque las células vivas se ajustan a las mismas leyes de transformación de la energía que las máquinas, son mucho más versátiles. Una característica exclusiva de los organismos vivos es la capacidad para consumir los propios tejidos una vez agotadas todas las demás fuentes de energía; otra es que, en lugar de liberar la energía de manera radical utilizando compuestos de combustión rápida, como ocurre en un motor de automóvil, la liberan paso a paso a lo largo

de cadenas de reacciones químicas. La energía que desprende una reacción sirve para iniciar otra, de modo que se libera poco a poco a costa de una fatiga celular mínima.

## USO Y TRANSFERENCIA DE ENERGÍA

Las reacciones químicas que tienen lugar en los tejidos, sujetos tanto a degradación catabólica como a nueva síntesis anabólica, son **exergónica o endergónica**. Las primeras, propias del catabolismo, liberan energía a partir del sistema de sustancias en reacción; las endergónicas, que ocurren durante el anabolismo, necesitan tomar energía del exterior. Cuando las sustancias que intervienen en una reacción endergónica han absorbido energía, pueden iniciar una reacción exergónica. Las reacciones oxidativas desencadenan reacciones endergónicas dentro de las células. Cuando una reacción química activa otra, se dice que ambas están acopladas. El metabolismo es un conjunto de innumerables reacciones que desprenden o absorben energía, conectadas unas a otras en una compleja red intracelular de interrelaciones.

La energía química se intercambia en todas las células vivas por medio de trifosfato de adenosina o ATP, un compuesto que tiene enlaces fosfato ricos en energía. Las plantas utilizan ATP para transferir energía química desde las fuentes fotosintéticas. Al transferir energía a otras moléculas, el ATP pierde uno o dos de sus grupos fosfato, y se transforma en difosfato de adenosina (ADP) o monofosfato de adenosina (AMP). Las plantas transforman estos dos compuestos de nuevo en ATP a expensas de la energía química generada en las células fotosintéticas a partir de energía solar, mientras que los animales utilizan la energía química producida en las células heterotróficas.

## REGULACIÓN DEL METABOLISMO

El hecho de que células y tejidos mantengan el equilibrio dinámico durante la vida del organismo demuestra con claridad que los procesos metabólicos están sujetos a un control exacto. Células y tejidos mueren continuamente, pero el metabolismo aporta, en un equilibrio casi perfecto, todos los ingredientes químicos necesarios para reponer y crear células y productos celulares nuevos.

Aunque todavía queda mucho por averiguar sobre los procesos metabólicos, los investigadores están de acuerdo en que las enzimas reguladoras o limitadoras de velocidad son elementos primordiales de estas reacciones. Cada una de estas moléculas enzimáticas, que influyen sobre las rutas metabólicas desde sus primeras etapas, tiene un punto específico o activo que encaja en el sustrato o compuesto sobre el cual actúa la enzima y se forma un producto. La precisión con que las enzimas limitadoras de la velocidad y los sustratos se acoplan para iniciar reacciones específicas impide que las reacciones se produzcan de forma indiscriminada dentro de las células, donde hay un continuo flujo de compuestos

químicos muy diversos. Cantidades mínimas de una enzima de este tipo pueden inducir cambios profundos en el metabolismo celular.

Otra forma de controlar las rutas metabólicas es la retroalimentación negativa . Así, cuando una célula ha sintetizado una cantidad equilibrada de un compuesto, como ATP, la acumulación de dicho producto inhibe a las enzimas que activan su producción.

El metabolismo, sobre todo en los animales superiores, está también regulado por el sistema nervioso, el páncreas, la glándula pituitaria y las glándulas suprarrenales. Las hormonas que se vierten en el torrente sanguíneo, alcanzan los tejidos diana y en muchos casos modifican la permeabilidad de las membranas celulares; alteran de ese modo las cantidades de sustancias que entran en las células y salen de ellas. Las hormonas, que también afectan al metabolismo vegetal, cambian las rutas metabólicas, para ello modifican los puntos catalíticos de las enzimas limitantes de la velocidad.

## Metabolismo de los alimentos

Aunque los tres tipos principales de alimentos —proteínas, hidratos de carbono y grasas— tienen distintas composiciones químicas y siguen rutas bioquímicas independientes, en cierta fase de las reacciones metabólicas todos ellos forman compuestos de carbono. Estos compuestos siguen la misma pauta de reacciones oxidativas que terminan por rendir dióxido de carbono y agua, que se excretan del organismo. Cada etapa está formada por varias reacciones bioquímicas muy complejas y convergentes.

## Proteínas

Las proteínas poseen una gran variedad de funciones: pueden actuar como vehículos de transporte, como catalizadores, como elementos estructurales, en los sistemas contráctiles y como elementos nutritivos de reserva. Las proteínas complejas, compuestas por una o varias cadenas polipeptídicas, se absorben en el aparato digestivo y se descomponen por hidrólisis en veinte aminoácidos esenciales, necesarios para el anabolismo celular. Los aminoácidos pueden experimentar nuevas alteraciones químicas que los transforman en compuestos de secreción interna, como hormonas, enzimas digestivas y elementos de protección (anticuerpos). Los aminoácidos que no hacen falta para reponer las células y fluidos orgánicos se cataboliza en dos pasos. El primero es la desaminación oxidativa, que consiste en la separación de la porción de la molécula que contiene nitrógeno, que a continuación se combina con carbono y oxígeno para formar urea, amoníaco y ácido úrico, que son los productos nitrogenados del metabolismo proteico. Después de la desaminación, los aminoácidos experimentan nuevas degradaciones químicas y forman nuevos compuestos que a su vez son catabolizados con frecuencia en rutas bioquímicas comunes a las que se unen compuestos similares derivados del catabolismo de

hidratos de carbono y grasas. Los productos finales de estas porciones proteicas son dióxido de carbono y agua.

## Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono se absorben en el aparato digestivo en forma de azúcares simples, en especial glucosa, el principal combustible de la mayoría de los organismos vivos. Ésta se mantiene en la sangre a concentración aproximadamente constante y se cataboliza con facilidad para satisfacer las necesidades energéticas del organismo. En este proceso, la molécula de glucosa se descompone en compuestos de carbono que se oxidan a dióxido de carbono y agua, y a continuación se excretan. La glucosa que no se utiliza inmediatamente para la producción de energía se almacena en forma de glucógeno en el hígado y los músculos. Cuando estas reservas se colman, la glucosa se convierte en grasa y se deposita en el tejido adiposo. Las plantas también son capaces de almacenar glucosa pero en forma de polímeros, almidón y celulosa.

## Grasas

En la digestión, las grasas se hidrolizan o descomponen en glicerina y ácidos grasos. A continuación, éstos se transforman mediante síntesis en triglicéridos, compuestos de colesterol y fosfolípidos, que son grasas combinadas con fósforo que circulan en la sangre. Las grasas pueden sintetizarse en las estructuras del organismo o almacenarse en el tejido adiposo en grandes células especializadas en el almacenamiento de grasa (adipocitos), de las que se toman cuando es necesario. En las fibras del músculo cardiaco se encuentran también pequeñas gotas de grasa que son utilizadas como fuente energética al transformarse en ácidos grasos. Como la glucosa, su catabolismo da lugar a compuestos carbonados que se descomponen en dióxido de carbono y agua.

## Vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos esenciales para estimular el metabolismo de aminoácidos, hidratos de carbono y grasas en los organismos vivientes. Algunos de tales organismos, en particular las plantas verdes, sintetizan vitaminas, a menudo en cantidades superiores a las que necesitan. Salvo algunas excepciones, los animales no pueden sintetizar estas sustancias, y deben ingerirlas con los alimentos. Se clasifican en hidrosolubles y liposolubles.

## ERRORES METABÓLICOS CONGÉNITOS

Si una enzima falta del organismo a consecuencia de algún defecto hereditario, queda bloqueada la transformación química que debería regular. En consecuencia, hay productos celulares que dejan de sintetizarse o catabolizarse,

de modo que se acumula una cantidad excesiva de otro producto metabólico que lesiona los tejidos, o impide que ciertos materiales intracelulares atraviesen la membrana celular.

Aunque el efecto de ciertos errores metabólicos se manifiesta en la primera infancia, otros sólo se observan en la madurez. Algunos de estos errores pueden ser mortales, otros no parecen ejercer ningún efecto nocivo y otros son persistentes. La enfermedad llamada fenilcetonuria se debe a un error en el metabolismo de los aminoácidos; afecta a los lactantes y determina el bloqueo del metabolismo del aminoácido fenilalanina; los productos metabólicos acumulados (fenilpiruvato) pueden causar un retraso en el desarrollo cerebral normal. La galactosemia es un error del metabolismo de los hidratos de carbono que consiste en la ausencia de la enzima necesaria para que la galactosa se transforme en glucosa; la consiguiente incapacidad para metabolizar los azúcares de la leche determina la acumulación de galactosa en la sangre, lo que puede lesionar el cerebro y el hígado, y favorecer la formación de cataratas y el retraso mental.

La célula contiene un gran número de moléculas. La estructura de cada molécula determina la reacción química en la que interviene y, por tanto, el papel que desempeña en los procesos vitales celulares. **Los tipos más importantes de moléculas biológicas son los ácidos nucleicos, las proteínas, los hidratos de carbono y los lípidos.**

Para continuar con el desarrollo del curso de Bioquímica y nutrición abordaremos seguidamente el proceso de transferencia de energía.

### **PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA**

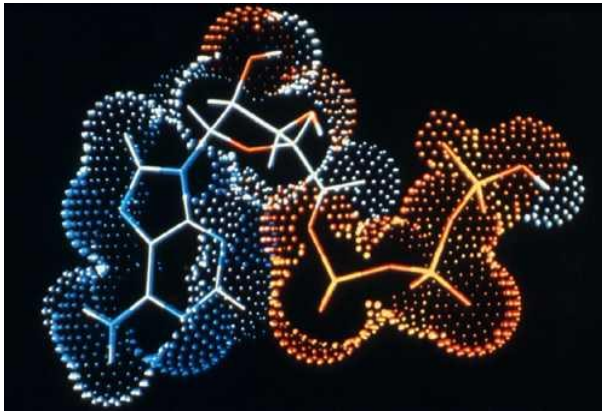
Si a un sistema o motor térmico se le suministra una cantidad de calor  $Q$  y el sistema pasa de una temperatura  $T_1$  a otra menor  $T_2$ , el trabajo máximo que puede desarrollar el sistema está dado por la ecuación:

$$W = Q (T_1 - T_2) / T_1$$

Los organismos vivos son esencialmente **isotérmicos**, es decir, en sus células o tejidos no hay diferencias esenciales sensibles de temperatura. Por tanto, la eficiencia con que dichos organismos transformarían calor en trabajo sería muy baja, ya que la diferencia entre  $T_1$  y  $T_2$  sería casi de cero y a tal valor tendería el trabajo calculado mediante según la ecuación. En efecto, dicho trabajo se hace a expensas de la energía química, la cual se almacena en cierto tipo de compuesto, que por su gran tendencia a reaccionar, se dice que son altamente energéticos o que tienen enlaces ricos en energía.

REFLEXIONA: Qué actividad realiza el ser humano que demuestra un proceso netamente exotérmico o endotérmico?

Las reacciones **endergónica**, es decir, las que absorben energía, no pueden entonces verificarse espontáneamente, o sea, por sí mismas. Para que se realicen, deben acoplarse a una segunda reacción tan fuertemente exergónica que la suma de ambas conduzca a una liberación neta de energía. El tipo más importante de acoplamiento lo constituye la obtención de productos intermedios ricos en energía. Uno de los principales compuestos de este tipo es el trifosfato de adenosina o adenosíntrifosfato, más conocido como ATP y que lo identificamos estructuralmente así



### **Trifosfato de adenosina**

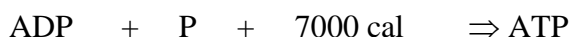
El trifosfato de adenosina (ATP) es la principal fuente de energía de los seres vivos. El ATP alimenta casi todas las actividades celulares, entre ellas el movimiento muscular, la síntesis de proteínas, la división celular y la transmisión de señales nerviosas. En esta representación gráfica de la molécula de ATP creada en ordenador, se han ilustrado en color naranja los tres grupos fosfato en cuyos enlaces se almacena la energía.

### **De qué está constituida la molécula de ATP?**

En la estructura podemos identificar la adenina ( base nitrogenada), ribosa ( azúcar) y que el grupo alcohólico del carbono 5 de esta última molécula se esterifica con ácido fosfórico para formar el mono, di y trifosfato de adenosina.

En síntesis podemos decir que el ATP es un medio universal para las transferencias de energía al acoplarse con el ADP. Veamos el siguiente ejemplo:

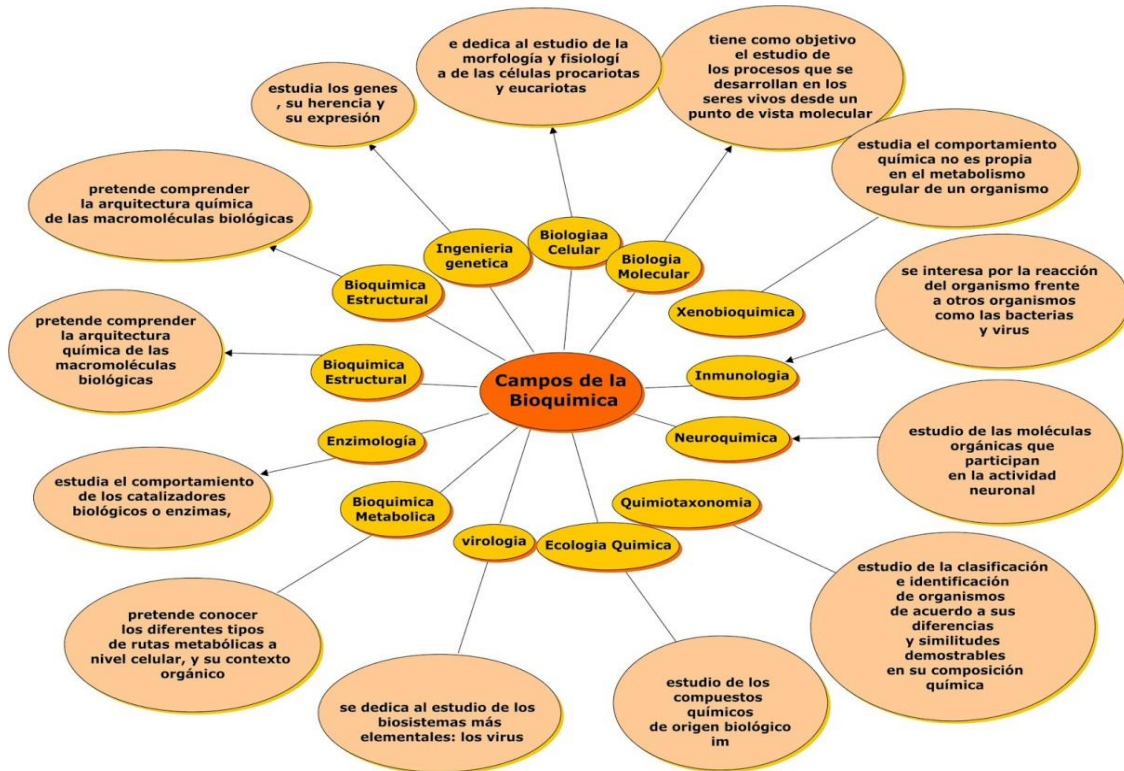
Aldehído 3-fosfoglicérico a ácido 3-fosfoglicérico, reacción exergónica que libera aproximadamente 7000 cal/mole.



Análogamente, el organismo realiza ciertos trabajos mecánicos (contracción de los músculos), trabajo eléctrico (impulsos nerviosos) y todo tipo de trabajo.



**Asignación 1:** Realice la estructuración del AMP, ADP y ATP. Además de las masas moleculares de cada una. **Y un resumen sobre la temática de metabolismo antes presentada. Valor 50 p.**

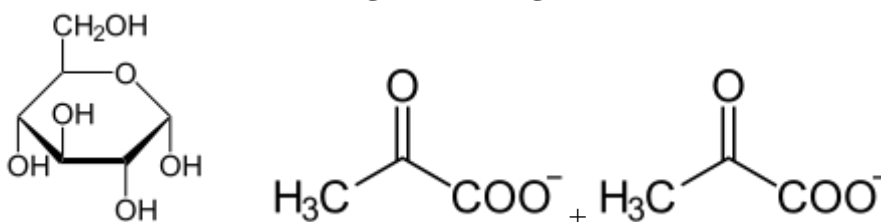


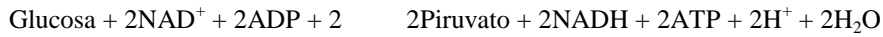
## Metabolismo de los carbohidratos 30/8

Se define como **metabolismo de los carbohidratos** a los procesos bioquímicos de formación, ruptura y conversión de los **carbohidratos** en los organismos vivos. Los carbohidratos son las principales moléculas destinadas al aporte de energía, gracias a su fácil **metabolismo**.

El carbohidrato más común es la **glucosa**; un **monosacárido** metabolizado por casi todos los organismos conocidos. La oxidación de un gramo de carbohidratos genera aproximadamente 4 kcal de energía; algo menos de la mitad que la generada desde **lípidos**.

### Reacción global de la glucólisis<sup>1</sup>





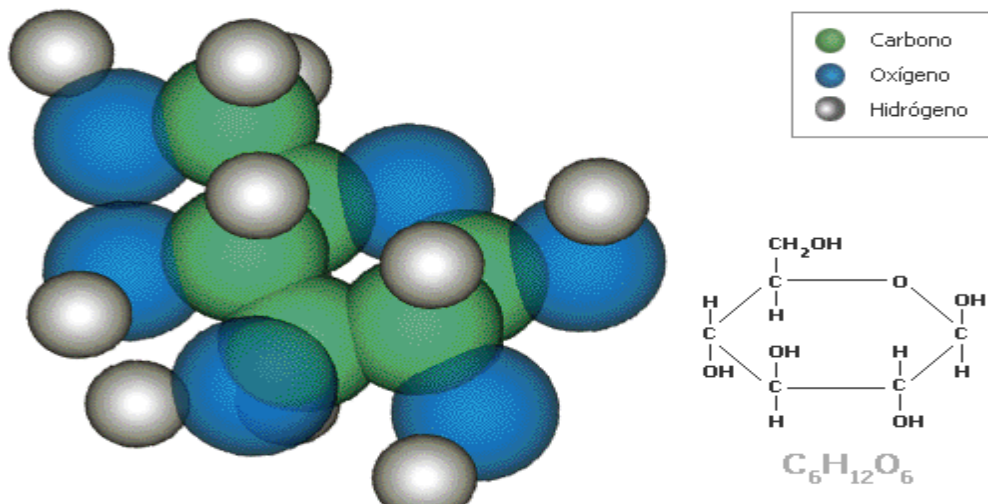
La **glucólisis** o **glicolisis** (del griego *glycos*, azúcar y *lysis*, ruptura), es la vía metabólica encargada de oxidar la glucosa con la finalidad de obtener energía para la célula. Consiste en 10 reacciones enzimáticas consecutivas que convierten a la glucosa en dos moléculas de piruvato, el cual es capaz de seguir otras vías metabólicas y así continuar entregando energía al organismo.

## Tema 2: Carbohidratos.

Propósito: Diferenciar los azúcares por su poder reductor.

Actividad de Aprendizaje: Desarrollar el cuestionario sobre los carbohidratos.

Azúcar, término aplicado a cualquier compuesto químico del grupo de los hidratos de carbono que se disuelve en agua con facilidad; son incoloros, inodoros y normalmente cristalizables. Todos tienen un sabor más o menos dulce. En general, a todos los monosacáridos, disacáridos y trisacáridos se les denomina azúcares para distinguirlos de los polisacáridos como el almidón, la celulosa y el glucógeno.



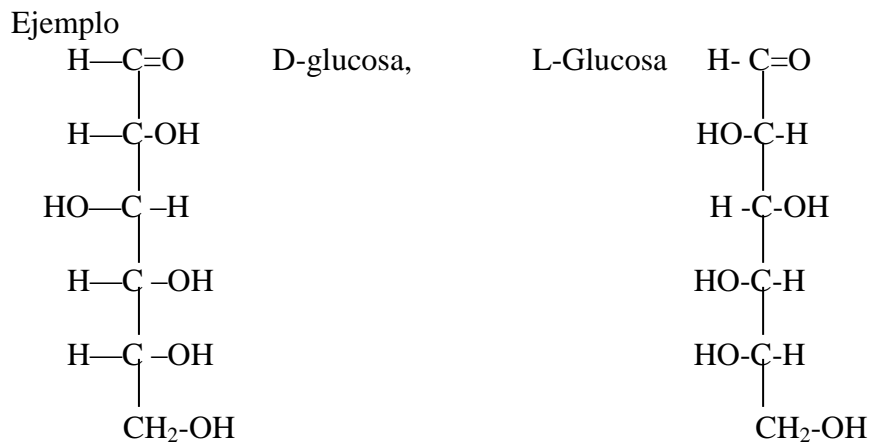
### Molécula de glucosa

La glucosa, de fórmula  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , es un azúcar simple o monosacárido. Su molécula puede presentar una estructura lineal o cíclica; esta última, representada en la ilustración, es termodinámicamente más estable.

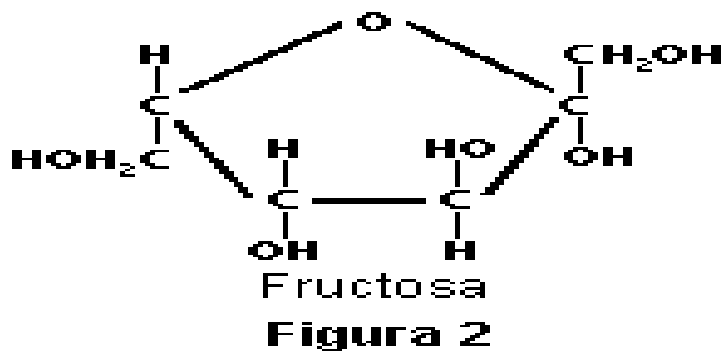
Los azúcares, que están ampliamente distribuidos en la naturaleza, son producidos por las plantas durante el proceso de fotosíntesis y se encuentran también en muchos tejidos animales. La ribosa, un azúcar monosacárido que contiene cinco átomos de carbono en su molécula, es un componente del núcleo de todas las células animales. Los azúcares con cinco carbonos se conocen como pentosas. Las triosas (azúcares con tres carbonos), las tetrasas (azúcares con cuatro carbonos), las heptosas (azúcares con siete carbonos), las octosas (azúcares con ocho carbonos) y las nonosas (azúcares con nueve carbonos) también se encuentran en la naturaleza. Sin embargo, los azúcares más extendidos son las hexosas, que se caracterizan por la presencia de seis átomos de carbono en su molécula y por la fórmula empírica  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ . Las hexosas distintas con fórmula



empírica y masa molecular iguales, son isómeros estructurales entre ellas. Cada hexosa se conoce en forma dextrógira y levógira. En disolución, una forma dextrógira girará el plano de polarización de la luz a la derecha, y una forma levógira lo girará a la izquierda, pero todas las hexosas asimiladas por los animales y seres humanos se convierten en formas dextrógiras. Las hexosas más importantes son la glucosa y la galactosa, que son aldehídos, y la fructosa, que es una cetona, similar a un aldehído pero menos reactiva.



Cuál es la diferencia estructural entre ambos isómeros.



**DISACÁRIDOS:** son azúcares que constan de dos unidades de monosacáridos, las cuales se liberan al ser sometidas a hidrólisis. Las más importantes son la maltosa, celobiosa, lactosa y sacarosa.

**POLISACARIDOS:** son compuestos constituidos por muchas unidades de monosacáridos por moléculas. Estas unidades se mantienen unidas por los llamados enlaces glucosídicos que se pueden romper por hidrólisis. Ejemplos son la celulosa, almidón, glucógeno y quitina.

La fórmula empírica de los azúcares disacáridos, maltosa, lactosa y sacarosa, es  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ . Al tratarlos con ácidos y enzimas, los disacáridos combinan con una molécula de agua y se dividen en dos monosacáridos, dos moléculas de hexosa. La maltosa, por ejemplo, se divide en dos moléculas de glucosa; la lactosa se divide en una

molécula de glucosa y otra de galactosa, y la sacarosa se divide en una molécula de glucosa y otra de fructosa.

La mayoría de los azúcares importantes, excepto la sacarosa, reducen el óxido de cobre (II) a óxido de cobre (I) en disolución alcalina. Esta reacción se utiliza en los tests cualitativos de azúcar en la orina y en la sangre, así como en los tests cuantitativos de azúcar en la sangre; estos tests son importantes en la diagnosis y el control de la diabetes.

Entre los azúcares importantes desde el punto de vista comercial están la glucosa, la lactosa y la maltosa, que se usan frecuentemente en la alimentación para bebés. Sin embargo, el más importante es la sacarosa, llamado también azúcar de caña, aunque no proceda de la caña de azúcar. Se utiliza para dar sabor dulce a las comidas y en la fabricación de confites, pasteles, conservas, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, y muchos otros alimentos. Como material alimenticio básico, la sacarosa suministra aproximadamente un 13% de la energía que se deriva de los alimentos. Su valor y su papel en la dieta humana son polémicos.

La sacarosa está presente en cantidades limitadas en muchas plantas, incluso en varias palmas y en el arce de azúcar, pero la remolacha azucarera y la caña de azúcar son las únicas fuentes importantes para el comercio. Más de la mitad del suministro mundial de azúcar se obtiene de la caña de azúcar, que crece en climas tropicales y subtropicales. El resto procede de la remolacha azucarera, que crece en países templados. La remolacha azucarera es la fuente principal de azúcar para la mayor parte de Europa y se cultiva extensamente en Rusia, Ucrania, Alemania, Francia y Polonia. Los países que producen mayor cantidad de azúcar son Brasil, Cuba, Kazajstán, México, India y Australia.

#### SACAROSA DE LA CAÑA DE AZÚCAR



Caña de azúcar

La caña de azúcar, cultivada en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, es la principal fuente de azúcar. Para extraer el azúcar de la caña se trituran los tallos, y después se hierve, se evapora y centrifuga el líquido extraído.

Caña de azúcar La caña de azúcar, cultivada en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, es la principal fuente de azúcar. Para extraer el azúcar de la caña se trituran los tallos, y después se hierve, se evapora y centrifuga el líquido extraído.

Después de la cosecha, los tallos más gruesos de la caña de azúcar se separan de las hojas. En la fábrica de azúcar se machacan y trituran entre rodillos dentados. El jugo de los tallos triturados se extrae en unas moledoras que consisten principalmente en un sistema de rodillos (generalmente unos 9 o 12), a través de los cuales pasa el material machacado. A este proceso se le llama triturado. Durante el triturado, se rocía agua caliente sobre el material para disolver cualquier azúcar restante. El material sólido y pulposo que queda después de la extracción del jugo se llama bagazo; éste se seca y se usa como combustible. Al jugo extraído en la moledora se le añade cal y la mezcla se lleva a ebullición; durante este calentamiento los ácidos orgánicos indeseados forman con la cal compuestos insolubles que se pueden filtrar junto con las demás impurezas sólidas. El jugo suele tratarse con dióxido de azufre gaseoso para blanquearlo y luego se pasa por prensas filtrantes. A continuación, el jugo resultante se evapora en un vacío parcial y se calienta hasta formar un jarabe espeso que contiene los cristales de azúcar. La masa densa de cristales y jarabe, llamada massecuite, se coloca en una centrifugadora que gira a una velocidad de 1.000 a 1.500 revoluciones por minuto; las paredes de la centrifugadora están perforadas con pequeños agujeros a través de los cuales el jarabe, llamado melaza, sale a presión durante el centrifugado. El azúcar amarillento o de color castaño extraído durante el proceso de centrifugación se llama primer azúcar o azúcar en bruto. Este primer azúcar se rocía con agua para extraer la melaza que pueda quedar adherida a los cristales y después se lleva a la refinería. La melaza se puede volver a hervir y evaporar en un intento de cristalizar el contenido de este líquido rico en sacarosa. En las fábricas modernas de azúcar de caña, generalmente sólo se cristaliza el jarabe una vez. La melaza es un subproducto valioso para la industria azucarera, pues se usa en la fabricación de etanol y ron, como jarabe de mesa y condimento para los alimentos, y como comida para los animales de granja. En la refinería, el azúcar en bruto se disuelve de nuevo, se decolora y se vuelve a cristalizar con el tamaño deseado. En las refinерías se produce azúcar en polvo, granulado y en terrones, así como azúcar moreno, que contiene parte de melaza.

### SACAROSA DE LA REMOLACHA AZUCARERA

Remolacha azucarera La remolacha azucarera, un miembro de la familia de las Quenopodiáceas, es la fuente de casi el 40% del suministro mundial de azúcar. Después de la recolección, la raíz se corta y se tritura para extraer el jugo. A continuación, este jugo es procesado, refinado y blanqueado para producir azúcar y la pulpa triturada se usa como alimento para el ganado. La caña de azúcar crece en las zonas tropicales, mientras que la remolacha azucarera se cultiva generalmente en zonas templadas. Los principales países productores de remolacha son Alemania, Francia, Polonia, Estados Unidos y la antigua Unión Soviética.

El azúcar se obtiene de las raíces de la remolacha azucarera, después de quitar las hojas y los tallos, que se utilizan para la alimentación. En la fábrica de azúcar, las raíces se cortan en briznas y se trituran para extraer el jugo. La pulpa que queda después de extraer el jugo es un buen alimento para los animales domésticos. Después de la extracción, se le añade cal al jugo, y el resto del proceso es similar al de la caña de azúcar. La melaza se utiliza para alimentar al ganado; no se hace melaza para el consumo humano a partir de la remolacha, debido a la dificultad para purificarla. El azúcar procedente de la remolacha azucarera es idéntico a la derivada de la caña de azúcar.

## PRODUCTOS

El azúcar no sólo se usa como componente de alimentos caseros o industriales, sino que es también el material en bruto cuya fermentación produce etanol, butanol, glicerina, ácido cítrico y ácido levulínico. El azúcar es un ingrediente de algunos jabones transparentes y puede ser transformado en ésteres y éteres, algunos de los cuales producen resinas duras, infusibles e insolubles.

Carbohidratos son polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas, o sustancias que por hidrólisis dan estos compuestos. Los más comunes tenemos el azúcar, almidón y celulosa.

Clasificación:

Por su categoría

- a- Monosacáridos. Glucosa, fructosa, ribosa, galactosa.
- b- Disacáridos. Maltosa, sacarosa, lactosa
- c- Polisacáridos. Almidón, celulosa, glicógeno.

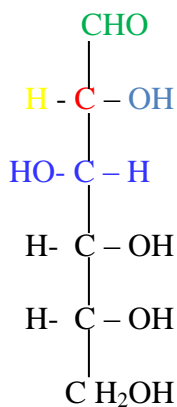
Por su grupo funcional

Los monosacáridos se clasifican en aldosas y cetosas

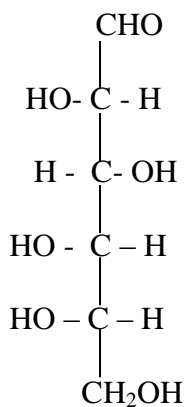
Por el número de carbonos

Pueden ser triosas, tetrasas, pentosas,....

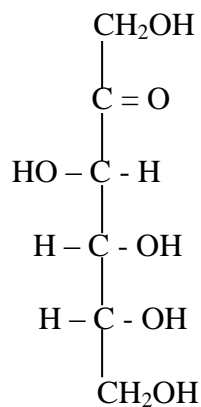
Observe las siguientes fórmulas y encontrará carbonos quirales.



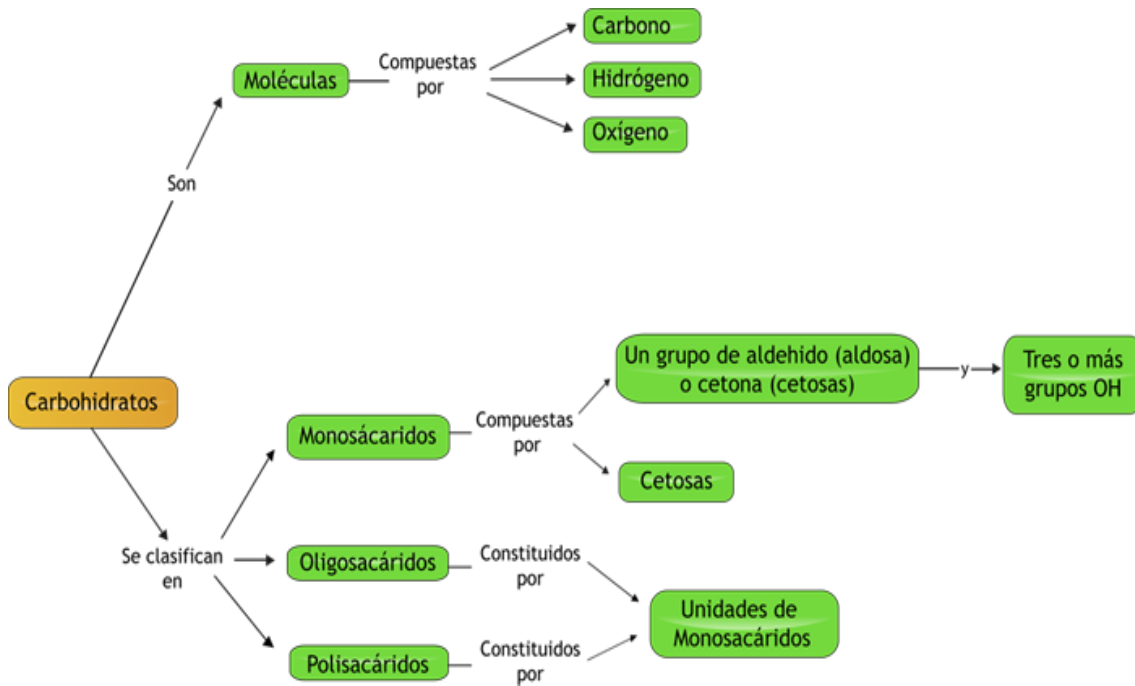
D (+) glucosa



L (-) glucosa



D-fructosa



## Asignación 2: Unificación de conceptos Cuestionario

Discusión de las preguntas utilizando la literatura de Fabio Restrepo y Eneida Quesada o cualquier fuente bibliográfica disponible en el ciber espacio.

- 1- Cómo se considera actualmente a los carbohidratos?
- 2- Cómo se clasifican los carbohidratos?
- 3- Cómo se clasifican los monosacáridos según el grupo funcional presente y el número de carbono?
- 4- Qué significa la configuración D y L en los carbohidratos?
- 5- Porqué la sacarosa es un carbohidrato que no da positiva la prueba de fehling?
- 6- Qué sucede cuando se hidroliza la sacarosa?
- 7- Qué sucede con la D-Glucosa cuando se disuelve en alcohol y ácido acético
- 8- A qué se denomina carbono quiral?
- 9- Investigue el concepto de mutarrotación
- 10- De qué está formada la sacarosa?
- 11- Cuáles son los tres polisacáridos más conocidos?
- 12- Para que se utiliza el refractómetro?
- 13- Qué indican los °brix y cuál es la escala presente en el instrumento?
- 14- Qué diferencia hay en volumen de jugos de la estrella azul en cuanto a los carbohidratos?
- 15- Qué frutas es la más azucaradas?
- 16- Cómo se calibra el refractómetro?
- 17- Todos los azúcares son iguales en las frutas?
- 18- Porqué hay que macerar las muestras sólidas?
- 19- Cómo se realiza las medidas con un polarímetro?
- 20- En qué consiste la prueba de benedith?

Remolacha o Betabel, nombre común de ciertas especies de un género de plantas, en su mayoría bianuales, que dan hojas lisas, ovaladas y pecioladas, dispuestas en rosetas y, más tarde, tallos altos con hojas y flores. Originarias de las zonas templadas de Eurasia, hoy día se cultivan en todas partes, principalmente por sus grandes y succulentas raíces, que se emplean en alimentación humana, para piensos, y también para extraer azúcar. La especie más importante, la remolacha o betabel común, tiene distintas variedades reconocidas. La acelga, o acelga suiza, tiene pequeñas raíces y hojas muy desarrolladas que se cocinan como verdura, así como gruesos tallos de hojas que son también comestibles. La variedad conocida como forrajera tiene raíces grandes y gruesas; se cultiva para su uso como pienso.

**La remolacha o betabel de mesa**, que se cultiva de forma extensa, posee una raíz globular o napiforme. Su valor alimenticio se debe a que contiene un 10% de carbohidrato. También contiene pequeñas cantidades de proteínas, grasa, fibra y ceniza, y sus hojas son ricas en vitaminas A y B.

Otra variedad cultivable de la remolacha de mesa es la remolacha azucarera. Posee raíces blancas, cónicas y de gran tamaño que contienen un alto porcentaje de azúcar. Este porcentaje se ha incrementado mucho por medio del cultivo y la selección.

**Clasificación científica:** las remolachas o betabeles forman el género *Beta*, de la familia Quenopodiáceas. La común está clasificada como *Beta vulgaris*. La acelga, o acelga suiza, está clasificada como *Beta vulgaris*, variedad *cicla*; la remolacha forrajera, como *Beta vulgaris* variedad *macrohiza*, y la remolacha de mesa, como *Beta vulgaris* variedad *crassa*.



### **Remolacha forrajera**

Como otras plantas bienales, la remolacha (betabel) almacena energía para el segundo año de crecimiento. Estos nutrientes almacenados se aprovechan recolectando la raíz engrosada al final de la primera estación de crecimiento. La remolacha ilustrada aquí, *Beta vulgaris* variedad *esculenta*, es una verdura de verano que se mantiene bien durante el invierno. Exuda una savia roja cuando se corta y se usa para elaborar colorantes alimentarios y tejidos.

### **Laboratorio de Fehling**

Título: Algunas propiedades de la glucosa y la sacarosa.

Propósito: diferenciar los azúcares por su poder reductor ante sustancias químicas.

Introducción: la glucosa o dextrosa,  $C_6H_{12}O_6$ , es también llamada azúcar de uva. Por hidrólisis de los disacáridos y polisacáridos se obtiene glucosa; el organismo asimila los carbohidratos en forma de glucosa. La glucosa puede reducir el hidróxido de cobre II a óxido de cobre I, de color rojo ladrillo, y en esto se basan las pruebas de azúcares, como la conocida por reacción de fehling.

La sacarosa es un disacárido, su fórmula es  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . abunda en la caña y la remolacha.

Materiales y reactivos:

Reactivo de Fehling, NaOH conc., glucosa, azúcar común, splenda, azúcar blanca y sweet Low, cápsula de evaporar y  $H_2SO_4$  conc.

PROCEDIMIENTO:

- a- Preparación del reactivo Fehling: Este reactivo consta de dos soluciones. Solución A: Disuelva 3.5 gr. De  $CuSO_4$  en 50 cc de agua; colóquelo en un frasco y rotule: solución A. Solución B: disuelva 17.25 gr. De tartrato de sodio y potasio (sal de la rochella) en 50 cc de agua; agregue 5 gr. De NaOH, póngalo en un frasco con tapón de corcho y rotule.
- b- En un tubo de ensayo coloque 3 cc azúcar común (sacarosa) y agregue 10 cc de agua. Añada 1 cc de la solución A y 1 cc de la solución B del reactivo fehling. Caliente. Qué sucede? Anote y explique.
- c- Repita el punto anterior, pero usando glucosa en lugar de sacarosa. Qué sucede ¿ anote y dibuje el fenómeno?
- d- Coloque en un tubo de ensayo 2 cc de glucosa y agregue 2 cc de ácido sulfúrico conc. Deje reposar por 5 minutos y observe.
- e- Repita el punto anterior, pero usando sacarosa. Qué sucede? Anote.
- f- Coloque en un tubo de ensayo 5 cc de solución muy diluida de nitrato de plata; añada varias gotas, 4 o 5, de  $NH_4OH$  agite. Agregue entonces 1 cc de solución concentrada de glucosa. Caliente en baño maría sin llegar a la ebullición (debe tener una cápsula o un vaso químico pequeño con agua caliente y allí sumerge el tubo de prueba) qué observa?

La reacción anterior se llama reacción de Tollens y es otra prueba del poder reductor de la glucosa. (los residuos de este experimento deben depositarse enseguida, porque el reactivo Tollens con el tiempo da lugar a la formación de compuestos muy explosivos.

Opcional: Obtención de etanol por fermentación. Página 306 de Eneida Quesada. Oxidación de etanol para obtener etanal.

Actividad próxima: Utilizar azúcares en la producción de un producto alimenticio

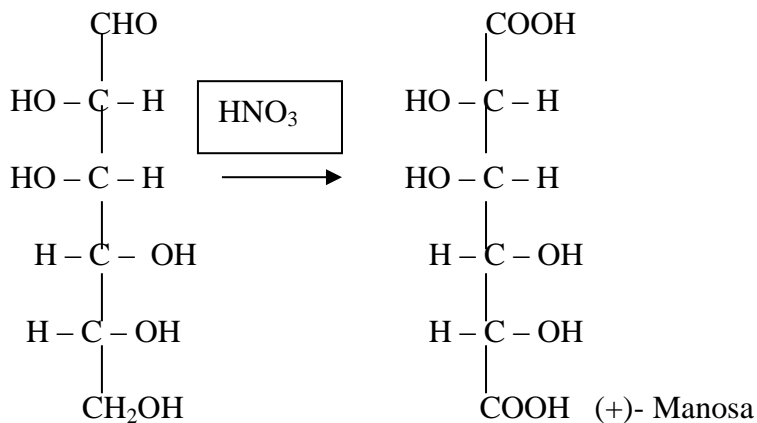
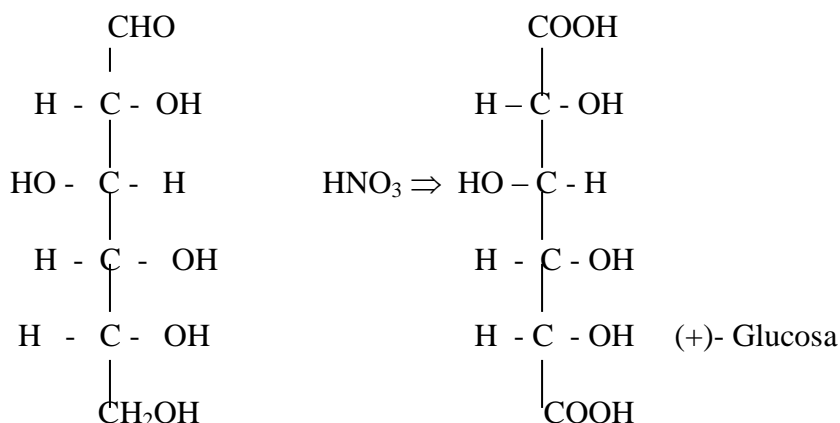


Tema: Oxidación de los azúcares.

Propósito: Diferenciar un azúcar reductor de uno que no es reductor.

Tanto la (+)- glucosa como la (+)- manosa dan ácidos di carboxílicos ópticamente activos por oxidación con el HNO<sub>3</sub>.

Veamos:



Análisis:

Por qué todos los monosacáridos son reductores, Cuántos carbonos quirales hay en la glucosa?, Qué azúcares utilizó en el laboratorio?, Para qué utilizó la solución de fehling A y B?.

La elaboración de manjar consiste en la condensación y se le adiciona mayor cantidad de maicena a la mezcla. Acción.



## Estereoquímica,

Área de la química que estudia la estructura tridimensional de las moléculas y las consecuencias de ésta sobre sus propiedades fisicoquímicas.

Efectivamente, el centro de asimetría del átomo de carbono imprime una rotación inversa a la luz polarizada en cada uno de los “inversos ópticos” o “enantiómeros”. Tres años más tarde, Emil Fischer explicó la estereoquímica de los azúcares,

Estereoisomería

Químicamente sabemos que los isómeros son moléculas que tienen la misma fórmula molecular pero diferentes arreglos en el espacio. Para tal fin, hablamos de isómeros espaciales o estereoisómeros (tridimensional). En los azúcares encontramos la isomería óptica formando parejas isoméricas llamadas enantiómeros. En otras palabras, son imágenes especulares no superponibles (asimetría). Esta condición origina la quiralidad ( un átomo de carbono unido a cuatro átomos o grupos diferentes).

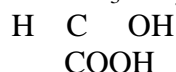
Ejemplo: E



Los enantiómeros se diferencian asignando los signos + y -

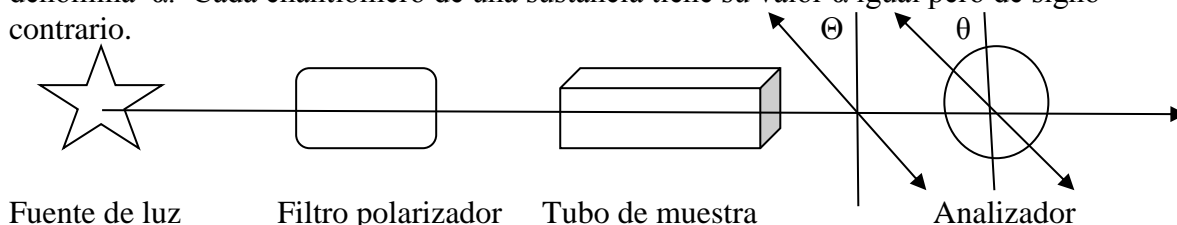
cumpliendo con la desviación de la luz polarizada.

El ácido láctico es quiral  $\begin{array}{ccc} \text{CH}_3 & & \\ | & & \\ \text{H} & - \text{C} & - \text{OH} \\ | & & \\ \text{COOH} & & \end{array}$  y el ácido propanoico es simétrico  $\begin{array}{ccc} \text{CH}_3 & & \\ | & & \\ \text{H} & - \text{C} & - \text{H} \\ | & & \\ \text{COOH} & & \end{array}$



La actividad óptica depende de los carbonos quirales que posee una sustancia para girar la luz polarizada. Puede ser para la izquierda o derecha. Si el enantiómero gira hacia la derecha se representa con el signo +, llamándose dextrógiro y el levógiro, hacia la izquierda.

El ángulo de rotación del rayo de luz polarizada es característico de cada sustancia y se denomina  $\alpha$ . Cada enantiómero de una sustancia tiene su valor  $\alpha$  igual pero de signo contrario.



### EL POLARÍMETRO

Instrumento para cuantificar la desviación de la luz polarizada. La magnitud del ángulo  $\alpha$  depende de la cantidad de la molécula óptica activa con los cuales se cruce un haz de luz polarizada. También, de la concentración de la muestra, y la longitud del tubo. Pues, mayor cantidad de moléculas de la muestra, mayor será la rotación que experimenta el haz de luz incidente.

El valor del ángulo depende también de la longitud de onda de la luz empleada y de la temperatura del entorno para hacer la medición. Pues, se expresa  $[\alpha]$ , rotación específica.

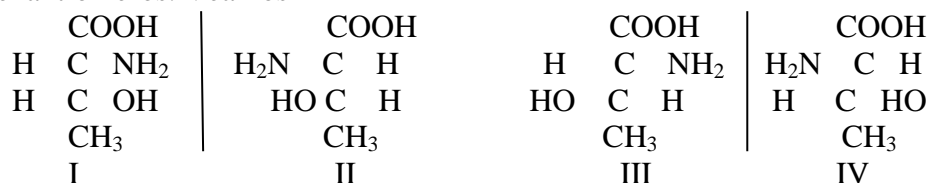
Por ejemplo, la rotación específica de un compuesto a 20°C con luz de 589 nm de longitud de onda del sodio es igual a :  $[\alpha]^{20}_D = \text{rotación observada en grados} / \text{longitud del tubo en dm y la concentración en ppm}$ .

Los valores de L y C son  $1 \text{ dm} = 10 \text{ cm}$  y  $\text{mg/ml}$ .

Para la penicilina es + 233, sacarosa + 66,47 alcanfor + 44,26 morfina -132 y benceno 0 la rotación específica.

**MEZCLA RACÉMICA.** Es conocido a una mezcla de los dos enantiómeros de un compuesto, en proporciones 50:50. Lo que permite su identificación son propiedades físicas como punto de fusión, ebullición, la densidad o la solubilidad.

**DIASTEREOISÓMEROS.** Cuando hay carbonos quirales existen más de una pareja de enantiómeros. Veamos



La relación de I y III no son imágenes especulares y se denominan diastereoisómeros. Explique estos casos.

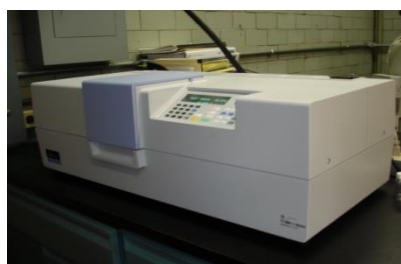
### SIGNIFICADO BIOQUIMICO DE LA SIMETRÍA ÓPTICA.

Los enantiómeros se comportan muy diferentes, cuando se relacionan con moléculas asimétricas y ópticas activas. Por ejemplo, la terramicina posee 64 isómeros ópticos, de los cuales sólo uno es útil como antibiótico. Otro ejemplo es el d-limoneno es una sustancia con aroma a naranjas y el l-limoneno huele a limón.

El polarímetro se utiliza en la industria azucarera para determinar la concentración en azúcar de los jugos azucarados. El polarímetro recibe, en este caso, el nombre de sacarímetro, y la escala de lectura en el analizador, graduado a menudo en grados sacarimétricos, permite seguir por medidas directas las variaciones de la concentración. Un grado sacarimétrico corresponde a una concentración de 1 gramo de sacarosa por cada 100 gramos de disolución.

## Polarímetro

El polarímetro es un instrumento mediante el cual podemos determinar el valor de la desviación de la luz polarizada por un estereoisómeros óptimamente activo (enantiómero) (ver isomería y Estereoisomería). A partir de un rayo de luz, a través de un filtro polarizador obtenemos un rayo de luz polarizada plana, que al pasar por un porta muestras que contiene un enantiómero en disolución, se desvía. Según la orientación relativa entre los ejes de los dos filtros polarizantes, la luz polarizada pasará por el segundo filtro o no.



El polarímetro Perkin Elmer modelo 341 está equipado con una lámpara de Na (longitud de onda a 589 nm) y una lámpara de Hg (longitudes de onda a 578, 546, 436 y 365 nm). El equipo permite la selección de la apertura de la luz polarizada para celdas estándar y microceldas y tiene diez tiempos de integración. Es un equipo que garantiza una exactitud de  $\pm 0.002$  para rotaciones mayores o iguales a  $1^\circ$ .

## La luz polarizada

Al contrario de lo que ocurre con algunos animales, el ojo humano no puede distinguir entre la luz polarizada y la no polarizada, por lo que el estudio de esta importante propiedad de la luz no se ha producido hasta fechas más o menos recientes. La luz polarizada puede ser definida como un conjunto de ondas luminosas que vibran todas ellas en un solo plano, mientras que en la luz no polarizada el plano de vibración varía rápidamente, a razón de cien millones de veces por segundo. Se puede visualizar fácilmente el fenómeno con un símil mecánico como, por ejemplo, una cuerda que se hace serpentear formando ondas entre sus dos extremos. Si no existe ningún impedimento —"si no está polarizada", se diría en el caso de la luz— la cuerda puede moverse en cualquier plano, es decir, puede adoptar una vibración perpendicular, paralela u oblicua al suelo, cambiando fácilmente de una situación a otra con un pequeño movimiento de los extremos de la cuerda. Si, por el contrario, la cuerda se mueve entre dos planchas metálicas perpendiculares al suelo y muy próximas, como aparece en la figura adjunta, es evidente que sólo podrá vibrar en el plano perpendicular al suelo. En este caso, que corresponde a la luz polarizada, si se colocan dos nuevas planchas metálicas muy próximas pero paralelas al suelo, la vibración de la cuerda se hace imposible. Sólo podrá vibrar si las nuevas planchas se encuentran en la misma posición que las primeras, lo que en el caso de la figura supone que las dos planchas sean situadas en posición perpendicular al suelo. En el caso de la luz, como se verá más adelante, los prismas polarizadores juegan el mismo papel que las planchas metálicas, es decir, cuando un rayo luminoso sólo puede ser observado a través de estos prismas si se encuentran en una posición adecuada uno respecto a otro.

## Primeros estudios

Si bien el fenómeno aparece ya descrito en trabajos de Christian [Huygens](#) sólo fue estudiado a fondo en el siglo XIX, gracias a las investigaciones de autores como el francés Jean Baptiste [Biot](#) (1774-1862) o el alemán Thomas Johann Seebeck (1770-1831). Estos analizaron no sólo los ya conocidos efectos producidos por sólidos cristalinos como el espato de Islandia, sino también el comportamiento de disoluciones de ciertas sustancias de origen vegetal y animal. Para confirmar sus experiencias, Biot encargó al constructor de instrumentos Nicolas Fortin (1750-1831) un sencillo aparato que consistía en un prisma analizador y un tubo cilíndrico para introducir la muestra analizada, a través del que pasaba la luz polarizada. De este modo, Biot pudo comprobar que ciertas sustancias de origen natural como "el aceite esencial del laurel" hacían "girar la luz de derecha a izquierda, al igual que la trementina" mientras que, por el contrario, "el aceite esencial del limón y la disolución de alcanfor en alcohol" lo hacían "de izquierda a derecha". Más adelante, las primeras sustancias fueron denominadas "[levógiras](#)" y las segundas "[dextrógiras](#)". También comprobó Biot que la desviación era mayor a medida que aumentaba el grosor de la capa de líquido atravesada y, más

adelante, diseñó un polarímetro semejante al que aparece en la figura adjunta, con el que realizó numerosas investigaciones sobre un gran número de sustancias.

ZAFRA, SAFRA

## Los primeros polarímetros

En 1828, el fabricante de instrumentos escocés William Nicol (1768-1851) ideó los prismas que acabaron siendo conocidos con su nombre, que se convirtieron, más adelante, en una pieza clave de los polarímetros. Se trataba de dos porciones de espato de Islandia, una variedad incolora de la calcita, unidas por una de sus caras. Un prisma nícol permite polarizar la luz en un determinado plano, de modo que, al pasar por un nuevo prisma de nícol, sólo se observa la intensidad luminosa inicial si éste último se encuentra en la misma posición que el primero. Si entre los dos prismas se coloca una sustancia ópticamente activa, el plano de la luz polarizada girará al pasar a través de esta sustancia y, por lo tanto, el segundo prisma deberá ser colocado en una posición ligeramente diferente al primero para observar luz. La diferencia entre la posición del primero y la del segundo indica el poder rotatorio de la muestra analizada y a partir de este valor se pueden calcular diversas características de la sustancia.

## Sacarímetros

Los polarímetros fueron introducidos en la industria y los laboratorios de la segunda mitad del siglo XIX con el objetivo de realizar determinaciones cuantitativas de la concentración química de ciertas sustancias. Quizás la sustancia que jugó un mayor papel en estas investigaciones fue el azúcar, cuyo interés comercial se acrecentó a lo largo del siglo XIX hasta transformarse en un producto de gran importancia económica. Bajo este impulso, se desarrollaron aparatos especialmente adaptados para este objetivo que se denominaron “sacarímetros”. Estos aparatos fueron también empleados en medicina para la determinación del contenido de azúcar de la orina de los diabéticos, unas investigaciones en las que también Biot fue pionero en los años cuarenta del siglo XIX. También fueron empleados para investigaciones mucho más teóricas encaminadas a dilucidar, por ejemplo, las características del equilibrio químico o la velocidad de las reacciones químicas.

El principio de funcionamiento de estos sacarímetros es bastante simple. Disponen de un sistema destinado a la medición de la variación del plano de polarización de la luz. Dado que esta variación se puede relacionar fácilmente con la concentración de la sustancia, el aparato puede calibrarse y emplearse para determinar la cantidad de un determinado producto en una muestra de composición desconocida.

**Laboratorio 2:** Determinación del ° Brix,

Propósito: Calibrar el Refractómetro para la medición cuantitativa de los °brix en las variedades de frutas regionales o tropicales. Tabular y Graficar los resultados.

Introducción: Use variedades de frutas como uva, manzana, pera, piña, mango, manzana de agua, marañón, sandía, melón, melocotón, kiwi, fresa, mora, cereza, banano, caña, naranja, naranjilla, guanábana, limón dulce, toronja, mandarina entre otras para determinar la cantidad de azúcares en cada una.

## Tema: Importancia de los Carbohidratos en los Organismos Vivos y su aporte en cuanto a la nutrición.

Logro de Aprendizaje: Elaborar un producto alimenticio a base de carbohidratos.

Metodología: Inductiva y Experimental.

Bibliografía: Morrison y Boyd, Química Orgánica.

Nutrición es el conjunto de procesos mediante los que el cuerpo recibe, transforma e incorpora a sus células los nutrientes necesarios.

Los nutrientes son compuestos químicos, contenidos en los alimentos, que las células necesitan para vivir. Se agrupan en glúcidos, lípidos, proteínas, agua, minerales y vitaminas. Las funciones de los nutrientes son :

- a- Energética. Aportan energía para el funcionamiento celular.
- b- Plástica o reproductora, proporcionan componentes para el crecimiento y la renovación de los tejidos.
- c- Reguladora, suministran sustancias que controlan las reacciones químicas de las células.

Cuanto de azúcar realiza o sintetiza el cuerpo durante la digestión?

Entre los glúcidos más importantes tenemos los monosacáridos que abundan en las frutas y los disacáridos como la sacarosa que aportan energía a nuestras funciones que realizamos diariamente. Razón por el cual experimentaremos una elaboración de un producto alimenticio en donde determinaremos el porcentaje de azúcar proveniente de la sacarosa y de la leche.

Para tal experimento se requiere de la condensación de la mezcla hasta obtener el punto indicado, según instrucciones del docente.

Azúcar, término aplicado a cualquier compuesto químico del grupo de los hidratos de carbono que se disuelve en agua con facilidad; son incoloros, inodoros y normalmente cristalizables. Todos tienen un sabor más o menos dulce.

Las calorías que una persona necesita dependen de factores como el sexo, la edad, el peso y la actividad que realiza. Los valores presentados a continuación te ayudarán a determinar las calorías que requiere una persona para vivir diariamente.

Caloría es la cantidad de calor necesario para elevar 1°C la temperatura de 1 g de agua. La caloría = 4, 184 julios; un 1j = 0, 239 cal.

Nutrientes	Energía
Glúcidos (1g)	4 kcal, Proteínas (1g) 4 kcal, Lípidos (1 g) 9 kcal

Kilocalorías utilizadas en una hora

Dormir	56	Estar sentado	84
Estar de pie	112	Trabajo sedentario	120
Andar	210	Correr	850

PEDRO pesa 50 kg y, durante un día normal, duerme 8 horas, está 6 horas sentado y tres horas de pie, pasea durante 3 horas y juega al tenis 2 horas. Si su comida le proporciona 2 500 kcal al día, ¿Cuántas calorías ganará o perderá?

Calcula tu consumo de calorías diariamente justificando tus actividades.

Cuántas kilocalorías se consume durante una relación de pareja en media hora?

Propósito: fabricar queso artesanalmente en el laboratorio de química.

**Composición de los productos lácteos**

DESCRIPCIÓN	CALORÍAS kcal cada 100 g	PROTEÍNAS	HIDRATOS	GRASA % cada 100 g	AGUA % cada 100 g
<b>Leche</b>					
Vaca frisona	66	3,2	4,6	3,9	87,8
Oveja	95	5,4	5,1	6,0-8,2	83,0
Cabra	60	3,5	4,4	3,5	88,9
<b>Mantequilla</b>					
Sin sal	733	0,5	0,5	81,0	15,7
<b>Crema</b>					
Simple	197	2,6	3,9	19,0	74,0
Batida	380	2,0	3,0	40,0	54,7
Doble	449	1,7	2,6	48,0	47,4
<b>Leches fermentadas</b>					
Yogurt	52	5,0	4,6	1,0	85,7
Crema agria	188	2,6	3,9	18,0	—
<b>Quesos</b>					
Queso fresco	121	8,2	3,1	8,0	77,9
Queso cottage	96	13,6	1,4	4,0	78,8
Queso crema Philadelphia	313	8,4	—	31,0	58,0
Brie	318	18,9	—	26,9	48,6
Edam	331	25,5	—	25,4	43,8
Blue Stilton	409	22,3	0,1	35,5	38,6
Queso Cheddar	412	25,5	0,08	34,4	37,5
Parmesano	449	38,6	—	32,7	18,4

TIPOS	SÓLIDOS					SÓLIDOS	AGUA
	Grasa	Azúcar	Caseína	Albúmina	Ceniza		
Humano	= 3,74	+ 6,37	+ 0,80	+ 1,21	+ 0,30	→ 12,42	87,58
Vaca	= 3,68	+ 4,94	+ 2,88	+ 0,51	+ 0,72	→ 12,73	87,27
Cabra	= 4,07	+ 4,64	+ 2,87	+ 0,89	+ 0,85	→ 13,32	86,68
Oveja	= 7,90	+ 4,17	+ 4,17	+ 0,98	+ 0,93	→ 18,15	80,71
Búfalo	= 7,51	+ 4,77	+ 4,26	+ 0,46	+ 0,84	→ 17,84	82,16
Camello	= 5,38	+ 5,39	+ 3,49	+ 0,38	+ 0,74	→ 15,38	87,13
Llama	= 3,15	+ 5,60	+ 3,00	+ 0,90	+ 0,80	→ 13,45	86,55
Asno	= 2,53	+ 6,19	+ 0,79	+ 1,06	+ 0,47	→ 11,04	89,03
Yegua	= 1,14	+ 5,87	+ 1,30	+ 0,75	+ 0,36	→ 9,42	90,58
Reno	= 22,46	+ 2,81	+ 8,38	+ 3,02	+ 0,91	→ 37,58	63,30
Perro	= 9,26	+ 3,11	+ 4,15	+ 5,57	+ 1,49	→ 23,58	77,00

Determine el volumen usado

### Componentes de la leche

La mayor parte de la leche consumida en Europa es de vaca, pero otros países prefieren la de búfala, yegua, cabra u oveja. Todas contienen proporciones variables de los mismos nutrientes, que se detallan en la presente tabla. La proteína caseína se emplea para otros fines además del consumo humano, por ejemplo, para la fabricación de adhesivos, pinturas y plásticos.

Próxima Experiencia: Manjar o huevito de leche.

**yogur.** (Del fr. *yogourt*, y este del turco *yoğurt*). m. Variedad de leche fermentada, que se prepara reduciéndola por evaporación a la mitad de su volumen y sometiéndola después a la acción de un fermento denominado *maya*.

### Tema: Productos de la Leche

Propósito: Identificar los componentes de la leche y la de sus derivados

Fuente: Bioquímica de Harper.

Leche, líquido opaco, blanquecino o amarillento, segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos para la alimentación de sus crías. La leche normal no aparece hasta varios días después del alumbramiento; el líquido viscoso segregado desde el momento del parto hasta la aparición de la leche normal recibe el nombre de **calostro**. La leche está formada por glóbulos de grasa suspendidos en una solución que contiene el azúcar de la leche (lactosa), proteínas (fundamentalmente caseína) y sales de calcio, fósforo, cloro, sodio, potasio y azufre. No obstante, es deficiente en hierro y es inadecuada como fuente de vitamina C. La leche entera está compuesta en un 80 a un 90 % de agua. La leche fresca tiene un olor agradable y sabor dulce. Su densidad relativa varía entre 1,018 y 1,045, y la de la leche de vaca entre 1,028 y 1,035. Los glóbulos de grasa tienen una densidad relativa inferior a la de la fase líquida y, por lo tanto, ascienden a la superficie para



formar nata (crema) cuando se deja reposar la leche en un recipiente. También se llama nata a la lactoalbúmina, que es la telilla que aparece en la superficie cuando se ha hervido la leche.

La utilización de una centrifugadora acelera la separación de la grasa de la leche entera. Lo que queda después de retirada la primera recibe el nombre de leche desnatada o descremada. La leche con la mitad de grasa es conocida como semidesnatada o semidescremada. No obstante, si la leche entera se pulveriza a presión a través de pequeñas boquillas, el tamaño de los glóbulos de grasa se reduce hasta tal punto que posteriormente no se separan; a ello se debe que esa leche produce menos nata en comparación con la que se consumía sin ser procesada por medios mecánicos. Este producto recibe el nombre de leche homogeneizada; casi toda la leche consumida en los países industrializados es homogeneizada. Cuando se bate la nata, los glóbulos de grasa se aglomeran para formar la mantequilla, y sueltan la llamada manteca de leche o suero graso. El yogur o yogurt es un popular producto lácteo fermentado que se toma natural o se le añaden sabores de fruta.

La acidificación de la leche, o la adición del enzima renina, transforma la mayor parte del contenido proteínico en requesón o caseína. El residuo líquido recibe el nombre de suero. La caseína puede convertirse en queso o usarse en productos comerciales tales como pegamentos, productos textiles y pinturas; también puede transformarse en un valioso plástico por reacción con el metanal.

La mayoría de los países disponen de normativas en las que se especifican las condiciones sanitarias en las que se debe producir, procesar y almacenar la leche. Prácticamente toda la leche, con el fin de garantizar su aptitud para el consumo humano, es sometida al proceso de pasteurización y posteriormente es refrigerada antes de su envasado y distribución. Es un producto alimentario supervisado de forma muy meticulosa.

La leche más empleada para el consumo humano es la de rumiantes hembra como la vaca, la cabra y la oveja. También la llama, el reno y el búfalo son importantes productores de leche en muchos lugares del mundo.

Entre los componentes básicos de la leche son: grasas, proteína(caseína), lactosa y minerales. Su % varía según el animal. En la leche de vaca encontramos agua(87.1%), grasa(3.9), proteína(3.3), lactosa (5.0), cenizas(0.7), sólidos no grasos(9.0), total de sólidos(12.0).

Entre las razas se encuentran la Ayrshire, Suiza Parda, Guernsey, Holstein y Jersey.

Los productos obtenidos pueden ser: mantequilla, queso, leche condensada entera, leche evaporada entera, leche en polvo, crema en polvo, helados, requesón, sólidos deshidratados de leche descremada. Su transporte se realiza en botes de 40 litros o pipas de hasta 20 000 litros.



En cuanto al control de calidad de la leche, se realizan pruebas para determinar el contenido de grasa y sólidos totales por medio de análisis físicos y químicos. Además, cálculo del sedimento, cuentas bacterianas, cuenta de coliformes, cuenta de levadura y moho, determinación del punto de coagulación como índice de la adulteración de agua, evaluación del sabor.

El código de la leche del Servicio de Salubridad Pública de los USA es una guía sobre normas microbiológicas y sanitarias.

Clasificación de la leche:

- a- Leche cruda para Pasteurización, categoría A y un contenido de 200 000 cuentas x ml.
- b- Leche Pasteurizada, categoría A, Con cuenta bacteriana menor de 30 000 x ml y de coliforme menor de 10 x ml.
- c- Leche Pasteurizada, categoría B, cuenta de 1 000 000 antes o de 50 000 x ml después de la pasteurización.

La leche adquiere sabores extraños provenientes de alimentos poco usuales, absorción de olores de establos sucios, por la multiplicación de bacterias, sabor rancio por la acción enzimática de la lipasa al desdoblar la grasa o de sabores oxidados por presencia de cobre o hierro.

### OPERACIONES DE PROCESAMIENTO DE LA LECHE

Primeramente, se requiere una mezcla para lograr el contenido específico de grasa, luego se refrigera a 4.5°C.

- A- Clarificación, se utiliza una máquina clarificadora centrífuga para eliminar sedimentos, células de la ubre y bacterias. Se puede utilizar un Bactófugo para mayor eliminación de bacterias. Si la leche es para la venta se procede a la siguiente etapa.
- B- Pasteurización, consiste en la eliminación de cualquier organismo generador de enfermedades que pueda contener, además de las cuentas bacterianas y tener mayor capacidad de conservación. Ésta técnica destruye la lipasa. Pues, la temperatura y tiempo son esencial para destruir el mycobacterium tuberculosis ( 61.5 °C x 30 min) y otros. Se pasteuriza por lotes o retención calentando hasta 62.7 °C x 30 min o por el método de alta temperatura calentando hasta 71.5 °C reteniéndola por un mínimo de 5 segundos. La leche cruda contiene muchas enzimas como la fosfatasa alcalina, liberando compuestos fe formol y ácido fosfórico, de allí su prueba. Una porción se incuba con fenilfosfato disódico y luego se añade el indicador 2,6-dicloquinonclorimida, si se forma un color azul indica la pasteurización inadecuada o contaminación por productos no pasteurizados.
- C- Homogenización, su finalidad es la subdivisión de los glóbulos y racimos de glóbulos de grasa en la leche, en partículas tan pequeñas que ya no suban a la superficie de la leche en forma de capa separada antes de su consumo. Esto determina con el envasado en cartones o análogos y se respectivas distribución refrigerada por camiones a los centros de ventas.

### Productos Lácteos Análogos

- 1- Leche con vitamina D.
- 2- Leche mineralizada multivitamínica.
- 3- Leche con un bajo contenido de sodio.
- 4- Leche de cuajada blanda.
- 5- Leche estéril.
- 6- Leche evaporada.
- 7- Leche condensada azucarada.
- 8- Leche entera en polvo.
- 9- Helados (grasa de leche, azúcar, estabilizantes, emulsificantes y sabores).
- 10- Quesos ( producto elaborado a base de cuajada de la leche de vaca, se obtiene por coagulación de la caseína, por la renina, un ácido y tratamiento que puede ser por calor, presión, sal y maduración) puedan ser blandos, semiblandos, duros, muy duros o procesados.

### Procedimiento:

- 1- Adicione un galón de leche en un recipiente adecuado y luego, la cantidad de cuajo para que lo homogenice. Seguido coloque el recipiente en un horno a 40°C para que durante el tiempo requerido corte. Seguido separe con una malla especial lo sólido del líquido. Reduzca suero al máximo de lo sólido, adicione sal al gusto.
- 2- Adicione tres cartones de leche a otro recipiente y adicionele el cuajo. Mantenga a temperatura ambiente. Hasta que corte. Separe y sal al gusto
- 3- Adicione una gota de HCl a 5 cc de leche que se encuentra en un tubo de ensayo?
- 4- Adicione una gota de NaOH solución a 5 cc de leche. Qué sucede. En ambos casos?
- 5- Qué agente ocasionó la desnaturalización?
- 6- Cuál es la fórmula de la caseína?
- 7- Que Componentes tiene el suero?
- 8- Qué otros procesos de desnaturalización se conocen?

Nombre: \_\_\_\_\_

Indicaciones: Escriba legible

- 1- Primera enzima aislada fue
- 2- Las reacciones metabólicas donde se libera energía se conoce como
- 3- Los ácidos grasos y glicerina constituyen
- 4- El aceite de mayor valor comercial es
- 5- Nombre de la enzima que desdobra el alcohol en aldehído
- 6- Enzima que desdobra la maltosa en dos glucosa
- 7- Compuestos de colesterol y fosfolípidos constituyen
- 8- Es un ejemplo de ácidos grasos insaturados
- 9- Se conoce como la totalidad de las reacciones químicas en los seres vivos
- 10- Ejemplos de lípidos simples
- 11- La glucosa no utilizada se almacena en el hígado como
- 12- Al metabolismo constructivo se le conoce como
- 13-  $\text{Glucosa-6-fosfato} + \text{H}_2\text{O} = \text{Glucosa} + \text{fosfato}$
- 14- La energía almacenada en los alimentos se expresa en
- 15- Enzimas que rompen enlaces químicos por hidrólisis se conoce como

- \_\_\_\_\_ Maltosa
- \_\_\_\_\_ Glucosa-6-fosfatasa
- \_\_\_\_\_ Metabolismo
- \_\_\_\_\_ Anabolismo
- \_\_\_\_\_ Calorías
- \_\_\_\_\_ Ureasa
- \_\_\_\_\_ Alcohol deshidrogenasa
- \_\_\_\_\_ Hidrolasas
- \_\_\_\_\_ Catabolismo
- \_\_\_\_\_ Glucógeno
- \_\_\_\_\_ Triglicéridos
- \_\_\_\_\_ Grasas
- \_\_\_\_\_ Ácido linoleico
- \_\_\_\_\_ Acilgliceroles y ceras
- \_\_\_\_\_ Soya.

## Tema: Las Vitaminas.

Propósito: Valorar la importancia de las vitaminas para el funcionamiento del organismo.

**L**as vitaminas son compuestos orgánicos esenciales para estimular el metabolismo de aminoácidos, hidratos de carbono y grasas en los organismos vivos. Algunos de tales organismos, en particular las plantas verdes, sintetizan vitaminas, a menudo en cantidades superiores a las que necesitan. Salvo algunas excepciones, los animales no pueden sintetizar estas sustancias, y deben ingerirlas con los alimentos. Se clasifican en hidrosolubles y liposolubles.

**Las vitaminas liposolubles** son compuestos orgánicos que actúan sobre todo en los sistemas enzimáticos para mejorar el metabolismo de las proteínas, los hidratos de carbono y las grasas. Sin estas sustancias no podría tener lugar la descomposición y asimilación de los alimentos. Ciertas vitaminas participan en la formación de las células de la sangre, hormonas, sustancias químicas del sistema nervioso y materiales genéticos. Las vitaminas se clasifican en dos grupos: liposolubles e hidrosolubles. Entre las vitaminas liposolubles están las vitaminas A, D, E y K. Entre las hidrosolubles se incluyen la vitamina C y el complejo vitamínico B.

Las vitaminas liposolubles suelen absorberse con alimentos que contienen esta sustancia. Su descomposición la lleva a cabo la bilis del hígado, y después las moléculas emulsionadas pasan por los vasos linfáticos y las venas para ser distribuidas en las arterias. El exceso de estas vitaminas se almacena en la grasa corporal, el hígado y los riñones. Debido a que se pueden almacenar, no es necesario consumir estas vitaminas a diario.

La vitamina A es esencial para las células epiteliales y para un crecimiento normal. Su insuficiencia produce cambios en la piel y ceguera nocturna, o falta de adaptación a la oscuridad debido a los efectos de su carencia en la retina. Es posible que con el tiempo se llegue a la *xeroftalmia*, un estado ocular caracterizado por sequedad y engrosamiento de la superficie de la córnea y la membrana conjuntiva. Si no se trata, sobre todo la xeroftalmia puede causar ceguera, especialmente en los niños. La vitamina A se puede obtener directamente en la dieta mediante los alimentos de origen animal, tales como leche, huevos e hígado. Casi toda la vitamina A se obtiene del caroteno, que se encuentra en las frutas y verduras verdes y amarillas, y se transforma en vitamina A en el cuerpo.

La vitamina D actúa casi como una hormona, ya que regula la absorción de calcio y fósforo y el metabolismo. Una parte de la vitamina D se obtiene de alimentos como los huevos, el pescado, el hígado, la mantequilla, la margarina y la leche, que pueden haber sido enriquecidos con esta vitamina. Los seres humanos, sin embargo, toman la mayor parte de su vitamina D exponiendo la piel a la luz del Sol. Su insuficiencia produce raquitismo en los niños y osteomalacia en los adultos.

**La vitamina E** es un nutriente esencial para muchos vertebrados, pero aún no se ha determinado su papel en el cuerpo humano. Se ha hecho muy popular como remedio para muchas y diversas dolencias, pero no existen pruebas claras de que alivie ninguna enfermedad concreta. La vitamina E se encuentra en los aceites de semillas y en el germen de trigo. Se cree que funciona como antioxidante, protegiendo las células del deterioro causado por los radicales libres.

**La vitamina K** es necesaria para la coagulación de la sangre. Participa en la formación de la enzima protrombina, la que, a su vez, es indispensable en la producción de fibrina para la coagulación sanguínea. La vitamina K se produce en cantidades suficientes en el intestino gracias a una bacteria, pero también la proporcionan los vegetales de hoja verde, como las espinacas y la col, la yema de huevo y muchos otros alimentos.

Las vitaminas hidrosolubles (vitamina C y complejo vitamínico B) no se pueden almacenar, por lo que es necesario su consumo diario para suplir las necesidades del cuerpo. La vitamina C, o ácido ascórbico, desempeña un papel importante en la síntesis y conservación del tejido conectivo. Evita el escorbuto, que ataca las encías, piel y membranas mucosas, y su principal aporte viene de los cítricos.

Las vitaminas más importantes del complejo vitamínico B son la tiamina (B<sub>1</sub>), riboflavina (B<sub>2</sub>), nicotinamida (B<sub>3</sub>), piridoxina (B<sub>6</sub>), ácido pantoténico, lecitina, colina, inositol, ácido para-aminobenzoico (PABA), ácido fólico y cianocobalamina (B<sub>12</sub>). Estas vitaminas participan en una amplia gama de importantes funciones metabólicas y previenen afecciones tales como el beriberi y la pelagra. Se encuentran principalmente en la levadura y el hígado.

Desde la introducción en 1912 del término *vitamina* por el bioquímico polaco Casimir Funk, se ha aislado una gran variedad de estos compuestos y se han definido sus funciones nutricionales, aportando un tratamiento para la pelagra, el beriberi, el raquitismo y otras enfermedades producidas por deficiencias nutricionales. En 1926, los médicos estadounidenses George Minot y William Murphy descubrieron que el consumo de hígado era eficaz para tratar la anemia perniciosa, y en 1948, aislaron el factor vitamina B<sub>12</sub>. Con el creciente conocimiento de la actividad de las glándulas endocrinas, se realizaron numerosos intentos para aislar sus secreciones, denominadas hormonas. El extracto del tiroides, eficaz en el tratamiento del hipotiroidismo congénito, del cretinismo y del mixedema, fue la primera hormona de uso clínico. De importancia más trascendental para el tratamiento de la diabetes, fue el aislamiento en el páncreas de la secreción endocrina insulina, introducida en 1923 por los médicos canadienses Frederick Banting y Charles Best. La síntesis de las secreciones internas de las glándulas reproductoras masculinas, la testosterona, y femeninas, estrógenos, ha permitido el tratamiento de desajustes del sistema reproductor. Las glándulas suprarrenales.

## ENZIMAS Y HORMONAS

La conversión de glucosa a glucógeno y viceversa está catalizada por diferentes enzimas. La fosforilasa es responsable de la liberación de la glucosa-1-fosfato a partir del glucógeno. La reacción está estimulada por las hormonas adrenalina y glucagón. La glucosa-1-fosfato es transformada por la hexoquinasa en glucosa-6-fosfato, que puede ser metabolizada o convertida en glucosa libre incorporándose en el torrente sanguíneo. La captación de glucosa por parte de las células se activa por la insulina. La glucosa, antes de ser utilizada, se transforma de nuevo en glucosa-6-fosfato, que, o bien se metaboliza, o se convierte en el hígado y los músculos, en glucosa-uridina-difosfato. Esta última forma de glucosa se transfiere al glucógeno en una reacción catalizada por la glucógeno sintetasa y estimulada por insulina. Las hormonas corticales (de la corteza adrenal), hipofisarias (de la pituitaria o hipófisis), así como la tiroxina, están también implicadas en el control del metabolismo de los carbohidratos, pero no se conoce su mecanismo de acción.