



Julia Flores

4

La energía: la esencia de la vida

i La vida es energía! Dentro de ti ocurren millones de reacciones químicas que se entrelazan de manera armoniosa para mantenerte vivo. Esto es posible a través del flujo de materia y energía dentro del organismo y en su intercambio con el ambiente. La energía cambia de una forma a otra. El alimento contiene energía almacenada, la cual gracias al metabolismo queda disponible para realizar acciones como correr, crecer, florecer o simplemente mantenerse vivo. Por otra parte, cuando un organismo muere, la materia es descompuesta por microorganismos, como bacterias y hongos, que aprovechan la energía almacenada, y de esta manera los elementos constituyentes de la materia son devueltos al ambiente.

Las plantas y los microorganismos fotosintéticos (organismos productores) son capaces de transformar la energía lumínica del sol en energía química a través del proceso de fotosíntesis; lo que les permite fabricar sus propios alimentos. Por el contrario, organismos como los animales y los hongos (organismos consumidores), no pueden producir sus propios alimentos, dependiendo en última instancia de los organismos productores. ¿En cuál grupo ubicarías al ser humano?

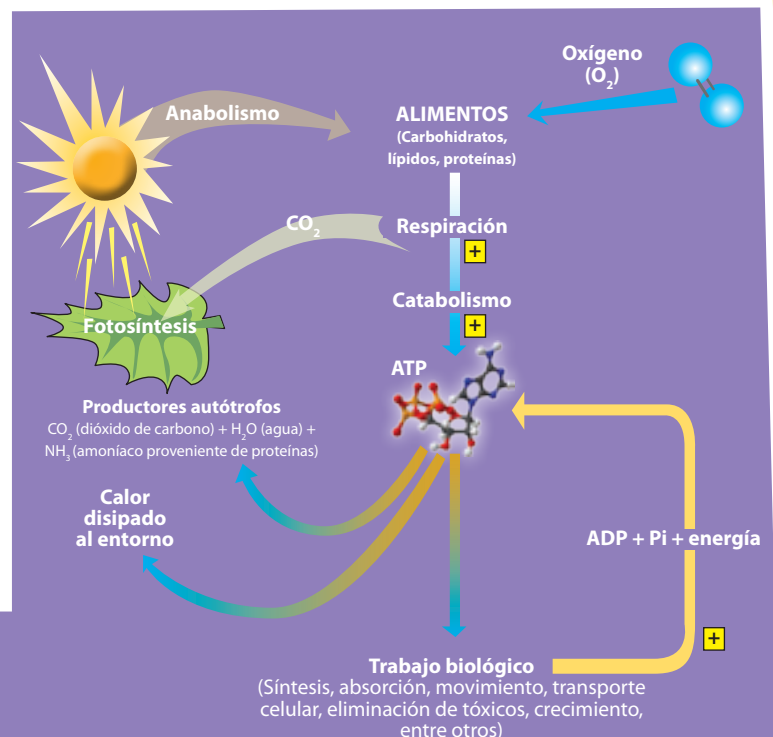
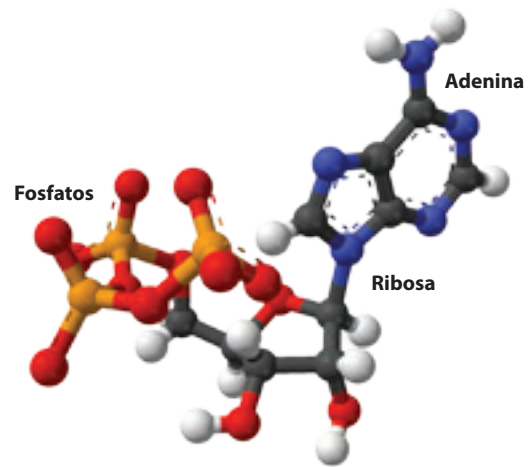
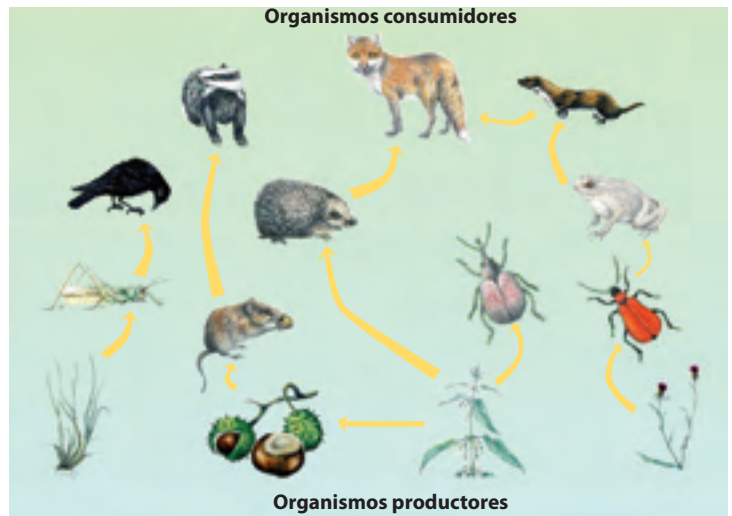
Durante el metabolismo ocurren procesos de síntesis (anabolismo) y de degradación de compuestos (catabolismo). Del balance entre estos procesos depende el estado vital del individuo. Los procesos anabólicos implican rutas que liberan energía. Todo ello sucede gracias a reacciones liberadoras de energía (exergónicas) que se acoplan con las que la requieren (endergónicas). Esta transferencia de energía no ocurre de manera directa, sino a través de un compuesto intermediario, el ATP (*adenosín trifosfato*), que la regula permitiendo que la energía se libere progresivamente, de manera provechosa para el organismo.

La molécula de ATP –ilustración– tiene 2 partes: *adenosina* (A), conformada por adenina (una base nitrogenada) y ribosa (un azúcar) más 3 *grupos fosfato* (Pi). Esta puede representarse de la siguiente forma: A–Pi~Pi~Pi. Fíjate en las líneas onduladas entre los grupos fosfato, estas representan *enlaces de alta energía*. Estos enlaces liberan, al romperse, gran cantidad de energía (7 kilocalorías por mol) y son muy importantes en los procesos metabólicos de los seres vivos. Cuando el fosfato terminal es separado de la molécula de ATP, se libera una gran cantidad de energía que la célula utiliza para realizar una enorme diversidad de funciones. La reacción que ilustra este proceso es la siguiente:



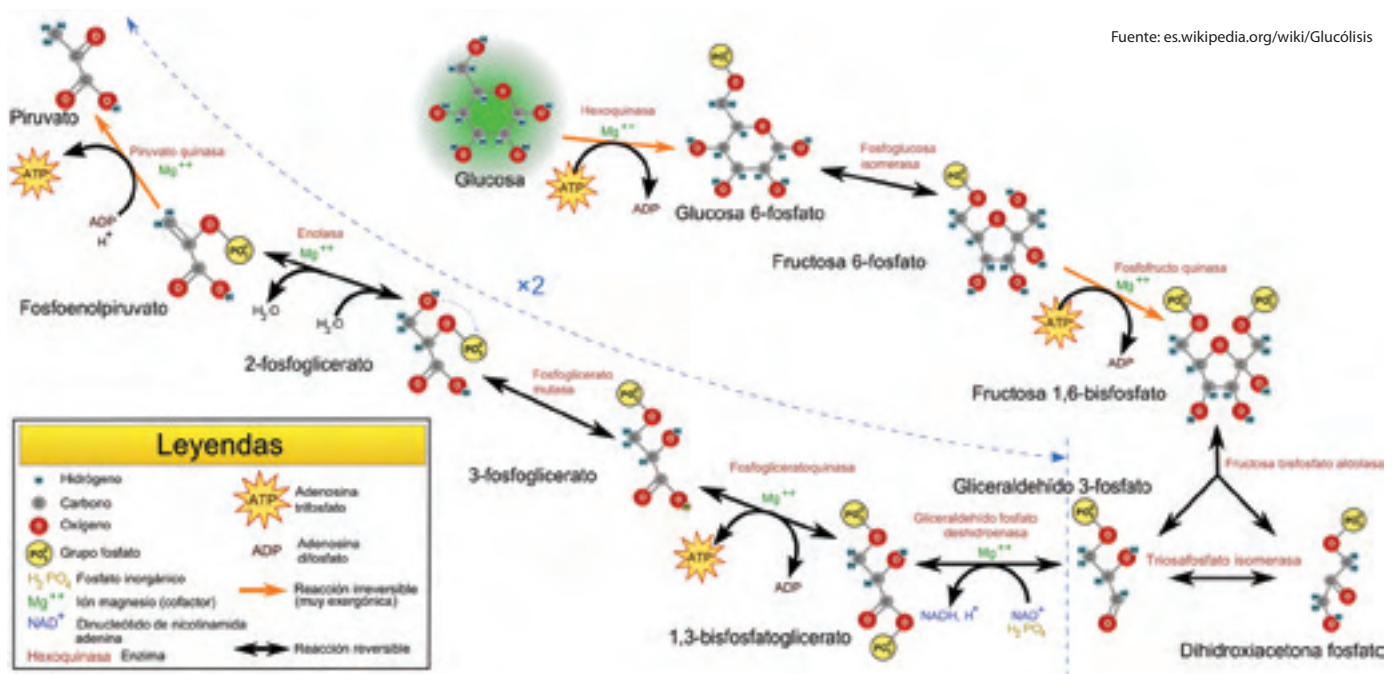
Dado que las células necesitan continuamente energía, esta reacción se revierte para sintetizar de nuevo ATP, utilizando para ello energía proveniente de nutrientes, por lo general de la glucosa. Se dice entonces que el ATP es la «moneda» de energía de la célula, es decir, las células gastan ATP cuando requieren energía y lo sintetizan de nuevo para tener energía disponible.

En general, los procesos bioenergéticos dependen del ciclo del ATP, como se muestra en la ilustración.



¿Cómo se obtiene energía de la glucosa?

Como puedes apreciar en el gráfico, la glucosa sufre primero transformaciones químicas a través de una ruta catabólica conocida como *glucólisis* (rotura o escisión de la glucosa), que forma como producto final un compuesto denominado *piruvato*. La glucólisis es la vía degradativa que sufren los azúcares en general, como el almidón, el glucógeno y la sacarosa (azúcar de mesa). El almidón y el glucógeno poseen largas cadenas de glucosa, que deben ser fragmentadas para liberarla. Cada molécula de glucosa tiene 6 carbonos y al degradarse por esta vía se forman 2 moléculas de piruvato de 3 carbonos cada una, además de formarse 2 moléculas de ATP. De la oxidación completa del piruvato se obtienen 3 moléculas de ATP.

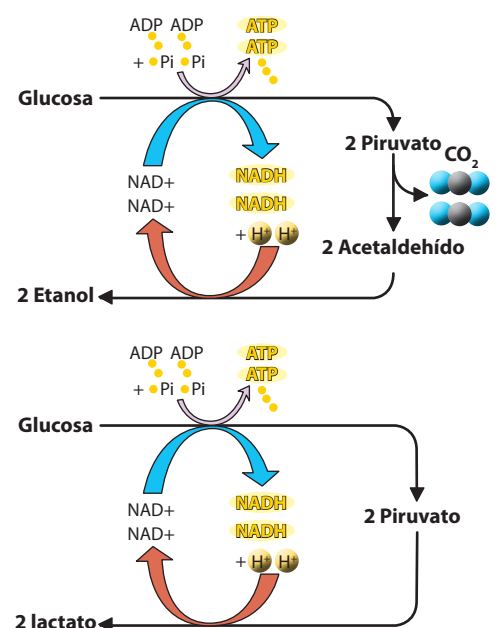


¿Qué ocurre luego con el piruvato formado en la glucólisis?

El piruvato puede proseguir degradándose por diferentes rutas metabólicas dependiendo de la cantidad de oxígeno y tipo de células donde se forme. Hay células que viven solo en presencia de oxígeno (aeróbicas), como las células cerebrales; otras viven en ausencia de oxígeno (anaeróbicas) como muchas bacterias.

Veamos primero qué ocurre en *células anaeróbicas*. En este caso, el piruvato resultante de la glucólisis se continúa degradando por fermentación, generando 2 moléculas de ATP y productos finales como el alcohol (*fermentación alcohólica*) y el lactato (*fermentación láctica*).

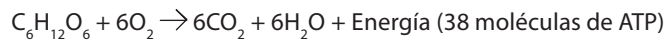
Seguramente habrás escuchado que de las uvas, por fermentación, se produce vino. Este proceso se logra gracias a la acción de hongos conocidos como levaduras. Por otra parte, en los músculos esqueléticos, durante el ejercicio intenso, la glucosa se convierte en lactato (ácido láctico). Asimismo, algunas bacterias y hongos pueden fermentar la leche y producir ácido láctico, que se aprovecha en la preparación de productos alimenticios como el yogurt.



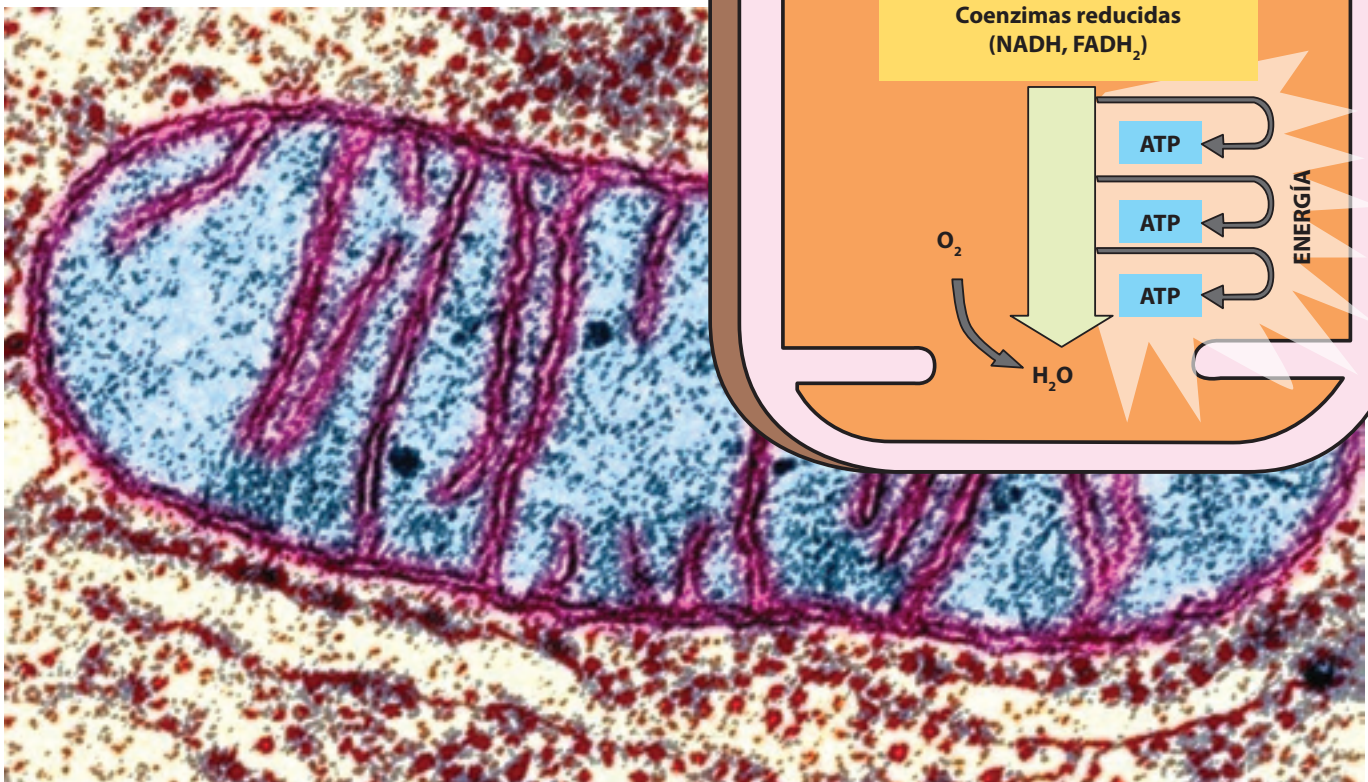
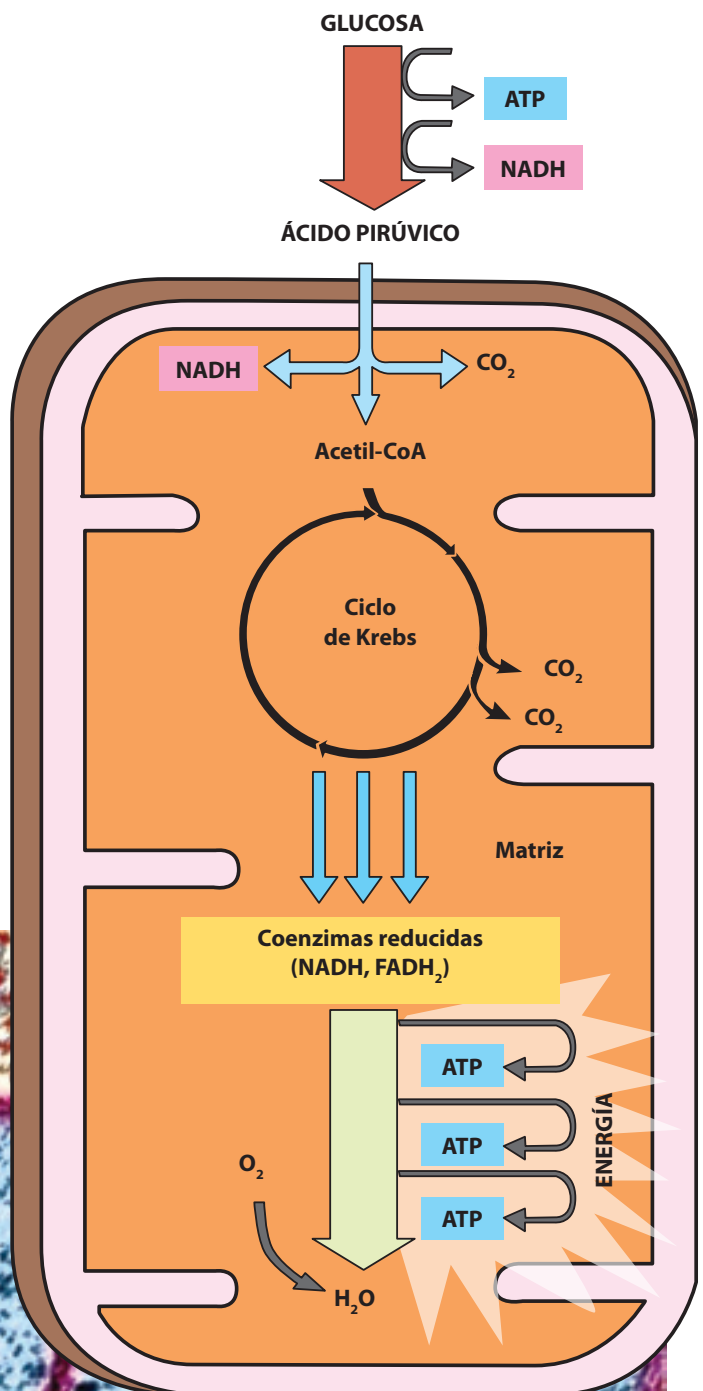
La producción de energía se hace más eficiente

La producción de energía se hace más eficiente. En las células aeróbicas ocurre un conjunto de reacciones metabólicas, la *respiración celular*, donde se usa la energía proveniente de la descomposición de carbohidratos, ácidos grasos y aminoácidos, para producir ATP. Como veremos, este es un proceso de producción de energía más eficiente que la glucólisis y ocurre en los organelos celulares conocidos como mitocondrias. Allí, el piruvato se transforma en el compuesto *acetil coenzima A* (AcCoA), el cual entra al ciclo del ácido cítrico (Ciclo de Krebs) y culmina así la degradación de la glucosa en dióxido de carbono (CO₂) y algunos otros productos. Estos ingresan luego a la cadena respiratoria, serie de sustancias transportadoras de electrones, involucradas en la producción del ATP. La energía que se libera al transferirse un electrón de un transportador a otro, es la que se usa para formar ATP.

En resumen, una molécula de glucosa que se oxida completamente, libera hasta 38 moléculas de ATP, de acuerdo con la siguiente ecuación general:



glucosa + oxígeno → dióxido de carbono + agua + energía



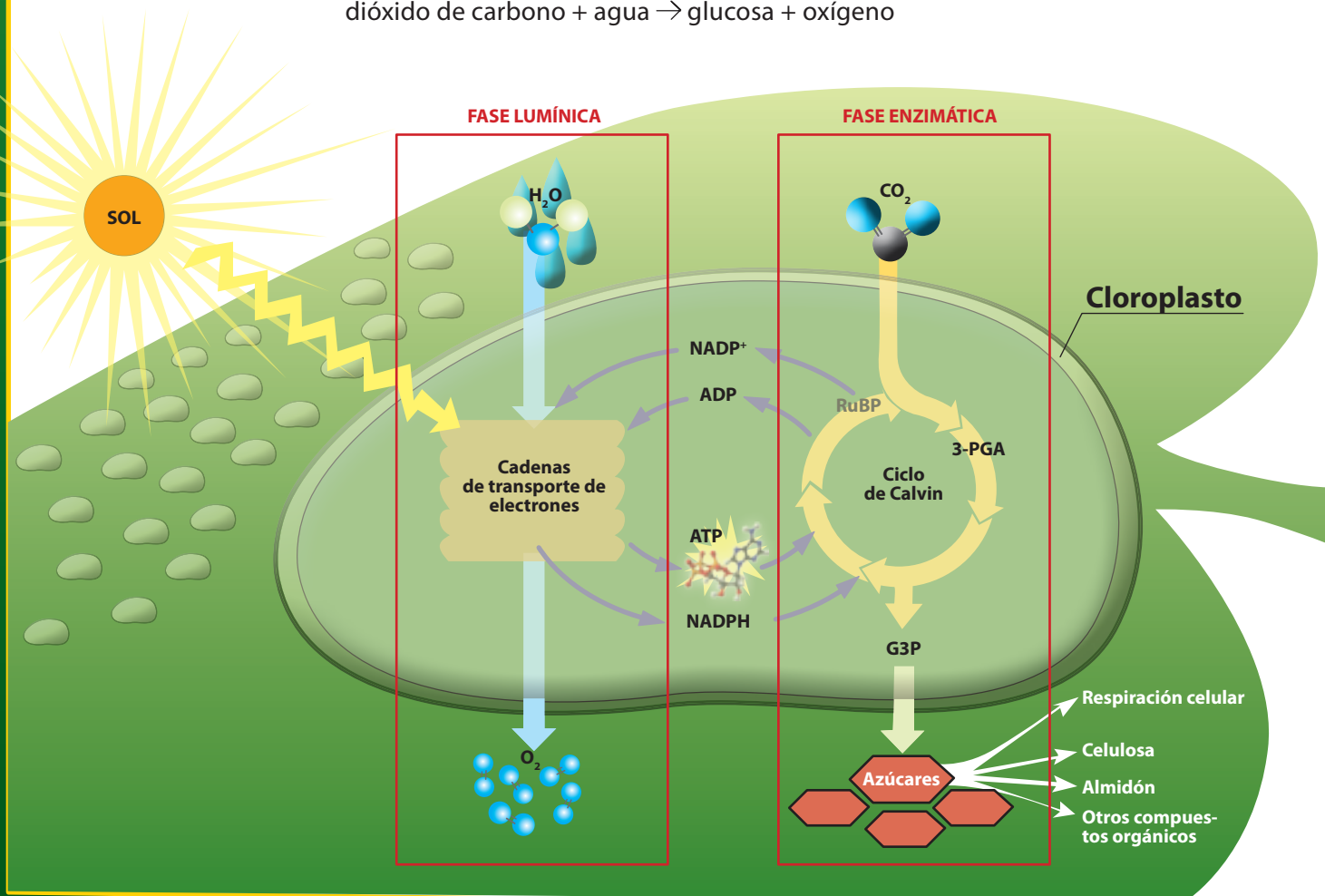
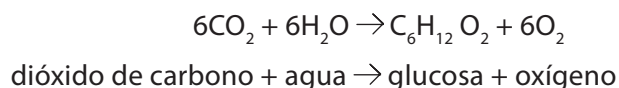
¿Y de dónde viene la glucosa?

Como sabes, el sol es fuente de vida. Esto es muy cierto. Las plantas dependen directamente del sol para poder vivir y nosotros, así como el resto de los animales, dependemos de las plantas; de manera que sin la energía solar no habría vida sobre el planeta, por lo menos no como la conocida. Las células vegetales gracias a la fotosíntesis transforman la energía solar en la energía química contenida en los alimentos. Este proceso ocurre en los *cloroplastos*, estructuras especializadas en la captación de luz debido a la presencia de pigmentos fotosintéticos, principalmente la clorofila. La fotosíntesis permite que el dióxido de carbono, como por ejemplo el liberado durante la respiración, sea convertido en carbohidratos, particularmente la glucosa, con la liberación de oxígeno, de modo que el balance del dióxido de carbono y oxígeno en la atmósfera depende en cierta medida de los procesos respiratorios y fotosintéticos en el planeta.

La fotosíntesis ocurre en dos etapas principales, una que requiere en forma directa de la luz (*fase lumínica o captadora de energía*) y una independiente de la luz (*fase enzimática o fijadora de carbono*). En algunos textos se utilizan los términos reacciones «lumínicas» y «oscuras», lo que ha creado mucha confusión, pues estas reacciones «oscuras» pueden ocurrir tanto en la luz como en la oscuridad.

La función principal de la fase captadora de energía es convertir la energía luminosa en energía química en forma de ATP. En esta fase también se libera oxígeno. Por otra parte, la función principal de la fase fijadora de carbono es usar la energía del ATP producido en la fase captadora de energía, para sintetizar carbohidratos y otros compuestos a partir del dióxido de carbono (*Ciclo de Calvin*).

Para la síntesis de una molécula de glucosa se necesitan 6 moléculas de CO_2 , y se requieren 18 moléculas de ATP como fuente de energía. La siguiente ecuación y diagrama resume de manera sencilla la fotosíntesis:



El valor de la biodiversidad

i Cómo sería nuestro planeta sin el proceso fotosintético? ¿Tendríamos oxígeno en la atmósfera? ¿Existirían las plantas y los animales? ¿Existiríamos nosotros? ¿Habría vida tal como la conocemos? Gracias a la fotosíntesis hubo una nueva provisión de moléculas orgánicas y se acumuló oxígeno en la atmósfera, lo que permitió que la vida floreciera en multitud de formas: la biodiversidad. El valor de la biodiversidad es incalculable, hecho que ha sido reconocido por el Convenio sobre Diversidad Biológica (Río de Janeiro, 1992). Los acuerdos logrados en este Convenio ya han sido reconocidos por más de 177 países, incluyendo Venezuela.

Numerosas naciones han modificado su legislación para crear o consolidar mecanismos de gestión de la biodiversidad. En este sentido, se considera primordial preservar las especies en sus hábitats naturales y hacer que las poblaciones locales participen en esta tarea, utilizando la biodiversidad de manera racional y sustentable. Sin embargo, se reconoce que países pobres no podrán cumplir sus compromisos de conservar la biodiversidad si no se les proporciona acceso a las biotecnologías y el financiamiento indispensable. En efecto, la explotación excesiva de la biodiversidad mediante, por ejemplo, técnicas inadecuadas de cultivo, caza y pesca indiscriminadas, se convierte en algo inevitable si por otro lado persiste una pobreza inaceptable. De mantenerse esta situación, la consecuencia a corto y mediano plazo será la extinción de numerosas especies; de hecho, algunos autores sostienen que cada día se extinguen cerca de diez especies. Los políticos, los medios de comunicación y el público en general deben tomar conciencia de que el despilfarro, sin tasa ni medida de la biodiversidad, pone en peligro no solo la seguridad de muchas especies, sino también la nuestra.

¿Qué crees tú que puedes hacer para proteger la biodiversidad de la Tierra?

¿Crees que todas las especies tienen el derecho a existir, tengan o no algún valor para el hombre?



Fundación Instituto Botánico de Venezuela

Dr. Tobías Lasser

La flora es uno de los bienes más preciados de un país. En este sentido, Venezuela puede ser considerada como un país privilegiado. Un cálculo aproximado acerca de la flora venezolana indica que nuestro país cuenta con cerca de 16.000 especies de plantas con flores, sin contar con otros grupos considerados tradicionalmente dentro del campo de la botánica, como son los helechos, los briofitos, las algas, los hongos y los líquenes.



Se calcula que en el jardín hay unas 2.500 especies botánicas, representativas de unas 200 familias de plantas.

Hoy en día, el Jardín Botánico de la UCV, como era conocido en sus inicios, es parte esencial de la Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser, creada en 1991, y que comprende, además, el Herbario Nacional de Venezuela, fundado por H. Pittier, que alberga una colección

Desde finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, gracias a los esfuerzos iniciales de Adolfo Ernst y Henri Pittier, respectivamente, se comenzó a estudiar de forma sistemática nuestra vegetación y nuestra flora.

Uno de los alumnos de Pittier, el Dr. Tobías Lasser, se dedicó durante varias décadas al proyecto de desarrollar un jardín botánico en terrenos de la Universidad Central de Venezuela (UCV), a fin de albergar una representación significativa de la flora venezolana. Posteriormente, se contaría con el apoyo invaluable del horticultor suizo August Braun. Este jardín, fundado en 1944, ocupa una extensión de unas 70 hectáreas, en 15 de las cuales se encuentran plantas cultivadas procedentes de Venezuela y de otras partes del mundo, en tanto que en las restantes hectáreas se encuentra un bosque urbano con árboles en su mayoría autóctonos.

cercana a las 400.000 muestras de plantas prensadas, secas e identificadas. Es el herbario más grande del país y el principal centro de referencia nacional para la identificación de muestras botánicas. Otro patrimonio de la fundación es la Biblioteca Henri Pittier, la más grande del país especializada en botánica.

La Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser es hoy en día un centro de investigación de primera línea en el estudio de la diversidad vegetal venezolana, reconocido a escala nacional e internacional. Los taxónomos vegetales que allí trabajan, junto al personal técnico y administrativo que los apoyan, tienen como objetivos comunes avanzar hacia el inventario de la flora venezolana, con el propósito de propiciar su conocimiento, divulgación y conservación. Actualmente, se trabaja con ahínco en la elaboración de la segunda edi-

Para saber más...

Curtis, H. y Barnes, N. (2006). *Biología*, sexta edición. Médica Panamericana, Buenos Aires.

Purves, W. K.; Sadava, D.; Orians, G. H. y Heller, H. C. (2001). *Vida: la ciencia de la biología*, sexta edición. Médica Panamericana, Buenos Aires.