

Materia, energía y seres vivos

Todos los seres vivos necesitan materia para crecer y reparar sus estructuras.

Todos los seres vivos precisan energía para funcionar. Los vegetales obtienen materia inorgánica del suelo, del aire y del agua (si son acuáticos) y la transforman en materia orgánica para crecer y alimentarse mediante el proceso de fotosíntesis.

Los animales, incapaces de efectuar la misma transformación que los vegetales, obtienen materia orgánica comiendo a otros organismos.

Todos los seres vivos obtienen la energía necesaria para funcionar "quemando" a los alimentos. Los vegetales "queman" la materia orgánica que ellos mismos producen. Los animales consiguen energía a partir de los alimentos que consumen.

El resto del desarrollo del capítulo lo dedicaremos al estudio de los procesos de producción de materia orgánica y obtención de energía.

La fotosíntesis

Concepto general

Es el proceso de transformación de materia inorgánica en materia orgánica que se cumple en todos los vegetales verdes en presencia de la luz.

Necesidad de energía

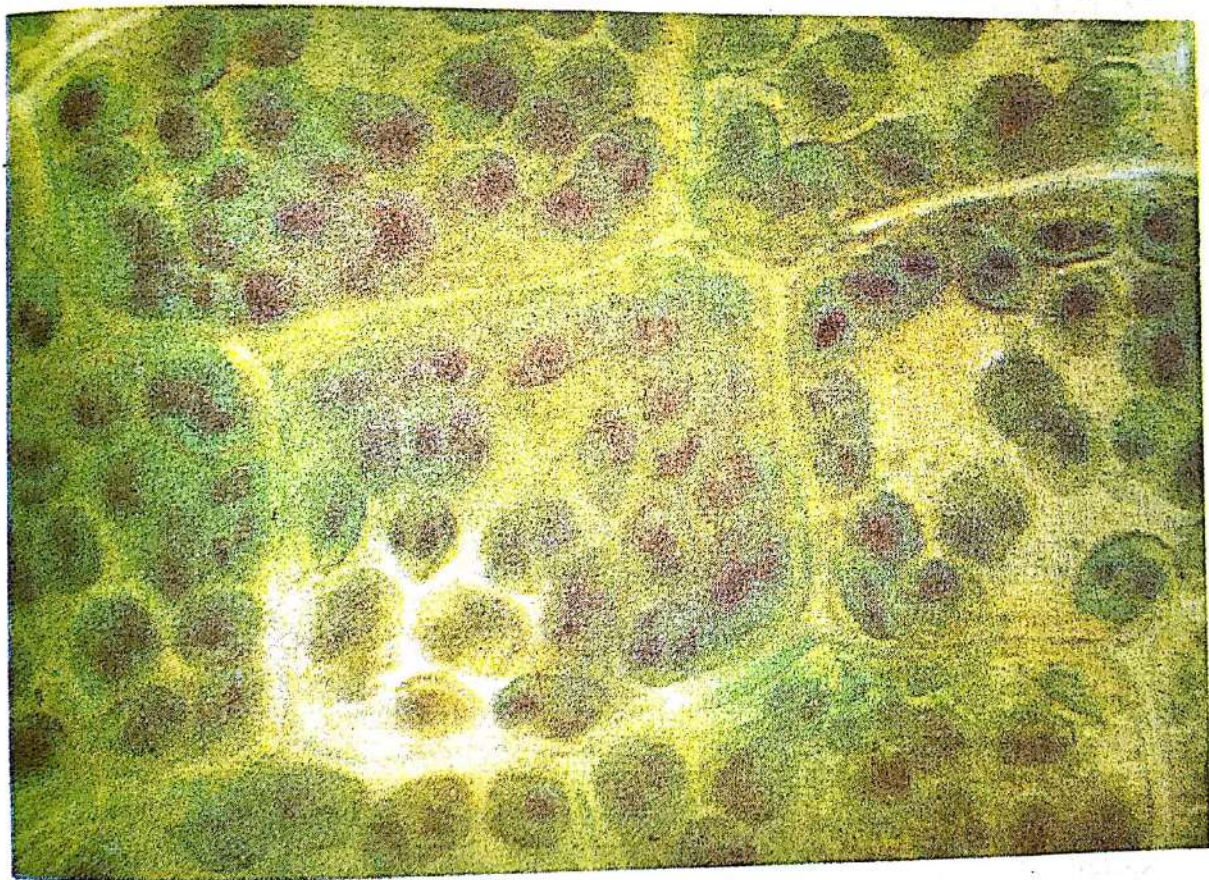
Por ser un proceso de transformación de materia su realización requiere la utilización de energía.

Para realizar la fotosíntesis las plantas verdes emplean la energía luminosa, cuya fuente natural de producción es el Sol.

Importancia de la clorofila

Sólo las plantas verdes son capaces de realizar la fotosíntesis, ya que solamente ellas poseen en pigmento la clorofila, capaz de retener la energía luminosa para emplearla en la transformación de materia inorgánica en sustancias orgánicas.

La clorofila se encuentra en el interior de las células de las hojas y demás órganos verdes en forma de pequeños granos discoidales llamados *cloroplastos*.



Observación de cloroplastos en una hoja de elodea vista al microscopio.

Los órganos fotosintetizadores por excelencia son las hojas; cuando éstas faltan, como en los cactus, los tallos se adaptan para cumplir esta función vital.

¿Qué sustancias se transforman?

La materia prima inorgánica necesaria para cumplir la fotosíntesis la constituyen el *agua* y el *dióxido de carbono*.

En una planta acuática sumergida ambas sustancias penetran a través de la delgada epidermis.

En los vegetales aeroterrestres el agua, absorbida por la raíz, es conducida hasta las hojas por los vasos leñosos del tallo, mientras que el dióxido de carbono del aire penetra por los estomas aeríferos.

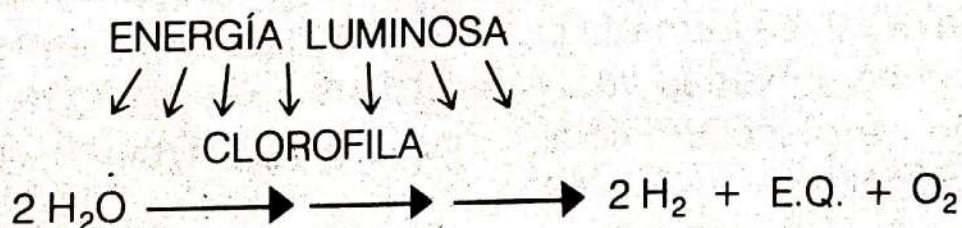
Análisis del proceso

1º Etapa lumínica

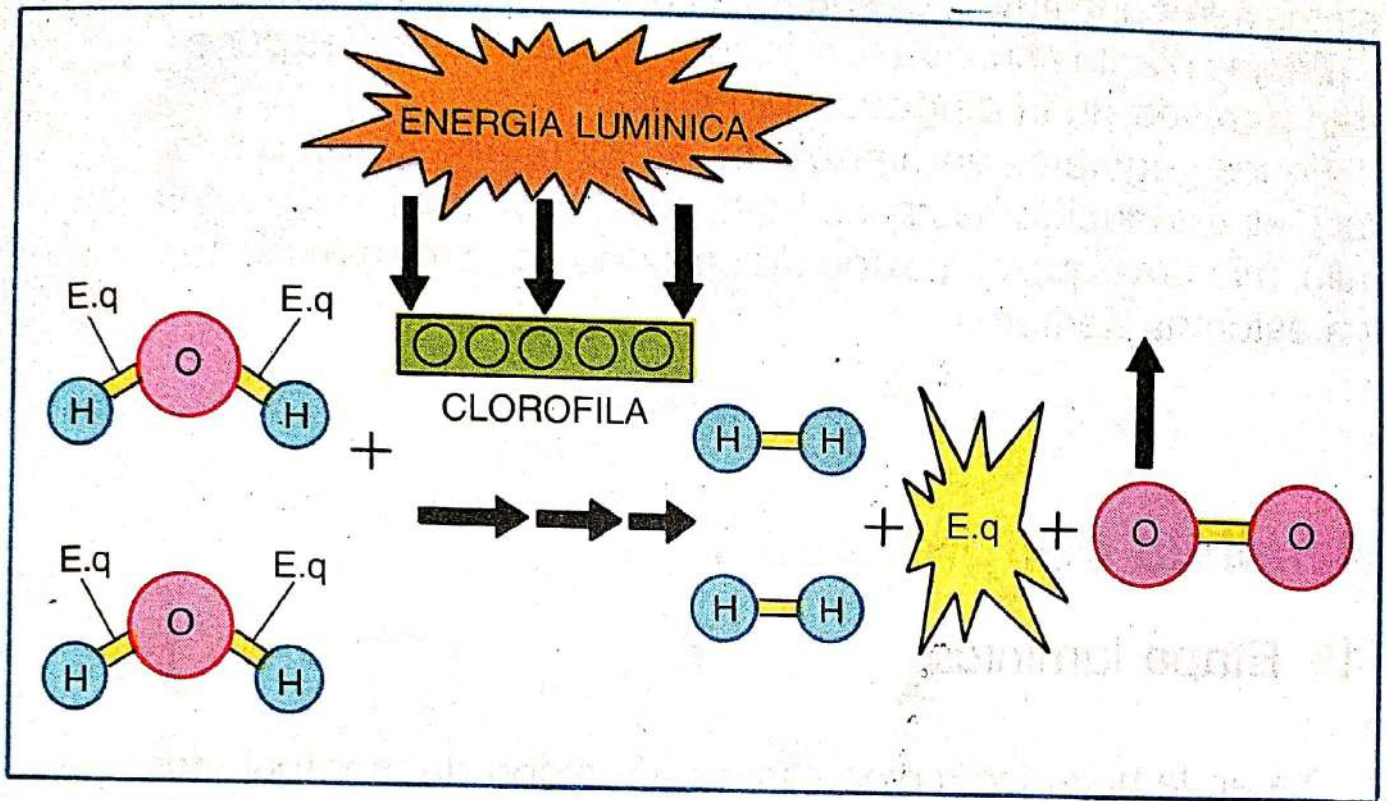
Ya en la hoja, las moléculas de agua son descompuestas por la acción de la energía luminosa, imprescindible, retenida por la clorofila.

Esta transformación de moléculas de agua origina hidrógeno, que luego será utilizado, y oxígeno, que es eliminado por los estomas. Además, la energía química que mantenía unidos a los átomos componentes de las moléculas de agua es liberada para que la hoja la utilice en la etapa siguiente del proceso fotosintético.

Esta primera etapa, denominada *fase luminosa* o *fotólisis del agua*, puede expresarse mediante la siguiente fórmula o ecuación química:



Esta ecuación se lee así: dos moléculas de agua, por acción de la energía luminosa retenida en la clorofilá, originan dos moléculas de hidrógeno, energía química y oxígeno que se elimina.



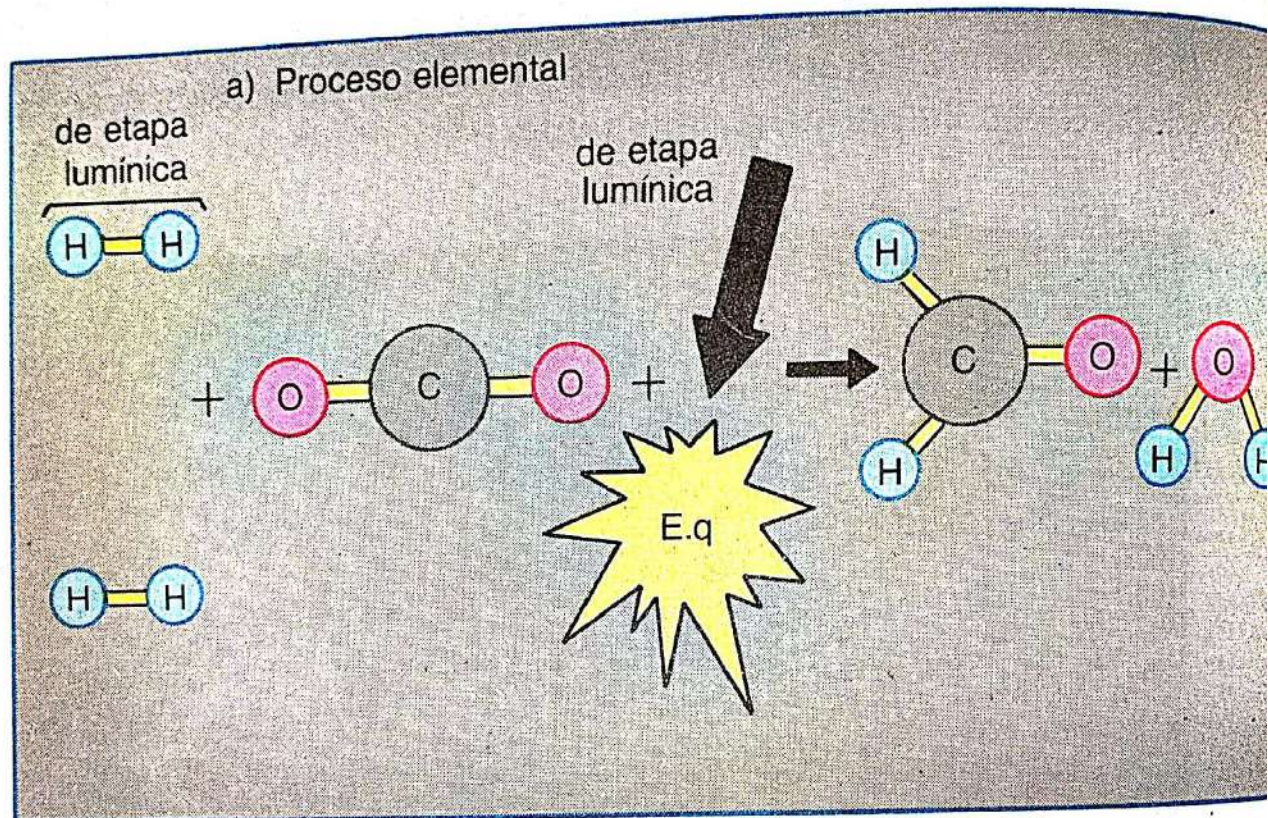
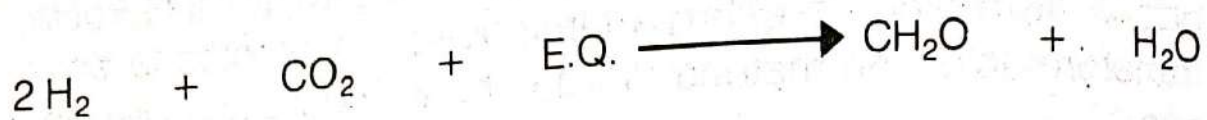
Representación esquemática de la etapa lumínica de la fotosíntesis.

2º Etapa oscura

En la segunda etapa de la fotosíntesis, llamada *fase oscura*, se produce un proceso de composición o síntesis, en el que no es imprescindible la presencia de luz. En esta instancia el hidrógeno aportado por el agua se combina con el dióxido de carbono. Para que esta combinación o unión sea posible, es necesario el aporte de energía química que ha quedado disponible en la hoja al cumplirse la primera etapa.

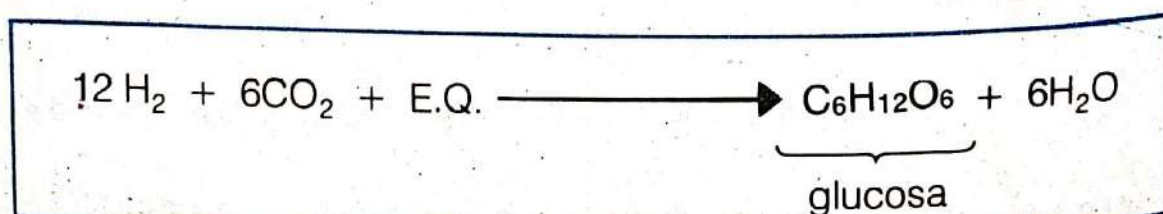
Como resultado de la combinación entre el agua y el dióxido de carbono se originan materia orgánica y agua. La sustancia orgánica formada es un azúcar o glúcido elemental que, al repetirse varias veces el proceso, dará origen a la formación de glucosa, inicialmente, y luego almidón como producto final.

Esta segunda etapa o fase oscura también es denominada *síntesis del almidón* y puede resumirse en la siguiente ecuación química:



Esquema que describe la etapa oscura de la fotosíntesis.

Cuando el proceso se repite seis veces surge como resultado la glucosa, según se indica a continuación.



Las moléculas de glucosa se agrupan formando largas cadenas que constituyen finalmente el almidón.

3º Síntesis general del proceso

Resumiendo lo analizado en las dos etapas puede expresarse, como concepto general, que el proceso de fotosíntesis consiste en utilizar el agua y el dióxido de carbono como materia prima para elaborar almidón y oxígeno, empleando la energía lumínica que retiene la clorofila.

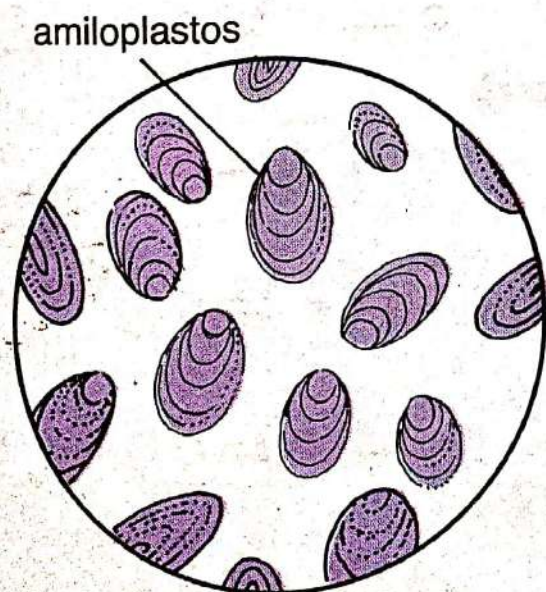
Esta síntesis puede expresarse mediante la siguiente ecuación general de la fotosíntesis:



La energía lumínica se ha transformado en energía química y ha quedado acumulada en el almidón, que es el alimento elaborado por la planta:

4º Uso del almidón

El almidón producido mediante la fotosíntesis es conducido desde las hojas a las restantes partes de la planta para ser



Esquema que sintetiza el proceso fotosintético.

Observación microscópica de amiloplastos de un tubérculo de papa.

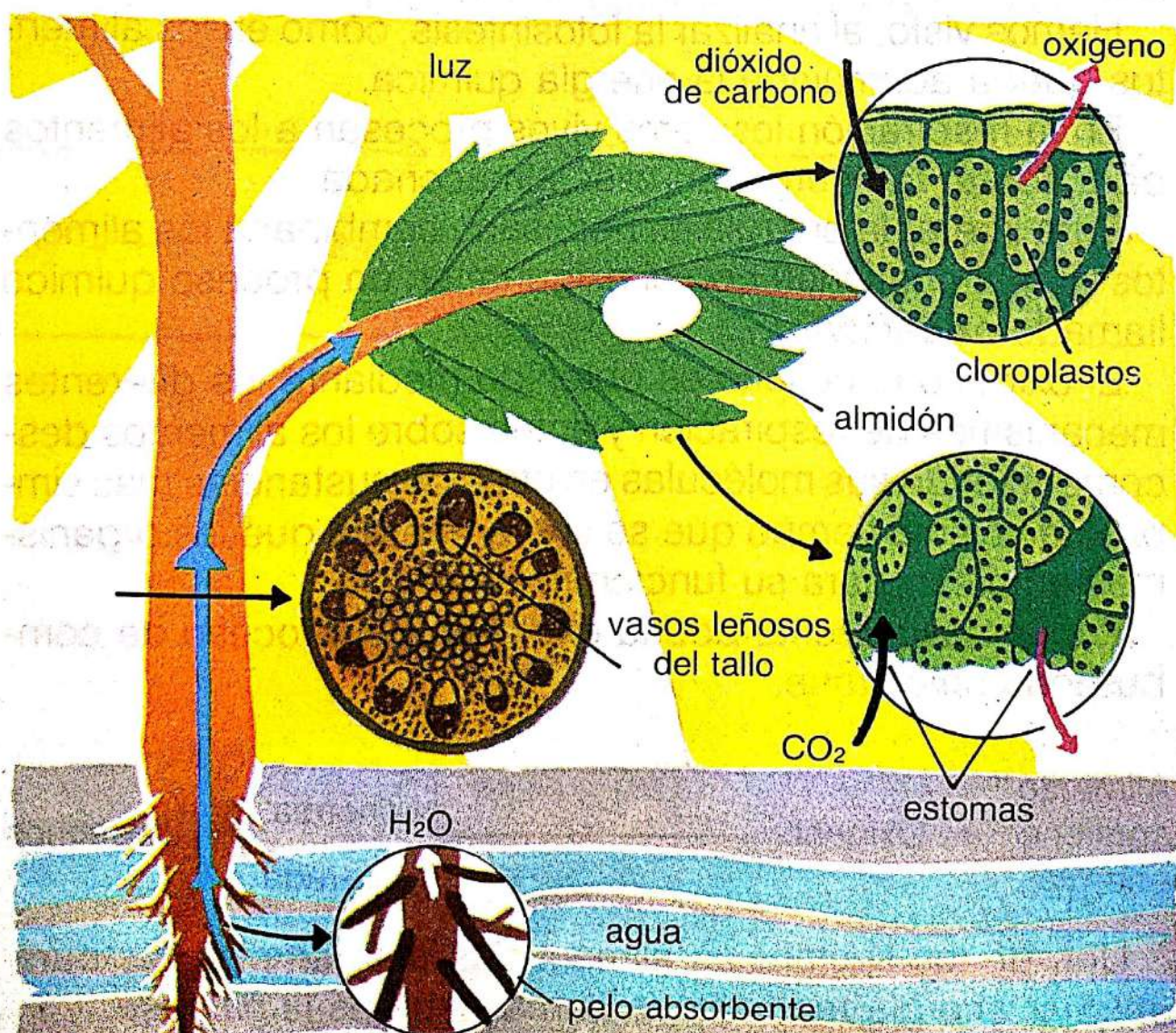
consumido como alimento o para ser acumulado en las raíces, tallos subterráneos o frutos y semillas.

La observación microscópica de órganos almacenadores permite comprobar la acumulación de almidón dentro de las células en granos de forma variada llamados *amiloplastos*.

5º Importancia de la fotosíntesis

Resumiendo lo expuesto anteriormente podemos sintetizar la importancia de la fotosíntesis extrayendo las siguientes conclusiones:

- Provee de alimento a la planta.
- El alimento elaborado por las plantas en la fotosíntesis, proporciona alimento a los animales herbívoros e, indirectamente, a los carnívoros que se nutren de ellos.



La respiración (oxidación biológica)

Concepto general

Es el proceso que se cumple en todos los vegetales y animales; consiste en "quemar" los alimentos con oxígeno con el fin de obtener la energía necesaria para cumplir con todos los procesos o funciones que constituyen la vida.

Análisis del proceso

La respiración es esencialmente un proceso de transformación de materia y, por consiguiente, de liberación de energía.

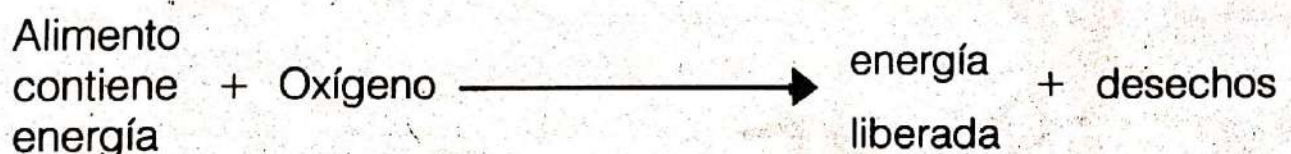
Hemos visto, al analizar la fotosíntesis, cómo en los alimentos queda acumulada la energía química.

En la respiración los seres vivos procesan a los alimentos para liberar la energía en ellos almacenada.

Para liberar la energía es necesario combinar a los alimentos que la contienen con el oxígeno, en un proceso químico llamado *oxidación*.

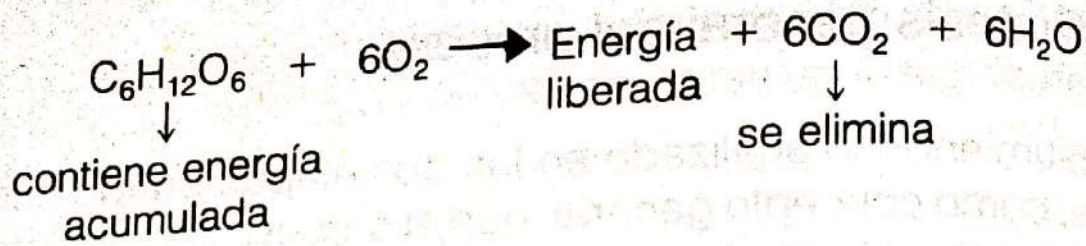
El oxígeno necesario es obtenido mediante los diferentes mecanismos de respiración y actúa sobre los alimentos descomponiendo sus moléculas en otras de sustancias más simples, al mismo tiempo que se libera energía que los organismos emplean para su funcionamiento.

Esquemáticamente podría explicarse el proceso de combustión como sigue:



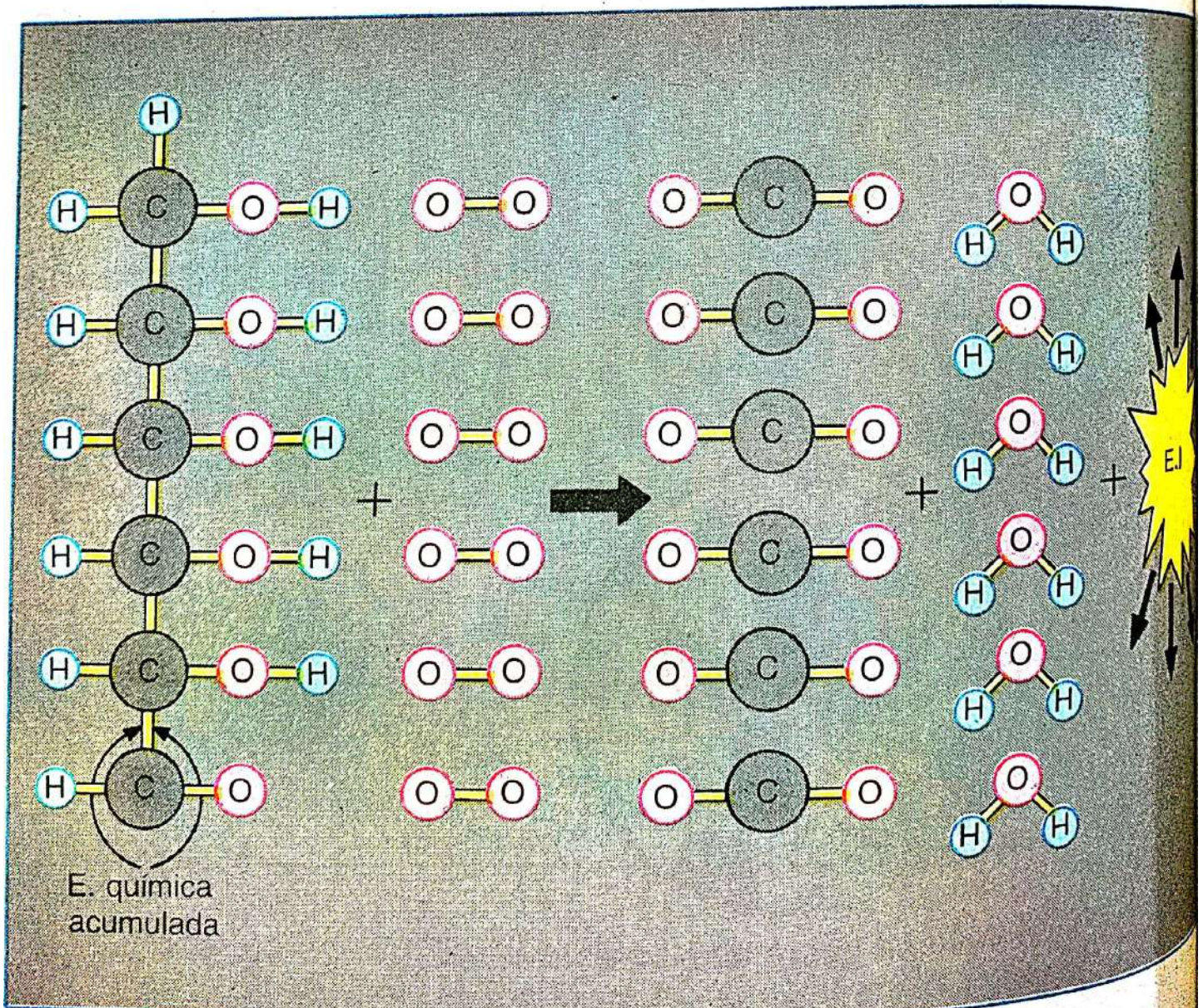
Una de las sustancias alimenticias más empleadas para obtener energía mediante la combustión es la *glucosa*.

El proceso de oxidación biológica de la glucosa puede expresarse en la siguiente ecuación química:



Esta ecuación debe leerse así: una molécula de glucosa reacciona con seis moléculas de oxígeno y producen energía, que se libera, seis moléculas de dióxido de carbono, que se elimina, y seis moléculas de agua.

Proceso químico de la respiración como liberador de la energía acumulada en el alimento.



El intercambio gaseoso, entrada de oxígeno y salida de dióxido de carbono, se cumple durante las 24 horas en todos los seres vivos; mientras que en la fotosíntesis el intercambio opuesto, entrada de dióxido de carbono y salida de oxígeno, sólo se produce cuando hay luz.

Consecuencias de la respiración

Al análisis del proceso nos permite extraer algunas conclusiones:

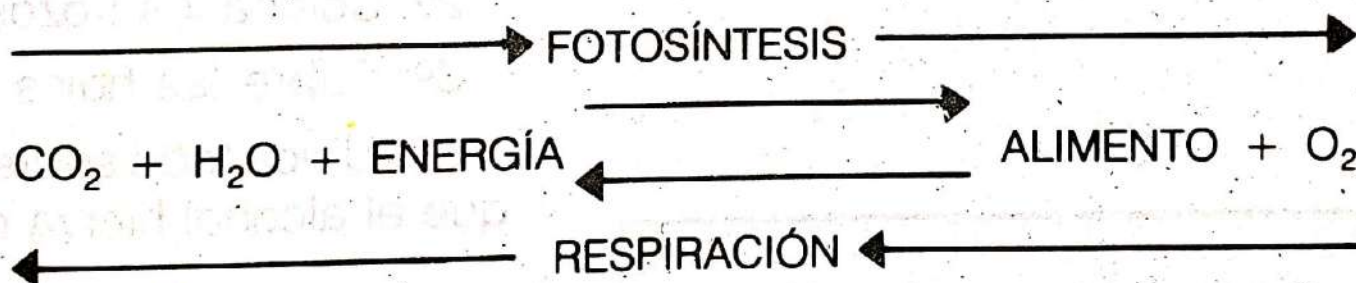
1. Los seres vivos obtienen energía a partir de los alimentos.
2. Para obtener la energía necesitan respirar incorporando oxígeno.
3. Con el oxígeno incorporado oxidan el alimento, liberan energía para funcionar y producen dióxido de carbono y agua.
4. Eliminan el dióxido de carbono completando su proceso de respiración.

Fotosíntesis y respiración

Para reafirmar los conceptos desarrollados anteriormente presentamos un cuadro comparativo entre ambos procesos.

	FOTOSÍNTESIS	RESPIRACIÓN
H ₂ O	se consume	se produce
CO ₂	se consume	se elimina
ALIMENTO	se produce	se consume
ENERGÍA	se consume y se almacena	se libera
O ₂	se elimina	se consume

Como conclusión del cuadro anterior podemos afirmar que *fotosíntesis y respiración son procesos inversos*, lo cual se hace todavía más evidente si comparamos sus ecuaciones simplificadas.



Introducción

En el desarrollo del capítulo anterior realizamos el estudio analítico de los procesos que cumplen los seres vivos para proveerse de materia y obtener a partir de ella la energía necesaria para la vida.

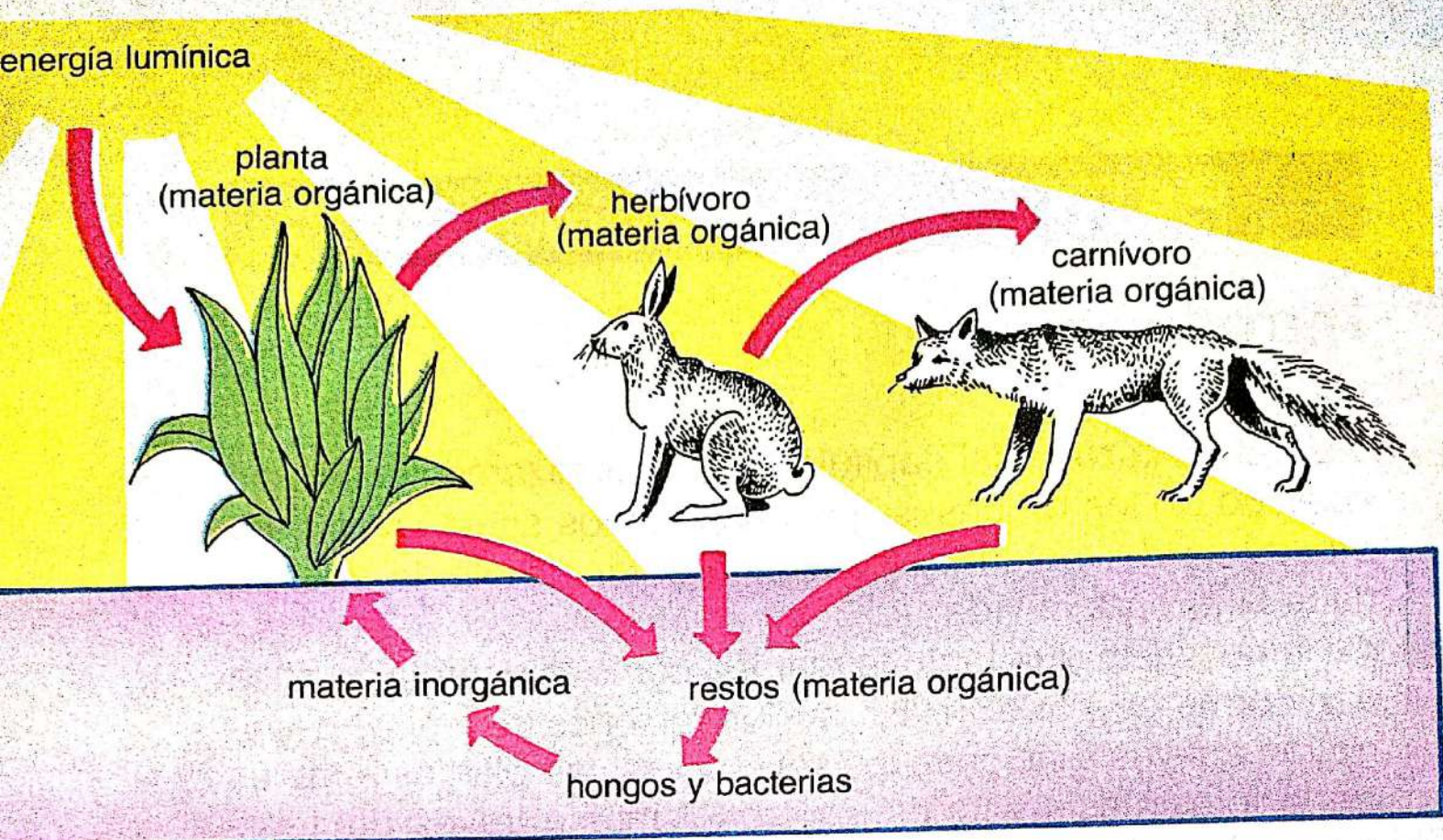
Hemos visto que tanto la materia como la energía pueden transformarse y que en las transformaciones de ambas desarrollan activas funciones los seres vivos: las plantas a través de la fotosíntesis y todos los organismos a través del fenómeno de la combustión relacionado con la respiración.

El mundo viviente mantiene en constante dinámica a la materia y a la energía al establecerse entre los organismos relaciones tróficas (de alimentación) que determinan una transferencia o pasaje constante de materia —y de la energía acumulada en ella— de unos seres vivos a otros, que de este modo aseguran su existencia.

Se establece un ciclo constante al que los ecólogos denominan *flujo de la materia y rutas de la energía*, en el que el papel desempeñado por los seres vivos es similar al de los distintos eslabones de una cadena unida por sus extremos.

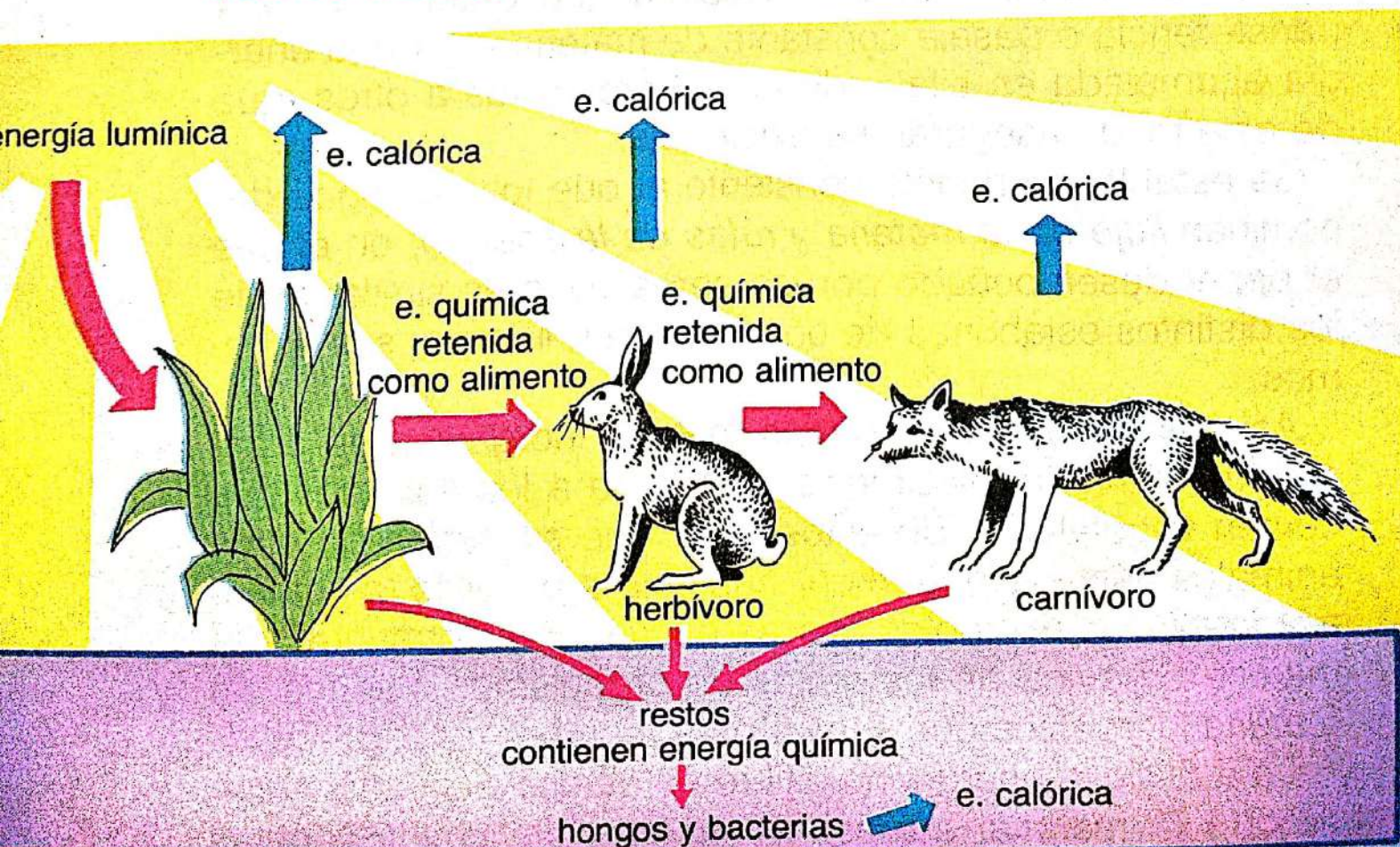
Así, las plantas transforman materia inorgánica en orgánica mediante la fotosíntesis, que pasa a los animales que comen vegetales, y de éstos a los que se nutren de otros animales hasta que, al morir cualquiera de ellos (plantas o animales), los microbios cierran el ciclo transformando a la materia orgánica de los restos de organismos muertos, en materia inorgánica que servirá para recomenzar el proceso.

La ruta de la energía no difiere en mucho del camino que recorre la materia. Ingresa como energía luminosa en la



Flujo de la materia.

Ruta de la energía.



fotosíntesis vegetal y queda retenida como energía química en los alimentos elaborados. El aprovechamiento del alimento por cada organismo, irá liberando progresivamente la energía acumulada que retorna al ambiente como calor. Los microbios, en la parte final de esta ruta, son los encargados de liberar el último resto de energía presente en la estructura de los organismos que han muerto.

Diversidad ecológica de los seres vivos

Generalidades

Todos sabemos que los vegetales no son todos iguales. Conocemos que ocurre lo mismo con respecto a los animales.

Existe en los dos casos una gran variedad o diversidad de organismos, que obliga tanto a botánicos como a zoólogos a establecer complicadas clasificaciones taxonómicas para agrupar plantas y animales teniendo en cuenta sus caracteres comunes.

Según los ecólogos, las dificultades para establecer una clasificación son menores. Alcanza con poder establecer si el organismo que se va a clasificar cumple alguno de los tres requisitos siguientes:

- a) Produce materia orgánica a partir de la inorgánica.
- b) Sólo consume materia orgánica que no puede producir.
- c) Descompone la materia orgánica y la transforma en inorgánica.

Sobre esta sencilla base se divide a los seres vivos en tres grandes grupos:

- organismos *productores*
- organismos *consumidores*
- organismos *descomponedores*

Los productores

Toda planta provista de clorofila es un organismo *productor*. Los productores se distinguen por su capacidad para retener la energía luminosa y emplearla en la transformación de materia inorgánica en sustancias orgánicas (mediante la fotosíntesis), que sirven de alimento para ellos mismos y para los restantes seres vivos.

Los productores son organismos *fotosintetizadores*.

Se los denomina también organismos *autótrofos*, ya que al "fabricar" su propio alimento se nutren por sí mismos. Son, comúnmente, los organismos más abundantes en

Los vegetales verdes por su capacidad fotosintética son los productores de la naturaleza.



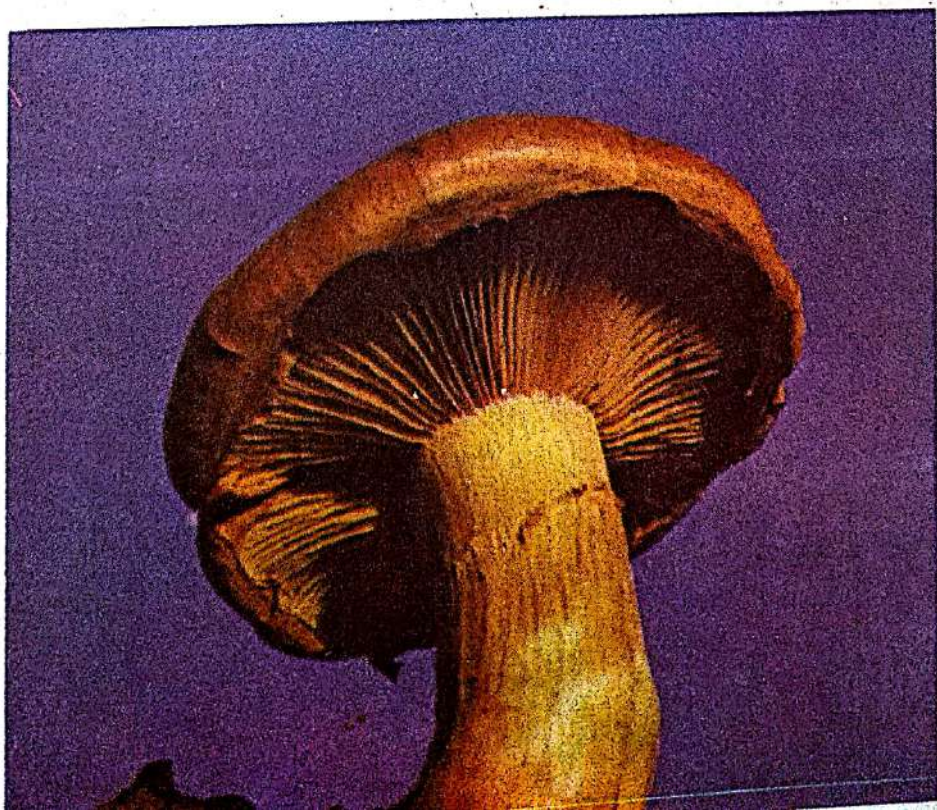
cualquier ecosistema, puesto que de ellos depende la producción de alimento para toda la biocenosis, ya que los animales son incapaces para elaborar alimentos por sí mismos.

Por su capacidad autotrófica debemos considerarlos como organismos *independientes* o *autosuficientes*.

Debemos ubicar siempre a los productores en el punto inicial o primer nivel de los procesos conjuntos que hemos descrito como flujo de la materia y rutas de la energía.

No todos los vegetales son productores. Los hongos, carentes por completo de clorofila, son incapaces de elabo-

Los hongos son vegetales incapaces de realizar la fotosíntesis porque carecen de clorofila.

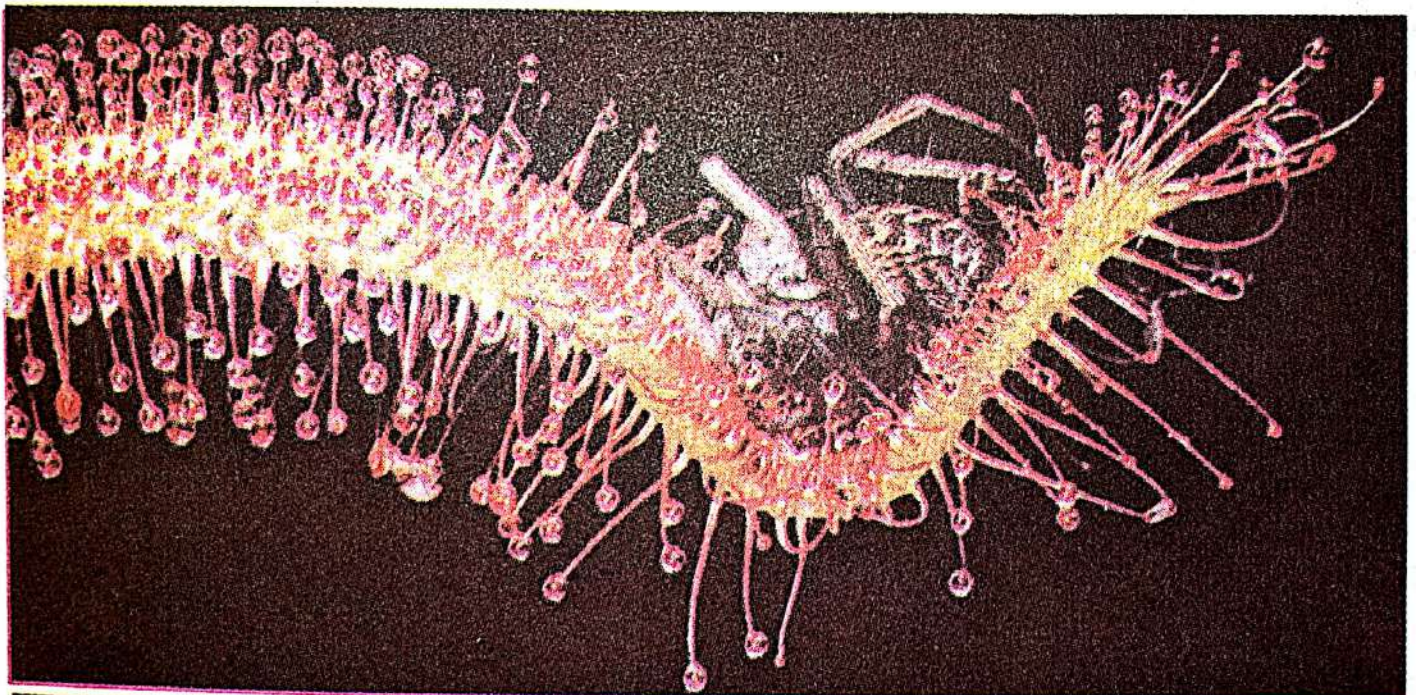


rar su propio alimento y, por ende, se ven obligados a obtener materia orgánica de otros seres vivos o de sus restos.

Las plantas insectívoras, mal llamadas "carnívoras", son organismos productores, puesto que sus órganos poseen clorofila y elaboran materia orgánica mediante el proceso de fotosíntesis.

Todas estas plantas se desarrollan siempre en suelos pobres en nitrógeno, elemento necesario para el desarrollo y abundante en los organismos vivos, que sólo consiguen en cantidad suficiente al aprovechar las sustancias que se

Los pelos glandulosos de la drosera liberan una sustancia que disgregará el cuerpo de la araña.



encuentran en los cuerpos de los insectos que atrapan, mediante delicados mecanismos adaptativos, de variedad sorprendente.

Los consumidores

Son los organismos que, siendo incapaces de sintetizar su propio alimento, obtienen la materia nutricia de otros seres vivos.

Mediante el proceso de digestión son capaces de trans-

Por su dieta exclusivamente herbívora, el conejo es un consumidor de primer orden.



formar las sustancias orgánicas que ingieren en un nuevo tipo de materia orgánica, de composición más sencilla, de la que obtienen la energía para vivir mediante el proceso de combustión. También emplean esas sustancias simples como materia prima para elaborar compuestos orgánicos más complejos que sirven para su crecimiento.

Son consumidores todos los animales u organismos *heterótrofos* (que se nutren de otros) y también los hongos parásitos.

Los consumidores, a diferencia de los productores, son *organismos dependientes* ya que precisan proveerse del alimento que no pueden elaborar y dependen forzosamente de las plantas que sí elaboran alimentos.

Existen diferentes tipos de consumidores que pueden diferenciarse según se nutran directamente de vegetales o de otros animales.

A los mencionados en primer lugar, consumidores de vegetales, se los llama comúnmente *herbívoros*, y son los consumidores de 1er. orden.

Los animales que se nutren de otros, comúnmente *carnívoros*, son consumidores de 2do. o mayor orden, según se nutran comiendo animales herbívoros u otros carnívoros.

Los descomponedores

Son organismos capaces de transformar la materia orgánica de los restos de animales y vegetales muertos en materia inorgánica.

Son microorganismos del tipo de los hongos o de las bacterias.

Pueden considerarse como microconsumidores que aprovechan el escaso resto de energía acumulada en la materia orgánica de los cadáveres de animales y vegetales.

Por su modo de actuar intervienen en la última etapa del ciclo de la materia y se ubican al término de la ruta de la energía, devolviendo al ambiente la última porción de la misma retenida en el sistema viviente.



Observación microscópica de un cultivo de hongos saprófitos. Este tipo de hongos obtiene su alimento de restos de organismos muertos.

Cadenas alimentarias

Generalidades

Ninguna biocenosis puede considerarse completa si no existen en ella los tres tipos de organismos que acabamos de estudiar.

Entre los productores, consumidores y descomponedores se establece una relación continua y permanente con características de proceso cíclico, en el que materia y energía se transfieren de unos a otros.

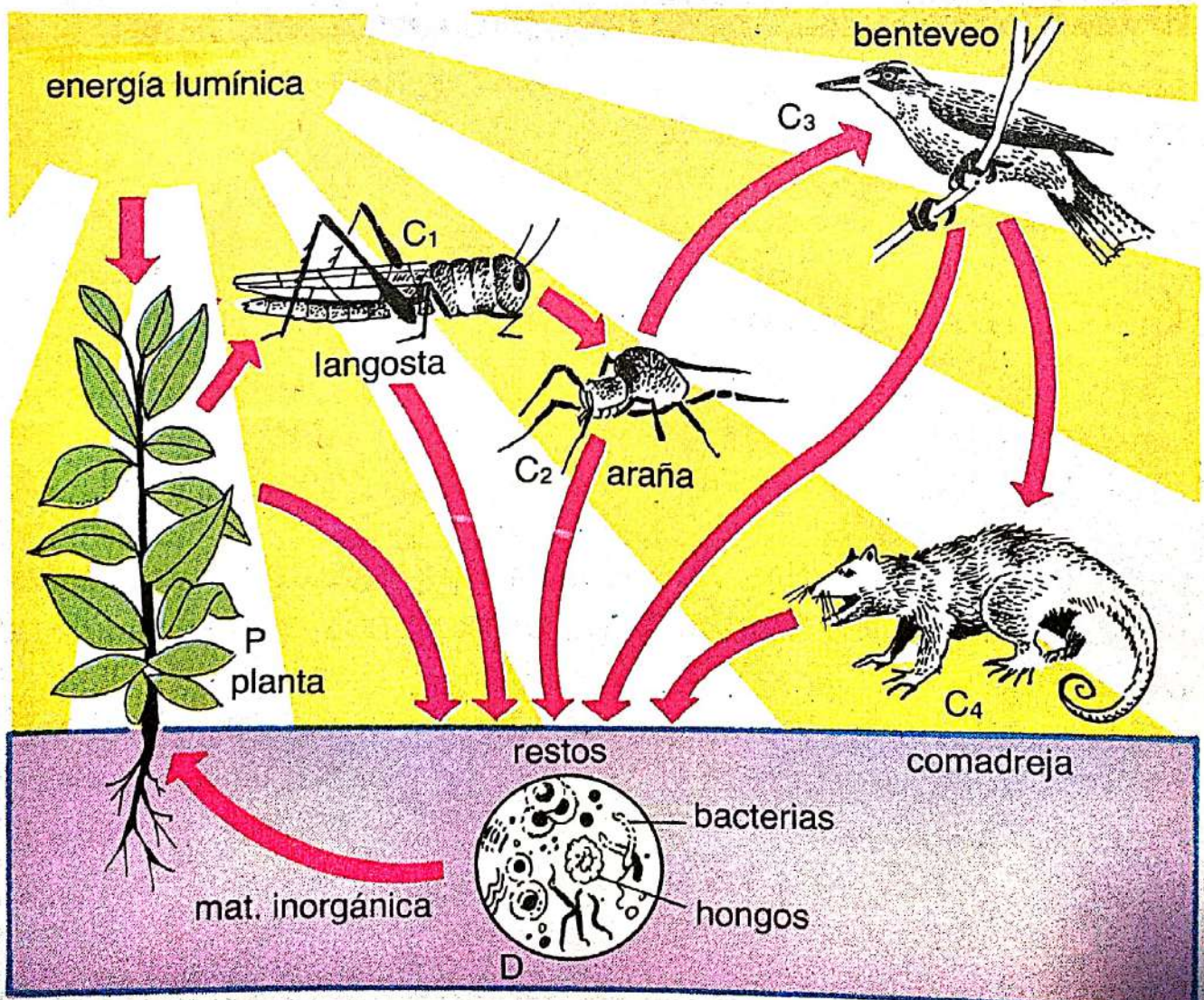
Esta relación constituye la llamada CADENA ALIMENTARIA.

Una cadena alimentaria es una sucesión ordenada de organismos en la que cada uno de sus integrantes se alimenta del que lo precede y, a su vez, es comido por el que lo sigue.

Cadena en el medio aeroterrestre

En el medio aeroterrestre una planta verde cualquiera elabora alimento por fotosíntesis; sus hojas sirven de alimento a las langostas; éstas pueden ser atrapadas y consumidas por arañas, que sirven de alimento a algunos pájaros como el benteveo; el que puede ser matado y consumido por una comadreja.

Cadena alimentaria en el medio aero-terrestre.



Cualquiera de estos organismos puede morir naturalmente y sus restos, o los despojos que deje cada uno de ellos al comer al anterior, serán aprovechados por los microorganismos descomponedores del suelo.

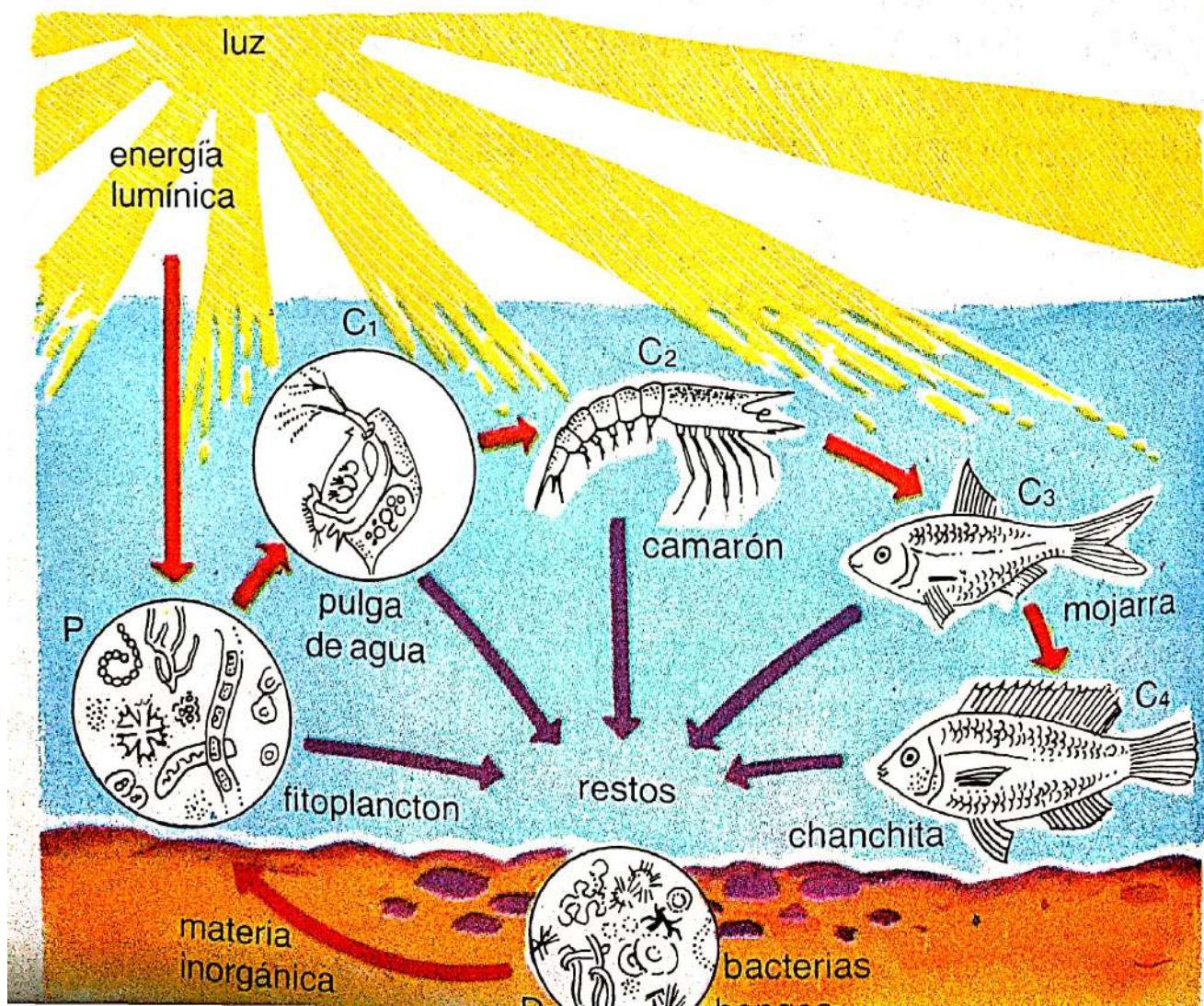
Se establece de esta manera una secuencia cíclica, la cadena alimentaria.

Toda cadena alimentaria está integrada por productores (P); consumidores de distintos órdenes (C_1), (C_2), (C_3), (C_4) y es cerrada por descomponedores (D).

Cadena en el medio acuático

En el medio acuático las cadenas alimentarias se constituyen de manera similar a la descrita en el ambiente aerotérrestre.

Cadena alimentaria en el medio acuático.



Las microscópicas algas integrantes del fitoplancton retienen con su clorofila la energía luminosa y elaboran alimento mediante la fotosíntesis. Las pulgas de agua se alimentan de fitoplancton y sirven de alimento a los camarones, que a su vez son comidos por las mojarra, las que suelen ser víctimas de las chanchitas.

Cualquiera de ellos puede morir y sus restos, al llegar al fondo, serán transformados en materia inorgánica por los hongos y las bacterias.

La materia inorgánica resultante, disuelta en el agua, servirá para que los productores recomiencen el ciclo nuevamente.

Caracteres comunes de las cadenas alimentarias

La mayoría de las veces las cadenas tienen una estructuración simple y corta, puesto que en la transferencia de materia y energía, que se efectúa de uno a otro componente de la cadena, se produce una pérdida considerable (alrededor del 90 %). De tal modo materia y energía disponibles se agotan rápidamente.

Es por esa razón que en cualquier biocenosis la proporción de individuos productores (en número o en peso) es mayor que la de consumidores de 1er. orden, siendo escasamente representativa la proporción de individuos consumidores de 4to. orden o de niveles tróficos mayores.

La red de la vida

Las cadenas alimentarias que hemos descripto son propias del ecosistema analizado en el Trabajo de campo (ver Capítulo 1). No son las únicas que pueden establecerse, ya que muchos otros individuos de otras especies forman

parte de la misma biocenosis y se alimentan de los organismos mencionados o sirven de alimento a ellos.

Se establecen de esta manera numerosas cadenas en el mismo ecosistema, en las cuales individuos de la misma especie intervienen como "eslabones" comunes a dos o más cadenas alimentarias, originando así una compleja trama: *la red de la vida*, resultante del entrecruzamiento de las diferentes cadenas existentes en la biocenosis.

Sobre la base de los individuos integrantes de la biocenosis componente del ecosistema estudiado en el Trabajo de campo, podemos analizar, esquemáticamente, las cadenas alimentarias allí existentes y verificar sus interrelaciones estableciendo las redes de la vida en el medio aeroterrestre y en el medio acuático, de acuerdo con los siguientes diagramas:

