

Bloque II

Comprendes la dinámica de los ecosistemas que integran la biosfera

Litosfera

Es la capa sólida superficial del planeta, es rígida y está formada por la corteza continental (donde están los continentes) y la corteza oceánica. Ambas flotan sobre la astenosfera.

La litosfera está fragmentada en diferentes placas litosféricas o tectónicas:



Figura 2.17. Placas tectónicas

La astenosfera es en realidad roca fundida a muy altas presiones y temperaturas, por lo tanto es muy viscosa y presenta movimientos de convección que hacen que las placas tectónicas que se encuentran sobre ellas se desplacen lentamente y choquen unas con otras.

Normalmente una placa se mueve por debajo de la otra, en un proceso llamado subducción, lo que provoca que al emerger la lava por las fracturas y espacios que presentan las capas tectónicas los volcanes se formen y erupcionen. Los choques de las placas provocan también los sismos y la formación de cadenas montañosas.

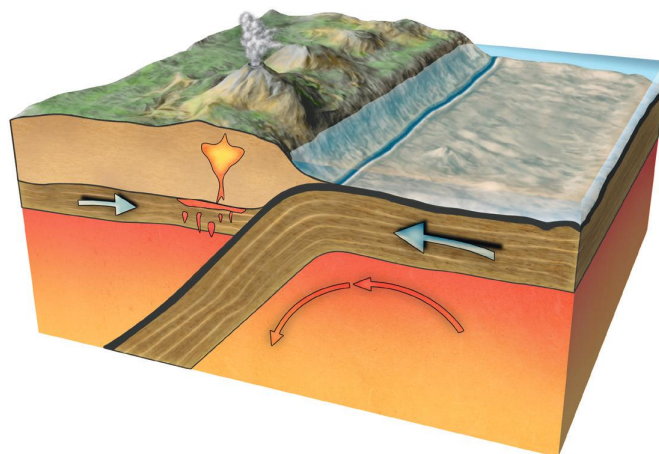


Figura 2.18. Proceso de subducción

Es este movimiento de las placas tectónicas lo que ha provocado la formación de *supercontinentes*, como Rodinia y Pangea, en el pasado. Y este movimiento continúa operando, por lo cual la configuración actual de los continentes (Asia, Oceanía, África, Europa, América y Antártida) se altera de forma permanente, lo que seguramente se notará dentro de varios miles o millones de años.

El que los continentes se unan o se separen ocasiona cambios en los ecosistemas, porque aísla a las especies y éstas pueden evolucionar por separado, como pasó con los canguros y los koalas, que en libertad solo se encuentran en Australia.

Por otro lado, las erupciones volcánicas emiten partículas a la atmósfera que provocan su enfriamiento al impedir el paso de los rayos solares, y si son significativas pueden llegar a contribuir a fenómenos de glaciaciones que promueven la extinción de muchas especies, como los mamuts en la última glaciación del Cuaternario.

También la litosfera, al ser desgastada por la acción del agua, el viento, la radiación solar y los organismos, da lugar a la formación de suelo –como viste en el bloque I– y es este suelo una parte fundamental de los ecosistemas, porque es el sustrato que soporta a la vida, tanto vegetal como animal.

Como puedes ver, el planeta es muy dinámico y todos sus componentes están interconectados, por lo tanto, para comprender los alcances de un fenómeno es necesario estudiar las interacciones de ese fenómeno en los diversos compartimientos del planeta, como lo has venido haciendo.



Aprende más

Ciclos biogeoquímicos y flujo de materia

Ya hemos dicho que todo en la naturaleza está interconectado, podrás ver entonces que esta interconexión se origina en el flujo constante de energía –como acabas de revisar– y materia entre los diferentes compartimientos. Estos procesos se llaman ciclos biogeoquímicos, porque los elementos y moléculas químicas esenciales para la vida, como nitrógeno, fósforo, azufre, oxígeno, y moléculas como el agua, se mueven entre los seres vivos, el suelo, la corteza terrestre, la hidrosfera y la atmósfera.

Estos movimientos se realizan mediante procesos que permiten los cambios de estado físico, como es el caso del ciclo del agua, o transformaciones químicas que involucran cambios en el estado de oxidación de un elemento y la proporción o tipos de átomos a los cuales se encuentran enlazados. Estas características les permiten a las moléculas de cada ciclo encontrarse en diferentes estados físicos y transitar entre los diferentes compartimientos de la biosfera (atmósfera, litosfera e hidrosfera).

El transporte en la biosfera facilita el paso de un nivel trófico a otro; por ejemplo, las plantas toman gases como CO_2 del aire a través de sus estomas y absorben diferentes minerales a través de la raíz; todas estas moléculas y elementos químicos son necesarios para su metabolismo, de esta manera es posible que las plantas sintetizen moléculas orgánicas como carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

Los animales herbívoros, al consumir estas plantas asimilan los nutrientes para poder sintetizar otras moléculas orgánicas más complejas y fundamentales para sus diferentes actividades metabólicas. Los carnívoros posteriormente transfieren estos elementos a otro nivel al morir o simplemente liberando sustancias químicas por medio de la respiración, el sudor, la orina o las heces, devolviendo al suelo y a la atmósfera lo que tomaron antes.

La relación entre materia y energía en cada ciclo está asociada a la formación o ruptura de los enlaces que constituyen una molécula o que se presentan entre diferentes moléculas.

Revisemos con detalle los ciclos biogeoquímicos más importantes.

Ciclo del fósforo

El fósforo es el onceavo elemento más abundante en la corteza terrestre, constituyendo el 0.11% de su masa. Su principal fuente son los minerales denominados apatitas, como el fluorapatita, $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}]$ y el hidroxapatita $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}]$. En el cuerpo humano el fósforo es el segundo mineral más abundante, después del calcio, y puede encontrarse en forma inorgánica, combinado con otros minerales, o en compuestos orgánicos. Aproximadamente entre el 80 y el 90% del fósforo del organismo se combina para formar fosfato cálcico $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$, utilizado para el desarrollo de los huesos y dientes. Al igual que con el calcio, los huesos son las principales reservas de sales de fosfato del organismo. Otras sales de fosfato como el fosfato disódico/monosódico, intervienen en el equilibrio ácido-base de fluidos corporales como la sangre y en el pH al interior de las células. Los fosfatos restantes de nuestro organismo se encuentran en diversas formas orgánicas entre ellas:

1. Los fosfolípidos, parte de la membrana celular.
2. El Ácido Desoxirribonucleico (ADN), el Ácido Ribonucleico (ARN), moléculas fundamentales en la transferencia de la información hereditaria.
3. En otros nucleótidos que cumplen un papel preponderante en la producción de energía, como son el Adenosín Trifosfato, (ATP), Adenosin Difosfato (ADP) y Adenosin Monofosfato (AMP).
4. Los fosfágenos, que participan en la contracción muscular.

La cantidad diaria recomendada de fósforo en la dieta de un hombre o una mujer adultos es de 800 mg, mientras que algunos cultivos, bacterias y virus necesitan contenidos aún mayores para su actividad normal.

El ciclo del fósforo tiene como principal característica que no tiene ninguna etapa atmosférica, químicamente el fósforo está unido al oxígeno formando el anión fosfato (PO_4^{-3}) en rocas, suelos o en el agua. El contenido de fósforo en la mayoría de las rocas sedimentarias, –como el mineral de las rocas **magmáticas**–, es más alto que en el promedio de la corteza.



Magmática: Se aplica a rocas que se forman por la solidificación del magma, de la lava expulsada por los volcanes al hacer erupción.

El fósforo contenido en las rocas y suelos se disuelve por la acción de la lluvia y es arrastrado a lagos, ríos o al mar, donde es utilizado por los organismos, sobre todo por los productores. El fósforo pasa de un organismo a otro cuando el segundo se alimenta del primero y el organismo consumidor lo almacena en sus células, desechando el excedente. Una parte llega al mar, donde se deposita en los lechos marinos. Los organismos descomponedores facilitan la reincorporación del fósforo al ciclo.

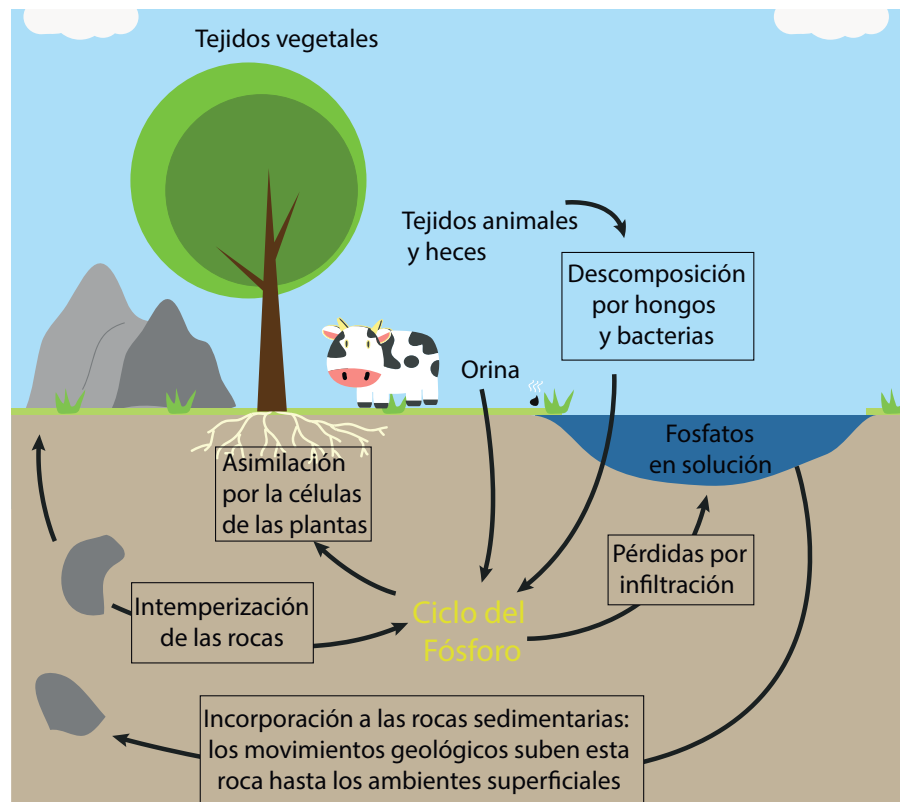


Figura 2.19. Representación del ciclo del fósforo

Bloque II

Comprendes la dinámica de los ecosistemas que integran la biosfera

Como se mencionó anteriormente, el fósforo es muy importante para todos los organismos, pero es relativamente escaso en la corteza terrestre, por lo cual se considera un elemento **biolimitante**, de ahí que sea necesario agregarlo a los fertilizantes para asegurar el adecuado crecimiento de las plantas y organismos que consumimos.



Biolimitante: Son aquellos elementos que por su escasa proporción en un medio, o por no encontrarse en la forma adecuada para ser aprovechados por los seres vivos, suponen un factor decisivo para el desarrollo de los mismos, ya que limitan el crecimiento de las poblaciones

Tomado de: http://www.iessierrasur.es/fileadmin/template/archivos/BiologiaGeologia/documentos/Ciencias_de_la_Tierra/BIOS_T2_CICLOS_BIOGEOQUIMICOS.pdf

El estilo de vida actual del ser humano tiene una incidencia directa en los ciclos biogeoquímicos. En el caso del ciclo del fósforo, éste es alterado al extraer minerales que contienen fosfato para utilizarlo como materia prima en la fabricación de fertilizantes que serán utilizados sobre los suelos de cultivo. Una vez liberado al ambiente, es transportado por el agua de riego, lluvia o escorrentía hasta cuerpos de agua, como lagos y ríos, donde en combinación con iones nitrato y amonio y en presencia de luz solar promueve la sobrepoblación de algas unicelulares y el crecimiento desmedido de plantas silvestres acuáticas, en un proceso conocido como eutrofización. Durante este proceso, los ecosistemas acuáticos ven reducida la concentración de oxígeno disuelto, lo cual hace poco factible la existencia de la mayoría de las especies que previamente formaban el ecosistema.

Ciclo del nitrógeno

La atmósfera contiene alrededor de 78% de nitrógeno gaseoso (N_2) y, por lo tanto, constituye la principal reserva de este importante elemento. El nitrógeno es un componente fundamental de biomoléculas, como las proteínas, muchas vitaminas y los ácidos nucleicos (ADN y ARN). Ni las plantas ni los animales poseen los mecanismos que les permitan tomar el nitrógeno de la atmósfera y utilizarlo, para ello se requiere una transformación de éste a compuestos solubles para que sea asimilable por los organismos.

Este primer paso de gas a compuestos solubles es realizado durante la fijación, donde las plantas establecen una relación simbiótica, —estudiada en el bloque I—, con las bacterias fijadoras de nitrógeno que se encargan de absorber el mismo y transformarlo a amonio. Luego entran en acción las bacterias nitrificantes, que se dividen en dos grupos, uno de ellos transforma el catión amonio en el anión nitrito y el otro grupo transforma el anión nitrito en anión nitrato, que puede así ser asimilado por la planta.

Las tormentas eléctricas, los incendios forestales y la quema de combustibles fósiles combinan el nitrógeno con el oxígeno mediante procesos no biológicos, y producen óxidos de nitrógeno. Los fertilizantes sintéticos a menudo contienen amoníaco, nitrato o ambos. Las plantas incorporan el nitrógeno del amoníaco y del nitrato en sus aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos y vitaminas. Estas moléculas nitrogenadas de la planta son consumidas tarde o temprano, ya sea por consumidores primarios, por **detritívoros** o por descomponedores. A medida que corre la red alimenticia, parte del nitrógeno queda en libertad en los desechos y cadáveres, donde las bacterias descomponedoras presentes en el suelo y el agua lo convierten de nuevo en nitrato y amoníaco.



Detritívoros: En un ecosistema, son los organismos que se alimentan de la materia de desecho de la comunidad –hojas muertas, ramas y troncos, raíces de plantas, heces, cadáveres, etc. El término incluye a carroñeros y descomponedores. Su importancia se aprecia si se tiene en cuenta que en el ecosistema del bosque mediterráneo maduro, cerca del 80% de la materia producida por las plantas es consumida por detritívoros.

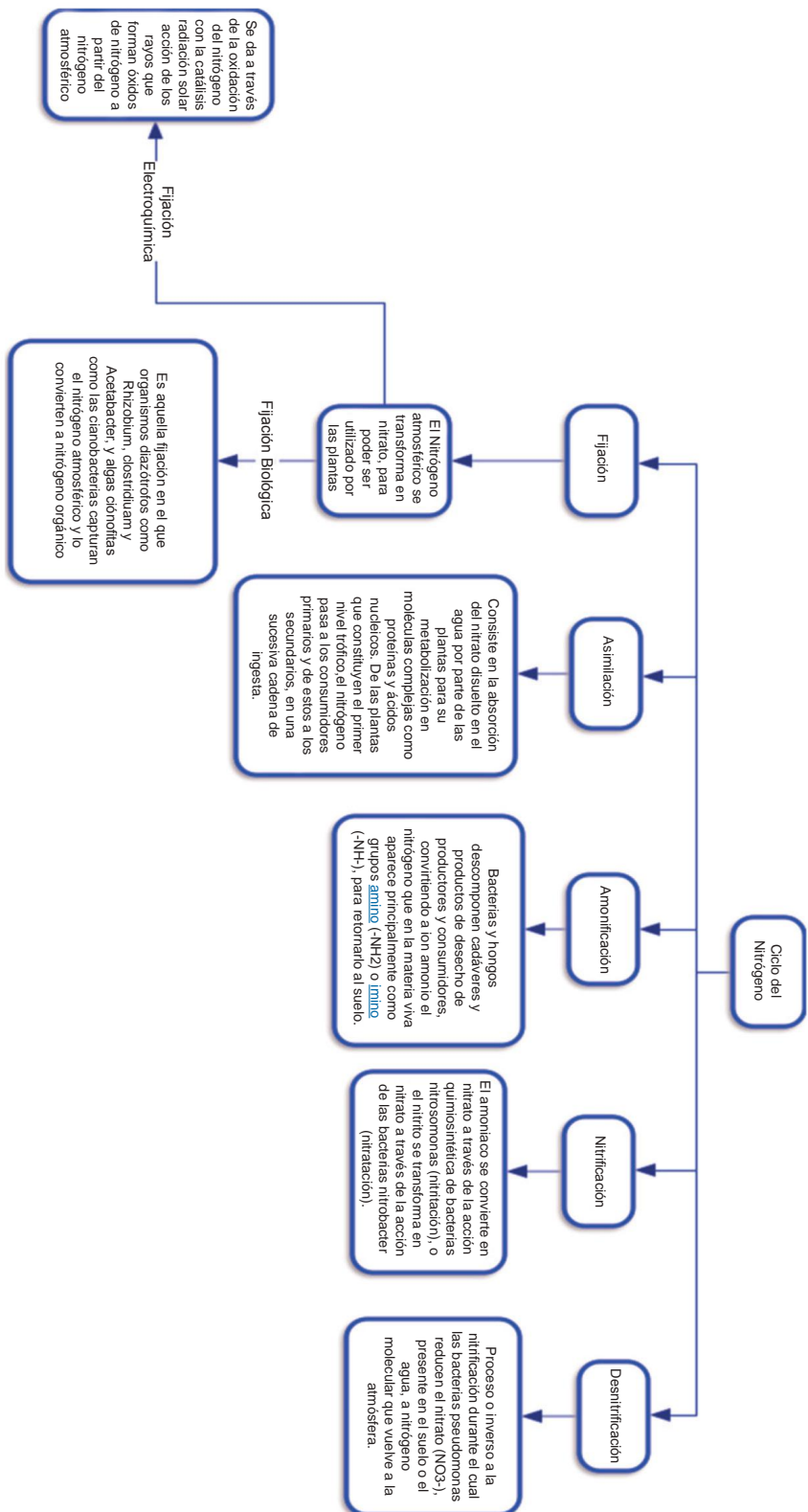
Tomado de: <http://contenidos.educarex.es/mci/2004/21materiales/glosario/eco7.htm>

Esta forma de nitrógeno queda disponible para las plantas; los nitratos y el amoníaco en el suelo y el agua constituyen una segunda reserva. El ciclo del nitrógeno se completa por el continuo retorno del nitrógeno a la atmósfera gracias a bacterias desnitrificantes. Estos habitantes de los suelos húmedos, pantanos y estuarios descomponen el nitrato y devuelven óxido nitroso o nitrógeno –ambos en estado gaseoso– a la atmósfera.

Observa en la siguiente figura las transformaciones del nitrógeno a través de su ciclo e identifica en ella las 5 formas de acceso al nitrógeno por los seres vivos:

Bloque II

Comprendes la dinámica de los ecosistemas que integran la biosfera



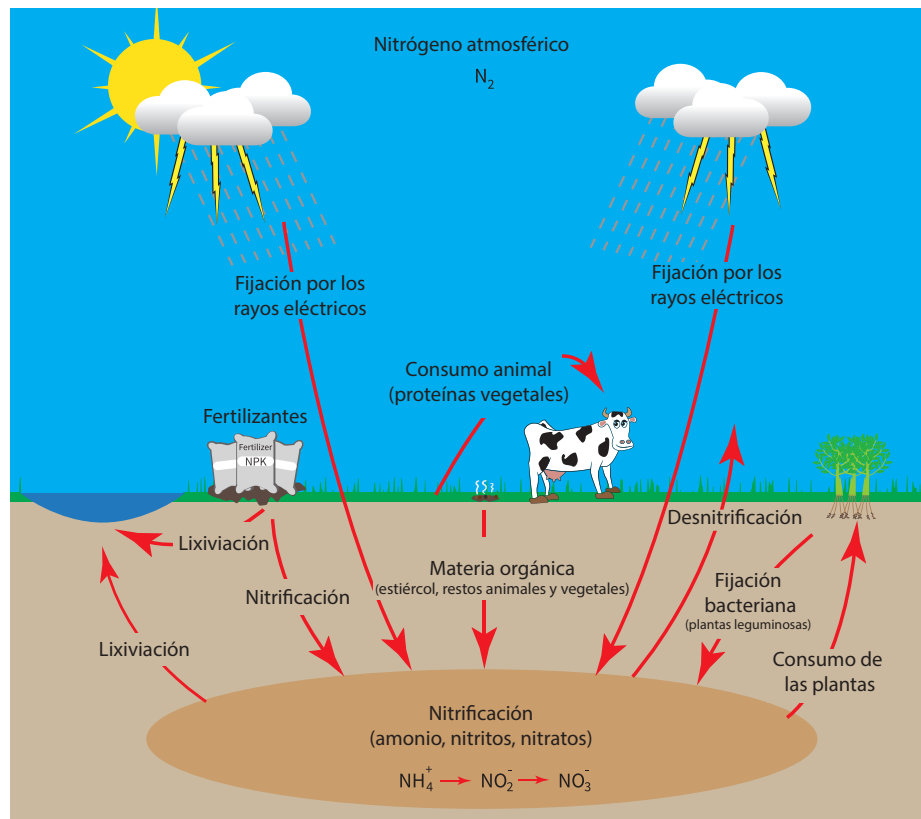


Figura 2.21. El ciclo del nitrógeno

La actividad humana ha alterado profundamente el ciclo del nitrógeno a través de la adición de fertilizantes nitrogenados a los cultivos para incrementar su productividad. Como acabas de revisar, este elemento es muy móvil entre la atmósfera, la hidrosfera y el suelo, dado que a través de los procesos de fijación, nitrificación y desnitrificación cambia de estado de agregación y de forma química $-NO_x$ y óxido nitroso o N_2O . Son justo estos intermediarios los que causan problemas ambientales, como la lluvia ácida o el cambio climático, que revisaremos con más detalle en el siguiente bloque.

Ciclo del carbono

El átomo de carbono es uno de los elementos de mayor versatilidad química, lo que le permite asociarse mediante enlaces covalentes polares o apolares con diferentes elementos, por esta razón es el principal elemento estructural de las biomoléculas, –carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos– que constituyen todos los seres vivos.

Bloque II

Comprendes la dinámica de los ecosistemas que integran la biosfera

En la naturaleza el carbono se encuentra distribuido en grandes depósitos en rocas y sedimentos (75×10^{15} T), aguas saladas (38×10^{12} T), combustibles fósiles (4×10^{12} T), hidratos de metano del manto (10^{13} T) y las biomoléculas, que contienen alrededor de 2×10^{12} T (0.003% del total del carbono total del planeta, el 99.99% en la biomasa terrestre, especialmente en forma de **humus** o materia orgánica muerta).



Humus: Capa superficial del suelo, constituida por la descomposición de materiales animales y vegetales.
Tomado de: <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=humus>

Los principales reservorios de carbono por orden de importancia son:

- 1) Los océanos.
- 2) La vegetación, los organismos y los suelos.
- 3) La atmósfera, donde se encuentra en forma de dióxido de carbono.
- 4) Otra fracción del carbono se fija como petróleo y gas natural.

El ciclo comienza con el CO_2 atmosférico en estado gaseoso, que constituye una porción relativamente pequeña pero muy significativa del carbono global.

El carbono contenido en el dióxido de carbono es removido de la atmósfera por los organismos fotosintéticos (plantas, fitoplancton, algas y bacterias), para construir biomoléculas con ayuda de la energía solar. Estas moléculas ricas en carbono se almacenan en los tejidos de estos organismos, pero una pequeña fracción de el carbono se libera de nuevo a la atmósfera como CO_2 como resultado de la respiración.

El carbono almacenado en los tejidos se transfiere entre las cadenas tróficas en forma de alimento: de las plantas pasa a los animales consumidores cuando estos se alimentan. Sin embargo, la mayor parte pasa a través de tejidos muertos (cadáveres, heces, pelo, plumas, uñas, escamas o exuvias, es decir, los exoesqueletos que abandonan los artrópodos luego de la muda) al suelo, en el caso de los ecosistemas terrestres, o bien, al **bentos**, o queda suspendido en el agua, en el caso de los ecosistemas acuáticos; los organismos saprófagos toman carbono del suelo.



Bentos: Término que se refiere a los organismos que viven en los fondos marinos, lacustres o fluviales, ya sea enterrados o sobre el sustrato, estos últimos pueden estar fijos o desplazarse sobre él.

Tomado de: <http://etimologias.dechile.net/?bentos>

En el suelo, otra porción del carbono se integra a la formación de las rocas calizas, compuestas por carbonato de calcio (CaCO_3), y una más se almacena en los arrecifes, ya que los pólipos de coral utilizan el CO_2 para formar sus cubiertas de carbonato de calcio.

Es importante tomar en cuenta que la actividad humana emite grandes cantidades de CO_2 a la atmósfera, producto de la quema de combustibles de origen fósil, tales como el petróleo y el carbón, así como la emisión de gases por las industrias. Este exceso de CO_2 ha provocado una acumulación de este gas en la atmósfera que ha sido asociado al cambio climático global.

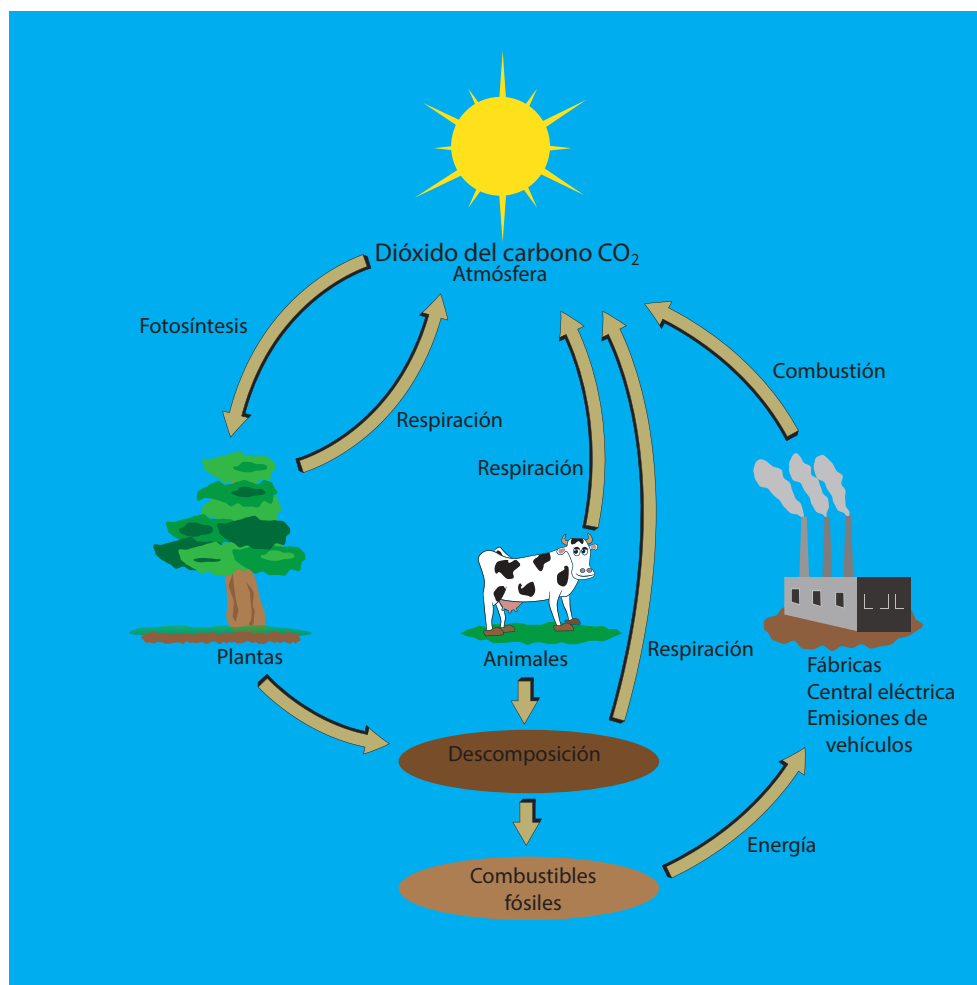


Figura 2.22. El ciclo del carbono