

## LOS MICROORGANISMOS II. INTERÉS BIOLÓGICO Y MÉTODOS DE ESTUDIO

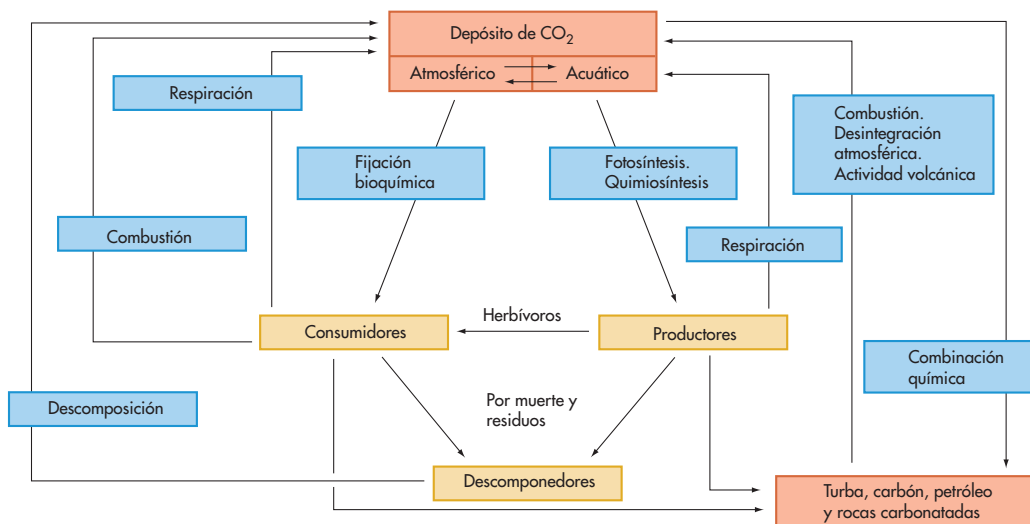
### 19.2. LOS CICLOS DE LA MATERIA

Todos los elementos necesarios para la vida (C, O, N, S y P) se encuentran sometidos en la biosfera a transformaciones cíclicas en las que intervienen los microorganismos. La interrupción de uno solo de estos ciclos implicaría la desaparición de la vida en un corto período de tiempo. La materia orgánica e inorgánica en la que se van integrando esos elementos en sus ciclos, así como la energía, se transmiten en los ecosistemas a través de cadenas alimentarias que se establecen entre los distintos organismos de las biocenosis.

Debido a la importancia, que como ves, tienen estos ciclos para la vida, insistimos en el refuerzo de los más importantes, que son los del carbono y del nitrógeno, y como ampliación, los del fósforo y del azufre.

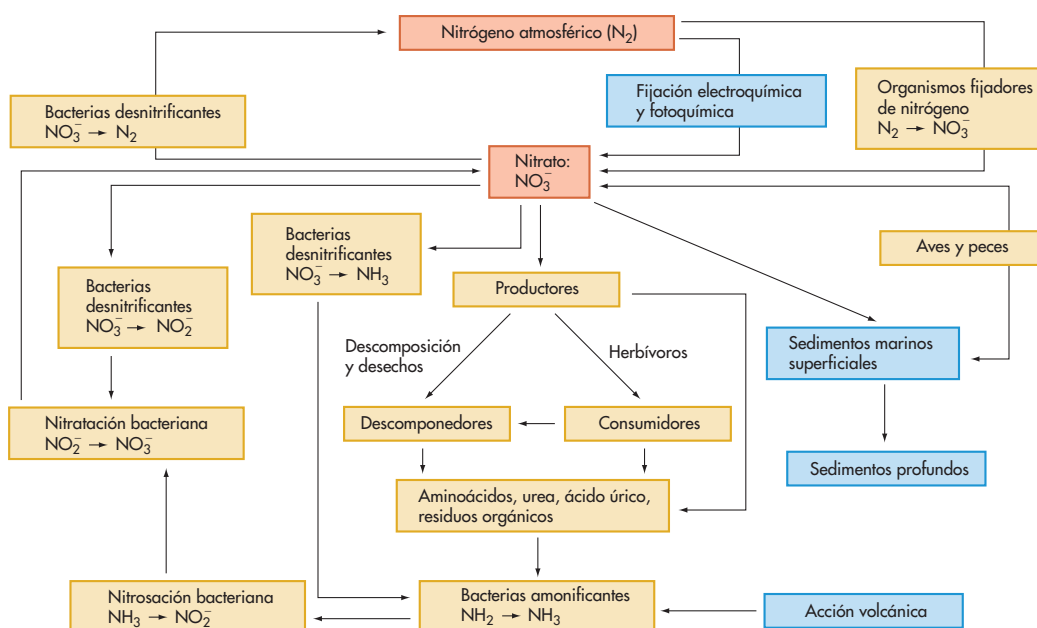
#### Ciclo del carbono

Este elemento es abundante en la atmósfera en forma del gas  $\text{CO}_2$ . Los autótrofos lo utilizan directamente en la fotosíntesis para producir glúcidos. El carbono regresa a la atmósfera como  $\text{CO}_2$  por medio de la respiración de los productores, de los consumidores y, sobre todo, de los descomponedores, casi al mismo ritmo con que es retirado de ella. Una cantidad adicional procede de la combustión, accidental o natural, de la madera.



## Ciclo del nitrógeno

El nitrógeno es el gas más abundante de la atmósfera (78-79% del aire). Sin embargo, los organismos encuentran gran dificultad para conseguirlo. A diferencia del carbono, las plantas no pueden asimilar el nitrógeno directamente de la atmósfera en forma gaseosa. Por esta razón, deben tomarlo del suelo (donde no es abundante), en forma de aniones nítricos ( $\text{NO}_3^-$ , nitratos) o cationes amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). Los consumidores obtienen su nitrógeno a partir de los ácidos nucleicos y proteínas de los productores.

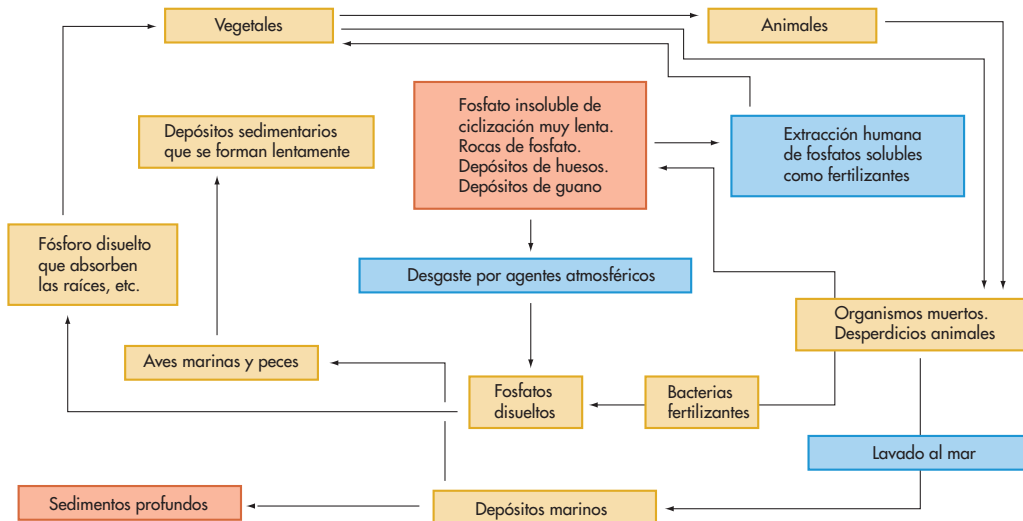


## Ciclo del fósforo

El fósforo (P) y el nitrógeno (N) se encuentran en la Tierra en una relación de 1:23 (la reserva principal de fósforo en la Tierra la constituyen las rocas sedimentarias fosfatadas –fosfatos–, que lo liberan al ser erosionadas). Sin embargo, los organismos deben poseer más cantidad de fósforo que de nitrógeno en sus tejidos. Por ello, este es el elemento más importante que puede limitar la producción de la biomasa en los ecosistemas.

El ciclo comienza a partir de los fosfatos disueltos que los productores incorporan a sus células. A través de ellos llega el fósforo a los consumidores. Cuando los organismos mueren, o a partir de sus desechos y excrementos, las bacterias fosfatizantes degradan los compuestos orgánicos de fósforo, transformándolos en fosfatos inorgánicos y completando el ciclo.

Gran parte de los fosfatos del suelo son arrastrados por las aguas superficiales y llegan al mar, donde constituyen sedimentos poco profundos que actúan como fuente de fósforo. Una pequeña cantidad de fósforo vuelve a la superficie de la Tierra a través del pescado o por el guano. Al explotarse los yacimientos de fosfato y utilizarse restos de pescado y guano como fertilizantes, se acelera tanto el proceso natural (al aumentar la cantidad de fósforo en circulación) como la velocidad del ciclo. Las prácticas agrícolas intensivas agotan rápidamente las disponibilidades de fósforo del suelo.

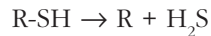


## Ciclo del azufre

Este ciclo es importante en los ecosistemas acuáticos, sobre todo en el mar, donde es muy abundante el ion sulfato. En tierra, el azufre del suelo procede de la descomposición de las rocas con minerales que lo poseen (pirita y calcopirita) o de la mineralización de la materia orgánica, fundamentalmente vegetal, que lo libera en forma reducida ( $H_2S$ ).

Las plantas y los microorganismos pueden utilizar los sulfatos directamente, como única fuente de azufre, reduciéndolos a la forma de sulfhidrilo (R-SH), como se encuentra en el aminoácido cisteína. También los utilizan para sintetizar los aminoácidos cistina y metionina. Algunas plantas que viven en suelos yesosos (las gipsófilas) almacenan azufre en sus hojas en forma de sulfatos.

El azufre orgánico presente en las proteínas vegetales es liberado en forma de sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ), al ser descompuestos los restos por gran número de microorganismos del suelo (bacterias y hongos):



En condiciones aerobias, el  $H_2S$  se oxida por la acción de las bacterias quimiosintéticas del azufre (básicamente *Thiobacillus*), formándose ion sulfato. Las *Thiobacillus* son responsables también de la acidificación del suelo al oxidar el azufre elemental a ácido sulfúrico. Debido a esto, en los suelos básicos pueden solubilizarse muchos minerales que serían insolubles a pH básico y quedan, de esta manera, disponibles para las plantas. Las bacterias reductoras del sulfato, en condiciones anaerobias, reducen este ion a  $H_2S$ , que puede depositarse en grandes cantidades en suelos siempre inundados, a los que aporta su olor característico.

