

Ciclo del Fosforo



El ciclo del fósforo es uno de los ciclos biogeoquímicos más lentos. Consiste en que el fósforo elemental se transfiere entre los componentes bióticos y abióticos de la Tierra; es decir, la litosfera, la biosfera y la hidrosfera.

La meteorización de las rocas fosfáticas da lugar a la liberación de sales de fosfato en el suelo, que pueden ser absorbidas por las plantas y utilizadas por las células para fabricar moléculas vitales como el ADN, el ATP y los fosfolípidos.

Características del ciclo del fósforo

Estos son algunos datos importantes sobre el ciclo del fósforo que debes conocer:

- En comparación con los elementos de otros ciclos, el fósforo es extremadamente raro. Esto significa que la disponibilidad de moléculas que contienen fósforo es, a menudo, el factor limitante para el crecimiento de las plantas en algunos lugares.
- El fósforo es raro, porque su reciclaje es extremadamente lento, ya que sus principales reservorios son las rocas fosfóricas y los sedimentos marinos. Esto implica que el fósforo pasa por: el proceso de meteorización química de las rocas, que tiene lugar a lo largo de muchos años; el proceso de levantamiento geológico de sedimentos marinos, que tiene lugar a lo largo de millones de años.
- El fósforo es un elemento muy reactivo. Por tanto, suele reaccionar y formar otros compuestos, y no solo en su forma elemental.
- En los seres vivos, el fósforo es un componente esencial de los nucleótidos, de los fosfolípidos y de la molécula de ATP (portadora de energía).

Debido a que el fósforo, prácticamente, no existe en forma gaseosa, la atmósfera no interviene en su ciclo en ningún momento. Por tanto, la transferencia del fósforo elemental se limita a la litosfera, la biosfera y la hidrosfera.

Siendo la litosfera la mayor reserva de fósforo, gran parte de este fósforo inorgánico no está disponible directamente para las plantas. Estas son algunas de las razones:

- El pH del suelo influye en la cantidad de iones fosfato disponibles para las plantas. Por eso, el pH del suelo debe mantenerse dentro de un estrecho margen y, si es demasiado ácido o alcalino, el fósforo puede reaccionar con otras sustancias. Esto significa que no puede ser absorbido por las plantas.

- El fosfato inorgánico suele adsorberse en las partículas del suelo, lo que lo hace inútil para la planta. El fósforo debe disolverse en agua para formar iones antes de que pueda ser absorbido por las plantas.
- A menudo, la cantidad de fósforo presente en el suelo es escasa, ya que se trata de una sustancia finita. Por eso, los agricultores utilizan fertilizantes que contienen fósforo para mejorar las características del suelo.

• Etapas del ciclo del fósforo

- El ciclo del fósforo es un sistema cerrado que se basa en la transferencia de fósforo entre los sedimentos, el suelo y el océano. La Figura 1 muestra las principales etapas que componen el ciclo del fósforo, en las que el grosor de las flechas indica la cantidad aproximada de fosfatos involucrados en cada etapa.
- **La meteorización de la roca fosfórica**
- La mayor parte del fósforo elemental se almacena en las rocas fosfáticas, por lo que la corteza terrestre es el mayor depósito o reservorio de fósforo. Con el tiempo, estas rocas se erosionan o desgastan (meteorización), al quedar expuestas al aire, lo que libera fosfato inorgánico (PO_4^{3-}). El agua de lluvia transporta estas sales de fosfato a los suelos y los cuerpos de agua. La actividad volcánica y los meteoritos también pueden contribuir a liberar fósforo en el suelo.

La absorción de fósforo por las plantas

Una vez que el agua de lluvia ayuda a transportar el fósforo al suelo, las plantas absorben el ion fosfato; esto ocurre por medio de transporte activo, a través de la raíz, que lo incorpora a sus biomoléculas. Las especies de plantas acuáticas y algas absorben los iones fosfato de los sedimentos marinos.

Transferencia de fosfato en la red alimentaria

Al igual que con los ciclos del carbono y el nitrógeno, los consumidores herbívoros ingieren las plantas y absorben el fósforo que contienen los compuestos orgánicos de las estructuras vegetales. Posteriormente, incorporan el fósforo a sus propias moléculas de ADN, fosfolípidos y moléculas de ATP. Luego, los consumidores carnívoros ingieren estos animales y toman los compuestos con fósforo.

Los descomponedores devuelven el fósforo al suelo

Una vez que estas plantas y animales mueren, los descomponedores del suelo actúan sobre ellos. Estos descomponedores desintegran los restos de organismos vivos, así como sus desechos (orina y heces). Gracias a este proceso, liberan el fósforo, en forma de fosfato inorgánico que se recicla de nuevo en los sedimentos del agua y en el suelo.

Importancia del ciclo del fósforo

El mantenimiento del ciclo del fósforo es fundamental para la seguridad alimentaria, la fertilidad del suelo y el mantenimiento de los ecosistemas de los que dependemos:

- Todos los seres vivos necesitan el fósforo para la construcción de membranas celulares y estructuras óseas, la utilización de energía y como componente del ADN.
- Con la creciente demanda de fertilizantes que contienen fósforo, las rocas fosfáticas son ahora un recurso limitado. Por lo tanto, es esencial que se recicle la mayor cantidad posible de fósforo al medioambiente.

- El fósforo suele existir en la naturaleza como un compuesto con nitrógeno y potasio. Por esto, los niveles de fósforo en el suelo también afectan la disponibilidad de estos nutrientes.
- La descomposición constante de los compuestos que contienen fósforo contribuye a limpiar el medioambiente.
- El ciclo del fósforo aumenta la fertilidad del suelo.
- El fósforo circulante ayuda a mantener un entorno adecuado para todos los componentes vivos y no vivos del ecosistema.

El impacto humano en el ciclo del fósforo

Diversas actividades humanas están perturbando gravemente el ciclo del fósforo:

- El empleo de fertilizantes artificiales tiene muchos efectos negativos en el medioambiente. La lixiviación (escorrentía o erosión de suelos) excesivamente ricos en nutrientes puede provocar un fenómeno llamado eutrofización en las fuentes de agua cercanas, lo que implica que parte de la fauna acuática se quede sin oxígeno y muera.
- La exposición excesiva a estos fertilizantes sintéticos puede perjudicar el funcionamiento de los microorganismos del suelo.
- La extracción de roca fosfórica es el método más destacado de adquisición industrial de fósforo para los fertilizantes. Una extracción excesiva puede conducir a una distribución desigual del fósforo entre las esferas terrestres y también puede perturbar el paisaje.

Ciclo del Fósforo - Puntos clave

- El ciclo del fósforo es un proceso lento, que implica la circulación del fósforo entre la litosfera, la biosfera y la hidrosfera de la Tierra.
- La extracción industrial de fosfatos y el uso excesivo de fertilizantes tienen un impacto negativo en el ciclo del fósforo porque lo distribuyen de forma desigual entre las esferas.
- El fósforo es utilizado por todos los seres vivos para fabricar moléculas vitales como el ADN, el ATP y los fosfolípidos.
- El fósforo es un elemento raro, o limitado, porque su reciclaje es extremadamente lento, ya que sus principales reservorios son las rocas fosfóricas (su meteorización química toma muchos años) y los sedimentos marinos (el levantamiento geológico toma millones de años).
- La mayoría del fósforo que termina en los sedimentos marinos, no puede usarse por millones de años, por lo que su reciclaje queda fuera de la utilización humana.