

Los ciclos biogeoquímicos



Campo formativo:

Saberes y Pensamiento Científico

Nombre del proyecto:

La belleza de la ciencia

Pregunta generadora:

¿Cómo contribuir en la solución de los problemas de los ecosistemas mediante la producción sustentable, la transformación de la conciencia social y el aprovechamiento de las actividades humanas?



Fase 2. Indagación

Lectura 04

Los ciclos biogeoquímicos

¿Qué son los ciclos biogeoquímicos?

Un ciclo se refiere al intercambio de nutrientes de un ser vivo con el ambiente o de éste con los organismos. Por ejemplo, el agua que se utiliza para beber pudo haber sido parte de una nube o resultado de la transpiración de algún ser vivo.

Se conoce como ciclos biogeoquímicos o ciclos de la materia a los circuitos de intercambio de elementos químicos entre los seres vivos y el ambiente que los rodea, mediante una serie de procesos de transporte, producción y descomposición. Su nombre proviene de los prefijos griegos bio, “vida”, y geo, “tierra”.

Los seis elementos más comunes en las moléculas orgánicas -carbono, nitrógeno, hidrógeno, oxígeno, fósforo y azufre- toman una variedad de formas químicas. Se pueden almacenar por periodos largos o cortos en la atmósfera, en la tierra, en el agua o por debajo de la superficie terrestre, así como en los cuerpos de los seres vivos. Los procesos geológicos, como el desgaste de las rocas, la erosión, el escurrimiento de agua y la subducción de las placas continentales, juegan un papel en este reciclaje de materiales, así como la interacción entre los organismos.

Se denomina ciclo biogeoquímico a la forma como un elemento, o en algunos casos un compuesto como el agua, se mueve entre sus diversas formas y lugares vivos y no vivos, se conoce como un ciclo biogeoquímico. En los ciclos biogeoquímicos se pueden reconocer dos partes o compartimientos: la biótica y la abiótica.

Dentro de cualquier ecosistema se combinan una serie de factores que interaccionan para mantener el equilibrio en ese ecosistema y a nivel global, es decir entre ecosistemas. Entre estos, diferenciamos los factores bióticos como aquellos organismos que están vivos, de los factores abióticos o elementos no vivos del ecosistema.

Definición de biótico, ejemplos y factores

Los factores bióticos de un ecosistema son todos aquellos seres que forman parte de él y que poseen vida. Para ser considerados organismos vivos deben estar formados por al menos una célula y cumplir las funciones vitales, como cualquier organismo vivo: nutrición (incluyendo la respiración), interacción (incluido todos los procesos de relación) y reproducción. De esta forma, cualquier factor biótico tiene la capacidad de alimentarse, interactuar con su entorno y tener descendencia que asegure la continuidad de la especie.

Así, clasificamos los factores bióticos en organismos productores, consumidores y descomponedores. Dentro de ellos, los dividimos en los cinco reinos biológicos:

- El reino Animalia, formado por todos los animales.
- El reino Plantae, formado por todos los organismos vegetales.
- El reino Fungi, formado por los hongos.
- El reino Monera, formado por los microorganismos como las bacterias o los virus.
- El reino Protista, que está formado por aquellas células eucariotas, pero que no son clasificados dentro de los reinos fungi, animalia y plantae.



Definición de abiótico, ejemplos y factores

Son aquellos **factores que no son seres vivos**, no poseen vida propia o son inertes. No desempeñan las funciones vitales de cualquier organismo vivo, pero son muy importantes, porque forman parte del espacio físico en que viven los factores bióticos y sin ellos no podrían existir. Se dividen en **factores naturales** como el aire, la luz, el suelo, el agua o las rocas y **los artificiales** que son producto de la actividad humana como por ejemplo, el mármol o una botella de plástico. Además, algunos factores bióticos pueden pasar a ser factores abióticos, como es el ejemplo de un organismo vivo que muere y pasa a ser materia que enriquece el suelo. En los ciclos biogeoquímicos intervienen tanto las distintas formas de vida (vegetal, animal, microscópica, etc.), como elementos y compuestos naturales inorgánicos (lluvias, vientos, etc.). Se trata de un perpetuo desplazamiento de materia de un lugar a otro, que permite el reciclaje de los nutrientes disponibles en la biósfera.

Por “nutrientes” nos referimos a todos aquellos elementos o moléculas cuya presencia en el organismo de un ser viviente es indispensable para la continuidad de su existencia y la reproducción de su especie. Los nutrientes suelen estar compuestos por aproximadamente 31 y 40 elementos químicos diferentes y, dependiendo de la especie, tanto los nutrientes como los elementos que los componen se necesitan en distintas proporciones. Estos nutrientes pueden ser de diferentes tipos:

- **Macronutrientes.** Su presencia en el cuerpo en sus distintos compuestos constituye alrededor del 95 % de la masa de todos los organismos vivos. Están compuestos por carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, azufre, calcio, sodio, cloruro, potasio y fósforo. Son los nutrientes que en mayor cantidad se encuentran en el organismo de cualquier ser vivo.
- **Micronutrientes.** Su presencia en el cuerpo de los seres vivos es indispensable, pero minoritaria. Están compuestos por hierro, cobre, zinc, yodo y vitamina A.
- **Energéticos.** Son aquellos que el organismo de los seres vivos utiliza para obtener la energía necesaria para llevar a cabo las funciones vitales. Por ejemplo, los aminoácidos y las grasas.

- **Estructurales.** Son aquellos que forman la estructura del organismo de los seres vivos y permiten su crecimiento. Por ejemplo, las proteínas, el fósforo, el calcio y algunos lípidos.
- **Reguladores.** Controlan la evolución de muchas reacciones que ocurren en el organismo. Los principales son las vitaminas, el sodio y el potasio.
- **No esenciales.** Pueden ser sintetizados por el organismo de los seres vivos. No son totalmente vitales para el funcionamiento del cuerpo.
- **Esenciales.** No pueden ser sintetizados por el organismo de los seres vivos, por lo que inevitablemente tienen que ser extraídos del medio ambiente. Por ejemplo, aminoácidos esenciales y ácidos grasos.

Los ciclos biogeoquímicos varían según las propiedades del elemento involucrado y, por lo tanto, involucran a distintas formas de vida también.



Tipos de ciclos biogeoquímicos

Existen varios tipos de ciclos biogeoquímicos:

- **Hidrológicos.** Aquellos en los que interviene el ciclo del agua o ciclo hidrológico, que sirve de agente de transporte para los elementos de un lugar el agua circula entre el océano, la atmósfera, la tierra y los organismos vivos, este ciclo además distribuye el calor solar sobre la superficie del planeta. El propio ciclo del agua puede ser incluido en esta categoría.
- **Gaseosos.** Aquellos en los que interviene la atmósfera para el transporte de los elementos químicos del ciclo. Los nutrientes circulan principalmente entre la atmósfera y los organismos vivos con frecuencia de horas o días. Ejemplos de ciclos gaseosos son el CARBONO, el NITRÓGENO y OXÍGENO.
- **Sedimentarios.** Aquellos en los que el transporte del elemento químico se da por sedimentación, o sea, por su lenta acumulación e intercambio en la corteza terrestre, en ellos los nutrientes circulan principalmente en la corteza terrestre (suelo, rocas, sedimentos, etc) la hidrosfera y los organismos vivos. Los elementos en estos ciclos son reciclados mucho más lentamente que en el ciclo gaseoso, los elementos son retenidos en las rocas sedimentarias durante largo periodo de tiempo con frecuencias de miles a millones de años. Ejemplos de este tipo de ciclos son el FÓSFORO y el AZUFRE.

Importancia de los ciclos biogeoquímicos

Los ciclos biogeoquímicos son los responsables de que los elementos químicos vitales sean reciclados, pues de otro modo se agotarían debido a lo que la vida sobre el planeta sería imposible. Son los distintos mecanismos que tiene la naturaleza para hacer circular la materia de unos seres vivos a otros permitiendo que siempre esté disponible.

Ninguno de los nutrientes que un ser vivo requiere estará en su interior para siempre. Todos deberán ser devueltos al medio ambiente para que puedan ser reutilizados por otros.

Ciclo del agua



El ciclo del agua o ciclo hidrológico es el proceso de circulación del agua en el planeta Tierra. Constituye uno de los ciclos biogeoquímicos más importantes, en el que el agua sufre desplazamientos y transformaciones físicas (por acción de factores como el frío y el calor) y atraviesa los tres estados de la materia: líquido, sólido y gaseoso.

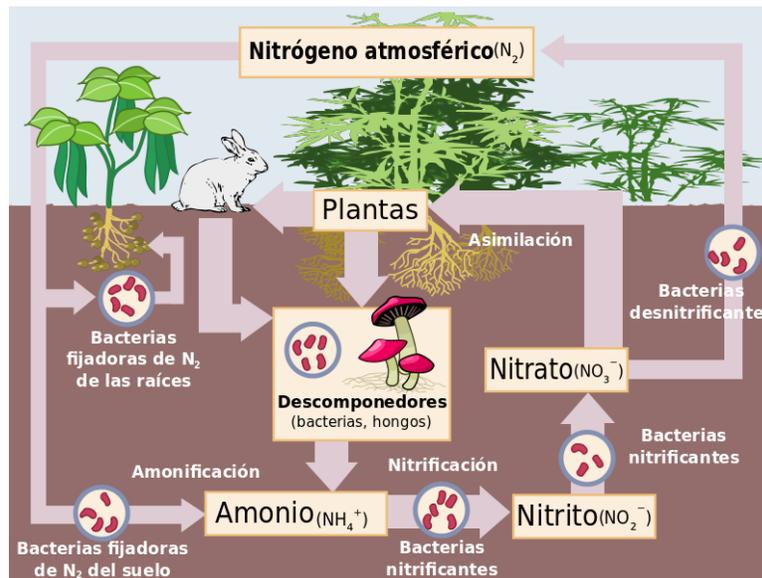
El ciclo del agua consta de cuatro fases, y se puede resumir de la siguiente manera:

- **El Sol evapora el agua del mar.** Los rayos del Sol llegan hasta la Tierra, y gracias a ello se calientan los ríos, mares y pantanos.
- **El agua se evapora.** El calor del Sol hace que el agua de los ríos, mares y pantanos se evapore. Esto también afecta al hielo, que primero se derrite, pasando a líquido y luego se evapora pasando a gaseoso.
- **La condensación de las nubes.** Ya hemos explicado que la condensación es el paso de gaseoso a líquido, pues bien, el agua evaporada se condensa

formando las nubes. Por lo tanto, las nubes son gotas de agua suspendidas y que se pueden transformar en lluvia, granizo o nieve.

- **Precipitaciones.** Las precipitaciones son el agua que cae de las nubes, es decir, las lluvias. El agua que ha sido evaporada, y que ha formado las nubes, ahora es devuelta en forma de lluvia a la tierra. ¿Al mismo sitio? No, ya que el viento hace que estas nubes cambien su posición, y que por lo tanto el agua no caiga desde donde subió al cielo.
- **El agua puede caer en los mares, o en los ríos, los cuales devolverán el agua al mar.** Y con esto finaliza el ciclo del agua, el cual se repite eternamente.

Ciclo del nitrógeno



El ciclo del nitrógeno es central porque forma muchas biomoléculas.

El ciclo del nitrógeno es uno de los principales ciclos biogeoquímicos, en que los microorganismos procariontas (bacterias) y las plantas fijan en sus cuerpos el nitrógeno, uno de los gases mayoritarios de la atmósfera. Resulta indispensable para diversos compuestos del cuerpo de los animales, incluido el ser humano. El ciclo puede resumirse de la siguiente forma:

- Ciertas bacterias fijan en sus cuerpos el nitrógeno gaseoso (N_2) de la atmósfera, formando con él moléculas orgánicas aprovechables por las plantas, como el amoníaco (NH_3).

- Las plantas aprovechan esas moléculas nitrogenadas y las transmiten a través de sus tejidos a los animales herbívoros y estos a través de sus tejidos a los animales carnívoros y estos a sus depredadores, a lo largo de la cadena trófica.
- Eventualmente, los seres vivos retornan al suelo el nitrógeno, ya sea mediante la orina (rica en amoníaco), o cuando mueren y son descompuestos por bacterias, que fijan las moléculas ricas en nitrógeno, liberando a la atmósfera nuevamente el nitrógeno en estado gaseoso.

Ciclo del carbono



El ciclo del carbono es el más importante porque todos los organismos contienen carbono.

El ciclo del carbono es el más importante y complejo de los ciclos biogeoquímicos, dado que toda la vida conocida se compone sin excepción de compuestos derivados de ese elemento. Además, este ciclo involucra los principales procesos metabólicos de plantas y animales: la fotosíntesis y la respiración.

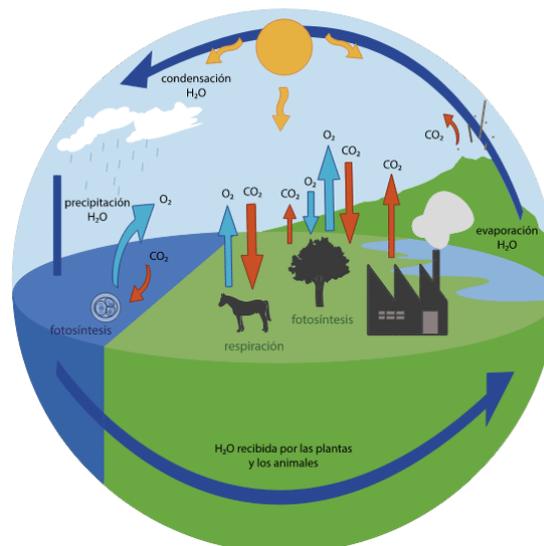
El ciclo puede resumirse de la siguiente manera:

- La atmósfera está compuesta por un importante volumen de dióxido de carbono (CO₂). Las plantas y algas lo captan y convierten en azúcares (glucosa) mediante la fotosíntesis, empleando para ello la energía solar.

Así obtienen energía y pueden crecer. A cambio liberan oxígeno (O_2) a la atmósfera.

- Además de obtener el oxígeno durante sus procesos de respiración, los animales acceden al carbono de los tejidos de las plantas, para a su vez poder crecer y reproducirse. Tanto animales como plantas, al morir brindan al suelo el carbono de sus cuerpos que, a través de procesos sedimentarios (especialmente en el fondo oceánico, donde el carbono además se halla disuelto en las aguas), se convierte en diversos fósiles y minerales.
- El carbono en su estado fósil o mineral puede durar millones de años bajo la corteza terrestre, sufriendo transformaciones que arrojan materia tan distinta como el carbón mineral, el petróleo o los diamantes. Dicha materia resurgirá gracias a la erosión, las erupciones y, especialmente, la mano de obra humana: la explotación de combustibles fósiles, la extracción de cemento y demás industrias que arrojan a la atmósfera toneladas de CO_2 tanto al océano como a la tierra, además de otros desechos líquidos y sólidos ricos en carbono.
- Por otro lado, los animales están constantemente liberando CO_2 al respirar. Otros procesos energéticos como la fermentación o la descomposición de la materia orgánica generan CO_2 o generan otros gases ricos en carbono, como el metano (CH_4) que van también a la atmósfera.

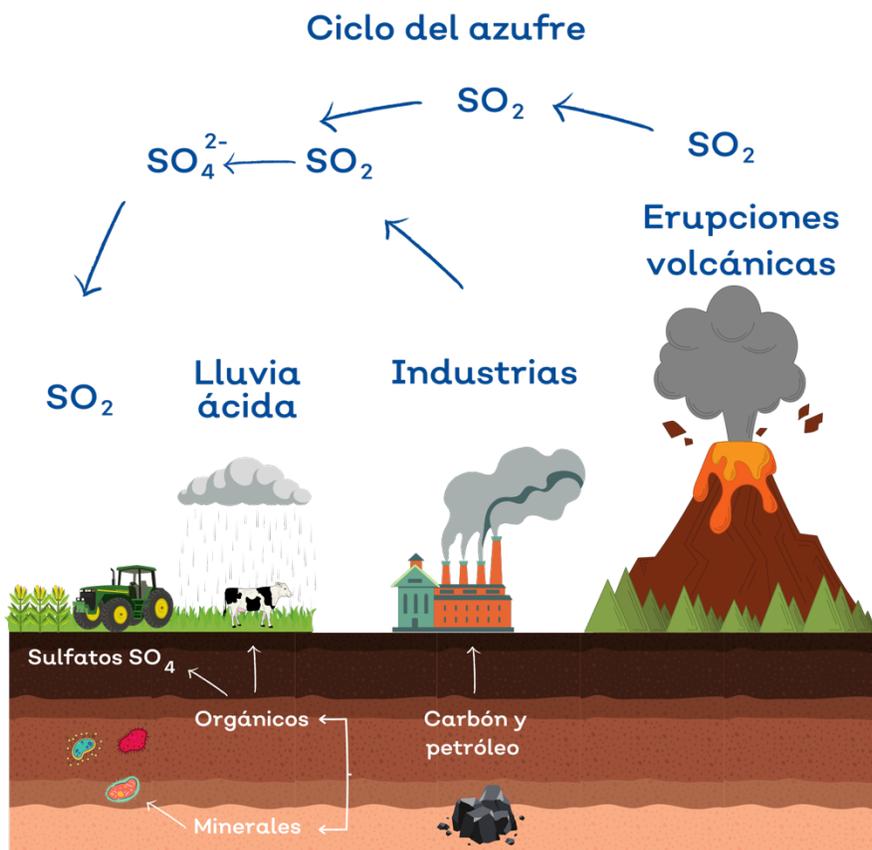
Ciclo del oxígeno



El oxígeno molecular (O_2) representa el 20% de la atmósfera terrestre. Este patrimonio abastece las necesidades de todos los organismos terrestres respiradores y cuando se disuelve en el agua, las necesidades de los organismos acuáticos, el proceso se puede resumir así:

- En el proceso de la respiración, el oxígeno actúa como aceptor final para los electrones retirados de los átomos de carbono de los alimentos.
- El producto es agua.
- El ciclo se completa en la fotosíntesis cuando se captura la energía de la luz para alejar los electrones respecto de los átomos de oxígeno de las moléculas de agua.
- Los electrones reducen los átomos de carbono (dióxido de carbono) a carbohidratos.
- Al final se produce oxígeno molecular y así el ciclo se completa.

Ciclo del azufre



El azufre es un nutriente secundario requerido por plantas y animales para realizar diversas funciones, además el azufre está presente en prácticamente todas las proteínas y de esta manera es un elemento absolutamente esencial para todos los seres vivos.

El azufre circula a través de la biosfera de la siguiente manera, por una parte se comprende el paso desde el suelo o bien desde el agua, si hablamos de un sistema acuático, a las plantas, a los animales y regresa nuevamente al suelo o al agua.

Algunos de los compuestos sulfúricos presentes en la tierra son llevados al mar por los ríos. Este azufre es devuelto a la tierra por un mecanismo que consiste en convertirlo en compuestos gaseosos tales como el ácido sulfhídrico (H_2S) y el dióxido de azufre (SO_2). Estos penetran en la atmósfera y vuelven a tierra firme. Generalmente son lavados por las lluvias, aunque parte del dióxido de azufre puede ser directamente absorbido por las plantas desde la atmósfera.

- Como resumen podemos decir que durante el ciclo del azufre los principales eventos son los siguientes:
- El azufre, como sulfato, es aprovechado e incorporado por los vegetales para realizar sus funciones vitales.
- Los consumidores primarios adquieren el azufre cuando se alimentan de estas plantas.
- El azufre puede llegar a la atmósfera como sulfuro de hidrógeno (H_2S) o dióxido de azufre (SO_2), ambos gases provenientes de volcanes activos y por la descomposición de la materia orgánica.
- Cuando en la atmósfera se combinan compuestos del azufre con el agua, se forma ácido sulfúrico (H_2SO_4) y al precipitarse lo hace como lluvia ácida.

Ciclo del fósforo



El ciclo del fósforo es imprescindible para la formación del ADN y el ARN.

El ciclo del fósforo es el último y más complejo de los ciclos biogeoquímicos principales, ya que el fósforo es un elemento abundante en la corteza terrestre, en forma mineral, pero que los seres vivos requerimos esencialmente, aunque en cantidades moderadas. El fósforo forma parte de compuestos tan vitales como el ADN y el ARN, y su ciclo puede resumirse así:

- El fósforo proviene de minerales terrestres, que por acción de la erosión (solar, del viento, hídrica) son liberados y transportados hasta diversos ecosistemas. La acción minera humana puede contribuir con esta etapa también, aunque no necesariamente de una manera ambiental positiva.
- Las rocas ricas en fósforo brindan nutrientes a las plantas, que fijan el fósforo en sus tejidos y, de nuevo, lo transmiten a las demás formas de vida animal a través de la cadena trófica. A su vez, los animales retornan los excedentes de fósforo al suelo mediante defecaciones y la descomposición de sus cadáveres, manteniendo el fósforo en un ciclo dentro del ciclo entre los seres vivos.
- Sin embargo, el fósforo también llega al mar, donde las algas lo fijan y lo transmiten a los animales. En este caso el elemento se deposita lentamente en el lecho marino, donde diversos procesos sedimentarios lo harán retornar a las rocas que, más adelante, en un lentísimo y larguísimo proceso geológico, quedarán expuestas y volverán a brindar fósforo a la biósfera.

La alteración de los ciclos biogeoquímicos



Gracias a los procesos biogeoquímicos que ocurren entre distintas formas de vida como, los animales, plantas, agentes microscópicos, entre otros, es posible un correcto funcionamiento de los elementos terrestres, atmosféricos y ambientales.

Pero cuando ocurre una alteración de los ciclos biogeoquímicos debido a ciertos factores este produce un efecto adverso a todo lo que hace vida en nuestro planeta tierra. Por eso, es importante analizar que es la alteración de los ciclos biogeoquímicos y cuáles son algunos factores que lo descontrolan.

La sociedad humana y sus diferentes actividades en pro de una mejora económica en el país se ha visto envuelto en procesos industriales, ganaderos, urbanísticos y de otras índoles que en cierta manera tiene un objetivo en común, la producción, a fin de mejorar el medio de vida del ser humano.

Pero es lamentable decir que estas actividades aunque son esenciales para el sostén de la humanidad han afectado en gran manera el equilibrio natural de los ecosistemas. De allí entonces es como se define la alteración de los ciclos biogeoquímicos, es decir, el abuso de sustancias y productos químicos en las tareas que realiza el hombre alteran el proceso natural y equilibrado de los ciclos biogeoquímicos.

Alteraciones de los Ciclos Biogeoquímicos del carbono, fósforo y nitrógeno

Los ciclos biogeoquímicos son claves en el funcionamiento de los ecosistemas, por lo tanto, los cambios que experimenten afectarán la existencia de los organismos que lo componen. El desarrollo de las sociedades humanas, especialmente desde la Revolución Industrial en adelante, ha tenido un fuerte impacto sobre los ciclos biogeoquímicos en particular y sobre los ecosistemas en general, debido, entre otras causas, al rápido incremento de la población, el que se tradujo en una mayor necesidad de materias primas y en un manejo poco sustentable de los recursos naturales.

Primeramente el abuso de combustibles fósiles, aquellos productos utilizados en los medios de transporte, en equipos industriales e incluso en artículos eléctricos de cocina, etc. El incremento de gases tóxicos como el dióxido de carbono afecta nuestra atmósfera produciendo un constante y drástico cambio climático, que a la final produce un fenómeno ambiental conocido como el calentamiento global.



A partir de la Revolución Industrial se incrementó el uso de combustibles fósiles, como carbón, petróleo y gas natural, lo que a su vez libera gran cantidad de CO₂, que no puede ser incorporado del todo por los organismos productores.

Las principales consecuencias que trae consigo alterar el ciclo del carbono son:

- Acidificación del océano: el océano absorbe la mayor parte del exceso de CO₂, el que cuando está disuelto se convierte en ácido carbónico (H₂CO₃), que vuelve ácidas las aguas oceánicas superficiales.
- Efecto invernadero y calentamiento global: el aumento de los niveles de CO₂ en la atmósfera, junto con otros gases, provocó el incremento del efecto invernadero, lo que a su vez ocasiona que se eleve la temperatura global del planeta

La tala forestal indiscriminada y la erosión de las tierras agrícolas aceleran la pérdida de fósforo del suelo hacia los cursos de agua. Los fosfatos presentes en los detergentes llegan finalmente a los cursos de agua. El uso de fertilizantes ricos en fosfato causa una acumulación excesiva de fósforo en los suelos, principalmente en los campos agrícolas, y también en ríos y lagos. La tala y la deforestación también es una actividad humana que incrementa los riesgos de contaminación, ya que disminuye un proceso muy importante para la vida, como es la fotosíntesis.

Las principales consecuencias que trae consigo alterar el ciclo del fósforo son:

- **Eutrofización:** se produce por el incremento de nutrientes, especialmente fósforo y nitrógeno, en lagos, lagunas, litoral marino, entre otros ambientes acuáticos. Este exceso causa la proliferación de algas en el ecosistema acuático, algunas de las cuales son tóxicas. A medida que las algas mueren, son descompuestas por bacterias, lo que, a la postre, disminuye el oxígeno disuelto en el agua y provoca que otros organismos acuáticos, incluyendo muchos peces, mueran.
- **Pérdida del fósforo en el suelo:** el fósforo que llega al mar se pierde de manera permanente del ciclo terrestre del fósforo, porque permanece en el océano durante millones de años.

El avance tecnológico en pro de una mejora en la producción agrícola ha contribuido al abuso de los fertilizantes. Estos productos de fertilización contienen una gran cantidad de sustancias nitrogenadas que al caer al suelo lo contaminan alterando su composición. El uso excesivo de fertilizantes basados en nitrógeno ocasiona que estos lleguen finalmente a un curso de agua. La combustión de combustibles fósiles convierte el nitrógeno atmosférico en óxidos de nitrógeno. Los gases tóxicos liberados contaminan la atmósfera y por ende, cambia la estructura de organismos productores disminuyendo la biodiversidad.



Las principales consecuencias que trae consigo alterar el ciclo del nitrógeno son:

- Eutrofización.
- El smog fotoquímico, efecto invernadero y la destrucción de la capa de ozono: daños en los que participan los óxidos de nitrógeno.
- Lluvia ácida: cuando los óxidos de nitrógeno reaccionan con el agua en la atmósfera forman ácido nítrico (HNO_3) y ácido nitroso (HNO_2), los que acidifican el agua de la lluvia y el suelo que la recibe, dañando de paso a la vegetación.
- Disminución de disponibilidad de minerales en el suelo: la acidificación del suelo altera la composición de ciertos minerales que contienen calcio y potasio, por lo que no están disponibles para los vegetales.



Todos los aspectos mencionados provocan un desequilibrio de los ciclos biogeoquímicos, lo cual trae consecuencias negativas para nuestro ecosistema y la vida de las personas.

Fuentes de consulta:

- <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/1112.pdf>
- <https://ciclosbiogeoquimicos.com/alteracion-ciclos-biogeoquimicos/#:~:text=El%20incremento%20de%20gases%20t%C3%B3xicos,conocido%20como%20el%20calentamiento%20global.>
- <https://concepto.de/ciclo-del-agua/#ixzz7u1P3h1MY>
- <https://concepto.de/ciclos-biogeoquimicos/#ixzz7u0kbZttS>
- <https://es.khanacademy.org/science/biology/ecology/biogeochemical-cycles/a/introduction-to-biogeochemical-cycles>
- <https://openstax.org/books/concepts-biology/pages/20-2-biogeochemical-cycles>
- <https://www.lenntech.es/ciclo-azufre.htm#:~:text=El%20azufre%20circula%20a%20trav%C3%A9s,al%20suelo%20o%20al%20agua.>
- <https://www.lenntech.es/ciclo-azufre.htm#ixzz7u1Aw2T4v>
- <https://www.lenntech.es/ciclo-azufre.htm#ixzz7u1AW7SGk>
- <https://www.lenntech.es/ciclos-biogeoquimicos.htm>
- <https://www.lenntech.es/ciclos-biogeoquimicos.htm#ixzz7u1FofITf>
- <https://www.lenntech.es/ciclos-biogeoquimicos.htm#ixzz7u1GT0dBC>
- <https://www.lenntech.es/ciclos-biogeoquimicos.htm#ixzz7u1GzMHDO>