

Contaminación de Ecosistemas

¿Qué es la contaminación?

Se entiende por contaminación la introducción de una serie de sustancias y/o energías en unas concentraciones tales que podrían ocasionar, por un lado, daños directos a la salud humana y al medio y, por otro, efectos perjudiciales a largo plazo. Es decir, cualquier tipo de alteración en la composición normal del medio que afecte negativamente a su funcionamiento y a los organismos presentes en él.

La salud de los suelos está inexorablemente unida a la supervivencia de la sociedad, y en las últimas décadas, a consecuencia de ciertas actividades humanas, como las actividades industriales o agrarias, éstos se han degradado de forma muy rápida por la liberación de grandes cantidades de sustancias químicas contaminantes.

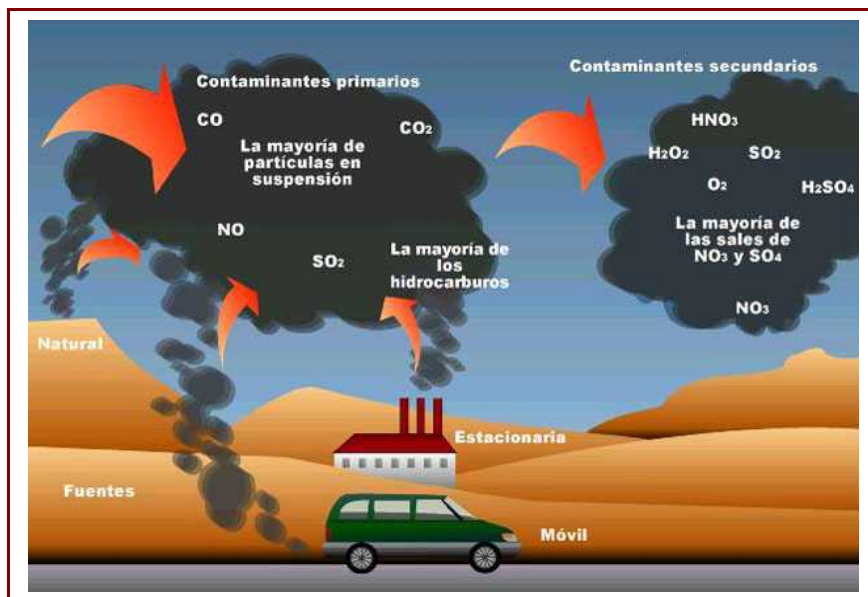


Fig. 1: Algunos tipos de contaminantes.

Causas de la contaminación

Algunas de las actividades humanas que forman parte del problema de la contaminación son:

- Quema de combustibles fósiles.- al quemar petróleo o carbón y sus derivados, se liberan a la atmósfera contaminantes como CO₂, CO, NO_x y SO₂, además de favorecer la producción de ozono en la capa más baja de la atmósfera.

- Actividades industriales.- dependiendo de la actividad en cuestión, se pueden liberar desde metales pesados hasta aguas residuales, pasando por casi cualquier tipo de contaminante.

Curiosidades

Los cultivos de arroz generan metano, uno de los principales gases de efecto invernadero (Icarito.cl,).

- Agricultura.- los pesticidas, herbicidas o fertilizantes utilizados ya son importantes contaminantes de por sí, pero además, ciertos cultivos emiten gases dañinos. Por ejemplo, los cultivos de arroz desprenden mucha cantidad de metano, un gas de efecto invernadero, por verse favorecida la descomposición de la materia orgánica al estar la zona de siembra siempre inundada.

- Ganadería.- por un lado, los animales necesitan de grandes extensiones de pastizales para su alimentación, para las que se utilizan fertilizantes o pesticidas, y por otro, los propios desechos de los animales aumentan la concentración de ciertos nutrientes en el suelo, pudiendo ser nocivo para los ecosistemas.

Tipos de contaminantes

Se pueden clasificar los contaminantes en tres grupos dentro de cada tipo de medio (aire, agua y suelo):

Contaminantes de la atmósfera:

- Físicos.- El ruido o las radiaciones ionizantes.
- Químicos.- Compuestos de azufre, de nitrógeno, óxidos de carbono, hidrocarburos, metales pesados, ...
- Biológicos.- Organismos vivos causantes de enfermedades (bacterias, virus, hongos) o pelos, plumas o plantas que puedan producir enfermedades respiratorias o alergias. El aire actúa como medio de transmisión.

- Contaminantes del agua:

- Físicos.- La turbidez, el color, el olor, sabor, pH o la temperatura del agua.
- Químicos.- Compuestos de azufre, carbono o nitrógeno, cloruros, plaguicidas, detergentes, hidrocarburos, etc.

Curiosidades

En el mundo, se fabrican al año cerca de 100 millones de toneladas de plástico (Icarito.cl,).

- Biológicos.- Microorganismos. Han sido la causa de grandes epidemias (tifus, cólera, disentería,...).
- Contaminantes del suelo:
 - Físicos.- Variaciones en la temperatura o la radioactividad.
 - Químicos.- Cualquier elemento o compuesto en concentraciones que alteren la composición originaria del suelo (metales pesados, hidrocarburos, pesticidas,...).
 - Biológicos.- Microorganismos patógenos ajenos a los presentes en el suelo de forma natural.

Efectos de los contaminantes

Los efectos de los contaminantes dependen, en primer lugar del tipo de contaminante, pero también de la dosis del mismo. A continuación se muestran algunos ejemplos de contaminación y sus consecuencias:

Ruido: efectos psicológicos (nerviosismo, irritabilidad, cansancio,...), fisiológicos (alteraciones metabólicas, del sistema auditivo, del sistema nervioso,...), etc.

Radiaciones ionizantes: pueden causar muerte celular, efectos a largo plazo (cáncer, efectos teratogénicos,...), e incluso la muerte.

Compuestos de azufre y nitrógeno: causantes de la lluvia ácida al oxidarse en la atmósfera, que acidifica los medios acuáticos y terrestres, afectando de forma grave a sus formas de vida.

Óxidos de carbono: el CO inhalado produce la muerte de los animales por reducir la capacidad de la hemoglobina de transportar oxígeno, y alteraciones en el metabolismo de las plantas a grandes concentraciones. El CO₂ afecta al clima del planeta por el efecto invernadero, con todo lo que ello supone.

Metales pesados: sus efectos negativos varían de unos a otros, pero el mayor peligro es la bioacumulación, y su entrada en la cadena trófica.

Grasas y aceites: al no mezclarse con el agua, se extienden por la superficie afectando a grandes extensiones acuáticas, en las que reducen la oxigenación, absorben la radiación solar afectando a la fotosíntesis, etc.

Patógenos: toda la variedad de enfermedades que pueden producir.

La lluvia ácida:

La lluvia, por efecto del CO₂ atmosférico siempre tiene un pH ligeramente ácido, por lo que el término "lluvia ácida" se refiere a la que tiene un pH por debajo de 5 (y no de 7).

Esta bajada de pH es debida a la formación de ácido sulfúrico y ácidos de nitrógeno por la oxidación de compuestos de azufre y nitrógeno emitidos a la atmósfera.

Sus principales efectos son tres: la acidificación de lagos y ríos que provoca la muerte de los peces y otros seres acuáticos; la acidificación de la tierra, que daña a las plantas; y el deterioro de construcciones de piedra caliza.

Cuantificar la contaminación

Es importante poder evaluar la calidad del aire, del agua o de la tierra con respecto a la contaminación para así poder tomar las medidas convenientes en cuanto éstas sean necesarias.

Existen una serie de organismos que se utilizan para obtener información sobre la calidad del medio ambiente, son los llamados indicadores biológicos. Algunos de los más usados son la

Curiosidades

En Europa, una gran proporción de hiperacumuladores son miembros de la familia Brassicaceae (Dobson, 1997).

composición y diversidad de las comunidades microbianas, la abundancia y diversidad de la fauna, los patógenos de las raíces, el crecimiento y diversidad de plantas, etc. Se utilizan sobre todo como herramienta para monitorizar la eficacia de los procesos de remediación puestos en marcha.

En el caso, por ejemplo, de la contaminación atmosférica, los líquenes se consideran los mejores bioindicadores.



Fig. 2: Grupo de líquenes en la corteza de un árbol.

¿Qué se puede hacer?

La biorremediación.

Se denomina así al proceso de degradación o ruptura de ciertos contaminantes químicos mediante el uso de plantas o microorganismos, que generan compuestos inocuos o menos agresivos para el entorno. Es un proceso de descontaminación y detoxificación de los contaminantes químicos llevada a cabo por seres vivos.

Estos procesos ocurren por sí solos de forma natural, pero a velocidades tan bajas que es conveniente acelerarlos si se quieren utilizar para la recuperación de medios contaminados.

Existen dos tipos de biorremediación según el tipo de organismo que la lleva a cabo:

- Fitorremediación.- mediante el uso de plantas y algas, que actúan solas o en simbiosis con bacterias. Sus procesos metabólicos les permiten almacenar o eliminar sustancias tóxicas, como metales pesados presentes en el suelo. Pueden plantarse en suelos contaminados hacer pasar el agua cargada de contaminantes, modo de filtro, a través de sus raíces.

El objetivo final de la fitorremediación de un suelo contaminado no debe ser sólo eliminar o reducir el contaminante sino, sobre todo, recuperar la calidad del mismo.

- Remediación microbiana.- mediante el uso de microorganismos (hongos, bacterias, levaduras), de una de estas dos maneras:
 - Bioestimulación.- se estimula el crecimiento y la actividad metabólica de cepas nativas, gracias a la adición de nutrientes escasos o por mejor acceso al O₂ por aireación de la tierra.
 - Bioaumento.- se añaden microorganismos alóctonos al suelo, que sean eficaces en la degradación del contaminante en cuestión. Estas cepas pueden ser naturales o modificadas genéticamente. Este método solo se debería poner en práctica en caso de que las poblaciones nativas sean escasas o no dispongan del metabolismo adecuado para el contaminante que nos interesa.

Algunas ventajas de la biorremediación son que es un proceso natural, sencillo y efectivo que no suele requerir el uso de agentes químicos que podrían tener efectos colaterales adversos, y además suele ser menos costosa que otros métodos.

En España...

- ◆ En el desastre de Aznalcóllar se utilizó el altramuza blanca (*Lupinus Albus L.*) para la fitoinmovilización de los contaminantes (Bernal et al., 2007).
- ◆ El acueducto de Segovia se está deteriorando de forma acelerada por efecto de la lluvia ácida (Garcés, 1993).

o
a

Sus inconvenientes son que no se puede utilizar en zonas muy amplias ni con grandes concentraciones de contaminantes y que requieren tiempos de actuación largos.

El objetivo final de la fitorremediación de un suelo contaminado no debe ser sólo eliminar o reducir el contaminante sino, sobre todo, recuperar la calidad del mismo, es decir, que sea capaz de realizar sus funciones de forma sostenible.

Métodos térmicos.

Basados en la aplicación de calor a los suelos, que previamente se habrán extraído del terreno para luego reponerlos. Si hay que incinerar los compuestos orgánicos contaminantes deben usarse temperaturas muy altas que dejan el suelo biológicamente inerte y alterado en su estructura. Si los contaminantes orgánicos son volátiles, pueden usarse temperaturas algo más bajas, con lo que aunque también quedan biológicamente inertes, al menos su estructura se mantiene.

Métodos fisicoquímicos.

Hay muchas técnicas diferentes, desde el lavado del suelo con una sustancia apropiada que elimine el contaminante, hasta el paso de un flujo de aire que lo arrastre, pasando por el uso de electrodos que hagan migrar las sustancias a eliminar.

Métodos mecánicos.

Son un conjunto de técnicas para confinar los contaminantes en su lugar de origen, evitando que se dispersen o se filtren, pero que no los eliminan. Se utilizan en los casos en los que hay grandes cantidades de residuos que no se puedan trasladar, que presenten riesgos, o para los que no exista tratamiento.

Glosario

- **Bioacumulación:** Acumulación de sustancias dentro de los organismos. En ellos, las concentraciones serán muy altas pese a ser bajas en el medio.
- **Cepa de microorganismos:** Grupo de microorganismos que tienen sus ascendentes en común. En el caso de las bacterias, provienen de un único individuo.
- **Liquen:** Unión simbiótica entre un hongo y un alga.
- **Patógeno:** Agente biológico que es capaz de producir daño o enfermedad.
- **Teratogénico:** Que produce malformaciones en el embrión o feto.
- **Radiación ionizante:** Flujo de partículas o fotones con suficiente energía para producir ionizaciones en las moléculas que atraviesa. Lo son los rayos X por ejemplo y son peligrosas para la salud.

Referencias

- Bernal, M.P.; Clemente, R.; Vazquez, S. y Walker, D.J. 2007. Aplicación de la Fitorremediación a los suelos contaminados por metales pesados en Aznalcóllar. *Revista Ecosistemas* 16 (2): 67-76.
- Carpena, R. & Bernal, P. 2007. Claves de la Fitorremediación: fitotecnologías para la recuperación de suelos. *Revista Ecosistemas* 16 (2): 1-3.
- Fernández-Salegui, A.B. y Terrón Alfonso, A. 2003. Biomonitorización de la calidad del aire en los alrededores de La Robla (León). *Revista Ecosistemas* 16 (2)
- Garbisu, C.; Becerril, J.M.; Epelde, L. y Alkorta, I. 2007. Bioindicadores de la calidad del suelo: herramienta metodológica para la evaluación de la eficacia de un proceso fitorremediador. *Revista Ecosistemas* 16 (2): 44-49.
- Garcés, M. A.; Jurado, F. y Ruiz de la Torre, F. 1993. Acueducto de Segovia: Estado de la cuestión. *Revista de Obras Públicas* 3.322.
- Gómez, D. 2004. Recuperación de espacios degradados. Ediciones Mundi-Prensa.
- Harrison, R.M. 2003. *El Medio Ambiente: Introducción a la química medioambiental y a la contaminación*. Editorial Acribia, S.A.
- Dobson, A.P.; Bradshaw, A.D. y Baker, A.J.M. 1997. Hopes for the Future: Restoration Ecology and Conservation Biology. *Science* 25: Vol. 277. no. 5325, pp. 515 – 522

Enlaces de interés

Un juego donde descubrir los residuos que ha generado el hombre a lo largo de su historia: http://www.educalia.org/paisajes/investiga_home_taller.jsp?idioma=s