



Curso Virtual de
**Vigilancia del riesgo ambiental
a la exposición por mercurio
y sus efectos en la salud**

Unidad 2
Efectos del mercurio en el medio ambiente

Junio 2021
Versión 1.0

Tabla de Contenido

Resultado de aprendizaje	3
Conceptos Generales	3
1. Efectos en el aire	3
2. Efectos en el suelo	4
3. Efectos en el agua	4
4. Afectación fauna y flora	4
4.1 Afectación en invertebrados	6
4.2 Afectación en peces	6
4.3 Afectación en aves	6
4.4 Afectación en mamíferos	7
4.5 Afectación en la flora	7
Referencias	8

Efectos del mercurio en el medio ambiente

Unidad 2

Resultado de aprendizaje

- Comprender las consecuencias de la exposición a mercurio y los efectos en el medio ambiente.

Conceptos Generales

El ciclo biogeoquímico del mercurio (Hg), ha sido alterado por las actividades productivas humanas, de manera que se han cambiado los patrones espaciales y temporales de sus fuentes y sumideros (1,2) y han aumentado los impactos en los ecosistemas y la biota (2).

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA (1), la emisión de Hg a la atmósfera, es la fuente más importante de contaminación ambiental, aunque también existen vertimientos directos al suelo y al agua. Uno de los principales problemas de la contaminación por mercurio es que puede depositarse rápidamente a grandes distancias (>100 km) de la fuente (1), lo que implica que el Hg no solo afecta el área aledaña a la fuente emisora, sino a todo el planeta.

1. Efectos en el aire

Las emisiones globales de mercurio a la atmósfera, se han calculado en 8300 ton/año (2), de las cuales entre 2000 y 6000 ton/año, son de origen humano (3). Las fuentes de emisión antropogénica de mercurio al aire son (4):

- Quema de petróleo y de madera.
- Quema de residuos que contienen Hg.
- Tecnologías para producir cloro.
- Rotura de productos que contienen Hg.
- Quema de mineral de hierro, coque y caliza en hornos de arco eléctrico utilizados para producir acero.
- Utilización de calderas de carbón para generar calor térmico en forma de vapor.

Debido a que el Hg se evapora a una velocidad de 5,8 $\mu\text{g}/\text{hora}/\text{cm}^3$, tiende a saturar el aire rápidamente, superando la concentración media permisible de 0,025 mg/m^3 (5). El problema radica entonces, en que un incremento en las concentraciones de mercurio en el aire produce un aumento en la exposición directa de los seres humanos y en el flujo de Hg que entra a los ecosistemas terrestres y acuáticos (1).

2. Efectos en el suelo

El mercurio puede llegar al suelo por deposición atmosférica, precipitaciones, desbordamientos de cuerpos de agua cercanos o vertimientos directos. Allí el principal impacto es la reducción de la actividad microbiana, pues se alteran las bases de las redes tróficas de los ecosistemas terrestres (6).

Es cierto que la actividad minera y de refinación de metales como el oro, son unas de las principales causas de la excesiva acumulación de Hg en el suelo (6), sin embargo, la deforestación de bosques al implicar actividades de corta y quema, también tiene un papel relevante, pues facilitan que el mercurio presente de forma natural en el suelo, se exponga y se movilice dentro y fuera del ecosistema (1).

Otra vía de ingreso de Hg al suelo son los pesticidas y el tratamiento de semillas de uso agrícola (7). Este tipo de actividades, aunque afecta especialmente a aves y roedores, también afecta al ser humano y sus cosechas de alimentos (6,8). Por eso se ha determinado que el límite crítico de contenido de Hg total en el suelo es de 0,07-0,3 mg/kg (9).

3. Efectos en el agua

La deposición atmosférica, la lluvia, la escorrentía y el vertimiento directo de mercurio, son las principales fuentes de contaminación del agua. En los cuerpos de agua caracterizados por tener bajos niveles de oxígeno, alta carga de sedimentos y poca circulación se favorece la transformación de Hg inorgánico a metil mercurio (MeHg) por parte del plancton (10, 11).

El MeHg, es muy perjudicial para los ecosistemas acuáticos, por su fácil acumulación en la biota (1). Organismos que hacen parte del plancton tienen la habilidad de acumular Hg orgánico e inorgánico a partir del alimento ingerido y por eso se consideran un eslabón fundamental para la circulación del mercurio en las cadenas tróficas acuáticas (12, 13).

Para profundizar en los efectos del mercurio en el agua por favor consulte la [lectura 3](#) suministrada en el material complementario.

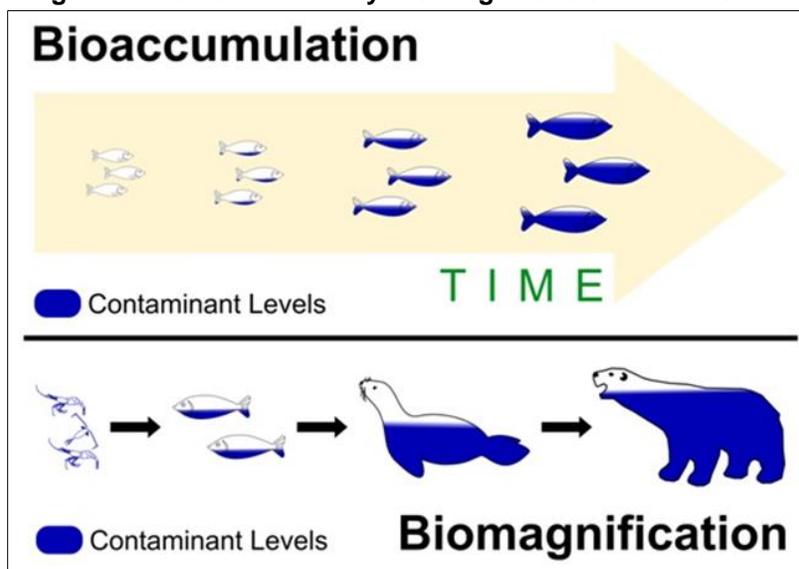
4. Afectación fauna y flora

Las características clave del mercurio que conllevan a una alta toxicidad en los seres vivos, son su capacidad de bio-acumulación y bio-magnificación, ya que le permiten escalar las redes tróficas de los diferentes ecosistemas (1,2), en la figura 1, podemos

ver como se lleva a cabo estos procesos.

La bio-acumulación hace referencia a la acumulación neta del metal en un organismo, ya sea que el Hg provenga del medio (agua, suelo o aire) o de otro organismo (14). Por su parte, la bio-magnificación representa la acumulación progresiva del Hg de un nivel trófico a otro, de manera que la concentración en los tejidos de organismos que están en la cima de las redes tróficas (depredadores, incluido el ser humano) es mayor que la de los organismos que están en la base (microorganismos) o posiciones intermedias (presas) (1).

Figura 1. Bio-acumulación y Bio-magnificación del mercurio.



Fuente: Econoticias.com 2016. <http://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/115317/bioacumulacion-toxicos>

El MeHg tiene efectos altamente nocivos en la vida silvestre y los seres humanos, pero el nivel de toxicidad varía según la concentración, la vía de exposición y la vulnerabilidad del organismo expuesto. En organismos con niveles elevados de MeHg (ubicados en la cima de las redes tróficas y de mayor edad), tal como peces depredadores de gran tamaño (ej. tiburón, atún, mero), aves y mamíferos que consumen peces (ej. martín pescador, nutria, foca, ballenas dentadas, hombre) y aves de rapiña (ej. águila, halcón) se han reportado problemas reproductivos y del sistema nervioso, afectando su desarrollo normal y patrones habituales de comportamiento (1, 15).

4.1 Afectación en invertebrados

En organismos invertebrados, especialmente acuáticos como las ostras, se ha detectado que el mercurio es perjudicial durante el desarrollo larval (10, 16). La mortalidad larval puede llegar al 50% cuando la concentración de Hg alcanza 10 $\mu\text{g/l}$ (1). El problema en la determinación de los límites de Hg en la fauna silvestre, se basa en la variación según la especie, la dieta, el estadio de desarrollo y el tipo de mercurio asimilado. En la figura 2, se muestra algunos ejemplos de invertebrados.

Figura 2. Invertebrados acuáticos.



Fuente: © Christian Sardet/CNRS/TaraOcean 2011.

<http://oceans.taraexpeditions.org/en/pto/copepodes-du-sud-de-patagonie/>

4.2 Afectación en peces

En las primeras etapas de vida, el mercurio afecta el desarrollo embrionario, el crecimiento y la regulación hormonal (17). Particularmente en los peces (aunque no es exclusivo de este grupo), se presenta un problema con los organismos de mayor edad: la concentración de Hg en los tejidos aumenta con el crecimiento, debido a la eliminación lenta del MeHg (10). No obstante, se ha encontrado que los peces marinos son menos susceptibles al Hg que los peces dulceacuícolas (16).

Debido a que las cadenas alimenticias acuáticas suelen tener más eslabones o niveles que las terrestres (donde no es común que los depredadores se alimenten unos de otros), el mercurio tiende a bio-magnificarse más en organismos acuáticos (2).

4.3 Afectación en aves

En las aves se afecta el vuelo y el desarrollo embrionario, incluso desde concentraciones inferiores a 2 mg/kg, porque se adelgaza la cáscara de los huevos (18) y se reduce la tasa de eclosión y sobrevivencia de los juveniles (19). Al igual que las aves, en otros animales vertebrados como anfibios y reptiles, se sospecha que

muchas especies piscívoras pueden verse afectadas por la bio-acumulación de Hg (10).

4.4 Afectación en mamíferos

En los mamíferos, el MeHg afecta negativamente el desarrollo del cerebro (1, 20) y el Hg inorgánico genera problemas renales (21). Al parecer, los animales más pequeños tal como visones y nutrias, son más susceptibles a los efectos del Hg. En algunas zonas de Groenlandia y el Ártico los niveles de Hg detectados en la foca anillada y la ballena blanca del Ártico han aumentado de dos a cuatro veces en los últimos 25 años (1, 10).

El consumo de pescado y aguas contaminadas con mercurio son dos vías muy frecuentes de exposición para otros mamíferos: los seres humanos. Debido a la permanente migración de muchas especies de peces entre mares y océanos, la bio-acumulación de Hg es muy alta (1).

- Según las resoluciones 2115 de 2007 y 022 de 2012 el límite permisible de Hg en agua es de 1 µg/l y en los tejidos de peces para consumo de 0,5 mg/kg (22).
- Los niveles de Hg en los músculos de peces depredadores de agua dulce destinados al consumo humano deben estar entre 0,077 y 0,30 ppm (17).

Si se sobrepasan estos límites, se puede presentar intoxicación aguda, silicosis, daños neurológicos, renales y cardiovasculares y agotamiento físico crónico (8).

4.5 Afectación en la flora

En las plantas acuáticas, incluyendo las macroalgas, la germinación se reduce por concentraciones alrededor de 1 mg/l de Hg inorgánico (23, 24). Las plantas terrestres (vasculares y briofitas) son más sensibles al Hg que circula en la atmósfera que al depositado en el suelo porque la capacidad de absorción de Hg por las raíces es baja (1, 25).

Para aprender más sobre el mercurio y sus características se le sugiere consultar el siguiente video: Duran Bahamón R. Salud humana y contaminación por mercurio: alerta en la Amazonia colombiana [Archivo de Video]. 2016 marzo 22. [Consultado 2019, Abril, 23] [6:32 min]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=MgvyDR-adis>

Referencias

1. PNUMA Productos Químicos. Evaluación Mundial Sobre el Mercurio. [Internet] 2002. [citado 5 Oct 2017]. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Productos Químicos; Disponible <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/Documents/Publications/final-assessment-report-Nov05-Spanish.pdf>
2. Costa MF, Landing WM, Kehrig HA, Barletta M, Holmesd CD, Barrocas PRG, et al. Mercury in tropical and subtropical coastal environments. *Environ Res* 2012; 119:88-100.
3. Hanisch C. Where is mercury deposition coming from. *Environ. Sci. Tech* 1998; 32:176A-179A.
4. Environmental Protection Agency. Información básica sobre el mercurio [Internet] [citado 17Oct 2017]. Disponible en: <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-el-mercurio>.
5. Español S. Toxicología del mercurio Actuaciones preventivas en sanidad laboral y ambiental. En: CYTED, Proyecto GAMA, editores. Jornada Internacional sobre el impacto ambiental del mercurio utilizado por la minería aurífera artesanal en Iberoamérica, 2001 sep 26-28; Lima, Perú: GAMA; 2001. p. 1-66.
6. Wang J, Feng X, Anderson CWN, Xing Y, Shang L. Remediation of mercury contaminated sites - A review. *J. Hazard Mater* 2012;221-222:1-18.
7. Doadrio AL. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio. *Anal. Real. Acad. Nac. Farm* 2004;70: 933-959.
8. León DE, Peñuela GA. Trascendencia del metilmercurio en el ambiente, la alimentación y la salud humana. *Producción + Limpia* 2011; 6:108-116.
9. Pirrone N. Mercury Research in Europe: Towards the preparation of the New EU Air Quality Directive. *Atmos Environ* 2001; 35:2979-2986.
10. Xavier Gaona Martínez. El mercurio como contaminante global [Internet] 2004 [citado 25Oct 2017]. Universitat Autònoma de Barcelona, Departamento de Química. Disponible en: <http://grupsderecerca.uab.cat/gts/sites/grupsderecerca.uab.cat/gts/files/TESIS%20XG.pdf>
11. Huguet L, Castelle S, Schafer J, Blanc G, Maury-Brachet R, Reynouard C, Jorand F. Mercury methylation rates of biofilm and plankton micro-organisms from a hydroelectric reservoir in French Guiana. *Sci. Total Environ* 2010; 408:1338-1348.



INSTITUTO
NACIONAL DE
SALUD

 @inscolombia
 @inscolombia
 @Instituto Nacional de Salud de Colombia
 @INSColombia

Instituto Nacional de Salud
Dirección: Avenida calle 26 No. 51-20 - Zona 6 CAN. Bogotá, D.C
Teléfono Conmutador: (+571) 220 7700
Línea Gratuita: 018000113400
www.ins.gov.co

contactenos@ins.gov.co