



Foto: Internet

# METALES PESADOS

Por Cristina Neira Moscoso, Juan Marcelo Rojas Sánchez, Claudia Rodas Espinoza

## Resumen

La salud ambiental se define como la relación de todos los factores físicos, químicos y biológicos externos de una persona que podrían incidir en su salud, entre estos se encuentran los metales pesados que constituyen contaminantes ambientales. Se realizó una revisión bibliográfica acerca de contaminación por zinc, plomo, cadmio y cobre, en el marco de un proyecto que investigó concentraciones de partículas PM10 en Cuenca, con el objetivo de revisar el estado de arte acerca de la contaminación por metales pesados y como estos pueden afectar a la salud. La contaminación por metales pesados ha incrementado debido al desarrollo industrial, con niveles más altos de estos en suelos, agua y aire; en Latinoamérica se relaciona principalmente con la explotación de recursos no renovables. Se concluyó que, según la Organización Mundial de la Salud, en 2016 la contaminación de aire en ciudades al igual que en zonas rurales causó 4,2 millones de muertes prematuras a nivel mundial, es por esto que, su control es de gran importancia para evitar efectos perjudiciales sobre la salud del ser humano.

## Palabras clave

contaminación, metales pesados, cadmio, zinc, cobre, plomo.

## Abstract

Environmental health is defined as the correlation between physical, chemical and biological factors that could influence on someone's health, among these are heavy metals which represent an environmental pollutant. A bibliographic review about pollution by zinc, lead, cadmium, and copper, was conducted, as part of a research project which investigated PM10 particles concentration in Cuenca, with the aim of reviewing the state of the art about pollution by heavy metals and how these can affect health. Developing industries have led to an increase in heavy metals pollution, finding higher levels of these on soils, water, and air. In Latin America pollution is mostly due to exploiting nonrenewable resources. According to the World Health Organization, in 2016 air pollution in cities as well as in rural areas, caused the premature death of 4.2 million people in the world, therefore control of this kind of pollution is important to prevent harmful effects on human health.

## Key Words

pollution, heavy metals, cadmium, zinc, copper, lead.

## Introducción

La contaminación del aire, agua y suelo representa una severa problemática. A nivel internacional se ha discutido el problema y sus posibles soluciones, pero las respuestas han sido ineficaces. Actualmente el problema se enfoca en el daño del medio ambiente y en sus consecuencias en la salud (1).

La OMS define a la "salud ambiental" como la relación de todos los factores físicos, químicos y biológicos externos de una persona que podrían incidir en su salud. Se basa en la prevención de las enfermedades y en el fomento de la creación de ambientes propicios para un buen estado de salud (2).

Los factores ambientales asociados a la contaminación han sido constantemente ratificados por la OMS como un problema grave de salud pública. Las patologías asociadas a esta van en aumento, por ejemplo, las enfermedades alérgicas, patologías respiratorias y otras enfermedades asociadas a contaminación de agua y suelos por metales pesados (3) (4) (5).

Esta revisión se centra en los efectos de los metales pesados en la salud, por contaminantes ambientales, se enmarca dentro del proyecto "Análisis de metales pesados en PM10 y su relación con enfermedades alérgicas en niños de 3 a 5 años en centros de educación inicial de las áreas urbana y periurbana de Cuenca".

## Metales pesados

Un metal pesado se puede definir como metal o metaloide con importancia biológica, que puede ser peligroso al acumularse en animales o plantas (6) (7). Son de gran importancia por su alto potencial tóxico, debido a su alta difusión. Los principales metales basados en su toxicidad son: mercurio (Hg), plomo (Pb), cadmio (Cd), cromo (Cr), arsénico (As), cobre (Cu), manganeso (Mn), zinc (Zn), níquel (Ni), plata (Ag) (7).

## Contaminación por metales pesados

La contaminación por metales pesados se ha incrementado, debido a la relación entre el desarrollo industrial con el aumento de los niveles de estos elementos en suelos y agua. Entre las principales fuentes de contaminación están la minería, metalurgia, agricultura, contaminación por tráfico.

Se han realizado estudios con el fin de determinar la contaminación asociada a metales pesados. Los resultados han mostrado que los niveles superan los límites permitidos internacionalmente (4). En China se analizó la tierra de uso agrícola para identificar los niveles de contaminación, los resultados mostraron un aumento respecto a reportes previos (8). En India, los niveles de cadmio, plomo y níquel en vegetales y cereales se encontraban por encima de los valores límites (9).

En Latinoamérica, la contaminación está relacionada con la explotación de recursos no renovables. Esto ha provocado la afectación de los suelos, agua y aire. Entre los principales contaminantes se encuentran el mercurio y el plomo, utilizados en la explotación minera, industria que se ha convertido en un problema debido a su poca regulación (10) (11). En México, han aumentado los niveles de metales pesados en el suelo, así como en el agua (12).

En Ecuador, las concentraciones de cadmio y plomo en el Estero Salado se encuentran en niveles diez a veinte veces mayores a los establecidos (13). La minería, también es un importante factor de contaminación por plomo en ríos de la provincia de El Oro (14).

En Cuenca, se midió la presencia de metales como cromo, hierro, níquel, zinc, cobre y manganeso, en el aire, determinando que sobrepasan los límites permitidos (15).

#### Contaminación atmosférica

Según la OMS, en el año 2016, la contaminación del aire, tanto en ciudades como en zonas rurales, causó 4,2 millones de muertes prematuras a nivel mundial (16). Las fuentes de contaminación de metales pesados son la naturaleza y las actividades antropogénicas, siendo esta última la fuente principal. Las causas antropogénicas son la industria, el transporte, la agricultura y quema de biomasa. Entre los metales más importantes asociados a contaminación están plomo, aluminio, zinc, cadmio, cromo, cobre y níquel (17) (18).

Son pocos los estudios relacionados a contaminación del aire; siendo la mayoría provenientes de China. En Shijiazhuang, metales como cobre, zinc, cadmio y plomo presentaron niveles altos. Las áreas cercanas a centros industriales tuvieron mayor nivel de contaminación (19). Otro estudio midió la contaminación del aire en carreteras de Beijing, los resultados no mostraron grandes diferencias (20).

En Latinoamérica, los estudios sobre contaminación atmosférica son escasos. En México se midió la concentración de trece metales, mostrando niveles elevados en el aire. Solo seis de estos metales (cobre, cromo, vanadio, zinc, níquel y plomo) se asociaron con contaminación antropogénica (18).

#### Contaminación de polvo interior

Dentro de ambientes interiores el polvo es un factor predisponente para el depósito y la acumulación de metales pesados. Los niños son un grupo de riesgo debido a que son más sensibles a los efectos producidos por los metales pesados. Una revisión sistemática reportó que, dentro de las áreas urbanas, especialmente cerca de zonas industriales, la concentración de estos era mayor que en zonas rurales. Otro hallazgo reportado por la Agencia Internacional de la Investigación del Cáncer (IARC), fue que el nivel de exposición a metales pesados no carcinógenos era mayor que la exposición a metales carcinógenos (21).

#### Zinc

Es un metal relativamente no tóxico, pero los niveles altos podrían tener consecuencias para la salud. Puede ingresar al organismo por inhalación, contacto con la piel o ingesta, la mayoría por fuentes industriales. Al ser inhalado en forma de óxido de zinc puede provocar síntomas respiratorios, fiebre, dolor muscular, náusea, vómito, fatiga, dolor de pecho, tos, disnea e incremento de los leucocitos bronquiales (22). Su concentración se ha asociado con inflamación de la vía aérea en niños (23).

La ingesta puede producir anemia, dolor abdominal, náusea, vómito, letargia, déficits neuronales focales y mareo. También se ha visto que la ingesta de suplementos altos en zinc se asocia con deficiencia de cobre, debido a que compiten por su absorción en los eritrocitos (22). Se presume que el consumo de zinc está implicado en la patogenia y progresión del cáncer de próstata (22). Además, estudios in vivo han demostrado que un exceso de este puede alterar la función linfocitaria frente a citoquinas (22).

Estudios han demostrado que el uso de quelantes metálicos reestablece la homeostasis del zinc, con resultados prometedores en enfermedades como el Alzheimer, en la que se cree que existe una desregulación de este metal (22).

#### Plomo

Es altamente tóxico. Su presencia en el aire se debe a la industria, minería, quema de combustibles y pinturas. Puede también fijarse al suelo, agua y plantas (24). Se absorbe por inhalación, por la piel y por ingesta. Se deposita en hígado, riñones, sistema cardiovascular, huesos y dientes. Sus efectos dependen de la cantidad de exposición al mismo. Los niños y mujeres jóvenes o gestantes tienen mayor riesgo de los efectos por exposición a plomo. También son más susceptibles los individuos con deficiencia de hierro o calcio, por una mayor absorción gastrointestinal (25).

El depósito de plomo en los tejidos depende del tamaño de sus partículas, las más grandes se depositan en la vía aérea superior y las más pequeñas en los alvéolos (25). El plomo causa daño en las células por mecanismos iónicos y generación de radicales libres. Además, tiene la capacidad de reemplazar otros cationes como Ca, Mg, Fe y Na afectando el metabolismo celular (24).

Su exposición se clasifica en aguda y crónica. La exposición aguda causa pérdida de apetito, cefalea, hipertensión, dolor abdominal, disfunción renal, fatiga, vértigo, alucinaciones; y la crónica, retraso mental, psicosis, pérdida de peso, hiperactividad, debilidad muscular, daño renal y neurológico (24). Además, según la agencia de protección ambiental (EPA), el plomo es carcinógeno (24).

Los niveles altos de plomo en sangre han disminuido en las últimas cuatro décadas, sin embargo, aún se considera un problema para la salud. La mayoría de los síntomas ocurren con niveles mayores a 50mcg/dl (26). La exposición durante el embarazo puede ser causa de abortos, óbitos, parto pretérmino, restricción del crecimiento e hipertensión (26). Se ha asociado también a asma y niveles altos de IgE (27).

La exposición a plomo en la niñez causa alteraciones en la función cognitiva y el desarrollo neurológico. En 2012 el Centro para Control de Enfermedades y Prevención (CDC) disminuyó el umbral permitido a una concentración en sangre menor a 5mcg/dl (28). A pesar de esto, la OMS expresa que no existen niveles seguros de exposición.

#### Cadmio

Es el séptimo metal más tóxico según la clasificación de la Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Es relativamente raro y un subproducto de la fundición del zinc. Proviene de explosiones volcánicas, pues está en rocas y suelos. Otra fuente es la antropogénica, por uso de combustibles, actividad industrial, agrícola, etc. (4) (5) (24). Se acumula en plantas, suelo y sedimentos (25). Las formas de exposición de la población son por vía oral y por inhalación (5).

El mecanismo por el cual produce enfermedad no está claro. A partir de la exposición se absorbe, pasa a la circulación y se acumula en el hígado o en el riñón. Tiene gran afinidad a las proteínas que contienen cisteína como las metalotioneínas, causantes del daño en estos tejidos (5) (24). Es un metal de depósito, con una semivida de 10 a 30 años, lo que sumado a la continua exposición produce que sus concentraciones aumenten a lo largo de la vida (29). Es altamente tóxico para el ser humano, puede producir enfermedad aguda y crónica. La intoxicación crónica produce lesiones hepáticas, renales, óseas, pulmonares y cáncer (4) (24).

La lesión renal se caracteriza por daño del túbulo contorneado proximal con disfunción celular, acumulación de radicales libres y apoptosis. Secundario al daño renal se produce desmineralización del hueso. En hígado el daño se produce por acumulación de las metalotioneínas, inflamación y disfunción hepática (29) (30). Junto con el plomo, sus niveles altos en sangre se han asociado a riesgo de asma y niveles altos de IgE total y específica (31).

Se clasifica como un carcinógeno de grupo 1 para humanos por la IARC, relacionado con el cáncer de pulmón y próstata; y este riesgo aumenta si está asociado a otro metal pesado como el arsénico (25). Otros problemas de salud asociados al cadmio son: anemia, problemas gastrointestinales, edema agudo de pulmón, cefalea, enfisema, osteomalacia y neumonitis.

#### Cobre

Es un elemento esencial para la homeostasis, a altas dosis este mineral es potencialmente tóxico (32). Es uno de los metales pesados más abundantes. Se puede extraer de minas, suelos, volcanes, rocas y mar. El origen antropogénico está relacionado con combustibles fósiles, basurales y producción de madera (4). Es ampliamente utilizado por el hombre, principalmente en construcción, industria, tecnología, maquinaria, medios de transporte y pesticidas. Es un elemento contaminante de suelos, fuentes de agua y aire (4).

Cuando el cobre es liberado al ambiente, penetra en plantas, tierra, rocas y sedimentos. Al entrar en contacto con el agua se adhiere a partículas en suspensión. También puede difundirse a través del aire (33). La intoxicación por cobre es rara, normalmente se produce por: el consumo accidental por parte de niños, contaminación e intentos de suicidio (32). La intoxicación crónica es infrecuente, por la capacidad

del hígado de excretarlo (34). Los síntomas de intoxicación aguda son: dolor abdominal, diarrea y vómito, insuficiencia cardíaca, falla renal, necrosis hepática, hemólisis, encefalopatía y la muerte (32).

#### Conclusión

El estilo de vida occidental ha aumentado la contaminación por metales pesados, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Estos metales tienen varios efectos sobre la salud del ser humano, por tanto, su control es de gran importancia para evitar que sean perjudiciales.

#### Conflictos de interés

Los autores declaramos no tener ningún conflicto de interés.

## Referencias bibliográficas

1. Organización Mundial de la Salud. Metales pesados: ¿necesidad de más acciones globales? Budapest; 2006.
2. Organización Mundial de la Salud. Organización Mundial de la Salud. [Online].; 1993 [cited 2019 Mayo 4. Available from: [https://www.who.int/topics/environmental\\_health/es/](https://www.who.int/topics/environmental_health/es/).
3. Bégin P, Nadeau KC. Epigenetic regulation of asthma and allergic disease. *Allergy, Asthma & Clinical Immunology Journal*. 2014;: p. 1-12.
4. Londoño Franco LF. LOS RIESGOS DE LOS METALES PESADOS EN LA SALUD HUMANA Y ANIMAL. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria*. 2016 Julio-Diciembre; XIV(2): p. 145-153.
5. Reyes Y, Vergara I, Torres O, Díaz M, González E. Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*. 2016 Julio - Diciembre; XVI(2).
6. Suvarapu LN, Seo YK, Baek SO. Heavy Metals in the Indian Atmosphere: A Review. *Res. J. Chem. Environ*. 2014 Agosto; XVIII(8).
7. Suvarapu LN, Baek SO. Determination of heavy metals in the ambient atmosphere: A review. *Toxicology and Industrial Health*. 2017 Enero; XXXIII(1).
8. Yang S. Status assessment and probabilistic health risk modeling of metals accumulation in agriculture soils across China: A synthesis. *Environment International*. 2019;: p. 165-174.
9. Singh A. Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of foodstuffs from the wastewater irrigated site of a dry tropical area of India. *Food and Chemical Toxicology*. 2010;: p. 611-619.
10. Cordy P, Veiga M. Characterization, mapping, and mitigation of mercury vapour emissions from artisanal mining gold shops. *Environmental Research*. 2013;: p. 82-91.
11. Diaz-Arriaga F. Mercurio en la minería del oro: impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano. *Rev. salud pública*. 2014;: p. 947-957.
12. Covarrubias S, Peña J. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR METALES PESADOS EN MÉXICO: PROBLEMÁTICA Y ESTRATEGIAS DE FITORREMEDIACIÓN. *Rev. Int. Contam. Ambie*. 2016;: p. 7-21.
13. Pernía B, Mero M. Determinación de cadmio y plomo en agua, sedimento y organismos bioindicadores en el Estero Salado, Ecuador. *Enfoque UTE*. 2018;: p. 89 - 105.
14. Oviedo Anchundia R. Contaminación por metales pesados en el sur del Ecuador asociada a la actividad minera. *Bionatura*. 2017;: p. 437-441.
15. Astudillo A, Ramírez M, N G, González G, Gutierrez I, Bailón N. Caracterización Química del Material Particulado PM10 de la zona urbana de Cuenca Ecuador e investigación de su genotoxicidad e inducción de estrés oxidativo en células epiteliales alveolares A549. *Revista de Toxicología*. 2015.
16. Organización Mundial de la Salud. Organización Mundial de la Salud. [Online].; 2018 [cited 2019 Mayo 20. Available from: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
17. Barandovski L, Cekova M, Frontasyeva MV. Atmospheric deposition of trace element pollutants in Macedonia studied by the moss biomonitoring technique. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2007;: p. 107-118.
18. Zarazúa-Ortega G, Poblano-Bata J, Tejeda-Vega S. Assessment of Spatial Variability of Heavy Metals in Metropolitan Zone of Toluca Valley, Mexico, Using the Biomonitoring Technique in Mosses and TXRF Analysis. *The Scientific World Journal*. 2013;: p. 1-7.
19. Wan D, Han Z, Yang J, Yang G, Liu X. Heavy Metal Pollution in Settled Dust Associated with Different Urban Functional Areas in a Heavily Air-Polluted City in North China. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2016;: p. 1-13.
20. Men C, Liu R, Xu F, Wang Q, Guo L, Shen Z. Pollution characteristics, risk assessment, and source apportionment of heavy metals in road dust in Beijing, China. *Science of the Total Environment*. 2018;: p. 138-147.
21. Tan SY, Praveena SM, Z AE, Cheema MS. A review of heavy metals in indoor dust and its human health-risk implications. *Rev Environ Health*. 2016 Noviembre; XXXI(4).
22. Plum L, Rink L, Haase H. The Essential Toxin: Impact of Zinc on Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2010.
23. Rosa M. Association of recent exposure to ambient metals on fractional exhaled nitric oxide in 9-11 year old inner-city children. *Nitric Oxide*. 2014;: p. 60-6.
24. Jaishankar M, Tseten T, Anbalagan N, Mathew B, Beer-egowda K. Toxicity, Mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*. 2014.
25. WHO. Health Risks of Heavy Metals from long-range transboundary air pollution Germany: WHO; 2007.
26. US Preventive Services Task Force. Screening for Elevated Blood Lead Levels. *JAMA*. 2019.
27. Wang IJ. Lead exposure, IgE, and the risk of asthma in children. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2017;: p. 1-6.
28. Taylor P, Faye C, Glover J. Prevalence of childhood lead poisoning and respiratory disease associated with lead smelter emissions. Elsevier. 2019.
29. Perez P, Azcona MI. Los efectos del cadmio en la salud. *Rev Esp Méd Quir*. 2012 Julio - Septiembre; XVII(3).
30. Díaz JD, Arceo E. Daño renal asociado a metales pesados: trabajo de revisión. *Rev. Colomb. Nefrol*. 2018 Enero; V(1).
31. Park S. The association of asthma, total IgE, and blood lead and cadmium levels. *The Journal of Allergy y Clinical Immunology*. 2016;: p. 1701-1703.36.
32. Pazirandeh S, Burns DL, Griffin IJ. Uptodate. [Online].; 2019 [cited 2019 Julio 13. Available from: [https://www.uptodate.com/contents/overview-of-dietary-trace-minerals?search=copper%20toxicity%20poisoning&source=search\\_result&selectedTitle=1~150&usage\\_type=default&display\\_rank=1#H18](https://www.uptodate.com/contents/overview-of-dietary-trace-minerals?search=copper%20toxicity%20poisoning&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1#H18).
33. ATSDR. CDC. [Online].; 2004 [cited 2019 Julio 13. Available from: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs132.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs132.pdf).
34. Feoktistova L, Clark Y. Metabolism of copper. Its consequences for human health. *Medisur*. 2018 Agosto; XVI(4).