



Cadmium, does its presence warn us of anthropogenic pollution?

# EL CADMIO, ¿SU PRESENCIA NOS ALERTA DE LA CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA?

Nadia Gamboa\*

*El cadmio es muy escaso naturalmente y su presencia en el ambiente se debe al desarrollo industrial. La gestión irresponsable de sus residuos lo hace estar presente en aguas naturales y suelos agrícolas. Es muy tóxico y bioacumulable, y ocasiona la enfermedad itai-itai.*

*Palabras clave: cadmio, cacao, bioacumulación, bioconcentración, metales pesados, contaminación*

*Cadmium is very scarce in nature and its presence in the environment is due to industrial development. Irresponsible waste management makes it appear in freshwaters and agricultural soils. It is very toxic and bioaccumulative, causing itai-itai disease.*

*Keywords: cadmium, cocoa, bioaccumulation, bioconcentration, heavy metals, pollution*

El elemento cadmio – *cadmia* en latín, *kadmeia* en griego (nombre antiguo para la calamina) – fue descubierto por Stromeyer en 1817 como una impureza del  $ZnCO_3$ <sup>[1]</sup>. Es un elemento no esencial muy tóxico y persistente que está presente en el aire, aguas y alimentos. Su configuración electrónica es similar a la del Zn, que sí es un micronutriente esencial.

No se le encuentra en estado metálico en la naturaleza. El único mineral de cadmio conocido es la greenockita ( $CdS$ ), y suele presentarse como pátinas pulverulentas amarillentas sobre blenda ( $ZnS$ ), smithsonita ( $ZnCO_3$ ) o sulfuros de plomo y cobre. Si el contenido de Zn en la greenockita es alto, esta toma un color amarillo anaranjado intensamente fluorescente. Se le encuentra sobre blenda en República Checa y EEUU, como incrustaciones o granulitos sobre smithsonita en Italia y EEUU, y como cristales diminutos sobre vetas de otros minerales en Escocia.<sup>[2]</sup>

A pesar de la existencia de estos minerales, el cadmio metálico se obtiene como subproducto de la refinación de minerales de Zn, Pb y Cu, pues es fácilmente oxidado al ion  $Cd^{2+}$ , incoloro. Sus compuestos se obtienen del cadmio metálico y sus formas comerciales más importantes son como óxido, sulfuro, seleniuro, cloruro, sulfato, nitrato, hidróxido y sales orgánicas.<sup>[3]</sup> En el Perú, uno de los principales productores de cadmio del mundo, este metal se obtiene de la refinera de Zn de Cajamarquilla, en Lima, que generó aproximadamente 381 toneladas métricas finas de Cd en el periodo enero – junio 2019.<sup>[5]</sup> El hidróxido de cadmio sirve de material anódico en baterías Ag-Cd y Ni-Cd mientras que las sales orgánicas de cadmio se usan en estabilizadores térmicos y de luz para plásticos y como catalizadores en reacciones de polimerización. El sulfuro de cadmio se usa en pigmentos, en los que da coloraciones amarilla, anaranjada, roja y granate, y este uso se reporta desde el descubrimiento de la sal en 1817.<sup>[4]</sup> Cerca

\* Doctora en Ciencias Ambientales, profesora principal de la Sección Química del Departamento Académico de Ciencias de la PUCP, especialista en química ambiental. e-mail: ngamboa@pucep.pe

1. Haynes, W. M. (Ed.) *CRC Handbook of Chemistry and Physics 2016-2017*. 97th ed. CRC Press. (📖)  
2. Mottana, A.; Crespi, R.; Liborio, G. *Guías de Minerales y Rocas*. 1980. 4ª ed. Grijalbo. Barcelona, Espana

de dos tercios de la producción mundial de cadmio se usan en el enchapado antioxidante de acero, Fe, Cu, bronce y otras aleaciones, en soldaduras y partes eléctricas, mientras que el resto de usos es muy variado e incluye pigmentos, plásticos, caucho, pesticidas, hierro galvanizado, en la fabricación de aviones y semiconductores, y en barras de control en reactores nucleares (tiene una alta sección eficaz de captura de neutrones).

El cadmio es un tóxico ambiental cancerígeno altamente persistente que se acumula en hígado y riñones, y su vida media biológica es de 10 a 25 años. En 1945, unos granjeros japoneses que vivían cerca de una mina de Zn-Cd-Pb sufrieron dolores en espalda y piernas, fracturas, descalcificación y deformación del esqueleto debido al consumo de agua y arroz contaminados. Por esto, la intoxicación por cadmio se conoce como la enfermedad de *itai-itai*, vocablo japonés que significa *ay-ay*. El cadmio ocasiona disfunción renal tubular, alta presión arterial, daño de pulmones y cáncer pulmonar. Es

un inhibidor enzimático potente. La deficiencia en Fe y vitamina C puede influir en la toxicidad de Cd.<sup>[3]</sup>

El ser humano se expone ocupacionalmente a Cd por inhalación en los procesos de minería y metalurgia, combustión de combustibles fósiles, impresión textil, aplicación de fertilizantes y fungicidas, reciclado de restos ferrosos y de aceites de motor, y en la disposición e incineración de productos que contienen Cd. El humo del cigarro es una de las más grandes fuentes puntuales de exposición a Cd: cada cigarrillo contiene aproximadamente 1,5 a 2,0 µg de Cd, 70% del cual pasa al humo que se aspira al fumar.<sup>[3]</sup>

Los residuos mineros, de aceites de motor, neumáticos y de industrias químicas dispuestos incorrectamente contaminan los sistemas hídricos. El pH, la alcalinidad, la concentración de Ca y Mg, la presencia de Cl<sup>-</sup> y SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> o el oxígeno disuelto influyen en la concentración de Cd disuelto. En suelos ácidos, el Cd es más móvil, y puede ser más fácilmente absorbido por las plantas.<sup>[3]</sup>

Tabla 1. Estándares de calidad ambiental (ECA) vigentes para cadmio en aguas en Perú <sup>[7]</sup>

Categoría del ECA	Subcategoría	Uso del agua	Cd, mg/L
1. Poblacional y recreacional	A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	A1: agua que puede ser potabilizada con desinfección	0,003
		A2: agua que puede ser potabilizada con tratamiento convencional	0,005
		A3: agua que puede ser potabilizada con tratamiento avanzado	0,01
	B: aguas superficiales destinadas para recreación	B1: contacto primario	0,01
2. Actividades de extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales		C1: extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	0,01
		C2: extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	0,01
		C4: extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas	0,01
3. Riego de vegetales y bebida de animales		D1. riego de vegetales: agua para riego restringido y no restringido	0,01
		D2. bebida de animales	0,05
4. Conservación del ambiente acuático		E1. lagunas y lagos	0,00025
		E2. ríos de costa y sierra	0,00025
		E2: ríos de selva	0,00025
		E3: estuarios en ecosistemas marino costeros	0,0088
		E3: aguas marinas en ecosistemas marinos	0,0088

3. Yu, M.-H.; Tsunoda, H.; Tsunoda, M. *Environmental Toxicology. Biological and Health Effects of Pollutants*. 2011. 3rd Ed. CRC Press. (□)

4. Mayer, R. *Materiales y técnicas del arte. Volumen 28 de Artes, Técnicas y Métodos*. Ediciones AKAL, 2005. (□)

5. Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas de Perú. [Producción minera mensual 2019](#). (□)

Tabla 2. Estándares de calidad ambiental (ECA) vigentes para cadmio (mg/kg peso seco) en suelos en Perú <sup>[7]</sup>

suelo agrícola	suelo residencial/parques	suelo comercial/industrial/extractivo
1,4	10	22

A nivel internacional, se aplica un límite de seguridad de 3 mg/kg a los suelos de cultivo alimentario para consumo humano, y 3 µg/L al agua potable. El límite máximo permitido para las papas es de 0,1 mg/kg, mientras que para el arroz es 0,4 mg/kg de peso de grano seco. El nivel de ingesta de Cd tolerable establecido por la FAO/OMS es 25 µg por kg de peso corporal por mes (0,83 µg/kg de peso corporal/día o 58 µg/día para una persona de 70 kg).<sup>[6]</sup> En el Perú, los estándares de calidad ambiental para Cd en aguas y suelos están definidos normativamente (**Tablas 1 y 2**).<sup>[7]</sup> Actualmente, la contamina-

ción por cadmio es de gran preocupación para el mercado de exportaciones de cacao orgánico peruano debido a los nuevos límites establecidos por la UE para este elemento tóxico. Para chocolates con contenido de cacao entre 50% y 70%, el límite máximo es 0,6 ppm de cadmio, y si el contenido de cacao supera al 70%, es 0,8 ppm de cadmio.<sup>[8]</sup>

*Recibido: 12 de septiembre de 2019*

*Aceptado en forma final: 22 de octubre de 2019*

6. Satarug, S. Dietary Cadmium Intake and Its Effects on Kidneys.

*Toxics* 2018, 6(1); 15. (📄)

7. ECAs para aguas, Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. (📄);

ECAs para suelos Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM. (📄)

8. Cacao peruano: crecimiento de exportaciones caería de 18% a 6% por restricciones de UE. En: Diario Gestión. 25 de marzo de 2019

(📄); Unión Europea pone en jaque al cacao peruano por la presencia del cadmio. En: Diario Gestión. 7 de agosto de 2018 (📄)