

University of Nebraska - Lincoln

DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln

---

Estudios en Biodiversidad

Parasitology, Harold W. Manter Laboratory of

---

2015

## Presencia de metales pesados en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México

Irving Giovanni González-Salazar  
*Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*

Maritza López-Herrera  
*Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*

Scott Monks  
*Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, monks.scott@gmail.com*

Griselda Pulido-Flores  
*Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, g.pulido.flores@gmail.com*

Follow this and additional works at: <https://digitalcommons.unl.edu/biodiversidad>



Part of the [Biodiversity Commons](#), [Botany Commons](#), and the [Terrestrial and Aquatic Ecology Commons](#)

---

González-Salazar, Irving Giovanni; López-Herrera, Maritza; Monks, Scott; and Pulido-Flores, Griselda, "Presencia de metales pesados en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México" (2015). *Estudios en Biodiversidad*. 13.  
<https://digitalcommons.unl.edu/biodiversidad/13>

This Book Chapter is brought to you for free and open access by the Parasitology, Harold W. Manter Laboratory of at DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln. It has been accepted for inclusion in Estudios en Biodiversidad by an authorized administrator of DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln.

---

# Presencia de metales pesados en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México

Irving Giovanni González-Salazar, Maritza López-Herrera,  
Scott Monks, y Griselda Pulido-Flores

## Resumen

La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán es un área natural protegida por la gran diversidad de flora y fauna existente en la misma. La zona es atravesada por un río de gran longitud que se extiende desde el municipio de Tulancingo hasta su desembocadura en la Laguna de Metztitlán, en la zona núcleo de la reserva. A lo largo del cauce del río se ubican algunos asentamientos humanos y zonas industriales, que vierten aguas residuales domésticas e industriales. Además, el agua del río es un recurso natural utilizado como agua de riego para las zonas agrícolas, que con frecuencia por el efecto de arrastre y erosión se depositan en el agua agroquímicos. De tal forma que se ha registrado la presencia de metales pesados en los suelos destinados para la agricultura. En el presente trabajo se presenta una compilación de las diferentes investigaciones realizadas en la zona, evidenciando la presencia de metales pesados en agua, suelo y organismos de la reserva.

**Palabras clave:** aguas residuales, bioacumulación, agua, suelo, contaminación

## Introducción

Con una distribución transversal en el estado de Hidalgo y con una dirección sureste-noroeste se encuentra la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM), la cual fue declarada como área protegida el 27 de noviembre del 2000 (CONANP, 2003). La reserva se enmarca en los paralelos 19° 53' 41" y 20° 45' 05" N y los meridianos 98° 55' 04" y 98° 08' 39". Al Norte limita con el estado de San Luis Potosí, al Noroeste y Este con Veracruz, al Este y Sureste con Puebla, al Sur con Tlaxcala y México, y al Oeste con Querétaro. El territorio de la reserva está conformado por cadenas montañosas, lomeríos, valles y cañones con una altitud promedio de 2000 msnm. El clima es seco y semiseco cálido con una temperatura anual promedio de 20.2°C, una precipitación pluvial promedio de 437 mm por año, y el período de lluvias es de junio a septiembre. La vegetación natural consiste en herbáceas, una gran cantidad de cactáceas, entre las que se

encuentran cactus globosos y columnares. La reserva corresponde a la Región Hidrológica 26 Río Pánuco, su principal rasgo hidrológico es el río, con una longitud de 100 Km cuyo nombre cambia de acuerdo con cada región. Las tres principales son el río Tulancingo, San Sebastián como el río Venados, y el tercero como río Metztitlán, el río corre de Sureste a Noroeste, y al Norte de la reserva desemboca en la laguna de Metztitlán (CONANP, 2003).

Los metales pesados son elementos químicos de gran interés en estudios medioambientales, su importancia radica en que la mayoría son persistentes, causando efectos tóxicos en la biota aún en bajas concentraciones (Lucho-Constantino *et al.*, 2005). La mayor fuente de contaminación por metales pesados es generada por causas antropogénicas, entre las actividades que destacan por su contribución son la minería, prácticas agronómicas, emisiones industriales, y la aplicación de lodos y sedimentos residuales (Shen *et al.*, 2002; Wu *et al.*, 2005; Chen *et al.*, 2007).

En la RBBM la actividad agrícola es de gran importancia, aproximadamente el 73% de la población se dedica a esta actividad, en la modalidad de riego y temporal. Principalmente se cultiva maíz-frijol, maíz-calabaza, maíz-haba, chile, tomate de cascara y frutales cómo el nogal. Los desechos y aguas residuales son depositados en el río, y con el agua de éste se irrigan los cultivos agrícolas que se producen en la Vega de Metztlán. Con la actividad agrícola, existe un intenso uso de agroquímicos que contribuyen al incremento de la contaminación propiciando la acumulación de metales pesados en suelos destinados para la agricultura (Pilon-Smits, 2005; Chen *et al.*, 2007). Los cultivos agrícolas de maíz, trigo y alfalfa, entre otros, son sembrados en los suelos contaminados, y son irrigados con aguas residuales; estas plantas acumulan metales pesados en todas sus estructuras, pero principalmente en el tejido foliar (Lucho-Constantino *et al.*, 2005).

En la RBBM se han realizado diferentes estudios que han registrado la presencia de metales pesados, Pulido-Flores *et al.* (2005) reportaron la presencia de 31 elementos en agua del Río Venados, de los cuales el Aluminio (Al), Arsénico (As), Berilio (Be), Cadmio (Cd), Cloro (Cl), Fierro (Fe), Manganeseo (Mn), Mercurio (Hg) y Vanadio (V) sobrepasaron los límites máximos permitidos por la (NOM-001-SEMARNAT-1996). Posteriormente, Lozada-Zarate *et al.* (2007) mediante el método EPA-3015 (EPA, 2007) y a través de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente (ICP) determinaron la concentración de Al, Cd, Calcio (Ca), Cromo (Cr), Plomo (Pb), Magnesio (Mg), Potasio (K), Sodio (Na) y Zinc (Zn) en piel, branquias, músculo, hueso y vísceras de *Cyprinus carpio*, un pez exótico que se cultiva en la laguna de Metztlán para consumo; el Al se registró en todos los tejidos del pez, con mayor concentración en las branquias con 10.400, piel 9.900, vísceras 9.600, músculo 8.300 y huesos 8.200 mg/100 g de base seca. El Cd y Cr no se detectaron, mientras que el Ca lo detectaron en concentraciones de 2395.600 en huesos, 247.000 en piel, 740.700 en branquias, 42.600 en músculo y en vísceras 23.900 mg/100 g de base seca. El Pb lo detectaron en mayor concentración en huesos 1.400 y en piel 0.900 mg/100 g de base seca, pero no lo encontraron en músculo, branquias y vísceras. El Mg también se bioacumuló en mayor cantidad en los huesos con 609.500, branquias 396.500, músculo 301.500, vísceras 153.700 y piel 78.100 mg/100 g de base seca. Para el K lo encontraron 161.100 en

músculo, 80.400 en vísceras, 71.200 en branquias, 56.400 en huesos y piel 47.000 mg/100 g de base seca. Se determinó 161.100 en músculo, 80.400 en vísceras, 71.200 en branquias, 56.400 en huesos y piel 47.000 mg/100 g de base seca de Na.

Posteriormente, López-Herrera y Gordillo-Martínez (2008) determinaron la presencia de Al, Pb y Cd en *Phaseolus vulgaris* L. (plantas de frijol) y en *Capsicum annum* L. (chile) en tres etapas del desarrollo (vegetativa, floración y llenado de fruto), los datos fueron tomados durante un ciclo de siembra en las localidades de Puente Venados y Jilotla. Las concentraciones de Al que registraron fue de 19 mg/kg en fruto, y de 181 mg/kg en raíz de frijol; y de 105 mg/kg en hoja y de 75 mg/kg en raíz de chile. Mientras para Cd se encontraron 9 mg/kg en hoja y 8 mg/kg en raíz de frijol, y 18 mg/kg en fruto y 22 mg/kg en hoja de chile. El Pb se presentó en una concentración de 118 mg/kg en fruto y 130 mg kg<sup>-1</sup> en tallo en frijol y 93 mg/kg en fruto y 139 mg/kg en hoja de chile. De las cuantificaciones anteriores los valores de Al y Cd presentan un nivel de fitotoxicidad de moderado a alto, mientras que los valores de Pb presentan un nivel alto de fitotoxicidad (López-Herrera *et al.*, 2007).

Ramírez-Avilés *et al.* (2012) obtuvieron muestras de agua, sedimento y algunos peces de la especie *Oreochromis niloticus* en la laguna de Metztlán en épocas de secas y lluvia para analizar Hg, As, Cd, Cr, Mn y Pb. Detectando la presencia de Mn y Hg en agua en época de secas y lluvias, registrándose una mayor concentración en el periodo de secas, además estas concentraciones rebasaron los límites establecidos por la legislación (LFDMA, 2009). En sedimento registraron la presencia de Hg, As, Cd, Cr y Mn a excepción del Pb; las concentraciones de Hg y Mn, para ambas épocas de muestreo sobrepasaron los estándares establecidos por la legislación (OMEE, 1993), mientras que en los peces a excepción del As, se registraron concentraciones de Hg, Cd, Cr, Mn y Pb, los cuales sobrepasaron los límites de metales pesados establecidos para consumo humano en la norma oficial (NOM-027-SSA1-1993), cabe destacar que los peces de la especie *O. Niloticus* son de importancia económica y comercial en la región.

Vázquez-Larios *et al.* (2013) cuantificaron Cd, Trióxido de Cromo (Cr (VI)) y Pb en muestras de sedimentos procedentes del Valle de Metztlán, los valores determinados de estos metales estuvieron por encima la norma (NOM-001-SEMARNAT-1996).

Con base en los múltiples reportes que se tienen de la presencia de metales pesados en la zona agrícola de la RBBM, algunos autores han probando diferentes técnicas de biorremediación para la zona. Uno de los trabajos que se encuentran en proceso es el de utilizar diferentes concentraciones de sustancias húmicas y plantas de higuera (*Ricinus communis* L.) en un proceso de fitorremediación considerando a esta planta como potencialmente hiperacumuladora de metales.

Se ha evaluado la presencia de metales pesados (Cd, Mn, Ni y Pb) en suelo agrícola de la zona de la Reserva y en plantas de higuera. Las muestras se digirieron mediante el método EPA-3015 (EPA, 2007) y se cuantificaron a través de espectroscopia de absorción atómica con flama. En el suelo agrícola se determinó la presencia de Cd, Mn, Níquel (Ni) y Pb en las siguientes concentraciones: 31.82, 391.26, 51.89 y 61.11 (mg/kg) en ese orden. En plantas de higuera las concentraciones más altas se encontraron en hoja, 23.55 mg/kg de Cd, en raíz 233.86 mg/kg de Mn y 30.53 mg/kg de Ni, finalmente, en tallo 71.19 mg/kg de Pb. Los valores reportados en suelo no sobrepasaron los límites establecidos en la norma (NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004) (González-Salazar *et al.*, 2014), pero los valores entre órganos vegetales de las plantas de higuera, exceden los valores establecidos para cultivos agrícolas (Herber, 2004; Kabata-Pendias y Pendias, 2001; Srikanth y Reddy, 1991).

## Conclusión

Cronológicamente se han reportado estudios sobre la cuantificación de metales pesados en la RBBM. Sin embargo la continua disposición de los desechos, aguas industriales y domésticas a en el río de la RBBM, así como el uso intensivo de agroquímicos han aumentado la concentración de éstos elementos en agua, sedimentos, suelo, peces y cultivos agrícolas de importancia económica, y de consumo para los habitantes. El problema no sólo radica en la presencia y bioacumulación de los metales en la biota a través de las cadenas tróficas, sino en el hecho de que los niveles de algunos metales pesados han sobrepasado límites establecidos por la normatividad en calidad ambiental y en productos alimenticios destinados para su consumo.

## Literatura citada

- Chen, C. W., C. M. Kao, C. F. Chen, y C. D. Dong. 2007. Distribution and accumulation of heavy metals in the sediments of Kaohsiung Harbor, Taiwan. *Chemosphere* 66:1431-1440.
- CONANP: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2003. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hgo. Página en red: <http://www.metztitlan.com.mx/ReservaBiosfera/ProgramaDidactica/PCMDidactica.htm> ; (consultada 30 junio, 2014).
- EPA: Environmental Protection Agency 3015. 2007. Microwave assisted acid digestion of aqueous sample and extracts. *En: Test methods for evaluating solid waste*. 3ª. Ed., United States Environmental Protection Agency, Washington D. C., 25 p.
- EPA: Environmental Protection Agency 3052. 1996. Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices. United States Environmental Protection Agency, Washington D. C., 20 p.
- González-Salazar, I. G., M. López-Herrera, C. Romo-Gómez, S. Monks, y M. C. Duran-Bazúa. 2014. Efecto de sustancias húmicas en la concentración de metales en suelo agrícola y bioacumulación en plantas de higuera (*Ricinus communis* L.). *En: memorias del XIII Congreso Internacional y XIX Congreso Nacional de Ciencias Ambientales*. Acapulco, Guerrero, México. pp. 2469-2653.
- Hebert, R. F. M. 2004. Cadmium. Elements and their compounds in the environment. *En: Merian, E., M. Anka, M. Ihnat, y M. Stoeppler (Eds). Elements and their compounds in the environment*. 2ª ed., Wiley-VCH, Weinheim. pp. 689-708.
- Kabata-Pendias, A., y H. Pendias. 2001. Trace elements in soils and plants. 3ª. Ed. Boca Raton, London, New York, CRC Press. 413 p.
- LFDMA: 2009. Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales. Comisión Nacional del Agua. México. 107 p.
- López-Herrera, M., G. Pulido-Flores, y S. Monks. 2007. Bioacumulación de metales pesados en cultivos de interés agrícola en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. *En Pulido-Flores, G., y A. L. López-Escamilla (Eds). IV Foro de Investigadores por la Conservación y II Simposio de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Hidalgo. Ciencia al Día 5*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. pp. 31.
- López-Herrera, M., y A. J. Gordillo-Martínez. 2008. Bioacumulación de metales pesados en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y chile (*Capsicum annum* L.) en la reserva de la Biosfera "Barranca de Metztlán", Hidalgo, México. Página en red: [http://www.uaemex.mx/Red\\_Ambientales/docs/congresos/Ciudad%20Obregon/oral\\_contam-biental.html](http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/congresos/Ciudad%20Obregon/oral_contam-biental.html) ; (consultado 30 julio 2014).

- Lozada-Zarate, E., S. Monks, G. Pulido-Flores, A. J. Gordillo-Martínez, y F. Prieto-García. 2007. Determinación de metales pesados en *Cyprinus carpio* en la Laguna de Metztitlán, Hidalgo, México. *En: Pulido-Flores, G., y A. L. López-Escamilla (Eds). IV Foro de Investigadores por la Conservación y II Simposio de Áreas naturales Protegidas del Estado de Hidalgo. Ciencia al día 5. Universidad Autónoma del Estado del Hidalgo. pp. 91-94.*
- Lucho-Constantino, C. A., M. Álvarez-Suárez, R. I. Beltrán-Hernández, F. Prieto-García, y H. M. Poggi-Varaldo. 2005. A multivariate analysis of the accumulation and fractionation of major and trace elements in agricultural soils in Hidalgo State, Mexico, irrigated with raw wastewater. *Environmental International* 31:313-323.
- NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-027-SSA1-1993. 1995. Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. Secretaría de Salud. México. Diario Oficial 3 marzo de 1995, Distrito Federal, México.
- NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. 2003. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes de las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales, Diario Oficial, 23 de abril de 2003, Distrito Federal, México.
- NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. 2007. Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo selenio, talio y/o vanadio. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales, Diario Oficial de la Federación, 2 de Marzo del 2007, Distrito Federal, México.
- OMEE: Ontario Ministry of Environment and Energy. 1993. Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario. Página en red: [http://www.itrcweb.org/contseds-bioavailability/References/guide\\_aquatic\\_sed93.pdf](http://www.itrcweb.org/contseds-bioavailability/References/guide_aquatic_sed93.pdf); (consultada 14 junio 2014).
- Pilon-Smits, E. 2005. Phytoremediation Annual Review. *Plant Biology* 56:15-39.
- Pulido-Flores, G., S. Monks, y J. A. Gordillo-Martínez. 2005. Monitoreo de bajo costo en la evaluación de la calidad ambiental. *Revista Internacional de Ciencias Ambientales* 21:578-583.
- Ramírez-Avilés, Y., J. C. Gaytán-Oyarzun, C. Romo-Gómez, G. Pulido-Flores, y S. Monks. 2012. Contaminación por metales pesados en la Laguna de Metztitlán, Hidalgo, México. XI Congreso Internacional y XVII Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Mazatlán, Sinaloa, México. pp. 392-393.
- Shen, Z. G., X. D. Li, C. C. Wang, H. M. Chen, y H. Chua. 2002. Lead phytoextraction from contaminated soil with high-biomass plant species. *Environmental Quality* 31:1893-1900.
- Srikanth, R., y S. R. L. Reddy. 1991. Lead, cadmium and Cr levels in vegetables grown in urban sewage sludge - Hyderabad, India. *Food Chemistry* 40:229-234.
- Vázquez-Larios, E., B. H. Ramírez, P. I. Badillo, T. A. Fre-goso, C. H. Hernández, y J. A. Mendoza. 2013. Caracterización de suelos contaminados con HAPs en el valle de Metztitlán, Hgo., y aplicación de un proceso de biorremediación con membranas limitantes de oxígeno. *Química Hoy* 3:18-25.
- Wu, F. B., J. Dong, Q. Q. Qian, y G. P. Zhang. 2005. Subcellular distribution and chemical form of Cd and Cd-Zn interaction in different barley genotypes. *Chemosphere* 60:1437-1446.