

Monitoreo de arsénico, plomo, cadmio y mercurio en muestras de agua de comunidades de Florencia de Benito Juárez, Zacatecas



ARCELIA GONZÁLEZ GARCÍA
CLAUDIA HERNÁNDEZ SALAS
SARA YESICA GONZÁLEZ ALONSO
JULIETA MORENO LONGORIA
ESTEBAN MEZA LAMAS
Email: clauyole@hotmail.com

Unidad Académica de Enfermería
Unidad Académica de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de Zacatecas
"Francisco García Salinas"

Resumen

Se logró monitorear la concentración de Arsénico (As), Plomo (Pb), Cadmio (Cd) y Mercurio (Hg) en muestras de agua de algunas comunidades de Florencia de Benito Juárez, Zacatecas. Esta determinación se llevó a cabo por Espectrometría de Absorción Atómica (EAA). En la comunidad El Duraznito el valor de la concentración de As en cuerpos de agua es muy cercano al máximo permitido por la NOM-127-SSA. En relación al Cd, los tres sitios de muestreo en la cabecera municipal de este lugar rebasan lo máximo permitido por esta norma oficial (sitio 1= 0.03 mg/L, sitio 2 = 0.08 mg/L y sitio 3 = 0.08 mg/L). En Llano Grande también se rebasan estos valores, ya que en el sitio 1 = 0.5 mg/L y sitio 2 = 0.03 mg/L. En el caso de Hg y Pb no hubo presencia de estos metales en las muestras analizadas.

Palabras clave: Metales pesados, Arsénico, Plomo, Cadmio, Mercurio

Abstract

It was possible to monitor the concentration of Arsenic (As), Lead (Pb), Cadmium (Cd) and Mercury (Hg) in water samples from some communities of Benito Juárez Zacatecas. This determination was made by Atomic Absorption Spectrometry (AAS). In the El Duraznito community, the concentration of As in water bodies is very close to the maximum allowed by NOM-127-SSA. In relation to the Cd, the three sampling sites in the municipal head of this place exceed the maximum allowed by this official standard (site 1 = 0.03 mg / L, site 2 = 0.08 mg / L and site 3 = 0.08 mg / L) . In Llano Grande these values are also exceeded, since in site 1 = 0.5 mg / L and site 2 = 0.03 mg / L. In the case of Hg and Pb, there was no presence of these metals in the samples analyzed.

Keywords: Heavy metals, Arsenic, Lead, Cadmium, Mercury

Introducción

La contaminación industrial, tecnológica, agropecuaria, minera y el uso indiscriminado de diversos fertilizantes químicos en el suelo con metales pesados (MPs) se incorporan finalmente a ríos, vegetales, animales y alimentos, alterando la sostenibilidad de la cadena trófica, provocando riesgos potenciales en la naturaleza y en la sociedad, debido a que originan serios problemas en la salud humana y animal (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 1980).

Los MPs son aquellos elementos químicos que presentan una densidad igual o superior a 5 g/cm^3 cuando están en forma elemental, o cuyo número atómico es superior a 20 (excluyendo los metales alcalinos o alcalinotérreos). El principal receptor que proviene de una contaminación antropogénica, es el suelo. Dichos metales no se comportan como elementos estáticamente inalterables, sino que siguen un curso dinámico. La dinámica de los MPs en el suelo pueden clasificarse principalmente en cuatro vías: a) movilización a las aguas superficiales o subterráneas, b) transferencia a la atmósfera por volatilización, c) absorción por las plantas e incorporación a las cadenas tróficas y d) retención de MPs en el suelo de distintas maneras: disueltos en la solución del suelo o pueden ser fijados por procesos de adsorción, complejación o precipitación (Navarro-Aviñó, Aguilar, & López-Moya, 2007).

A pesar de que los MPs como el Zn, Mn, Co, Cu y el Fe son esenciales para los seres vivos, pueden llegar a ser tóxicos conforme aumenta su concentración. Otros como el Cd, Ni, Al, As, Hg y Pb, no tienen funciones metabólicas conocidas y son tóxicos a muy bajas concentraciones (Prieto Méndez, González Ramírez, Román Gutiérrez, & Prieto García, 2009), (Morton-Bermea, 2006). Los MPs más peligrosos son el Pb, Hg, As, Cd, Sn, Cr, Zn y Cu. Estos MPs son muy utilizados en la industria y también se emplean en ciertos plaguicidas y medicinas. Los MPs son de toxicidad extrema porque como iones o en ciertos compuestos, son solubles en agua y el organismo lo absorbe con facilidad. Dentro del cuerpo, tienden a combinarse con las enzimas y a inhibir su funcionamiento. Hasta dosis muy pequeñas producen consecuencias fisiológicas o neuronales graves (Nebel & Wright, 1999).

Entre los metales que tienen más probabilidades de causar problemas figuran Cu, Cd, Hg, Mg, Co y Ni. Se consideran tóxicos si resulta perjudicial para el crecimiento o el metabolismo de las células al exceder cierta concentración, algunos de ellos constituyen venenos graves incluso a concentraciones muy bajas (Vega y Reynaga, 1990). La toxicidad de estos MPs es proporcional a la facilidad de ser absorbidos por los seres vivos, un metal disuelto en forma iónica puede absorberse más fácilmente que estando en forma elemental, y si esta se halla reducida finamente aumenta las posibilidades de su oxidación y retención por los diversos órganos (Rosas Rodríguez, 2001).

Los metales disueltos en el medio acuoso son fácilmente absorbidos por la biota acuática; es decir, tienen una alta biodisponibilidad en este medio. Los metales que se bioconcentran (concentración del contaminante en los tejidos de la biota con la concentración de ese mismo contaminante en el medio) en las algas marinas son el Al, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb y Zn. En la biota acuática se acumulan principalmente el Cd y Hg; Mn en el esqueleto de los peces. Esta acumulación depende de la acidez del medio acuoso y de la disminución de la concentración acuática del calcio (Ca). Además, una vez alcanzadas concentraciones tóxicas, puede necesitarse mucho tiempo para reducirlas a niveles no tóxicos. Ningún contaminante actúa en forma aislada sobre un receptor (Vega G. & Reynaga O., 1990).

Por todo lo anterior, es importante señalar que existe la NOM-127-SSA 7 que establece los niveles máximos permitidos para estos MPs en agua (Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994). Este estudio tiene como objetivo la determinación de As, Pb Cd y Hg en muestras de agua de diferentes comunidades de Florencia de Benito Juárez Zacatecas.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

Se establecieron 3 sitios de muestreo en Florencia de Benito Juárez, Zacatecas. El muestreo se tomó aleatoriamente por un periodo de tres meses (mayo, junio y julio) de muestras compuestas de distintos

cuerpos de agua (manantiales) de diferentes sitios de este lugar, los cuales se ubicaron en: 1) El Duraznillo; 2) Llano Grande y 3) Cabecera municipal de Benito Juárez.

Colecta de agua

La colecta de muestra de agua se consistió en 3 muestras de 500 mL en frascos de polietileno lavados con ácido clorhídrico grado analítico y ácido clorhídrico de alta pureza.

Determinación de metales por Espectrometría de Absorción atómica

La determinación de los metales se realizó en el laboratorio de Química de Superficie, de Análisis Especiales de la Unidad Académica de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

Las muestras se analizaron por el método establecido: (NMX- AA- 051-SCFI- 2016) 4 de Espectrometría de Absorción Atómica con soluciones estándar certificadas para cada elemento. Se determinaron por duplicado. Se tomaron alícuotas de

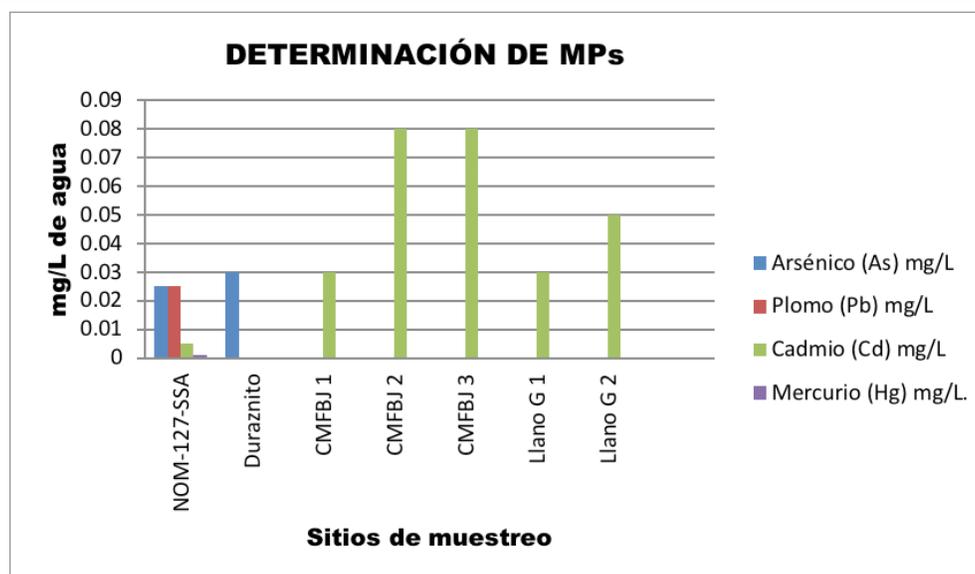
50 a 100 ml de agua en un matraz de aforo y se acidularon con H_2NO_3 . Para determinar Hg, Pb y Cd las muestras se leyeron en un equipo de Absorción Atómica marca Perkin Elmer Modelo 2380. En el caso de la determinación de As se empleó una técnica de espectroscopia de emisión con plasma de acoplamiento inductivo (ICP) óptima 2000 DV, marca Perkin Elmer.

Resultados

Los resultados obtenidos de la determinación de Pb, As Cd los podemos observar en la tabla 1, en la cual se observa que únicamente se logró cuantificar el As en la comunidad del Duraznillo; Pb y Hg no se encontraron en ninguna de las comunidades muestreadas, pero el Cd está presente en los tres pozos de agua ubicados en la cabecera y en la comunidad del Llano Grande a excepción de la comunidad del Duraznillo. Las comparaciones de cada uno de los resultados se pueden observar en la gráfica 1.

Tabla 1. Concentraciones de As, Pb Hg y Cd de muestras de agua en el Duraznillo, Cabecera de Florencia de Benito Juárez y Llano Grande.

		Arsénico (As) mg/L	Plomo (Pb) mg/L	Cadmio (Cd) mg/L	Mercurio (Hg) mg/L.
Localidad	NOM-127-SSA	0.025	0.025	0.005	0.001
El Duraznillo	1	0.03	0.0	0.0	0.0



Gráfica 1. Determinación de MPs. Concentraciones de As, Pb, Cd y Hg en muestras de agua de diferentes comunidades y cabecera municipal de Florencia de Benito Juárez (CMFBJ).

Discusión

Es importante centrar la atención en las altas concentraciones de Cd que se encontraron en las tres comunidades de la cabecera municipal de Benito Juárez y Llano Grande, ya que este metal pesado causa severos problemas de salud en el ser humano; se ha observado que la exposición crónica puede provocar anemia, disfunción renal, cálculos renales, osteoporosis, osteomalacia, trastornos respiratorios, hipertensión, trastornos nerviosos (cefalea, vértigo, alteración del sueño, temores, sudoración, parestia, contracciones musculares involuntarias), pérdida de peso y apetito, cáncer de próstata y pulmón (Internacional Lead Association (ILA), 2013), (Järup, y otros, 2000) y (Järupa & Åkesson, 2009).

De acuerdo a los resultados obtenidos, puede observarse que la presencia de As en el agua de la comunidad El Duraznito es una alerta que se debe considerar, ya que las personas de este lugar no tienen el conocimiento de lo peligroso que resulta ser la presencia de este metaloide en el agua de consumo. Algunas investigaciones señalan que en humanos la toxicidad crónica con arsénico causa lesiones en piel (queratosis, hiperqueratosis, hiperpigmentación) y lesiones vasculares en sistema nervioso e hígado. Las complicaciones agudas aparecen por exposición a dosis elevadas y pueden ser letales, sus primeros efectos suelen ser fiebre, hepatomegalia, melanosis, arritmia cardíaca, neuropatía periférica, anemia y leucopenia (Lendoño- Franco, Londoño-Muñoz, & Muñoz- García, 2016), (Instituto de Salud Pública, 2015). Además de lo antes mencionado el As puede provocar cáncer. Los tipos de cáncer afectan la piel (basilioma y carcinoma de células escamosas) (Cuevas- González, Vega-Memije, Chairez- Atienzo, García-Calderón, & Cuevas-González, 2015) pulmón (carcinoma broncogénico), hemangiosarcoma hepático, linfoma y cáncer de vejiga, riñón y nasofaringe (Lendoño- Franco, Londoño-Muñoz, & Muñoz- García, 2016).

Como sabemos, la necesidad de consumo de agua es lo que hace a las personas de estas comuni-

dades tener exposición al Cd y As todos los días. Y aunque la NOM-127-SSA 7 establece que el nivel máximo permitido de Cd es de 0.005 mg/L y de As de 0.025 mg/L de agua, por los resultados obtenidos observamos que la concentración de Cd no se apega a dicha norma, pues los niveles que se encontraron sobrepasan esa concentración. En el caso del As se encuentra muy cercano a los niveles máximos permitidos, por lo que consideramos seguir monitoreando las muestras de agua de estas comunidades en otras épocas del año. Una explicación a lo anterior, es quizás por la composición geoquímica del suelo del municipio de Florencia y sus comunidades, esto puede estar contribuyendo a la presencia de Cd y As en el agua de consumo de manera indirecta, al perforar el subsuelo para el acceso de este vital líquido debido a que en esta zona no existe actividades mineras pero sí una fuerte actividad agropecuaria. Si este tipo de contaminación de agua es debido a una cuestión antropológica, es muy importante accionar para evitar que la contaminación de este vital líquido se siga dispersando.

Conclusiones

La presencia de As y Cd en los diferentes cuerpos de agua de algunas comunidades de Florencia de Benito Juárez en el estado de Zacatecas, sobrepasan el máximo permitido de la NOM-127-SSA. Estas elevadas concentraciones en los seres vivos, pueden alterar diferentes procesos metabólicos y fisiológicos generando ciertas patologías.

En el caso del Cd, estos valores tan elevados pueden ocasionar diversas intoxicaciones, ya que este elemento está relacionado con daños irreparables en la salud humana y en los animales, los cuales pueden ser muy graves. Esto significa un foco alarmante en estas comunidades de Florencia de Benito Juárez, ya que estas posibles intoxicaciones a largo plazo pueden desencadenar algunas enfermedades cancerígenas e incluso la muerte.

Referencias

- Cuevas- González, M., Vega-Memije, M. E., Chairez- Atienzo, P., García-Calderón, A. G., & Cuevas- González, J. (2015). Frecuencia de cáncer de piel en un centro de diagnóstico histopatológico en la ciudad de Durango, Durango, México. *Dermatología Revista mexicana*, 11-17.
- Instituto de Salud Pública. (2015). *Exposición laboral a arsénico*. Chile: Departamento de Salud Ocupacional. .
- Internacional Lead Association (ILA). (2013). *Agency International Lead*. Recuperado el 28 de Junio de 2019, de <https://www.ila-lead.org/>
- Järup, L., Hellström, L., Alfvén, T., Carlsson, M. D., Grubb, A., Persson, B., . . . Elinder, C.-G. (2000). Low level exposure to cadmium and early kidney damage: the OSCAR study. *Occupational and Environmental Medicine*, 668- 672.
- Järupa, L., & Åkesson, A. (2009). Review Current status of cadmium as an environmental health problem. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 201- 208.
- Lendoño- Franco, L. F., Londoño-Muñoz, P., & Muñoz- García, F. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145-153.
- Morton-Bermea, O. (2006). Contenido de metales pesados en suelos superficiales de la ciudad de México. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 9(1), 45-47.
- Navarro- Aviñó , J. P., Aguilar, A. I., & López-Moya, J. R. (2007). Aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas. *Ecología*, 16(2), 10-25.
- Nebel, B. J., & Wright, R. T. (1999). *Ciencias ambientales: Ecología y desarrollo sustentable* (Sexta ed.). México: Pearson-Prentice Hall.
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. (1994). *Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Los límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización* . México.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD . (1980). *Inorganic Mercury*. Ginebra (Suiza): IPCS Environment Health Criteria 118(1).
- Prieto Méndez, J., González Ramírez, C. A., Román Gutiérrez, A. D., & Prieto García, F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelo y agua. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 10(1), 29-44.
- Rosas Rodríguez , H. (Julio de 2001). Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat. *Tesis Doctoral*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Vega G., S., & Reynaga O., J. (1990). *Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales*. (C. P. Salud, Ed.) México: Limusa.