

Contaminación por arsénico en la red de distribución de agua potable en el municipio de Zimapán, Hidalgo

Arsenic contamination in the drinking water distribution network in the municipality of Zimapán, Hidalgo

Leydi Diana Morales-Díaz, Rodolfo Rogelio Posadas-Domínguez*, Víctor Hugo Flores-Sánchez, Luz María Del Razo

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Escuela Superior Zimapán, Avenida, Jorge Preisser Terán s/n, Nueva Reforma, 42337, Zimapán, Hidalgo, México. 771 717 2000 ext. 5900. leydi_morales@uaeh.edu.mx, rodolfo_posadas@uaeh.edu.mx, victorhugo_flores@uaeh.edu.mx

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Laboratorio de Investigación y Servicio en Toxicología. Av Instituto Politécnico Nacional 2508, San Pedro Zacatenco, Gustavo A. Madero, 07360 Ciudad de México, CDMX. 55 5747 3800. delrazo@cinvestav.mx

Palabras clave: agua, arsénico, contaminación, salud.

Keywords: water, arsenic, contamination, health.

1. Introducción

En el municipio de Zimapán, Hidalgo, desde 1993 se han reportado concentraciones de Arsénico (As) en agua subterránea que oscilan entre 0.52 y 1.09 mg/L⁻¹ (Armienta et al., 1997a, Méndez y Armienta, 2003; Armienta y Segovia, 2008; Prieto et al., 2015), estas concentraciones superan el límite nacional máximo permitido de 0.025 mg/L⁻¹ establecido por la Norma Oficial Mexicana (NOM-127 SSA1-1994) y el límite internacional de 0.010 mg/L⁻¹ instaurado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Bajo este escenario, es imprescindible realizar todos los esfuerzos posibles para ofrecer agua de calidad a los cerca de 40,000 habitantes de la zona centro y periferia del municipio Zimapán que diariamente se abastecen con este líquido vital (CAPASAZIM, 2015). Para cumplir con este objetivo, se han propuesto diversas estrategias a través de investigaciones (Armienta et al., 1997a; Méndez y Armienta, 2003; Del Razo et al., 2011; Labastida et al., 2013) e iniciativas municipales con el objetivo de mejorar la calidad de agua potable en Zimapán (CAPASAZIM, 2020). Dentro de estas estrategias se pueden citar como las más relevantes la construcción y operación de tres plantas (Detzani, Muhí, y Tanque central) especializadas en la remoción de As y fluoruro (CONAGUA, 2014). Sin embargo, a pesar de su reciente construcción, actualmente estas plantas no se encuentran operando en su máxima capacidad, comportamiento explicado principalmente por la falta de un programa específico a nivel estatal y municipal que suministre los recursos financieros necesarios para la operación, mantenimiento, compra de insumos y capacitación permanente del personal operario. Como consecuencia no se ha logrado cumplir el objetivo de ofrecer agua

de calidad a los cerca de 40,000 habitantes del municipio. Por estas características, el objetivo de este trabajo fue conocer la contaminación actual de arsénico en la red de distribución de agua potable en el municipio de Zimapán, Hidalgo.

2. Metodología

2.1. Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Zimapán Hidalgo, México ubicado entre las coordenadas geográficas $20^{\circ} 34'$ y $20^{\circ} 57'$ N y $99^{\circ} 32'$ y $99^{\circ} 11'$ W, cuenta con una altitud entre los 900 y 2 900 msnm. El clima predominante es semiseco templado y templado subhúmedo con precipitación pluvial de 391 mm por año, y un periodo lluvioso de junio a septiembre (INEGI, 2020).

2.2. Obtención de la información

La información se obtuvo utilizando el procedimiento de muestreo establecido por la Norma Oficial Mexicana (NOM-014-SSA1-1993), el cual se utiliza para el muestreo de agua de uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento públicos y privados. Con este procedimiento se recolectaron muestras de agua subterránea de cinco pozos y tres plantas potabilizadoras que abastecen el consumo diario de aproximadamente 40,000 habitantes en Zimapán. Cada muestra fue colectada en recipiente esterilizado de 500 ml y cerrada herméticamente. Para su identificación y análisis en laboratorio cada muestra fue etiquetada con un código de control interno.

2.3. Método de análisis

La determinación de arsénico se realizó a través del método de espectrometría de fluorescencia atómica acoplado con la generación de hidruros (HG-AFS). Las muestras analizadas fueron vertidas en un medio de reacción acuoso ácido (HCl), las cuales se combinaron con tetraborohidruro de sodio (NaBH_4) como agente reductor en una bomba de doble paso y secadas con flujo de gas argón, posteriormente fueron atomizadas en una chimenea con flama de hidrogeno (H). Una vez atomizadas el elemento pasó por un haz de luz emitida por una lámpara de impulso de descarga de cátodo hueco (BDCHL), que permitió cuantificar de forma selectiva el As en sus distintas especies inorgánicas. El cambio de energía por la muestra fue registrado por un detector y analizado con el software “Millennium” en unidades de peso sobre volumen.

3. Resultados y discusión

En la Figura 1, se observan diferencias entre las concentraciones de As en los cinco pozos analizados. La mayor concentración en mg/L^{-1} la obtuvo el pozo Detzani, Muhí y la mezcla del pozo 1 y 5, superando 54, 48 y 26 veces el límite máximo permitido por la norma oficial mexicana. Estos resultados coinciden con los monitoreos de los últimos 23 años en la región de estudio, los cuales han reportado concentraciones de As entre 0.040 y 1.09 mg/L^{-1} (Armienta et al., 1997a; Méndez; Armienta, 2003; Armienta y Segovia, 2008). El pozo de la Cruz es el único con posibilidad de suministrar agua potable dentro de los límites establecidos por la norma mexicana y la internacional. Lo anterior es relevante si consideramos que este pozo abastece aproximadamente el 65% de las necesidades de agua que se demandan principalmente en la periferia de Zimapán (CAPASAZIM, 2015). No obstante, se observa que aproximadamente 14,000 habitantes siguen consumiendo agua con altos niveles de As concentrados principalmente en la cabecera municipal.

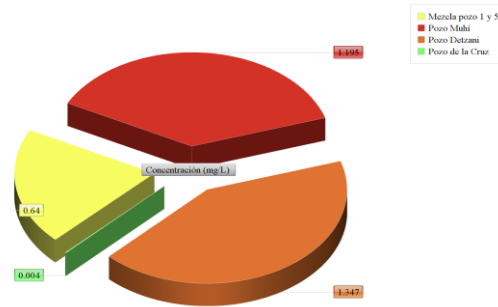


Figura 1. Concentraciones de arsénico en agua de pozos medidas en mg/L⁻¹. Elaboración propia.

La planta de tratamiento del Tanque central logra disminuir las concentración de As de 0.640 mg/L⁻¹ para la mezcla del pozo 1 y 5 a un nivel óptimo de consumo humano ubicandolas en 0.008 mg/L⁻¹. La planta Detzani tiene un desempeño similar al lograr una disminución en las concentraciones de As del 54% al registrar 0.651 mg/L⁻¹; no obstante, esta disminución aún se encuentra fuera de rango para la normativa nacional e internacional. La planta potabilizadora del Muhí fue la más ineficiente al disminuir sólo 11% la concentración de As, lo cual ubica el agua suministrada por esta planta 43 y 107 veces por arriba de la normativa nacional e internacional (Figura 2). Ante este escenario, es urgente que organismos gubernamentales de carácter Federal, Estatal y Municipal, unan esfuerzos y tomen medidas inmediatas con el propósito de iniciar proyectos que permitan reducir los niveles de As en todas las plantas que distribuyen agua potable en la zona centro y periferia del municipio de Zimapán, Hidalgo a un nivel óptimo de consumo humano.

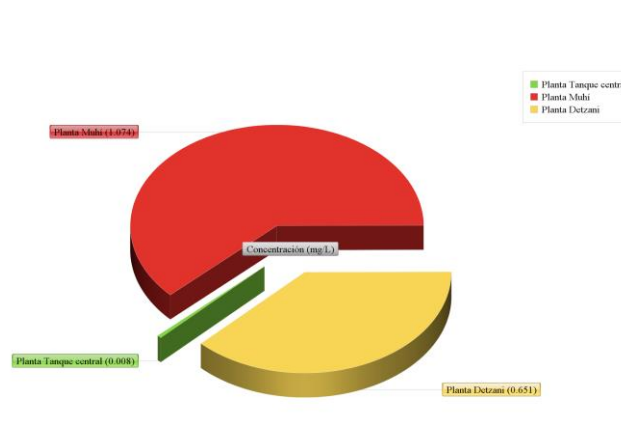


Figura 2. Concentraciones de arsénico en plantas de tratamiento en mg/L⁻¹. Elaboración propia.

4. Conclusiones

De los cinco pozos que distribuyen agua potable en la zona centro y periferia de Zimapán, solo el pozo de la Cruz tiene las condiciones necesarias para suministrar agua con los estandares establecidos por la normativa nacional e internacional. La planta potabilizadora del Tanque central fue la única que logro reducir los niveles de As a condiciones óptimas de consumo humano.

5. Bibliografía

- Armienta, M., Rodríguez, R. & Cruz, O. (1997a). Arsenic Content in Hair of People Exposed to Natural Arsenic Polluted Groundwater at Zimapán, México. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 59, 583–589. <https://doi.org/10.1007/s001289900519>
- Armienta, M. A., Rodríguez, R., Aguayo, A., Cenicerros, N., Villaseñor, G., & Cruz, O. (1997b). Arsenic contamination of groundwater at zimapan, mexico. *Hydrogeology Journal*, 5(2), 39-46. doi:10.1007/s100400050111.
- Armienta, M.A., Segovia, N (2008). Arsenic and fluoride in the groundwater of México. *Environ. Geochem. Health* 30, 345–353. <https://doi.org/10.1007/s10653-008-9167-8>.
- CAPAZASIM. Comisión de agua potable alcantarillado y saneamiento del municipio de Zimapán (2015). Programa operativo anual 2015 de la comisión de agua potable, alcantarillado y saneamiento del municipio de Zimapán, Hidalgo. <http://www.zimapan.gob.mx/descargables/capasazim/transparencia/fraccionVI/01.pdf>. Acceso 15 de agosto de 2020.
- CAPAZASIM. Comisión de agua potable alcantarillado y saneamiento del municipio de Zimapán (2020). Datos estadísticos. http://zimapan.hidalgo.gob.mx/descargables/capasazim/conac/titulo_quinto/anuales/2020/01.pdf. Acceso 15 de agosto de 2020.
- CONAGUA. Comisión Nacional de Agua. (2014). Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. Diciembre 2014. http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Inventario_Nacional_Plantas1.pdf. Acceso 15 de agosto de 2020.
- Del Razo, L. M., García-Vargas, G. G., Valenzuela, O. L., Castellanos, E. H., Sánchez-Peña, L. C., Currier, J. M., Drobna, Z., Loomis, D., Stýblo, M. (2011). Exposure to arsenic in drinking water is associated with increased prevalence of diabetes: A cross-sectional study in the Zimapán and lagunera regions in México. *Environmental Health*, 10 (1), 73-73. doi:10.1186/1476-069X-10-73.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>. Acceso 15 de agosto de 2020.
- Labastida, I., Armienta, M. A., Lara-Castro, R. H., Aguayo, A., Cruz, O., & Cenicerros, N. (2013). Treatment of mining acidic leachates with indigenous limestone, Zimapán México. *Journal of Hazardous Materials*, 262, 1187-1195. doi:10.1016/j.jhazmat.2012.07.006
- Prieto García, F., Acevedo Sandoval, O. A., Pérez Moreno, F., Prieto Méndez, J., & Canales Flores, R. A. (2015). Arsenic contamination in groundwater in Zimapán, Hidalgo, Mexico. *Desalination and Water Treatment*, 57(28), 13038-13047. doi:10.1080/19443994.2015.1055307.