

> M.I. Karla Sifuentes Acosta, C. Indra Cervantes González, Dr. Alejandro Villalobos Aragón, Dra. Vanessa Espejel García y Dra. Daphne Espejel García
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,
FINGUACH Año 5, Núm. 15, Marzo - Mayo 2018

Problemática del **arsénico y flúor** en el agua subterránea en Chihuahua

Al vivir en una zona desértica donde la variabilidad climática cada vez es mayor, la calidad y cantidad del agua subterránea juegan un papel crítico a la hora de la toma de decisiones con respecto a su explotación, administración y consumo. El crecimiento de la población y su incesante sed ha provocado la perforación de un mayor número de pozos, lo cual ha producido que las fuentes tradicionales de agua se vean comprometidas, estén en riesgo o hayan desaparecido. Asimismo, este minado exacerbado del agua subterránea ha provocado que sea a mayores profundidades, lo cual primeramente la encarece (pues implica un mayor consumo de electricidad en su bombeo a la superficie) y además provoque que generalmente su calidad disminuya. Lo anterior es importante pues la calidad es un reflejo de la interacción (y el tiempo de contacto) con el medio geológico que encuentra a su paso.

A lo largo del tiempo se han realizado investigaciones donde se encontraron y reportaron niveles elevados de metales pesados, radioactividad, sustancias orgánicas y hasta contaminantes emergentes en el agua subterránea. En nuestra comunidad dos elementos suelen ocupar los esfuerzos de los investigadores: arsénico (As) y fluoruros (F⁻). Ambos se encuentran en la corteza terrestre y se distribuyen naturalmente en aire, agua y suelo. Sin embargo, también pueden presentarse en el medio ambiente como consecuencia de procesos antropogénicos, como actividades mineras e industriales, quema de combustibles, entre otros. Su evaluación en rocas y sedimentos se vuelve fundamental pues permite obtener información acerca de su posible origen, modo de aparición, características fisicoquímicas, así como

de su movilidad potencial y transporte a través de fluidos o cadenas tróficas (Ahuja, 2008).

La presencia de arsénico en el agua subterránea se convierte en una situación alarmante, pues el arsénico es muy tóxico en su forma inorgánica y la exposición prologada a este elemento se ha asociado a problemas de desarrollo, enfermedades pulmonares y cardiovasculares, neurotoxicidad y diabetes (Quansah *et al.*, 2015). Igualmente, se ha demostrado que la concentración de flúor en el organismo humano produce efectos nocivos sobre distintos tejidos del organismo, sistema nervioso, así como también fluorosis dental y problemas óseos (Valdez-Jiménez *et al.*, 2011).

Por todo lo anterior se han llevado a cabo investigaciones sobre acuíferos que están naturalmente enriquecidos en ambos elementos, sobrepasando los valores máximos permisibles en agua para consumo humano. A nivel mundial los casos de contaminación por arsénico en China, la India y Bangladesh son sobresalientes. En la República Mexicana los estados que presentan esta problemática son Coahuila, Durango, Sonora, Zacatecas, San Luis Potosí y Chihuahua; en este último fueron detectados importantes niveles de arsénico, principalmente en la porción sureste por la CONAGUA, así como también en los acuíferos Meoqui-Delicias (Espino *et al.*, 2009) Jiménez-Camargo, Tabalaopa-Aldama (Reyes *et al.*, 2010) y el Sáuz-Encinillas (Zamarrón, 2011). La modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127SSA (2000) establece los máximos niveles permisibles para el As de 0.025 mg/L y para fluoruros de 1.50 mg/L. Como puede esperarse, de forma contemporánea se han realizado es-



tudios para determinar las afectaciones en comunidades por el consumo de agua con niveles elevados de ambos elementos (Rodríguez Dozal *et al*, 2005, Sánchez Ramírez *et al*, 2014).

¿Pero cuáles son los siguientes pasos? ¿Está la población en riesgo por estos niveles por encima de la normatividad? Diversas investigaciones se han realizado en el estado de Chihuahua desde la década de 1980. Se ha hecho un esfuerzo importante en el monitoreo químico del agua, tanto superficial como subterránea, con el fin de identificar zonas potenciales de interés científico para casos de salud pública. Los niveles presentes en la mayoría de los pozos no ponen en riesgo inminente a la población, pues esa agua puede diluirse o ser tratada. Sin embargo, su constante monitoreo es primordial, se debe de continuar analizando estos pozos con el fin de determinar su evolución temporal. Al mismo tiempo se deben de realizar estudios de caracterización hidrogeológica que permitan evaluar los diferentes materiales geológicos (rocas y suelos) determinar su posible origen y los posibles procesos o mecanismos que les ha permitido aumentar sus concentraciones. Una vez realizado lo anterior se podrán realizar estudios de modelación hidrodinámicos y de transporte que permitan darle mayor cantidad de escenarios posibles a los tomadores de decisiones a nivel gubernamental, lo que idealmente les permitirá tomar decisiones de una forma más informada y con argumentos científicos y no solamente políticos o económicos.

Referencias:

- Ahuja, S. (2008). Arsenic Contamination of Groundwater: Mechanism, Analysis, and Remediation. *John Wiley & Sons*.
- Diario Oficial de la Federación, D. O. (2000). Modificación a la norma oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", 8 p.
- Espino, M. S., Barrera, Y., & Herrera, E. (2009). Presencia de arsénico en la sección norte del acuífero Meoqui-Delicias del estado de Chihuahua, México. *TECNOCENCIA*, Vol. II, No.1.
- Quansah, R., Armah, F. A., Essumang, D. K., Luginaah, I., Clarke, E., Marfoh, K., & Dzodzomenyo, M. (2015). Association of arsenic with adverse pregnancy outcomes/infant mortality: a systematic review and meta-analysis. *Environmental health perspectives*, 123(5), 412.
- Reyes-Gómez, V. M., Alarcón-Herrera, M. T., Núñez-López, D., & Cruz-Medina, R. (2010). Dinámica del arsénico en el Valle de Tabelaopa-Al-dama-El Cuervo, en Chihuahua, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 6, 21-31.
- Rodríguez Dozal, S., Alarcón Herrera, M.T., Cifuentes, E., Barraza, A., Loyola Rodríguez, J.P., Sanin, H.D., Dental Fluorosis in rural communities of Chihuahua, MEXICO, Fluoride 2005;38(2):143-150 Research report 143
- Currier, J.M., Ishida, M.C., González-Horta, C., Sánchez-Ramírez, B., Ballinas-Casarrubias, L., Gutiérrez-Torres, D.S., Hernández Cerón, R., Viniestra Morales, R., Baeza Terrazas, F.A, Del Razo, L.M., García-Vargas, G.G, Saunders, R.J., Drobná, Z., Fry, R.C., Matoušek, T., Buse, J.B., Mendez, M.A., Loomis, D., Stýblo, M. (2014) Associations between Arsenic Species in Exfoliated Urothelial Cells and Prevalence of Diabetes among Residents of Chihuahua, Mexico, *Environmental Health Perspectives*, vol. 122, no. 10, p. 1088-1094.
- Valdez-Jiménez, L., Fregozo, C. S., Beltrán, M. M., Coronado, O. G., & Vega, M. P. (2011). Efectos del flúor sobre el sistema nervioso central. *Neurología*, 26(5), 297-300.
- Zamarrón, S. L. (2013). Análisis hidrogeoquímico de los acuíferos Chihuahua-Sacramento y El Sauz-Encinillas, Chihuahua, México. Tesis Maestría, Facultad de Ingeniería, UACH.