

EDITORIAL**NIVELES DE EXIGENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA ABASTECIMIENTO EN RELACIÓN CON LA PRESENCIA DE ARSÉNICO****Isabel Herráez Sánchez de las Matas**

Departamento de Química Agrícola, Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma Universidad Autónoma de Madrid, 28049.

La importancia de los niveles de calidad del agua exigida para consumo humano se ha recogido en numerosas normativas al respecto desde 1980¹⁻³.

En España, desde 1985, la Ley de Aguas 29/85⁴ y su Reglamento, RD 849/86⁵, señalan en el Anexo al Título III en la lista II que el arsénico es una sustancia contaminante.

La concentración máxima admisible en la Reglamentación Técnico Sanitaria para aguas de abastecimiento (RD 1138/90)⁶ para el arsénico es de 50 µg/l pero la Directiva 98/83/CE⁷, que deberá entrar en vigor en el año 2003, ha reducido el nivel máximo a 10 µg/l. Estas máximas exigencias de la calidad del agua se deben a los numerosos estudios que relacionan enfermedades respiratorias, neurológicas, cardiovasculares y neoplasias de piel, pulmón e intestinos cuando existe una exposición crónica al arsénico⁸⁻⁹. Existen numerosos casos ya desde los años 70 que delatan los efectos tóxicos del arsénico, siendo de obligada referencia el caso de Bangladesh (1978)¹⁰ y del Oeste de Bengala¹¹ en los que un millón de pozos se vieron contaminados con arsénico y más de 200.000 personas se vieron afectadas e incluso murieron por cáncer¹².

La contaminación de las aguas subterráneas por arsénico relacionada con actividades mineras que explotaban yacimientos de sulfuros ha sido ampliamente documentada en numerosas zonas del mundo¹³⁻¹⁹.

Informes relacionados con la contaminación natural de los recursos de aguas subterráneas por arsénico son menos conocidos, aunque los procesos que pueden dar lugar a este fenómeno son muy variados:

- áreas geotermales²⁰
- regiones volcánicas¹⁴
- acuitados o niveles de arcillas, intercalados en acuíferos detríticos, que contienen minerales con arsénico²¹⁻²³
- acuíferos que contienen óxidos de hierro y manganeso, que tiene una gran afinidad por el arsénico²⁴⁻²⁵

En España los datos epidemiológicos en relación con la ingestión de arsénico en el agua de bebida es relativamente reciente, no existiendo prácticamente registro histórico sobre este problema. El primer estudio en relación con niveles de arsénico en aguas de abastecimiento se realizó en Salamanca en 1998²⁶. Por esas mismas fechas, en la Comunidad de Madrid, la Dirección General de Salud Pública de la Consejería de Sanidad detectó presencia de arsénico en niveles superiores a los 50 µg/l en aguas de abastecimiento de origen subterráneo. Fue a partir de entonces cuando en la Comunidad de Madrid comenzaron los estudios de revisión

Correspondencia:

Isabel Herráez Sánchez de las Matas
Departamento de Química Agrícola, Geología y Geoquímica
Facultad de Ciencias
Universidad Autónoma de Madrid
28049 Madrid
Correo electrónico: isabel.herraez@uam.es

de las concentraciones de arsénico en las aguas subterráneas bajo diferentes puntos de vista:

— Vigilancia Sanitaria, como se presenta en el artículo de este número de la revista.

— Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del CY II²⁷⁻²⁹.

— Métodos de tratamiento para eliminación del arsénico en aguas subterráneas³⁰.

— Origen del arsénico en aguas subterráneas, estudio emprendido por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid y el Instituto Geológico y Minero de España.

Según diversos estudios realizados en Estados Unidos³¹ y en particular en acuíferos detríticos en Wisconsin³², una de las fuentes naturales de arsénico en las aguas subterráneas puede tener relación con ambientes geoquímicos específicos, que precisan la presencia de piritita y arsenopiritita entre sus constituyentes minerales y medios reductores, en los que el arsénico inorgánico se moviliza en forma de trióxido de arsénico (As_2O_3). Las grandes presiones y temperaturas a que quedan sometidas las aguas subterráneas profundas pueden originar un medio reductor con incorporación del arsénico al agua subterránea.

Pero otros mecanismos más cotidianos podrían ser invocados para explicar la presencia de arsénico en las aguas subterráneas, como es la utilización, a veces excesiva y sin control, de productos relacionados con la agricultura, jardinería y limpieza de malezas, como son los fungicidas, insecticidas y plaguicidas en general. Muchos de ellos tienen arsénico como compuesto tóxico, por lo que su utilización está indicada para erradicar plagas diversas.

En toda labor de búsqueda del origen de un problema de contaminación es impres-

cindible identificar los posibles focos contaminantes presentes en la zona afectada.

El trabajo que se presenta en este número de la revista sobre el contenido de arsénico en las aguas de abastecimiento de la Comunidad de Madrid, ha detectado la presencia de arsénico en 16 abastecimientos con aguas subterráneas, con valores superiores a 50 $\mu\text{g/l}$, que se ubican en la zona Noroeste y se han identificado otros 29 con valores mayores de 10 $\mu\text{g/l}$ que deberán cambiar su sistema de abastecimiento. Se ha tratado de diferenciar si existe una mayor movilización de arsénico en épocas de lluvia, realizando dos campañas en diferentes épocas del año, pero los resultados obtenidos hasta la fecha no son concluyentes.

En los trabajos realizados queda por establecer, por el momento, si la presencia de arsénico tiene relación con procesos naturales o con focos de contaminación, puesto que no se ha podido contar con datos relativos a los caudales de extracción de aguas subterráneas, los cuales darían información sobre si las aguas tienen una fuerte renovación o si puede tener afección de alguna zona contaminada de los alrededores. Tampoco se ha podido contar con la profundidad a la que se extrae el agua ni tampoco se ha diferenciado si el pozo está situado en zona de recarga o de descarga del acuífero y cual es la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación. Si la mayoría de los pozos afectados son poco profundos podría invocarse un problema de contaminación por infiltración desde la superficie; si están en zona de recarga este mecanismo además se va a ver más favorecido, pero si están en zona de descarga es posible que la afección no sea importante.

Además, cada vez es más frecuente la presencia de arsénico en aguas subterráneas en las que existen vertederos en el entorno³³⁻³⁴ y por presencia de vertidos industriales a los ríos sin depurar, por lo que es de gran importancia efectuar un estudio detallado de los puntos afectados concretos y de los cau-

dales de extracción de aguas subterráneas, puesto que una sobreexplotación por extracciones excesivas podría llegar a afectar a focos alejados del pozo, e incluso invertir la relación acuífero-río (en los ríos de la Comunidad de Madrid en general los acuíferos descargan en los ríos), haciendo que estos ríos, que tienen unos niveles de contaminación en metales pesados en algunos casos muy elevados, cedan agua a los acuíferos y los contaminen.

En el momento actual es de gran interés llevar a cabo estudios de caracterización de los niveles de concentración de compuestos tóxicos, como es el caso del arsénico, pero lo mismo debería realizarse con otros compuestos como el cadmio, mercurio y plomo, de los que no se tiene referencia porque se desconocen tanto los niveles naturales como las posibles variaciones por diferentes problemas de contaminación.

En un futuro no muy lejano el poder asegurar la calidad de un agua con los criterios de potabilidad exigidos por la Directiva 83/987 hará que todos estos estudios se desarrollen de forma multidisciplinar, para lo cual serán necesarios especialistas preparados, tanto en aspectos analíticos y de salud como en estudios hidrológicos, hidrogeológicos, así como hidrogeoquímicos, que puedan evaluar las variaciones observadas en el ambiente natural o afectado por contaminación y puedan establecer el origen de las mismas y sus posibles alternativas de recuperación.

BIBLIOGRAFÍA

- USEPA (1980). Ambient water quality criteria for arsenic. EPA 440/5-80-021. Washington, DC: US Environmental Protection Agency.
- WHO. Guidelines for drinking water quality. Revision of the 1984 guidelines. Final task group meeting, 21-25 September 1992. Geneva: World Health Organization; 1993.
- WHO. Guidelines for drinking-water quality, (Second Edition) vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva: World Health Organization; 1996.
- Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. BOE núm 189, de 8 de agosto.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. BOE núm 103, de 30 de abril).
- Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público. (BOE núm. 226 de 20 de septiembre).
- Directiva 98/83/CE del consejo del 3 de noviembre de 1998 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. (DO núm. L 330 del 5 de diciembre)
- Gorby MS. Arsenic in human medicine. In: Nriagu JO (ed) Arsenic in the environment: Part II. Human health and ecosystem effects 27. New York: Wiley; 1994.
- National Research Council Arsenic in drinking water. Washington, DC: National Academy Press; 1999.
- Dhar RK, Biswas BK, Samanta G, Mandal BK, Chakraborti D, Roy S, Jafa A, Islam A, Ara G., Kabir S, Khan AW, Ahmed SA, Hadi SA. Groundwater arsenic calamity in Bangladesh. *Curr Sci India* 1997; 73 (1): 48-59.
- Mandal BK, Chowdhury TR, Samanta G, Basu GK, Chowdhury PP, Chanda CR, Lodh D, Karan NK, Dhar RK, Tamili DT, Das D, Kaha KC, Chakraborti D Chronic arsenic toxicity in West Bengal. *Curr Sci India* 1997; 72 (2): 144-117.
- Nickson R, McArthur J, Burgess W, Ahmed KM, Ravenscroft P, Rahman M. Arsenic poisoning of Bangladesh groundwater. *Nature* 1998; 395: 338.
- Bottomley DJ. Origins of some arseniferous groundwaters in Nova Scotia and New Brunswick, Canada. *J Hydrol* 1984; 69 (1-4): 223-257.
- Welch AH, Lico MS, Hughes JL. Arsenic in groundwater of the Western United States. *Ground Water* 1998; 268 (3): 333-347.
- Nicolli HB, Suriano JM, Gomez Peral MA, Ferpozzi LH, Baleani OA. Groundwater contamination with arsenic and other tracer elements in an area of the Pampa, Province of Cordoba, Argentina. *Environ Geol Water Sci* 1989; 14 (1): 3-16.

16. Sperring TM. The environmental effects of the closure of Cornish tin mines. *Environ Geochem Health* 1994; 16 (2): 80-81.
17. Smedley PL, Edmunds WM, Pelig-Ba DB (1996) Mobility of arsenic in groundwater in the Obuasi gold-mining area of Ghana: some implications for human health. In: Appleton JD, Fuge R, McCall J (eds) *Environmental Geochemistry and Health*, Geological Society Special New York: Chapman and Hall; 1996. p. 163-181.
18. Williams MF, Fordyce F, Pajitrapapon A. Arsenic contamination in surface drainage and groundwater in part of the southeast Asian tin belt, Nakhon Si Thammarate Province, southern Thailand. *Environ Geol* 1996; 27: 16-33.
19. Armienta MA, Rodrigues R, Aguayo A, Ceniceiros N, Villasenor G, Cruz O. Arsenic contamination of groundwater in Zimapan, Mexico. *Hydrogeol J* 1997; 5(2): 39-46.
20. Stauffer RE, Thompson FM. Arsenic and antimony in geothermal waters of Yellowstone National Park, Wyoming. USA. *Geochim Cosmochim Acta* 1984; 48: 2547-2561.
21. Tseng WP, Chu HM, How SW, Fong JM, Lin CS, Yeh S. Prevalence of skin cancer in an endemic area of chronic arsenism in Taiwan. *J Natl Cancer Inst* 1968; 40: 453-463.
22. Chen SL, Dzeng SR, Yang MH, Chiu KH, Chieh GM, Wai CM. Arsenic species in groundwater of the blakfoot disease area, Taiwan. *Environ Sci Technol* 1994; 28(5): 877-881.
23. Heinrichs G, Udluft P. Natural arsenic in Triassic rocks: a source of drinking-water contamination in Bavaria, Germany *Hydrogeol J* 1999; 7(5): 468-476.
24. Matisoff G, Khourey CJ, Hall JF, Varnes AW, Strain WH. The nature and source of arsenic in northeastern Ohio ground water. *Ground Water* 1982; 20(4), 446-456.
25. Korte NE, Fernando Q. A review of arsenic III in groundwater. *Crit Rev Environ control* 1991; 21: 1-39.
26. Blanco AK, Alonso AL, Alonso D, Jiménez de Blas O, Santiago Guervós M, de Miguel Manzano B. Estudio de los niveles de plomo, cadmio, zinc y arsénico, en aguas de la provincia de Salamanca. *Rev Esp Salud Pública* 1998; 72: 53-65.
27. I.T.G.E-C.Y.II. Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en la zona de influencia del C.Y.II. 350. Madrid: Centro de Documentación I.G.M.E.; 1997.
28. I.G.M.E-C.Y.II. Caracterización de la calidad y riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en el área de influencia del C.Y.II en la zona sur de Madrid. 250. Centro de Madrid: Centro de Documentación I.G.M.E.; 2001.
29. Fernández Uría A, Iglesias Martín JA, López-Camacho B, Ruiz Hernández JM. Caracterización de la calidad de las aguas subterráneas en la zona de influencia del Canal de Isabel II (Madrid). Tomo XXIII, 623-634, VII Simposio de Hidrogeología; 2001.
30. Moreno C. Estudio de eliminación del arsénico en planta piloto del Canal de Isabel II. Tomo XXIV, 137-151, VII Simposio de Hidrogeología; 2001.
31. Feinglass EJ. Arsenic intoxication from well water in the United States. *N Engl J Med* 1973; 288: 828-830.
32. Schreiber ME, Simo JA, Freiberg, PG. Stratigraphic and geochemical controls on naturally occurring arsenic in groundwater, eastern Wisconsin, USA. *Hydrogeology J* 2000; 8: 161-176.
33. Herráez I, Fernández-Serrano ME, Sánchez Ledesma DM, Quejido A, Carreras N, Dorronsoro JL. Variaciones Hidrogeoquímicas en el entorno de un vertedero de residuos sólidos urbanos. 270-275. V Congreso de Geoquímica de España; 1993.
34. Carreras N, Sánchez DM, Sánchez M, Dorronsoro JL, Quejido A, Fernández ME, Herráez. Estudio de la incidencia del vertedero de RSU de la ciudad de Madrid (Valdemingómez), en las aguas de su entorno. Importancia de su ubicación. Vol I, 111-119. III Congreso Internacional de Química de la ANQUE; 1994.