

ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN

www.revistaglosa.com

EVALUACIÓN DE RADIONÚCLIDOS EN EL AGUA

Elizabeth Teresita Romero Guzmán

Recibido: 25/12/2017, Aceptado: 31/02/2018.

Publicado en la web: 28/08/2018.

RESUMEN

Una de las demandas básicas del ser humano es disponer de agua en cantidad y calidad suficiente para su consumo, pues incide directamente en su salud y bienestar. Internacionalmente se reconoce ampliamente que para que el agua sea de calidad aceptable y pueda considerarse segura para su consumo, el contenido de componentes potencialmente contaminantes, deben ser inferiores a los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), o bien a los límites emitidos en cada país, de acuerdo a sus propias condiciones ambientales, sociales, económicas y culturales. En la actualidad está bien documentado que la gran mayoría de los problemas de salud relacionados con el agua, se deben a la presencia de microorganismos y en menor medida a la contaminación química. Sin embargo, deben tenerse en cuenta también los peligros asociados a la presencia de radionúclidos en el agua. Éstos están normalmente presentes en diferentes concentraciones en el agua porque son liberados de rocas y minerales que conforman el acuífero, a partir de diversos procesos químicos y sus concentraciones varían ampliamente dependiendo de la naturaleza del acuífero, la litología predominante e incluso si se presenta en condiciones aerobias o anaerobias en ellos, entre otros factores. Por lo que es necesario evaluar su presencia en el agua.

Palabras clave: Radioactividad Ambiental, Agua, Uranio y Torio.

INTRODUCCIÓN

Prácticamente todas las civilizaciones se han desarrollado gracias al agua. En los últimos años, el crecimiento poblacional, industrialización, urbanización, intensificación de la agricultura y los cambios en el estilo de vida en el mundo entero, han generado una creciente crisis del agua, a tal grado que está empezando a considerarse como uno de los principales problemas de la humanidad y uno de los mayores desafíos para distintas regiones del mundo. La problemática más importante de este vital recurso es su abasto irregular e insalubre. Se estima que una quinta parte de la población mundial sufre escasez de agua y que 5 millones de personas mueren cada año por beberla contaminada. Se cree que para el 2025 habrá una crisis en la que el 80% de la población mundial no dispondrá de agua potable. El cambio climático, la elevada concentración urbana y la creciente demanda de alimentos imponen condiciones desfavorables adicionales. Para alcanzar un futuro con seguridad hídrica son indispensables el desarrollo de nuevo conocimiento, la innovación y la formación de recursos humanos especializados en el tema.

*Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
Carretera México-Toluca S/N km 36.5. C.P. 52750. A.P. 18-1027. La
Marquesa Ocoyoacác México. Phone: +52 55 53297200, ext. 12279,
Fax: +52 55 53297301.*

Autor de correspondencia: elizabeth.romero@inin.gob.mx

En México, por su accidentada orografía y tamaño demográfico, se pueden acrecentar las dificultades de disponibilidad del vital líquido. Ciudades como Guadalajara, Monterrey, Cuernavaca, Veracruz, Puebla, Aguascalientes, Toluca, San Luis Potosí y Cancún estarán en una crisis de disponibilidad hídrica. Se espera que en 2030 se deberán dotar de servicios de agua potable a 37 millones más de personas. La ubicación de la población de México y sus principales polos de desarrollo industrial es inversa a la disponibilidad de agua con que cuenta el país. En el norte, están las ciudades más grandes, posee las mayores concentraciones de actividad industrial y agrícola, pero tienen más escasez de agua que el sur, cuentan con menos de la 1/3 de recursos hídricos del país. Debido a esto, el agua en especial el agua subterránea juega un papel esencial en la economía de México, ya que es la fuente principal de agua para 2/3 del país.

RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL

La calidad del agua depende de cuatro parámetros globales de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994: físicos, químicos, microbiológicos y radiactivos, Figura 1. Para el caso de los parámetros radiactivos, su contenido se expresa como radiactividad alfa y beta global (0.56 y 1.85 Bq L⁻¹ respectivamente).

Para poder mejorar las condiciones del manejo del agua es necesario contar con nuevos métodos analíticos de investigación que permitan evaluar radioisótopos (²³⁸U, ²³⁵U,

^{234}U , ^{232}Th) en el agua subterránea como fuente de abastecimiento mediante espectrometría alfa, gamma y/o masas de alta resolución (ICP-SFMS) por ejemplo. Técnicas que actualmente resultan fundamentales para su análisis, debido a su capacidad de medición para cuantificar metales traza y ultratrasa como son los radionúclidos.

En este caso el aporte por radioisótopos de uranio y torio principalmente, es desconocido, radioisótopos mayoritarios, cuya presencia depende de las condiciones litográficas de los pozos donde se explota el agua. Se tiene la experiencia de cuantificar el uranio y torio en agua mediante ICP-SFMS, espectrometría gamma y alfa (Romero *et al.*, 1995-2016), pero por su versatilidad el ICP-SFMS reemplaza a las técnicas radiométricas alfa y gamma, cuantificando al uranio y torio con alta precisión. La determinación de radionúclidos naturales por ICP-SFMS ha ganado reconocimiento, con relación a las técnicas radiométricas, como resultado de la mejora del rendimiento, introducción y preparación de muestras y aumento de la sensibilidad instrumental, es posible medir ultratrazas de muchos radioisótopos. Además, obteniendo la relación isotópica se correlaciona el origen del agua de acuerdo a las zonas que se estudian y aportan resultados donde se establecen los mapas de riesgo hacia el consumo del agua por la población.



La distribución de radionúclidos naturales en aguas subterráneas puede proporcionar procesos importantes de interacción entre agua-roca y el tiempo de residencia de fluidos en sistemas geológicos. Los procesos que ocurren durante la interacción agua-roca inducen una fracción importante entre las series de núclidos de uranio que reflejan su comportamiento químico durante el vertido en la fase fluida (Petersen *et al.*, 2013). En las últimas décadas los ríos alrededor del mundo han sido alterados por actividades humanas, por una carga de sedimento disminuida debido a la construcción de presas para el control de inundaciones y aguas de diversión o un incremento de flujo de sedimento al mar causado por una agricultura intensiva y la deforestación (Walling and Fang, 2003). La comprensión de la administración del agua es crítica para el manejo adecuado de los recursos hídricos. Esto puede ser difícil si las contribuciones de diferentes fuentes de agua son imposibles de monitorear debido a la descarga que se difunde a las aguas freáticas o de patrones complejos de flujo superficial. El uso de métodos geoquímicos para determinar concentraciones químicas e isótopos estables puede ser usado para ayudar a identificar componentes de las mezclas. Sin embargo, la identificación de componentes únicos contribuye en los

ambientes de zonas áridas o semiáridas que pueden ser más complicados de mitigar los procesos físicos y biológicos, ya que modifican las composiciones de flujo superficial y la superficie de aguas subterráneas (Paces *et al.*, 2014). El transporte de uranio a través del ambiente es una cuestión que preocupa a varias agencias regulatorias porque es un metal pesado, también es un material tóxico y radioactivo.

Por lo tanto el agua puede ser considerada como el principal agente de transporte de elementos radioactivos. Las aguas subterráneas no se encuentran en un sistema cerrado ya que interactúan con fases sólidas que cargan y descargan. El uranio puede entrar a las aguas subterráneas por medio de procesos físicos y químicos y en él sucede un desequilibrio bien conocido $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ presentando relaciones de actividad que son usualmente mayores a la unidad (Suksi *et al.*, 2006). Los intentos para limitar la exposición biológica de uranio conduce a un interés científico para determinar su concentración y transporte y donde es almacenado y liberado en la naturaleza (Kaizar *et al.*, 2014).

La composición isotópica del radionúclidos puede proporcionar claves de las fuentes y mecanismos de transporte de uranio especialmente cuando las actividades antropogénicas incrementan la introducción de uranio en sistemas naturales. Estos datos químicos obtenidos mediante el análisis de radioisótopos son una base para el análisis de isótopos en otros lugares en el agua.

REFERENCIAS

- B. J. Paces, C. F. Wusrter. Natural uranium and strontium isotope tracers of water sources and surface water-groundwater interactions in arid wetlands- pahrnanagat valley, Nevada, USA. *Journal of Hydrology*, 517, 2014, 213-225.
- D. E. Walling, D. Fang. Recent trends in the suspended sediments loads of the world's rivers. *Glob. Planet. Change* 39, 2003, 111-126.
- E. T. Romero Guzmán, M. J. Solache Ríos, J. L. Iturbe García y E. Ordoñez Regil. Uranium in phosphate rock and derivatives, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Articles*, Vol. 189, No. 2, 1995, 301-306.
- E. T. Romero Guzmán, E. Ordoñez Regil y G. Pacheco Malagón. Uranium leaching from phosphate rock, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Letters*, Vol. 201, No. 4, 1995, 313-320.
- E. T. Romero Guzmán, E. Ordoñez Regil y V. H. Lara-Corona. Leaching effects of phosphate rock, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Letters*, Vol. 214, No. 4, 1996, 327-338.
- E. T. Romero Guzmán, E. Ordoñez Regil, M. V. Esteller Alberich y L. R. Reyes Gutiérrez. Uranium behaviour through unsaturated zone in soil, *Environmental Radioanalytical Chemistry* Vol. 234, 1999, 143-151.
- E. T. Romero Guzmán, M. V. Esteller Alberich y E. Ordoñez Regil. Uranium and phosphate behaviour in the vadose zone of a fertilized corn field. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 2002 Vol. 254, No. 3, 509-517.
- E. T. Romero Guzmán, E. Ordoñez Regil, L. R. Reyes Gutiérrez, M. V. Esteller Alberich, A. Rojas Hernández y E. Ordoñez Regil. Contamination of corn growing areas due to intensive fertilization in the high plane of Mexico. *Water Air and Soil Pollution*, 2006, 175, 77-98.
- E. T. Romero-Guzmán, H. Hernández-Mendoza, L. R. Reyes-Gutiérrez, M. J. Ríos-Lugo, J. Hernández-Santana. Radionuclide determination in surface water samples by inductively coupled plasma with sector field mass spectrometry (ICP-SFMS). *Journal of Nuclear Physics*,

-
- Material Sciences, Radiation and Applications Vol-4, No-1, 2016, 159–166.
- J. Suksi, K. Rasilainen, P. Pitkanen. Variations in $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ activity ratios in groundwater - a key to flow system characterization?. *Phys. Chem. Earth*, 31, 2006, 556–571.
- J. O. Petersen, P. Deschamps, B. Hamelin, J. Goncalves, J. L. Michelot, K. Zouari. Water-rock interaction and residence time of groundwater inferred by $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ disequilibria in the tunisian continental inter calaire aquifer system. *Procedia Earth and Planetary Science* 7, 2013, 685 – 688.
- M. T. Kaizar, C. A. Villa, L. M. Lobaugh, M. A. Gaffney, W. R. Williams. Investigating uranium distribution in surface sediments and waters: a case study of contamination from the juniper uranium mine, stanislaus national forest, c a. *Journal of Environmental Radioactivity*, 136, 2014, 85-9.