

## ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN

www.revistaglosa.com

## RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA DE LAS CONCENTRACIONES DE ARSÉNICO EN PRESAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA MEDIANTE EL MÉTODO DE FECHADO DE 210-PLOMO

Carmen Grisel Méndez García<sup>1\*</sup>, María Elena Montero Cabrera<sup>2</sup>, Rafael García-Tenorio García Balmaseda<sup>3</sup>

Recibido: 23/12/2017, Aceptado: 2/02/2018.

Publicado en la web: 28/08/2018.

## RESUMEN

El trabajo aborda la importancia del método de fechado 210-Plomo y 137-Cesio (210Pb-137Cs) en el estudio de núcleos de sedimento de dos presas del estado de Chihuahua. El objetivo ha sido determinar la distribución espacial y temporal de las concentraciones de Arsénico (As). Estudios previos en el estado de Chihuahua reportan altas concentraciones de As tanto en agua subterránea como en sedimentos superficiales. Por esta razón, tres núcleos de sedimentos fueron datados, el primero fue extraído de la presa San Marcos en el año 2012, y los otros dos (uno a la entrada y otro a la salida) en la presa Luis. L. León, mejor conocida como “El Granero”. Los núcleos de sedimento fueron fechados empleando el método de 210Pb-137Cs, donde se aplicó el método de flujo constante de 210Pb “en exceso”, las edades obtenidas con el método mencionado anteriormente, además fueron corroboradas con los cambios en las concentraciones de 137Cs. La datación arrojó un intervalo de 52 años para el núcleo de sedimento San Marcos y de 36 y 40 años para el núcleo a la entrada y salida, respectivamente. Los resultados obtenidos muestran altas concentraciones de As y por tanto, elevados factores de enriquecimiento de As en el área de “El Granero” apuntan a que el origen de éste elemento es de tipo antropogénico, mientras que para la zona de San Marcos, se sugiere un origen natural debido la composición de la roca predominante en la zona. En conclusión, el estudio permitió el establecimiento de los niveles de concentración natural de As a partir del comportamiento base de los sedimentos de las dos zonas con una concentración de 2.8 mg kg<sup>-1</sup>.

Palabras clave: Arsénico, Datación, 210-Pb y 137-Cs, Chihuahua.

## INTRODUCCIÓN

Numerosos estudios han demostrado que las actividades humanas han modificado las concentraciones de elementos traza en el balance geoquímico de ambientes acuáticos (Ruiz-Fernández *et al.*, 2005; Lu and Wong, 2008). Los sedimentos son importantes acarreadores de elementos en el ciclo hidrológico, ya que reflejan la química de un sistema acuático en particular.

Un núcleo de sedimentos refleja la transformación que ha transcurrido en ellos con el transcurso del tiempo y la historia geoquímica (Ruiz-Fernández *et al.*, 2007). Por este motivo su estudio nos permite descubrir tendencias espaciales y temporales de la posible contaminación de medios acuáticos. El método de fechado por 210Pb, con medidas directas o mediante su isótopo descendiente 210-Polonio (210Po), es una herramienta útil en el estudio de la evolución respecto al tiempo de algunos sistemas ambientales en un intervalo de tiempo entre los últimos 100 y 150 años. La medición de las actividades de 210Po (mediante espectrometría alfa) permite estimar la actividad de su progenitor radioactivo, el 210Pb (asumiendo que existe equilibrio secular entre ellos) con lo cual es posible determinar las tasas de sedimentación y edades de sedimentos en diferentes tipos de ambientes acuáticos (García-Balmaseda, 1986). El fechado mediante 210Pb además de ser una herramienta útil por lo anteriormente mencionado, permite conocer problemas ambientales graves, al determinar las variaciones de las concentraciones en que diversos metales contaminantes se encuentran en las diversas

<sup>1</sup>Laboratorio Nacional de Espectrometría de Masas con Aceleradores, Departamento de Física Nuclear y Aplicaciones de la Radiación, Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México. Sendero Bicipuma, Coyoacán, CP. 04510. Ciudad de México, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C. (CIMAV-Chihuahua), Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua, C.P. 31136. Chihuahua México.

<sup>3</sup>Departamento de Física Aplicada II, Universidad de Sevilla. Avda. Reina Mercedes, 2 C.P.: 41012. Sevilla, España.

\*Autor de correspondencia: griselmendez@fisica.unam.mx

capas de los sedimentos. Se pueden estimar los flujos de contaminantes que van hacia el cuerpo de agua, estudiar procesos de azolvamiento (de origen natural y antropogénicos), así como también permite constatar los beneficios de los programas de manejo ambiental, ayudando a evidenciar la reducción de los flujos de sustancias tóxicas al sitio de interés.

## RESULTADOS OBTENIDOS CON LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE FECHADO $^{210}\text{Pb}$ - $^{137}\text{Cs}$ PARA CONOCER LA DISTRIBUCIÓN DE AS EN PRESAS DE CHIHUAHUA.

En el estado de Chihuahua, se han reportado elevadas concentraciones de arsénico tanto en agua subterránea como en sedimentos superficiales, los resultados de las concentraciones de As en sedimentos superficiales mostraron valores de As enriquecido respecto a lo encontrado en los ríos fijando gran interés en el estudio de los sedimentos de las presas, considerando a estas últimas como un posible sumidero de As.

En el estudio de los núcleos de los sedimentos datados con el método de  $^{210}\text{Pb}$ - $^{137}\text{Cs}$  se encontraron valores de enriquecimiento moderado a severo (5.3–11.9) para la zona de San Marcos, considerando entonces, que la concentración de As en la columna de agua de esta presa es probablemente un factor importante que contribuye a la presencia del mismo en núcleo de sedimentos. La ocurrencia natural de As en el ambiente del desierto de Chihuahua y en el de los Estados Unidos ha sido atribuida a una serie de condiciones geológicas más que a un tipo particular de formación geológica. Estas condiciones son consistentes de uno o más sedimentos lacustres. El As proviene de depósitos minerales y rocas volcánicas, y puede estar asociado con manantiales fríos o calientes relacionados con actividad volcánica.

Las rocas que contienen As son una fuente importante de este elemento en el desierto de Chihuahua (Flores-Tavizón, *et al.*, 2003; Fierro *et al.*, 2009) y contribuye en gran medida al contenido de As en el agua subterránea, donde se sabe que el agua subterránea en Chihuahua tiene alto contenido de este elemento. Con el método de fechado de  $^{210}\text{Pb}$ - $^{137}\text{Cs}$  se pudo observar, la poca variabilidad de este elemento a lo largo del tiempo; para el caso de la presa San Marcos, se sugiere que el As en las secciones del núcleo de sedimento puede corresponder a un origen natural, debido a la erosión del material geológico que rodea la zona.

Por otro lado, las concentraciones promedio de As, en la presa El Granero, se encontraron factores de enriquecimiento de hasta 93.1, valores promedio de  $102.2 \text{ mg kg}^{-1}$  en el núcleo a la entrada de la presa, un orden de magnitud mayor a los reportados anteriormente,  $9.85 \text{ mg kg}^{-1}$  (Rice, 1999). El comportamiento de las concentraciones de As a la entrada de la presa El Granero mostró dos diferentes episodios con el tiempo de 1982 a 1986, las concentraciones de As estuvieron entre  $100$  y  $120 \text{ mg kg}^{-1}$ , y para el periodo de 1989 a 2004 se

encontraron concentraciones entre que iban desde los  $120$  hasta los  $160 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Este comportamiento puede explicarse por el incremento de la población y de las actividades de la agricultura para estos años. El empleo del agua subterránea para la agricultura fue mayor, produciéndose el escurrimiento de ésta en la superficie (Gutierrez *et al.*, 2009). Por lo tanto, el decrecimiento en las concentraciones de As en las secciones cercanas a la superficie en el núcleo de la entrada, pertenecientes a años más recientes, puede ser producto de la implementación de medidas que prohíben la descarga de aguas residuales en cuerpo acuáticos.

## CONCLUSIONES

La aplicación de métodos radiocronológicos es una herramienta importante en el conocimiento de la evolución de cuerpo de agua y en las variaciones de la calidad de la misma. Los tres núcleos de sedimentos estudiados, fueron fechados con el método de  $^{210}\text{Pb}$ .

El fechado con  $^{210}\text{Pb}$ - $^{137}\text{Cs}$  en estudio realizado en las dos presas de Chihuahua (San Miguel *et al.*, 2012), permitió información sobre la variación temporal de las concentraciones de As, estimando así los impactos ambientales que han ocurrido en ambos cuerpos de agua. Con los resultados obtenidos se puede asumir que el impacto de As en la presa San Marcos es de origen natural por acción de la erosión de las rocas que conforman la zona, mientras que en la presa

El Granero es evidente la influencia antropogénica. El cambio en la disminución de la concentración de As en esta zona está directamente relacionado con la descarga de residuos en esta Presa, notándose una clara disminución en años más recientes, puede ser producto de la implementación de medidas que prohíben la descarga de aguas residuales en cuerpo acuáticos.

## REFERENCIAS

- A. C. Ruiz-Fernández, C. Hillaire-Marcel, F. Páez-Osuna, B. Ghaleb, M. Caballero.  $^{210}\text{Pb}$  chronology and trace metal geochemistry at Los Tuxtlas, Mexico, as evidenced by a sedimentary record from the Lago Verde crater lake. *Quaternary Research* 67(2), 2007, 181-192.
- A. C. Ruiz-Fernández, F. Páez-Osuna, J. Urrutia-Fucugauchi, M. Preda.  $^{210}\text{Pb}$  geochronology of sediment accumulation rates in Mexico City Metropolitan Zone as recorded at Espejo de los Lirios lake sediments. *CATENA* 61(1), 2005, 31-48.
- A. H. Welch, M. S. Lico, J. L. Hughes. Arsenic in ground water of the western United States. *Ground Water* 26(3), 1988, 333-347.
- E. Flores-Tavizón, M. T. Alarcón-Herrera, S. González-Elizondo, E. J. Holguín. Arsenic tolerating plants from mine sites and hot springs in the semi-arid region of Chihuahua, Mexico. *Acta Biotechnologica* 23(2-3), 2003, 113-119.
- E. G. San Miguel, J. P. Pérez-Moreno, J. P. Bolívar, R. García-Tenorio, J. E. Martín.  $^{210}\text{Pb}$  determination by gamma spectrometry in voluminal samples (cylindrical geometry). *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators,*

- 
- Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 493(1-2), 2002, 111-120.
- G. Y. Lu, D. W. Wong An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique. *Computers & Geosciences* 34(9), 2008, 1044-1055.
- M Gutierrez, M.T. Alarcón-Herrera, L.M. Camacho, Geographical distribution of arsenic in sediments within the Rio Conchos Basin, Mexico. *Environmental Geology* 57(4), 2009, 929-935.
- R. García-Tenorio García-Balmaseda, (1986). Estudios sobre el método de fechado por  $^{210}\text{Pb}$  y su aplicación a sedimentos. Doctor (Ph D), Universidad de Sevilla.
- V. Fierro, G. Muñiz, G. Gonzales-Sánchez, M.L. Ballinas. A. Celzard. Arsenic removal by iron-doped activated carbons prepared by ferric chloride forced hydrolysis. *Journal of Hazardous Materials* 168(1), 2009, 430-437.