



## REMOCIÓN DE Cr EN SEDIMENTOS DE FONDO CONTAMINADOS MEDIANTE UN SISTEMA DE CONTENCIÓN CON *LIMNOBIUM LAEVIGATUM*

### REMOVAL OF Cr IN CONTAMINATED BOTTOM SEDIMENTS THROUGH CONTAINMENT SYSTEM WITH *LIMNOBIUM LAEVIGATUM*

Martino, Lucila<sup>1</sup>, Fernández San Juan, M. Rocío<sup>2</sup>, D' Angelo, Cristian<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNCPBA, FCE / Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN). Tandil, Argentina, <sup>2</sup> UNCPBA, FCV / Centro de Investigación Veterinaria Tandil (CIVETAN). Tandil, Argentina.

[lumartino91@gmail.com](mailto:lumartino91@gmail.com)

#### Resumen

Debido a la toxicidad de los metales pesados y a su capacidad de acumularse en agua, sedimentos, plantas y diversos organismos, se buscan alternativas de eliminación que sean ecológicas y rentables, como la fitorremediación. En este trabajo se estudió la remoción de Cr en sedimentos utilizando un sistema de contención con macrófitas flotantes *Limnobium laevigatum*, a diferentes tiempos de exposición. La cuantificación de Cr en sedimentos y en plantas se realizó mediante la técnica LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy), utilizando curvas de calibración con coeficientes de correlación mayores a 0,94 en ambos casos. La macrófita flotante *Limnobium laevigatum* absorbió Cr durante todos los tiempos de exposición estudiados en este trabajo, alcanzando una concentración de  $416 \pm 9,8$  mg/kg al finalizar el ensayo, mientras que la concentración de Cr disminuyó significativamente hasta un valor de  $24 \pm 1,95$  mg/kg a los siete días de exposición.

**Palabras clave:** sedimento; cromo; fitorremediación; LIBS.

#### Introducción

La contaminación del medio acuático con metales pesados ha atraído una considerable atención pública durante las últimas décadas (Peng et al., 2008; Mishra y Tripathi, 2008). Cuando se liberan al medio ambiente, los metales pesados pueden llegar a cursos de agua superficiales y subterráneos a través de diferentes mecanismos de transporte. Una vez allí, estos pueden depositarse en los sedimentos, o ser absorbidos y adsorbidos por las plantas y los animales. A diferencia de los contaminantes orgánicos, los metales pesados son esencialmente no biodegradables. En consecuencia, estos elementos se acumulan en los tejidos corporales de los organismos vivos y sus concentraciones aumentan a medida que pasan de niveles tróficos más bajos a niveles tróficos más altos (Ali et al., 2013). Entre los metales pesados más tóxicos se encuentran el Hg, Cd, Pb, Cr, Cu, Zn, As y Sn (Wright, 2007; Ghosh, 2010).

La búsqueda de alternativas ecológicas y rentables para la eliminación de metales tóxicos ha aumentado. Un ejemplo de esto es la aplicación de tecnologías de fitorremediación, las cuales se basan en el uso de plantas para reducir, eliminar, degradar o inmovilizar productos químicos nocivos. Esto puede reducir el riesgo de contaminación en suelos, lodos, sedimentos y agua a través de la eliminación, degradación o contención de contaminantes (Zavoda et al., 2001; Kamal et al., 2004). La fitorremediación ofrece una alternativa rentable, no intrusiva y segura con respecto a las técnicas de limpieza convencionales. Debido a éstas características, es importante avanzar en el estudio de las aplicaciones de tecnologías de fitorremediación y perfeccionarlas para que puedan ser aplicadas para la remoción de metales en sedimento contaminado.

El objetivo de éste trabajo fue evaluar la remoción de Cr en sedimentos de fondo utilizando un sistema de contención con macrófitas flotantes. De ésta manera, se pretende estudiar y proponer una potencial herramienta que pueda ser aplicada *in situ* en sedimentos de cuerpos de agua que se encuentren contaminados con metales pesados.

Las determinaciones de Cr se hicieron mediante la técnica LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) es una técnica de diagnóstico sencilla que permite la detección y cuantificación de elementos atómicos mediante el estudio de líneas de emisión de plasma producido por láser de alta potencia (Di Rocco, 1995; Barbini et al., 2000; Cremers et al., 2006).

### Materiales y métodos

Para la realización del ensayo, se utilizaron las macrófitas flotantes *Limnobium laevigatum* (Fig. 1). Las macrófitas fueron recolectadas de un sitio en el Arroyo Blanco (Tandil, Argentina) con concentraciones naturales de metales (Martino et al., 2016). Luego, fueron llevadas al laboratorio, en donde se lavaron y se aclimataron durante 10 días bajo condiciones controladas de luz, temperatura y aireación. El sedimento utilizado en el ensayo también fue retirado del mismo sitio, y una vez en el laboratorio fue secado y tamizado (2 mm).



Figura 1. Macrófitas flotantes *Limnobium laevigatum*.

Posteriormente, para el armado del ensayo, se utilizaron acuarios de 3 L de capacidad por cada tiempo de estudio seleccionado (T1: 1 día, T2: 4 días y T3: 7 días). En cada acuario, se colocaron 185 g de sedimentos contaminados (a 100 mg/kg con  $K_2Cr_2O_7$ ), un sistema de contención con 6 macrófitas flotantes (50 g peso húmedo) y 1,4 L de agua de clorinada sin contaminar. El ensayo se realizó por triplicado con un tratamiento control para cada tiempo de estudio (Fig. 2). El sistema de contención consistió en una estructura de red sumergible que permitió que las plantas permanezcan en contacto con el sedimento del fondo, impidiendo que éstas suban a la superficie.

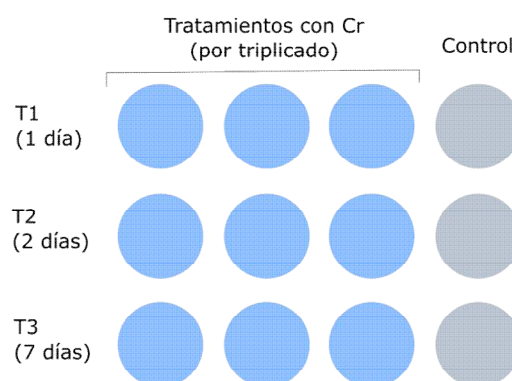


Figura 2. Esquema del ensayo.

Al finalizar cada tiempo de estudio correspondiente, se retiraron todas las macrófitas y se dejó reposar el sedimento en el acuario durante 10 días. Luego se procedió a su posterior secado y tratamiento para la determinación de Cr mediante la técnica LIBS. Para la cuantificación de Cr en sedimento, las muestras se secaron hasta peso constante a 95 °C y se comprimieron en un compactador a 95 MPa durante un minuto para la conformación de pastillas. Para el caso de las macrófitas se procedió a su secado (95°C) y su posterior calcinación (475 °C) para obtener

un polvo fino. Luego, las muestras se homogeneizaron con CaO y un agregado de agua destilada para mejorar la cohesión y lograr una matriz sólida. La mezcla fue comprimida y compactada en forma similar a los sedimentos.

Posteriormente, para la cuantificación de Cr se realizó un análisis de la línea espectral (3578,7 Å) y se implementó un método tradicional de curvas de calibración realizadas con muestras contaminadas a diferentes concentraciones (intensidad de la línea de emisión en función de la concentración). Las curvas de calibración obtenidas para el Cr en sedimentos y macrófitas poseen un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0,99 y 0,94 respectivamente.

### Resultados

La variación de la concentración de Cr en sedimento y en *Limnobium laevigatum* en función del tiempo de exposición se muestra en las figuras 3-a y 3-b, respectivamente. La concentración de Cr en sedimento en el momento inicial fue de  $112 \pm 5,57$  mg/kg, y a las 24 horas, la concentración fue de  $32 \pm 7,74$  mg/kg. Es decir, la concentración de Cr en sedimento disminuyó en más de un 70% durante el primer día, y continuó disminuyendo hasta un valor de  $24 \pm 1,95$  mg/kg a los siete días de exposición. Sin embargo, en el tiempo de estudio, la concentración de Cr en sedimento no alcanzó los niveles iniciales del sedimento sin contaminar, mostrando diferencias significativas respecto a los tratamientos control (\*\* $p < 0,001$ ). Por otro lado, la concentración de Cr en *Limnobium laevigatum* al inicio del ensayo fue de  $12 \pm 1,8$  mg/kg, y aumentó significativamente luego de un día de exposición al sedimento contaminado (\*\* $p < 0,001$ ). Este comportamiento se observó durante todo el tiempo de estudio, alcanzando un valor de  $416 \pm 9,8$  mg/kg al finalizar el ensayo. El aumento de concentración de cromo en las macrófitas está relacionado con su disminución en el sedimento, y los resultados finales de estas concentraciones no son comparables entre sí debido a que los volúmenes tanto de macrófitas como de sedimentos son diferentes.

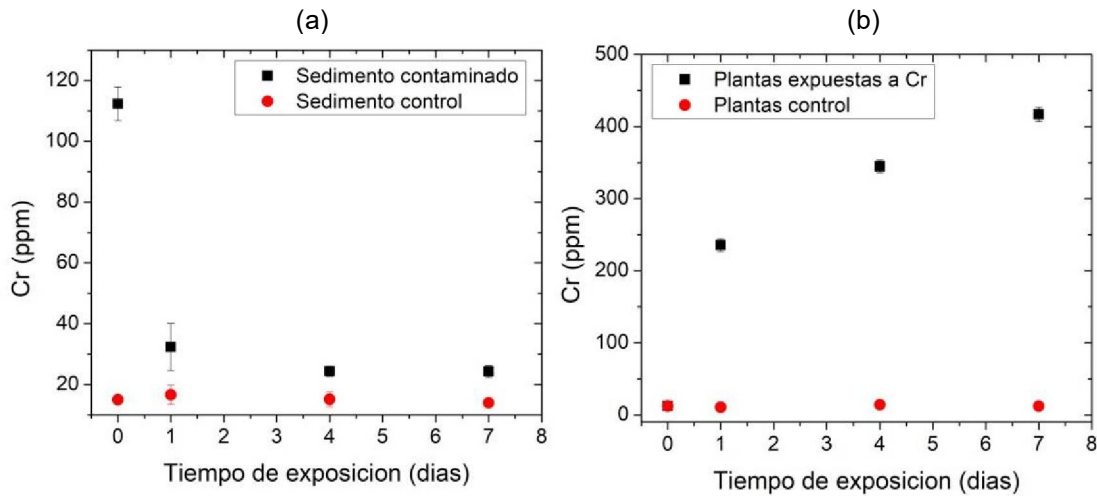


Figura 3. (a) Concentración de Cr (mg/Kg) en sedimento en función del tiempo de exposición; (b) Concentración de Cr (mg/Kg) en macrófitas *Limnobium laevigatum* en función del tiempo de exposición.

### Conclusiones

El sistema de contención de las macrófitas flotantes funcionó correctamente, permitiendo el contacto de las plantas con el sedimento de fondo. La macrófita flotante *Limnobium laevigatum* demostró capacidad de absorción de Cr en sedimentos de fondo durante todos los tiempos de exposición estudiados en este trabajo. La remoción de Cr del sedimento ocurrió principalmente durante las primeras 24 horas de exposición. La concentración de Cr en sedimento disminuyó significativamente para los tiempos estudiados en este trabajo. Sería interesante realizar ensayos con tiempos de exposición más largos para determinar si mediante éste método es posible alcanzar las concentraciones iniciales del sedimento sin contaminar.



## Bibliografía

- Ali H, Khan E, Sajad MA.**, 2013. Phytoremediation of heavy metals - Concepts and applications. *Chemosphere* 91: 869-881.
- Barbini R., Colao F., Fantoni R., Lazic V., Palucci A. , Capitelli F. y Van Der Steen H.J.L.**, 2000. Laser Induced Breakdown Spectroscopy for semi-quantitative elemental analysis in soils and marine sediments. Roma. Proceedings of EARSeL-SIG-Workshop LIDAR, Dresden/FR. N° 1. 122-129 pág.3
- Cremers D. A. y Redziemski L. J.**, 2006. Handbook of Laser-Induced Breakdown Spectroscopy. Arizona. John Wiley & Sons, Ltd. Pág 302.
- Di Rocco H. O.**, 1995. Física Atómica Aplicada. Tandil. Departamento de impresiones y Publicaciones de la Universidad del Centro de la Provincia de Bs. As. 257 pág.
- Ghosh, S.**, 2010. Wetland macrophytes as toxic metal accumulators. *Int. J. Environ. Sci.* 1, 523–528.
- Martino L., D'Angelo C., Rodríguez C., Díaz Pace D.**, 2016. Análisis de metales pesados de la Cuenca del Arroyo Langueyú mediante la técnica LIBS. I Jornadas Internacionales de Ambiente y III Jornadas Nacionales de Ambiente. Resúmenes extendidos. Pág. 312-314. Tandil.
- Mishra VK and Tripathi BD.**, 2008. Concurrent removal and accumulation of heavy metals by the three aquatic macrophytes. *Bioresource Technology.* 99: 7091–7097.
- Peng K, Chunling L, Laiqing L, Xiangdong L, Zhenguo S.** 2008. Bioaccumulation of heavy metals by the aquatic plants *Potamogeton pectinatus* L. and *Potamogeton malaianus* Miq. and their potential use for contamination indicators and in wastewater treatment. *Science of the total environment.* 392: 22-29.
- Wright, R.T.**, 2007. Environmental Science. Toward a Sustainable Future. Prentice Hall of India, New Delhi.