

Agustina Cortelezzi - Ilda Entraigas  
Fabián Grosman - Ignacio Masson  
Editores

# Encuentro de saberes para la gestión responsable de ecosistemas acuáticos pampeanos



Instituto de Hidrología de Llanuras  
*Dr. Eduardo Jorge Usunoff*

INSTITUTO MULTIDISCIPLINARIO SOBRE  
**ECOSISTEMAS**  
Y DESARROLLO SUSTENTABLE



# **Encuentro de saberes para la gestión responsable de ecosistemas acuáticos pampeanos**

**Agustina Cortelezzi - Ilda Entraigas  
Fabián Grosman - Ignacio Masson**

**Editores**

**2019**



**X Congreso de Ecología y Manejo  
de Ecosistemas  
Acuáticos Pampeanos.  
Azul, Buenos Aires, Argentina**

Encuentro de saberes para la gestión responsable de ecosistemas acuáticos pampeanos / Agustina Cortelezzi; Ilda Entraigas; Fabián Grosman; compilado por Agustina Cortelezzi; Ilda Entraigas; Fabián Grosman. - 1a ed. - Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2019.

LIBRO DIGITAL, PDF

ARCHIVO DIGITAL: DESCARGA Y ONLINE

**ISBN 978-950-658-494-8**

1. Ecosistema Acuático.  
2. Desarrollo Rural de la Región Pampeana.  
3. Ecología Acuática.  
I. Entraigas, Ilda, comp. II. Grosman, Fabián, comp. III. Título.  
CDD 577.6

## **Diseño y diagramación**

Maribel Macchione  
Joaquín Chiodi

Cortelezzi, A., I. Entraigas, F. Grosman e I. Masson (eds). 2019. Encuentro de saberes para la gestión responsable de ecosistemas acuáticos pampeanos. Azul, Argentina.

ISBN: 978-950-658-494-8

Primera edición noviembre de 2019.



## Remoción de cromo en humedales construidos de flujo superficial horizontal

**Daniela S. Arán<sup>1</sup>, Carlos A. Harguinteguy<sup>1</sup>, Magdalena Monferrán<sup>2</sup>, Florencia Barbero<sup>1</sup>, Carla Costamagna<sup>1</sup>, Antonela Ottero<sup>1</sup> y María Luisa Pignata<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV – CONICET – FCEfyN-UNC) – Avenida Vélez Sarsfield 1611, Córdoba, Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones en Bioquímica Clínica e Inmunología (CIBICI), CONICET y Facultad de Ciencias Químicas Universidad Nacional de Córdoba, Provincia de Córdoba

Email: c\_harguinteguy@unc.edu.ar

### RESUMEN

La presencia de cromo en ecosistemas acuáticos, se ha convertido en una constante preocupación ya que generan residuos que contienen Cr (VI), el cual es reconocido por su carcinogenicidad. La construcción de humedales con plantas acuáticas nativas se propone como una alternativa eficiente para el tratamiento de aguas residuales industriales con alto contenido de metales. Con el objetivo de evaluar la remediación de efluentes contaminados con Cr se construyeron humedales construidos de flujo superficial horizontal y se los expuso a concentraciones crecientes de cromo (5 mg L<sup>-1</sup>, 20 mg L<sup>-1</sup>, 50 mg L<sup>-1</sup>) las cuales se corresponden a valores medidos en curtiembres. La exposición fue de 28 días y se tomaron muestras cada 7 días de agua. La remoción del metal de la solución fue superior al 90% en todos los casos. Teniendo en cuenta su eficiencia, podría utilizarse este tipo de humedal para la remediación de agua contaminada con cromo.

Palabras claves: HFSH – CROMO - HUMEDAL CONSTRUIDO

### Introducción

El avance de la industrialización ha contribuido en forma sistemática a emisiones crecientes de metales pesados, con el consecuente deterioro de la calidad ambiental en extensas regiones del planeta (Khan et al., 2009). En los diferentes compartimentos bióticos y abióticos ocurre una transferencia y acumulación de metales pesados, los cuales representan un grupo de contaminantes que una vez incorporados al ambiente son de difícil eliminación (Becerril et al., 2007). En la provincia de Córdoba, estudios de monitoreo ambiental permitieron identificar la acumulación de metales pesados en plantas nativas y cultivadas, como así también la contaminación de suelos y de ríos por metales en zonas donde existen fuentes de emisión de estos contaminantes (Salazar et al., 2012; Harguinteguy et al., 2019). La contaminación de ecosistemas acuáticos por cromo se ha convertido en un motivo de preocupación en las zonas donde se asientan curtiembres. Si bien el cromo (III) es un oligoelemento esencial en el metabolismo de los mamíferos y junto con la insulina es responsable de reducir los niveles de

glucosa en sangre (Mohan et al., 2011), el cromo (VI) es reconocido por su toxicidad para la mayoría de los organismos y por su carcinogenicidad en humanos (Vankar y Bajpai, 2008).

En cuanto a los tratamientos para eliminar el cromo de sistemas acuáticos, las tecnologías incluyen precipitación, intercambio iónico, ultrafiltración, sedimentación, adsorción, etc. (Mohan et al., 2011). Dentro de los tratamientos sustentables, la fitoremediación es un método no convencional para el tratamiento de aguas residuales, y ha cobrado importancia mediante la construcción de humedales empleando macrófitas acuáticas, como una alternativa eficiente para el tratamiento de aguas residuales industriales, que contienen elevados niveles de metales pesados y en Argentina esta tecnología ha comenzado a desarrollarse y aplicarse desde hace más de una década (Hadad et al., 2011; Arán et al., 2017) pero aún hay escasos estudios en nuestro país acerca de la remediación del cromo contenido en efluentes de curtiembres (Dotro et al., 2011).

El objetivo del trabajo es evaluar la eficiencia de la remediación de aguas residuales

contaminadas con cromo a partir del uso de humedales construidos de flujo superficial horizontal con la macrófita nativa *Juncus effusus*.

### Materiales y Métodos

Se colectaron plantas de tamaño similar de *Juncus effusus* en el río Los Reartes, (31°55'12"S 64°34'30"O) caracterizado por ser un área de montaña de características prístinas (Harguinteguy et al., 2013). Para los estudios experimentales, las plantas se trasladaron a un invernadero perteneciente al Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV) de la Universidad Nacional de Córdoba y se aclimataron por un mes en un medio preparado con agua destilada más una solución nutritiva. Se siguió el protocolo desarrollado por Monferrán et al., (2011).

Los experimentos se realizaron en invernadero mediante la construcción de humedales de flujo superficial horizontal (HFSH) a escala de microcosmos. Se utilizaron recipientes plásticos de 45 × 35 × 25 cm donde se colocó un tubo de PVC por el que ingresaba el influente. El efluente salía del humedal a partir de un tubo PVC, ubicado en la zona inferior opuesta al influente y fue bombeado nuevamente hacia el humedal. El recipiente fue rellenado con arena excepto en la zona ocupada por los tubos de PVC, donde fue rellenado con grava de 0,5 cm de diámetro para evitar el taponamiento. *J. effusus* fue expuesta a distintas concentraciones de Cr [0 mg Cr L<sup>-1</sup> (Control); 5 mg Cr L<sup>-1</sup>; 20 mg Cr L<sup>-1</sup>; 50 mg Cr L<sup>-1</sup>] a partir de una solución madre de Cr(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O en humedales FSH. Cada tratamiento fue evaluado por triplicado. Para establecer las concentraciones se tuvo en cuenta lo estudiado en bibliografía para los efluentes de curtiembres (Dotro et al., 2011; Colin et al., 2012).

Se evaluó la remoción de Cr de la solución y para ello se tomaron muestras de agua a los días 1, 7, 14 y 28 días, utilizando jeringas con filtros de teflón 0,45 µm. Luego, las muestras de agua filtradas se acidificaron con HNO<sub>3</sub> ultra puro (sub-boiling, Merck) hasta un valor de pH ≤ 2 y se conservaron a 4°C hasta su análisis. Finalmente, la concentración de Cr se determinó utilizando un Espectrómetro de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS) (Agilent 7500). Los resultados se expresaron en µg L<sup>-1</sup>.

Además se calculó el Porcentaje de Remoción:

$$\% \text{ Remoción} = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} \cdot 100$$

Donde

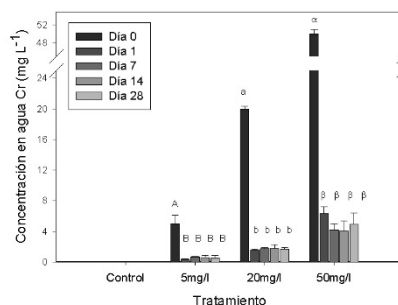
C<sub>i</sub> = Concentración inicial del metal en la solución;

C<sub>f</sub> = Concentración final del metal en la solución

Para el análisis de los resultados se utilizó el software InfoStat (V1.1) y se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y el test de Duncan a posteriori.

### Resultados

En el gráfico (Fig. 1) se observa la variación en la concentración de cromo para cada humedal FSH expuesto a concentraciones crecientes del metal a lo largo de 28 días.



**Fig. 1.** Remoción de Cromo a lo largo del tiempo en cada tratamiento. Diferencias significativas en cada tratamiento para los distintos tiempos se señalan con distintas letras.

Se hallaron diferencias significativas entre los humedales expuestos a concentraciones crecientes de cromo. Además dentro de cada tipo de humedal la concentración de cromo disminuyó abruptamente el primer día y se mantuvo constante hasta el final de la exposición.

En la tabla 1 se presentan los porcentajes de remoción de Cromo en HFSH del día 1, 7 y 28 para tratamiento. En todos los casos la remoción fue mayor al 90% y no existieron diferencias significativas en ninguno de los casos.

### Discusión

La remoción de cromo fue mayor al 90% en todos los casos, similar a lo reportado por Dotro et al., (2011) quienes hallaron una remoción entre el 90% y el 99% de cromo en humedales construidos. La disminución de la concentración del metal en el agua en tan sólo un día podría ser atribuida a los sedimentos.

**Tabla 1.** Porcentajes de remoción de Cromo en HFSH expuestos a distintos tratamientos y tiempos de exposición.

Tratamiento	Tiempo de exposición	% de Remoción
5 mg L <sup>-1</sup>	1 día	92,58
	7 días	87,55
	28 días	89,90
20 mg L <sup>-1</sup>	1 día	92,35
	7 días	91,28
	28 días	91,44
50 mg L <sup>-1</sup>	1 día	87,40
	7 días	91,59
	28 días	90,10

A pesar de que las plantas retienen contaminantes en sus tejidos y son importantes para renovar las fuentes de carbono para las bacterias degradadoras, es en los sedimentos donde se acumula la mayor parte de los contaminantes (Di Luca et al., 2011).

### Conclusión

Los humedales construidos de flujo superficial horizontal permiten reducir en un 90% la concentración inicial de cromo. A partir de este estudio preliminar, se realizarán nuevas investigaciones para determinar el papel de las plantas de los sedimentos y de la especie *J. effusus* en la remoción del metal.

### Referencias

Arán, D.S., Harguinteguy, C.A., Fernández Cirelli, A. y Pignata, M.L. 2017. Phytoextraction of Pb, Cr, Ni, and Zn using the aquatic plant *Limnobiium laevigatum* and its potential use in the treatment of wastewater. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(22): 18295–18308.

Becerril, J.M., Barrutia, O., Plazaola, J.I.G., Hernández, A., Olano, J.M. y Garbisu, C. 2007. Especies nativas de suelos contaminados por metales: aspectos ecofisiológicos y su uso en fitorremediación. *Ecosistemas*, 16(2):50-55.

Colin, V.L., Villegas, L.B. y Abate, C.M. 2012. Indigenous microorganisms as potential bioremediators for environments contaminated with heavy metals. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 69:28–37.

Di Luca, G.A., Maine, M.A., Mufarrege, M.M., Hadad, H.R., Sánchez, G.C. y Bonetto, C.A.

2011. Metal retention and distribution in the sediment of a constructed wetland for industrial wastewater treatment. *Ecological Engineering*, 37(9):1267-1275.

Dotro, G., Larsen, D. y Palazolo, P. 2011. Treatment of chromium-bearing wastewaters with constructed wetlands. *Water and Environment Journal*, 25(2):241-249.

Hadad, H.R., Maine, M.A., Mufarrege, M.M., Del Sastre, M.V. y Di Luca, G.A. 2011. Bioaccumulation kinetics and toxic effects of Cr, Ni and Zn on *Eichhornia crassipes*. *Journal of Hazardous Materials*, 190(1–3):1016–1022.

Harguinteguy, C.A., Gudiño, G L., Arán, D.S., Pignata, M.L. y Fernández Cirelli, A. 2019. Comparison Between Two Submerged Macrophytes as Biomonitors of Trace Elements Related to Anthropogenic Activities in the Ctalamochita River, Argentina. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 102(1):105-114.

Khan, S., Ahmad, I., Shah, M.T., Rehman, S.y Khaliq, A. 2009. Use of constructed wetland for the removal of heavy metals from industrial wastewater. *Journal of Environmental Management*, 90(11):3451–3457.

Monferrán, M.V., Galanti, L.N., Bonansea, R.I., Amé, M.V. y Wunderlin, D.A. 2011. Integrated survey of water pollution in the Suquía River basin (Córdoba, Argentina). *Journal of Environmental Monitoring*, 13(2):398–409.

Mohan, D., Rajput, S., Singh, V K., Steele, P.H. y Pittman Jr, C.U. 2011. Modeling and evaluation of chromium remediation from water using low cost bio-char, a green adsorbent. *Journal of Hazardous Materials*, 188(1–3):319–333.

Salazar, M.J., Rodríguez, J.H., Nieto, G.L. y Pignata, M.L. 2012. Effects of heavy metal concentrations (Cd, Zn and Pb) in agricultural soils near different emission sources on quality, accumulation and food safety in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Journal of Hazardous Materials*, 233:244–253.

Vankar, P.S. y Bajpai, D. 2008. Phyto-remediation of chrome-VI of tannery effluent by *Trichoderma* species. *Desalination*, 222(1–3):255–262.