

EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A Cr(III) Y Cr(VI) EN LA MORFOMETRÍA RADICULAR DE *Typha domingensis* EN SISTEMAS DE HUMEDALES FLOTANTES

Ma. Belén Molina

Instituto de Química Aplicada del Litoral (IQAL, CONICET-UNL), Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (UNL)-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Directora: Dra. Ma. de las Mercedes Mufarrege

Codirectora: Dra. Gisela Alfonsina Di Luca.

Área: Ciencias Biológicas.

Palabras claves: Sistemas de Humedales Flotantes, Macrófitas, Metales pesados.

INTRODUCCIÓN

Los humedales construidos (HCs) constituyen una alternativa a las plantas de tratamiento de efluentes convencionales y se caracterizan por sus múltiples beneficios como bajo consumo de energía, no utilizan productos químicos, son de fácil mantenimiento, bajo costo y amigables con el medio ambiente (Zapana et al., 2020). Una variante de los HCs son los Sistemas de Humedales Flotantes (SHFs). Los SHFs son utilizados en el tratamiento de aguas contaminadas y consisten en la utilización de macrófitas emergentes que crecen en una estructura flotante sobre la superficie del agua en lugar de arraigarse en el sedimento. Las raíces de las plantas que cuelgan debajo del material flotante proporcionando una superficie extensa para el crecimiento del biofilm y la fijación de partículas finas suspendidas. De esta manera, las plantas toman los contaminantes directamente de la columna de agua acumulándolos en sus tejidos (Headley y Tanner, 2012; Pavan et al., 2014).

Muchas especies de macrófitas toleran elevadas concentraciones de metales ya que restringen su absorción y translocación hacia las hojas evitando que se produzcan daños en estos órganos en los cuales se llevan a cabo la floración y la síntesis de clorofila. Estudios previos indican que diferentes especies del género *Typha* toleran concentraciones de metales pesados que superan el umbral considerado nocivo para las plantas sin exhibir signos de toxicidad (Bonanno y Cirelli, 2017). En el caso de *T. domingensis*, uno de los principales mecanismos de tolerancia a la exposición a diferentes contaminantes, es la modificación en la morfología de sus raíces (Mufarrege et al., 2014).

Título del proyecto: Humedales Construidos a Escala Piloto para Tratamiento de Efluentes de diferentes Industrias.

Instrumento: PICT

Año convocatoria: 2018

Organismo financiador: FONCyT

Director/a: Ma. Alejandra Maine

El Cr ha sido reconocido como un elemento fitotóxico que puede afectar el crecimiento de las plantas al interferir con la actividad fotosintética y los procesos respiratorios, induciendo alteraciones estructurales, disminuyendo la concentración de clorofila, proteínas, ácidos nucleicos y alterando algunas actividades enzimáticas. Por lo general, el cromo se acumula en las raíces de las plantas y en menor medida se transloca a las partes aéreas. La forma hexavalente de cromo, es más móvil en agua por lo que posee alta biodisponibilidad en los ecosistemas acuáticos (Singh y Singh, 2002; Shanker et al., 2009).

La macrófita emergente *Typha domingensis* fue seleccionada debido a que es una especie vegetal de gran abundancia en la llanura de inundación del Río Paraná Medio. Dicha especie presenta alta productividad, alta tolerancia y capacidad para la eliminación de distintos contaminantes. Por estas razones, esta especie es ampliamente estudiada en humedales naturales y construidos (Mufarrege et al., 2018; Oliveira et al., 2022).

OBJETIVO

- Evaluar los cambios en los parámetros morfométricos internos de raíces de *T. domingensis* y su implicancia en la tolerancia y eficiencia de remoción de Cr (III) y Cr (VI) en un sistema de humedales flotante (SHF).

METODOLOGÍA

Para realizar el experimento, se recolectaron plantas de *T. domingensis* de un humedal periurbano que se encuentra en la localidad de San José del Rincón, Provincia de Santa Fe. Se seleccionaron plantas en óptimas condiciones, con similares estados de crecimiento y longitud de raíces y fueron sometidas a un periodo de aclimatación que tuvo una duración de 30 días. Se dispusieron 15 reactores a los que se les colocaron SHF que consistieron en una red plástica con un marco de PVC para lograr la flotación del sistema, en donde se colocaron a cada uno de ellos 4 plantas de *T. domingensis*. Luego se agregaron 38L de una solución experimental según los siguientes tratamientos:

- 1) 5 mg L⁻¹ Cr(III) (5Cr(III)) (CrCl₃.6H₂O)
- 2) 10 mg L⁻¹ Cr(III) (10Cr(III)) (CrCl₃.6H₂O)
- 3) 5 mg L⁻¹ Cr(VI) (5Cr(VI)) (K₂Cr₂O₇)
- 4) 10 mg L⁻¹ Cr(VI) (10Cr(VI)) (K₂Cr₂O₇)
- 5) Control Biológico (CB), sin agregado de metal

Por otra parte, se dispusieron 12 reactores sin SHF (sedimento + solución experimental) que se utilizaron como controles (C). La duración del experimento fue de 45 días. Al inicio y al final del experimento se midieron: la biomasa vegetal, la altura de plantas y la concentración de clorofila en hojas y en agua. Se calcularon las tasas de crecimiento relativo (TCR) utilizando los valores de altura de plantas. Al inicio y al finalizar la experiencia, se determinaron las concentraciones totales de Cr en sedimento y en los tejidos vegetales (hojas, raíces y rizomas) y se midieron los parámetros morfométricos internos de las raíces (área transversal de la raíz, de la médula y de los vasos metaxilemáticos y se contabilizaron los números de vasos) y la longitud de las mismas.

RESULTADOS

Ambas especies de Cr fueron eficientemente removidas del agua (remociones superiores al 80%) en todos los tratamientos y fueron más rápidas en presencia de SHF que en los Controles. En todos los tratamientos el Cr se acumuló de forma significativamente superior en raíces, mientras que las menores concentraciones fueron determinadas en hojas (Fig.1). Los tratamientos 5Cr(III) y 10Cr(III) presentaron las mayores concentraciones de clorofila y TCR, mientras que la menor concentración se determinó en 10Cr(VI).

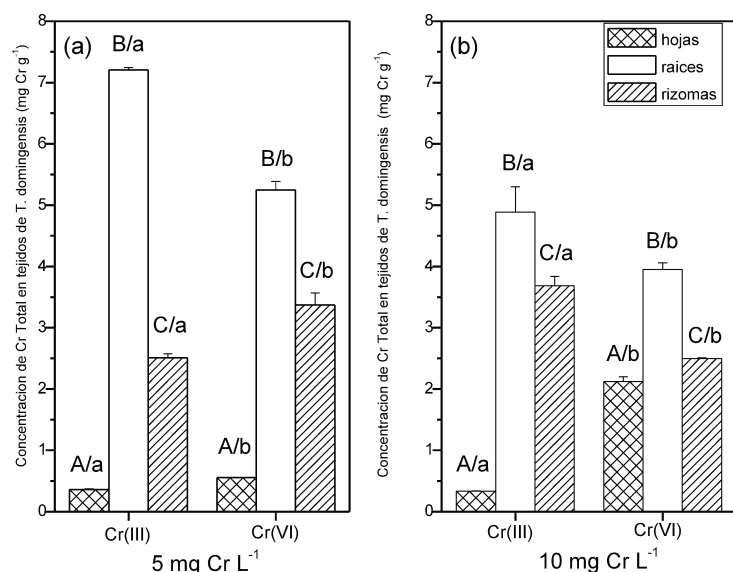


Figura 1. Concentración de Cr Total (mg g⁻¹) en los tejidos de *T. domingensis* a las distintas concentraciones estudiadas. Las letras mayúsculas representan diferencias estadísticamente significativas entre órganos (hojas, raíces y rizomas) y las letras minúsculas representan diferencias estadísticamente significativas entre las especies de Cr. **(a)** 5 mg Cr L⁻¹, **(b)** 10 mg Cr L⁻¹.

Al finalizar el experimento, en los tratamientos 5 y 10 ppm de Cr(III) y CB se observaron numerosos pelos radiculares y formación de abundantes raíces secundarias en la zona de absorción. Por otro lado, las longitudes de raíces de los tratamientos con agregado de Cr fueron significativamente menores que las del CB. La disminución de la concentración de Cr en el agua, provocó un aumento de la concentración de Cr en los sedimentos y tejidos vegetales en todos los tratamientos.

Respecto de la morfología interna de las raíces, se registró un aumento significativo de las áreas transversales de la raíz (ATR) en los tratamientos 5 y 10 ppm de Cr(III), mientras que las menores áreas se observaron en los tratamientos 5 y 10 ppm de Cr(VI). Sin embargo, se registró un aumento significativo del ATV y una disminución significativa del NV en los tratamientos 5 y 10 ppm de Cr(VI) (Fig. 2). Por otro lado, la concentración de Cr en los sedimentos de los tratamientos Control fueron significativamente mayores que los determinados en los de los tratamientos con SHF, lo que sugiere que la presencia de *T. domingensis* modifica las condiciones fisicoquímicas del sistema y está directamente involucrada en la remoción de Cr.

CONCLUSIÓN

A pesar de los efectos subletales que el Cr puede producir en las plantas, *T. domingensis* demostró que puede acumularlo de manera eficiente y sobrevivir a las altas concentraciones a las que se expone, evidenciando una resiliencia importante por parte de esta especie. Es por esto que el uso de *T. domingensis* representa una estrategia prometedora para remediar cuerpos de agua contaminados con Cr.

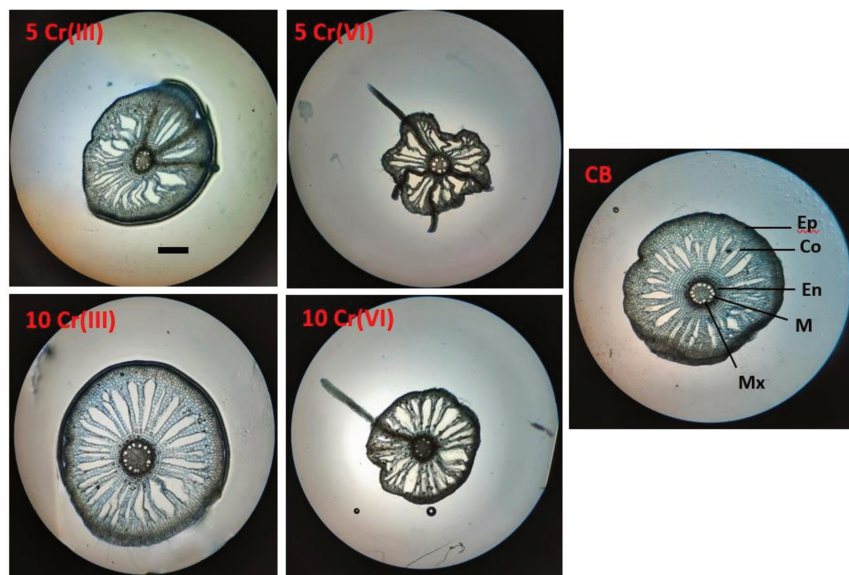


Figura 2. Secciones transversales de las raíces de *T. domingensis* en los tratamientos SHF (Ep= epidermis, Co= cortex, En = endodermis, M= médula, Mx= vasos metaxilemáticos). Barra= 650 μ m.

BIBLIOGRAFÍA

- Bonanno, G. y Cirelli G. L.**, 2017. Comparative analysis of element concentrations and translocation in three wetland congener plants: *Typha domingensis*, *Typha latifolia* and *Typha angustifolia*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 143: 92–101.
- Headley, T.R. y Tanner, C.C.**, 2012. Constructer wetlands with floating emergent macrophytes: An innovative stormwater treatment technology. *Environ Sci Tech*. 42:21, 2261-2310.
- Mufarrege, M. M., Hadad, H.R., Di Luca, G.A. y Maine, M.A.**, 2014. Metal dynamics and tolerance of *Typha domingensis* exposed to high concentrations of Cr, Ni and Zn. *Ecotoxicol Environ Safety*. 105: 90–96.
- Mufarrege, M. M., Hadad, H. R., Di Luca, G. A., Sanchez, G. C., Maine, M. A., Caffaratti, S. E. y Pedro, M. C.**, 2018. Organic matter effects on the Cr(VI) removal efficiency and tolerance of *Typha domingensis*. *Water Air Soil Pollut*. 229, 384.
- Oliveira, J. P. V., Pereira, M. P., Duarte, V. P., Corrêa, F. F., Castro, E. M. y Pereira, F. J.**, 2022. Root anatomy, growth, and development of *Typha domingensis* Pers. (Typhaceae) and their relationship with cadmium absorption, accumulation, and tolerance. *Environmental Science and Pollution Research*.
- Pavan, F., Breschiagliaro, S. y Borin, M.**, 2014. Screening of 18 species for digestate phytodepuration. *Environ Sci Pollut R*. 22(4):2455–2466.
- Shanker, A. K., Djanaguiraman, M. y Venkateswarlu, B.**, 2009. Chromium interactions in plants: current status and future strategies. *Metallomics*. 1: 375–383.
- Singh, I.B. y Singh, D.R.**, 2002. Cr (VI) removal in acidic aqueous solution using iron-bearing industrial solid wastes and their stabilisation with cement. *Environmental Technology*. 23(1): 85–95.
- Zapana, J S. P., Arán, D. S., Bocardo, E. F. y Harguinteguy, C. A.**, 2020. Treatment of tannery wastewater in a pilot scale hybrid constructed wetland system in Arequipa, Peru. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 17:4419–4430