

Uso de *Typha domingensis* como especie biomonitora de metales en humedales periurbanos del río Paraná Medio

Denaro, Ana

¹Instituto de Química Aplicada del Litoral (IQAL, CONICET-UNL)

Director: Hadad, Hernán

Codirectora: Mufarrege, María de las Mercedes

Área: Ciencias Biológicas

Palabras claves: Macrófitas, Contaminación, Humedales.

INTRODUCCIÓN

Los humedales son uno de los ecosistemas más importantes de la tierra, ya que juegan un papel vital en el mantenimiento del equilibrio ecológico, la protección de la biodiversidad, la conservación del agua y la remediación de la contaminación. A escala regional, el valle de inundación del Paraná Medio se caracteriza por sus humedales donde se desarrolla una gran variedad de macrófitas, ya sean especies flotantes libres, palustres o flotantes arraigadas (Hadad et al., 2021). Estas plantas, han sido ampliamente utilizadas como indicadores de contaminantes y para el monitoreo ambiental (Eid et al., 2020; Zamani-Ahmadm Mahmoodi et al., 2020), y como depuradoras naturales de contaminantes en sistemas acuáticos debido a que retienen eficientemente diferentes contaminantes en sus tejidos (Mufarrege et al., 2015). En base a esas ventajas, una de las especies más utilizadas es *Typha domingensis* (Hadad et al., 2021).

Este trabajo corresponde a los primeros resultados obtenidos en el marco de la tesis doctoral de la autora, la cual se enfoca en el uso de diferentes especies de macrófitas como biomonitoras de metales en humedales periurbanos.

OBJETIVO

Evaluar el uso de *Typha domingensis* como especie biomonitora de metales en humedales periurbanos del río Paraná Medio.

Título del proyecto: Proyecto acreditado en el que se enmarca la investigación (o práctica con reconocimiento institucional): Macrófitas para el biomonitoreo de contaminantes en humedales periurbanos que reciben contaminación de distinto origen.

Instrumento: PICT

Año convocatoria: 2016

Organismo financiador: FONCyT

Director/a: Hadad, Hernán R.

METODOLOGÍA

Se estudiaron tres humedales periurbanos, que visiblemente se encontraban afectados por diferentes actividades antrópicas, y otro que fue considerado un sitio control. Los humedales estaban ubicados cerca de la ciudad de Santa Fe, Argentina: Parque Industrial (31° 42' 40" S; 60° 48' 17" O); Reserva Ecológica de la Ciudad Universitaria-UNL (RECU) (31° 38.23' S; 60° 40.42' O); Rincón (31° 36' 20.80" S; 60° 33' 49.80" O) y Arroyo Leyes (31° 33' 54.40" S; 60° 32' 59.60" O), que fue considerado como un sitio control. Los humedales periurbanos fueron seleccionados por presentar evidencia de contaminación o impacto antropogénico, tales como presencia de residuos sólidos y proximidad a rutas y áreas pobladas.

Se realizó un muestreo en cada humedal en abril de 2021. Se recolectaron plantas, agua y sedimentos por triplicado. La macrófita seleccionada para este estudio fue *T. domingensis* debido a que esta especie mostró la mayor abundancia y cobertura vegetal en cada sitio.

La temperatura del agua, la conductividad, el oxígeno disuelto (OD) y el pH se midieron *in situ*. Las muestras de agua se recolectaron por triplicado en cada punto y se mantuvieron a 4°C. Las muestras de sedimento de la superficie se recolectaron utilizando un muestreador de PVC de 3 cm de diámetro a una profundidad de aproximadamente 3 cm y se almacenaron a 4 ° C hasta el momento del análisis. Las plantas se recolectaron a mano y se colocaron en bolsas de plástico. En el laboratorio, el material vegetal se separó en partes aéreas de hojas, partes sumergidas de hojas, raíces y rizomas. Las plantas se lavaron con agua para eliminar sedimentos y materia orgánica. Luego, las plantas y los sedimentos se secaron en estufa a 70 ° C durante 48 h (APHA, 2012). Se realizó la caracterización fisicoquímica del agua (datos no incluidos en este trabajo) y la determinación de concentraciones de metales en tejidos vegetales, sedimento y agua. Los metales estudiados fueron Cr, Pb, Ni y Cu. La caracterización fisicoquímica del agua se realizó según APHA (2012). En agua se determinó la concentración total de metales por extracción ácida. Para la determinación de metales en agua, tejidos vegetales y sedimentos, las muestras fueron tratadas según el método EPA 200.2 (USEPA, 1994) y analizadas por espectrometría de absorción atómica (APHA, 2012). Para la determinación de clorofila *a* en hojas, se siguió la metodología descrita por Westlake (1974). Se realizó análisis de la varianza para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en las concentraciones de los metales entre los diferentes tejidos vegetales y sitios estudiados, y en las concentraciones de clorofila *a* determinadas en los diferentes sitios. Todas las comparaciones se realizaron utilizando un valor $p < 0,05$.

RESULTADOS

Las concentraciones de metales determinadas en cada matriz, se encuentran detalladas en la Tabla 1, expresadas en medias \pm desviación estándar. En el sitio Parque Industrial no se tomaron muestras de agua debido a su ausencia por sequía y falta de lluvias.

El Cr fue el metal que presentó las mayores concentraciones en agua en todos los sitios, seguido del Pb que mostró la mayor concentración en el sitio Rincón. Por último, la mayor concentración de Ni en agua se registró en Rincón, mientras que la mayor concentración de Cu se determinó en RECU.

Las mayores concentraciones de los cuatro metales determinados en sedimento se

encontraron en el sitio Parque Industrial, en concordancia con que el mismo se localiza en un área urbana.

Respecto de las concentraciones de metales en tejidos vegetales, el valor más alto de Cr se determinó en raíces del sitio Parque Industrial. Para el Pb las raíces de los sitios Rincón y Parque Industrial mostraron los mayores valores, y para el caso del Cu, las raíces del sitio Rincón mostraron los mayores valores. El Ni mostró los menores valores en todos los tejidos y en todos los sitios estudiados, en concordancia con los menores valores determinados en agua y sedimento. Las raíces vegetales mostraron las mayores concentraciones de metales de acuerdo a lo frecuentemente reportado por la literatura (Eid et al., 2020; Zamani-Ahmadmahmoodi et al., 2020, Hadad et al., 2021).

Tabla 1. Concentraciones medias (\pm DS) de metales en tejidos de *T. domingensis*, sedimento (mg g^{-1} p.s.) y agua (mg L^{-1}) determinadas en las muestras de los humedales periurbanos estudiados.

Sitios/matriz	Cr	Pb	Ni	Cu
Rincón				
Rizoma	0,012 \pm 0,0007	0,014 \pm 0,0001	0,008 \pm 0,001	0,013 \pm 0,003
Raíz	0,030 \pm 0,005	0,043 \pm 0,001	0,030 \pm 0,008	0,041 \pm 0,002
Hojas (parte aérea)	0,011 \pm 0,001	0,014 \pm 0,0001	0,017 \pm 0,010	0,025 \pm 0,005
Hojas (parte sumergida)	0,012 \pm 3*10 ⁻⁵	0,015 \pm 0,001	N/D (0,002)	0,016 \pm 0,004
Agua	0,257 \pm 0,01	0,238 \pm 0,001	0,257 \pm 0,01	ND (0,03)
Sedimento	0,039 \pm 0,002	0,027 \pm 0,002	0,014 \pm 0,010	0,028 \pm 0,010
RECU				
Rizoma	0,033 \pm 0,004	0,016 \pm 0,001	0,005 \pm 0,001	0,008 \pm 0,005
Raíz	0,025 \pm 0,0004	0,020 \pm 0,001	0,010 \pm 0,003	0,019 \pm 0,006
Hojas (parte aérea)	0,025 \pm 0,001	0,016 \pm 0,004	0,005 \pm 0,004	0,015 \pm 0,001
Hojas (parte sumergida)	0,026 \pm 0,0002	0,015 \pm 0,0001	0,003 \pm 0,002	0,019 \pm 0,020
Agua	0,257 \pm 0,01	0,192 \pm 0,01	0,051 \pm 0,002	0,104 \pm 0,001
Sedimento	0,042 \pm 0,014	0,028 \pm 0,010	0,012 \pm 0,009	0,020 \pm 0,010
Parque Industrial				
Rizoma	0,023 \pm 0,0002	0,023 \pm 0,001	0,008 \pm 0,001	0,019 \pm 0,003
Raíz	0,041 \pm 0,003	0,036 \pm 0,002	0,01 \pm 0,008	0,027 \pm 0,028
Hojas (parte aérea)	0,030 \pm 0,001	0,024 \pm 0,001	0,016 \pm 0,003	0,032 \pm 0,013
Hojas (parte sumergida)	0,022 \pm 4*10 ⁻⁵	0,025 \pm 0,003	0,014 \pm 0,006	0,019 \pm 0,004
Agua	-	-	-	-
Sedimento	0,058 \pm 0,0003	0,042 \pm 0,001	0,030 \pm 0,003	0,035 \pm 0,002
Arroyo Leyes (control)				
Rizoma	0,013 \pm 0,0001	0,016 \pm 0,0004	0,006 \pm 8*10 ⁻⁵	0,013 \pm 0,003
Raíz	0,017 \pm 0,001	0,021 \pm 0,0001	0,008 \pm 0,003	0,015 \pm 0,002
Hojas (parte aérea)	0,013 \pm 0,0001	0,017 \pm 6*10 ⁻⁵	0,005 \pm 0,0003	0,005 \pm 0,001
Hojas (parte sumergida)	0,014 \pm 0,001	0,018 \pm 0,002	0,008 \pm 0,005	0,010 \pm 0,004
Agua	0,250 \pm 0,01	0,181 \pm 0,01	0,023 \pm 0,001	0,041 \pm 0,01
Sedimento	0,037 \pm 0,0004	0,021 \pm 0,0001	0,006 \pm 0,0002	0,007 \pm 0,0004

ND= no detectado. Los valores entre paréntesis corresponden a los límites de detección del método.

Las concentraciones de clorofila *a* (mg/g p.s.) determinadas en los sitios estudiados fueron las siguientes (media \pm DS):

- Parque Industrial: $2,05 \pm 0,19$
- Rincón: $1,241 \pm 0,08$
- RECU: $3,45 \pm 0,11$
- Arroyo Leyes (control): $2,81 \pm 0,12$

Las concentraciones de clorofila determinadas en Parque Industrial y Rincón fueron significativamente menores que las determinadas en los otros sitios. Esto concuerda con las mayores concentraciones de metales determinadas en tejidos en esos sitios.

CONCLUSIONES

T. domingensis acumuló los metales estudiados mayormente en sus raíces. Sin embargo, el sedimento es el principal acumulador debido a su masa total en los sistemas acuáticos. La macrófita estudiada mostró tolerancia a los metales expresada en las concentraciones de clorofila *a* que se determinaron en los sitios con mayores concentraciones de metales. Por lo anterior, puede proponerse a *T. domingensis* como una eficiente especie biomonitora de Cr, Pb, Ni y Cu en humedales que reciben aguas residuales que contienen metales.

Se hace necesario realizar más estudios enfocados en diferentes especies vegetales y contaminantes. En un futuro, estos estudios podrían contribuir al conocimiento de los mecanismos vegetales de acumulación, y ser útiles para desarrollar distintas estrategias de manejo en humedales impactados por metales.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- APHA, AWWA, WEF.** (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater 22nd edition, American Public Health Association, Washington D.C.
- Eid, E. M., Galal, T. M., Shaltout, K. H., El-Sheikh, M. A., Asaeda, T., Alatar, A. A., Alfarhan, A. H., Alharthi, A., Alshehri, A. M. A., Picó, Y., Barcelo, D.** (2020). Biomonitoring potential of the native aquatic plant *Typha domingensis* by predicting trace metals accumulation in the Egyptian Lake Burullus. *Science of The Total Environment*. 714, 136603.
- Hadad, H. R., Maine, M. A., Mufarrege, M. M., Di Luca, G. A., Sanchez, G. C., Nocetti, E.** (2021). Macrophyte importance in contaminant treatment and biomonitoring. En: *Removal of Emerging Contaminants through Microbial Processes* (Shah, M. P. ed.). Springer. pp. 435-452.
- Mufarrege, M. M., Hadad, H. R., Di Luca, G. A., Maine, M. A.** (2015). The ability of *Typha domingensis* to accumulate and tolerate high concentrations of Cr, Ni, and Zn. *Environmental Science and Pollution Research*. 22(1), 286-292.
- USEPA, A.** (1994). Plain English Guide to the EPA Part 503 Biosolids Rule US EPA/832/r-93/003. Environmental Protection Agency Office of Wastewater Management, Washington DC.
- Westlake, D.F., 1974.** Macrophytes. En: R.A. Vollenweider (Ed.), *A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments*, IBP Handbook N° 12, 2nd ed., International Biological Programme, Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 32-42.
- Zamani-Ahmadmohammadi, R., Gharahi, N., Martin, J. A. R., Aazami, J., Jafari, A., Bahmani, M., Jiménez-Ballesta, R.** (2020). Cd and Pb bioaccumulation in Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) in relation to the role of metal contents in wetland sediments. *Environmental Monitoring and Assessment*. 192(8), 1-11.