

EL ROL DE LAS MACRÓFITAS ARRAIGADAS EN LA ESTABILIZACIÓN Y ACUMULACION DE METALES PESADOS. CASO DE ESTUDIO CON *SAGITTARIA MONTEVIDENSIS* EN SUELOS CONTAMINADOS CON METALES PESADOS DE LA CUENCA MATANZA-RIACHUELO

Reale Marisol⁽¹⁾, Gomez B. M.⁽¹⁾, El Kassisse Y.⁽¹⁾, Mujica C.⁽¹⁾, Gomez C. E.⁽¹⁾, de Cabo L.⁽²⁾ y Rodríguez Salemi V.⁽¹⁾

(1) Laboratorio Experimental de Tecnologías Sustentables, Subgerencia Centro de Tecnología del Uso del Agua, Instituto Nacional del Agua, Argentina.

(2) CONICET – Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” (MACN-CONICET), Argentina.

E-mail: mreale@ina.gob.ar

Introducción

Las macrófitas cumplen un rol ecológico fundamental en los sistemas ribereños, tienen influencias en el régimen hidrológico y en la calidad del agua al liberar oxígeno, el cual es fundamental para la degradación de la materia orgánica y para la biota acuática (Lesiv, 2020), también participan en el ciclo de nutrientes y cumplen funciones como hábitat y alimento de diversos organismos (Peters, 2009).

Las macrófitas han sido ampliamente estudiadas por su capacidad de incorporar compuestos que se encuentren retenidos en el sedimento costero. Dichos sedimentos suelen ser sumideros de contaminantes, los cuales se asocian a las partículas en suspensión y son depositados en los sedimentos del fondo. Entre los contaminantes que se pueden encontrar retenidos en los sedimentos, los metales constituyen uno de los grupos sujetos a una mayor investigación y preocupación, fundamentalmente debido a su persistencia y a las bajas concentraciones a las que pueden manifestar sus efectos tóxicos (Salazar 2014). El objetivo del presente estudio consistió en evaluar la capacidad de *S. montevidensis* (una macrófita arraigada nativa de la ecorregión pampeana), de incorporar, acumular y translocar metales pesados en tres sitios de la Cuenca Matanza Riachuelo (CMR), con el objeto de evaluar su potencial utilización para rehabilitación del ambiente.

Materiales y métodos

Se trabajó en un tramo de 4.7 km del río Matanza-Riachuelo en tres sitios: Puente Vittorino de la Plaza, Puente Uriburu y Puente Bosch (Figura 1).



Figura 1.- Ubicación de los sitios muestreados sobre el Río Matanza-Riachuelo. Puente Uriburu (rosa), Puente Vittorino de la Plaza (verde) y Puente Bosch (azul).

Se realizó un único muestreo el donde en cada sitio de se recolectó un individuo de *S. montevidensis* con una pala en un perímetro de 30 cm de la planta. En todos los casos se seleccionaron individuos que se encontraran en el margen del cauce y en floración. Junto con la planta se colectó el sedimento

adherido a las mismas y se tomaron muestras de agua próximas al lugar de donde se colectaron las plantas. Una vez en el laboratorio cada planta fue dividida en: raíces, parte aérea (tallo y hojas) y flores. Una vez limpia la planta, se secó en la estufa a 70 °C durante una semana, luego se molió hasta obtener un polvo fino y homogéneo.

En todas las matrices evaluadas se determinaron los siguientes metales totales por triplicado: Cr, Pb, Zn, Cu, y Ni siguiendo los procedimientos establecidos por la EPA 3015, 3051 y 3052. Se calculó el Factor de Bioconcentración (FBC) el cual se utiliza como una medida de la eficiencia de acumulación de metales en biomasa. El FBC se calcula como la relación entre la concentración del metal en la planta y la concentración de este elemento en el sedimento. Cuanto menor es el FBC, mayor es su capacidad de exclusión.

También, se calculó el Factor de Translocación (FT). Este factor representa el cociente entre la concentración del metal en los órganos aéreos y raíz (Mattina et al., 2003), un valor del Factor de Translocación mayor a 1 indica que la planta puede ser usada como fitoextractora. Si por el contrario, dicho valor es menor a 1, la translocación del metal es baja, por lo que éste es retenido principalmente en las raíces y puede usarse para fitoestabilizar el contaminante en el sedimento.

Resultados

La concentración media de los elementos analizados en agua (Figura 2) arrojaron que de los cinco metales analizados solo el Cr y Cu ($59 \mu\text{gL}^{-1}$ y $30 \mu\text{gL}^{-1}$ respectivamente) exceden los límites establecidos por la Resolución 283/2019 para la protección de vida acuática y uso recreativo con contacto directo (ACUMAR, 2019). Mientras que las concentraciones de metales pesados en sedimento se registraron en el siguiente orden decreciente: $\text{Cr} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Ni}$. Se realizó un análisis comparativo de los resultados con los niveles guías de calidad de suelo para uso residencial del Decreto n° 831/93 debido a la existencia de asentamientos urbanos en las márgenes del río. Con excepción de Pb y Ni, los valores de metales encontrados en el sedimento superan los permitidos para el uso residencial.

Los 5 metales estudiados que se encontraban en altas concentraciones en el sedimento (Figura 2), fueron asimilados por *S. montevidensis*. La incorporación de los metales siguió el siguiente orden decreciente: $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Cr} > \text{Ni} = \text{Pb}$ similar al reportado por Chatterjeer et al, (2011) para esta especie. A pesar de que en el sedimento el Cr fue el metal mayoritario, esto no se condice con los resultados encontrados en el tejido. El Zn y el Cu fueron encontrados en mayor concentración dentro del tejido de la planta (Figura 2) dado que son micronutrientes y los organismos necesitan de estos para su crecimiento y funciones metabólicas (Ahmad, 2016). Por otro lado, el cromo, plomo y níquel fueron incorporados en menor medida por la planta. Estos, no tienen funciones biológicas conocidas y son tóxicos incluso cuando están presentes en bajas concentraciones para

los organismos vivos (Salt et al., 1995).

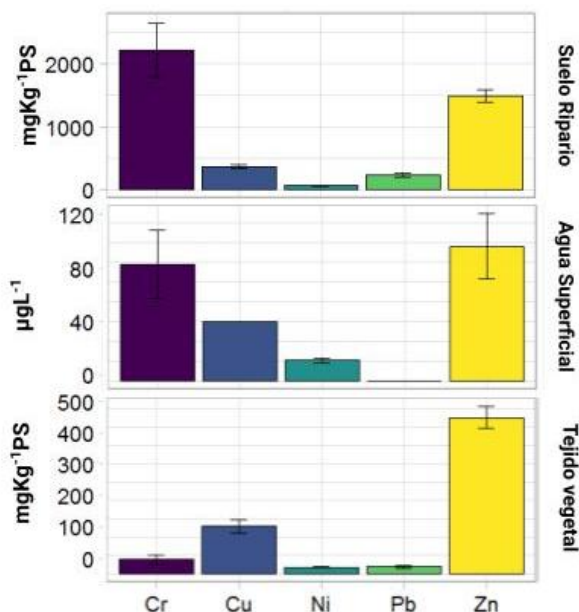


Figura 2.- Distribución de metales pesados en cada matriz: suelo ribereño (mg kg⁻¹ p.s.), agua (µg L⁻¹) y tejido vegetal (mg kg⁻¹ p.s.). Las barras de error representan el desvío estándar.

Todos los FBC obtenidos fueron menores a 1 evidenciando un comportamiento excluyente por parte de *S. montevidensis*. Frente a concentraciones altas de contaminantes, las plantas activan mecanismos de defensa limitando la entrada de estos iones tóxicos al tejido radicular. En el caso del FT, solo fue >1 para Cu y Ni evidenciado un efecto acumulador para los mismos, mientras que resultó exclusor (FT<1) para Zn y Ni (Tabla 1).

Tabla 1: Factor de Bioconcentración y Translocación para cada metal.

	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
FBC	0.0	0.4	0.3	0.0	0.3
FT	0.2	2.2	1.0	0.1	0.7

En cuanto a la distribución de los metales dentro de los órganos de la planta (Figura 3), tanto el Zn como el Pb presentaron concentraciones mayores en raíz con respecto a los otros órganos. Por otro lado, el Ni y Cr se acumularon tanto en raíz como en parte aérea (PA) pero no fueron translocados a las flores. El Cu fue el único metal translocado a todos los órganos de forma equitativa.

El metal que fue mayormente incorporado por la planta fue el Zn. La concentración más alta de este metal se encontró en las raíces (252 ± 44 mg kg⁻¹ peso seco) y se distribuyó dentro de la planta en el siguiente orden decreciente: raíz>PA>flor. La concentración de Pb asimilada por toda la planta fue 18.7 ± 4.8 mg kg⁻¹ ps. En el caso de Ni, se observó que tiene movilidad dentro *S. montevidensis* a pesar que la máxima concentración de este se observó en la raíz (17.7 ± 1.0 mg kg⁻¹ ps). A pesar de su toxicidad para plantas, se observaron concentraciones de cromo en la PA (10.4 ± 1.1 mg kg⁻¹ ps).

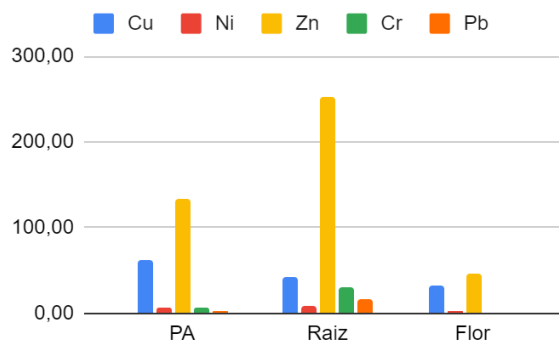


Figura 3.- Distribución de metales pesados en cada órgano de la planta: Parte Aérea (mg kg⁻¹ p.s.), Raíz (mg kg⁻¹ p.s.) y Flor (mg kg⁻¹ p.s.)

Conclusiones

Se determinó que el principal reservorio de Cr, Ni, Zn, Pb y Cu del sistema son los sedimentos, encontrándose valores relativamente bajos en agua. A pesar de los daños que pueden ocasionar los metales pesados en las especies vegetales, en los ejemplares analizados estos no fueron registrados ya que no presentaron signos de estrés, habiendo completado su estado fenológicos. Todos los metales fueron absorbidos por la *S. montevidensis*. Es un acumulador para Cu y Ni, mientras que se comporta como excluyente de metales para Cr, Pb y Zn. El Zn y el Cu fueron los elementos más asimilados porque son micronutrientes esenciales para el desarrollo de la planta. El Cu fue el único metal que se distribuyó en todos los órganos. A pesar de su toxicidad, las concentraciones de Ni y Cr se detectaron en la parte aérea, mientras que el Pb quedó prácticamente confinado a las raíces. Desde el punto de vista medioambiental, esta especie autóctona está adaptada al medio degradado en el que crece. En este contexto, la preservación y revegetación de esta especie en las zonas ribereñas constituye una alternativa sostenible de rehabilitación debido a su tolerancia y a su disponibilidad para acumular y estabilizar los metales pesados presentes en el suelo ribereño.

Referencias

Ahmad P (2016) *Plant metal interaction: emerging remediation techniques*. Elsevier, Amsterdam

Chatterjee S, Chetia M, Singh L et al (2011) *A study on the phytoaccumulation of waste elements in wetland plants of a Ramsar site in India*. Environ Monit Assess 178:361–371

Decreto 831/93 del 23/04/93
http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/10000-14999/12830/norma.htm. Ingresado 23-06-2023

J.A. Peters, D.M. Lodge, (2009) *Littoral Zone*, Editor(s): Gene E. Likens, Encyclopedia of Inland Waters, Academic Press, Pages 79-87, ISBN 9780123706263, <https://doi.org/10.1016/B978-012370626-3.00218-0>.

Lesiv, Marta & Polishchuk, A. & Antonyak, Halyna. (2020). *Aquatic macrophytes: ecological features and functions*. StudiaBiologica. 14. 79-94. 10.30970/sbi.1402.619.

Salazar MJ, Pignata ML (2014) *Lead accumulation in plants grown in polluted soils. Screening of nativespeciesforphytoremediation*. J GeochemExplor 137:29–36

Salt DE, Blaylock M, Kumar NP et al (1995) *Phytoremediation: a novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants*. Biotechnology 13:468–474