



## REMOCIÓN, COMPARTAMENTALIZACIÓN Y BIOCONCENTRACIÓN DE Pb EN LAGUNAS CON *Salvinia minima* OPERADAS POR LOTE.

Gloria Sánchez-Galván<sup>1,2</sup>, Oscar Monroy<sup>3</sup>, Jorge Gómez<sup>3</sup> y Eugenia J. Olguín<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Unidad de Biotecnología Ambiental. Instituto de Ecología, A.C. Km 2.5 carretera antigua a Coatepec 351 Cong. El Haya, Xalapa, Ver. 91070. México. e-mail: [eugenia.olguin@inecol.edu.mx](mailto:eugenia.olguin@inecol.edu.mx). Fax (228)8187809.

<sup>2</sup> Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas. UAM. <sup>3</sup>Departamento de Biotecnología. UAM-I. México, D.F.

Palabras clave: *fitorremediación, metales pesados, concentración inicial.*

**Introducción.** *Salvinia minima* posee muchas ventajas para su uso en fitorremediación de nutrientes y metales pesados. Aunque se ha descrito la remoción, compartimentalización y bioconcentración de Pb en lagunas con dicha planta (Olguín y col., 2005), no se conoce el efecto que tiene la concentración inicial del metal (Co), el tiempo de exposición (TE) y la adición de compuestos orgánicos e inorgánicos específicos sobre dichos procesos.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de Co, el TE y de la presencia del ácido propiónico (AP) y de MgSO<sub>4</sub> (SM) sobre la cinética de remoción, la compartimentalización y bioconcentración de Pb en lagunas con *S. minima* operadas por lote.

**Metodología.** Cinco diferentes concentraciones iniciales (Co) fueron utilizadas con tiempos de exposición (TE) de 0.5, 2, 4, 6, 8 y 24 h. Se usó un agua residual sintética (ARS) adicionada de ácido propiónico (AP) y sulfato de magnesio (SM) en concentraciones de 98 y 107 mg l<sup>-1</sup>, respectivamente y sólo agua desionizada como control (AD). En cada tiempo se analizó la concentración de Pb en la columna de agua y en la biomasa. Modelos de primer y segundo orden se utilizaron para obtener los parámetros cinéticos de remoción de Pb. Se realizó un análisis de compartimentalización (Olguín y col., 2005) y se calcularon los factores de bioconcentración (FBC).

**Resultados y discusión.** Los % de remoción de Pb fueron muy altos (85%) al inicio del proceso (0.5 h) sobre todo a las más bajas Co (0.8±0.00 y 2.70±0.03 mg l<sup>-1</sup>). A Co de 15.18±0.55 y 28.40±0.22 mg Pb l<sup>-1</sup>, la remoción fue sólo 65% y 35%, respectivamente. Al final del TE (24 h), el Pb fue casi completamente removido (>95%), pero en menor grado a las más alta Co (88.78%) en ARS y AD. La relación entre la eliminación de Pb del medio y la Co fue analizada a través de modelos de primer y segundo orden (Cuadro 1). Los datos de remoción se ajustaron mejor al modelo de segundo orden, aunque a la más baja Co los coeficientes de correlación fueron bajos para ambos modelos. En ARS, la constante de la velocidad de remoción de Pb disminuyó a medida que la Co se incrementó (p<0.05) especialmente en ARS. Cuatro diferentes compartimentos fueron analizados en el microcosmos: a) superficie de la biomasa, b) interior de las células de *S. minima*, c) columna de agua y c) sedimentos. La mayor contribución a la eliminación del Pb del medio fue la adsorción a la superficie de la planta independientemente

de la Co, de TE y el medio utilizados (p<0.05). La acumulación intracelular de Pb por *S. minima* tuvo un papel secundario. Asimismo, a medida que se incrementó la Co, la fracción de Pb remanente en la columna de agua también se incrementó, aunque disminuyó a medida que se incrementó el TE. El Pb precipitado en los sedimentos no siguió un perfil específico.

Cuadro 1. Parámetros cinéticos de remoción de Pb en lagunas con *S. minima* operadas por lote (modelo de segundo orden).

Co (mg l <sup>-1</sup> )	ARS			AD		
	K <sub>2</sub> (h <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	p	K <sub>2</sub> (h <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	P
0.80±0.00	0.336±0.020	0.048	0.636	0.471±0.06	0.139	0.409
2.70±0.03	0.678±0.001	0.989	<0.001	0.0146±0.004	0.003	0.90
4.70±0.06	0.408±0.060	0.994	<0.001	0.270±0.045	0.989	<0.001
15.18±0.5	0.040±0.001	0.971	<0.001	0.243±0.05	0.946	<0.001
28.40±0.22	0.0115±0.001	0.979	<0.001	0.012±0.002	0.964	<0.001

Los FBCs fueron afectados por la Co siendo mayores a las Co más bajas (Cuadro 2). Asimismo, dichos factores se incrementaron conforme aumentó el TE especialmente durante las primeras 4 horas en Co mayores a 4.70±0.06 mg Pb l<sup>-1</sup>. De las 8 a las 24h, los FBCs se incrementaron en mayor grado en ARS que en AD, en las Co más altas.

Cuadro 2. Factores de Bioconcentración (mg g<sup>-1</sup>/mg l<sup>-1</sup>) de Pb por *Salvinia minima* a diferentes concentraciones iniciales y tiempos de exposición.

Co	0.8 mg Pb l <sup>-1</sup>	2.70 mg Pb l <sup>-1</sup>	4.70 mg Pb l <sup>-1</sup>	15.18 mg Pb l <sup>-1</sup>	28.40 mg Pb l <sup>-1</sup>
TE horas					
ARS					
0.5	2019.45±94.03	1754.59±75.73	1536.73±197	978.39±64.69	1008.31±56.45
2	2135.67±163.4	2115.28±121	1541.86±44.26	1147.03±83.11	1314.64±28.93
4	2064.75±102.2	2045.97±247	1710.35±137	1203.69±93.89	1393.19±56.05
6	2030.05±386	2073.58±158	1885.88±172	1401.65±25.94	1388.77±104
8	1957.36±96.52	2064.83±33.78	1664.00±209	1396.59±29.69	1461.32±166
24	2125.34±14.77	2060.39±164	1653.40±166	1590.63±128	1825.48±226
AD					
0.5	1574.89±132.41	1446.44±33.12	1361.96±58.90	1075.70±38.10	1273.46±108.4
2	2455.53±265.04	1869.34±58.56	1454.49±47.66	1193.37±49.44	1385.72±15.95
4	1907.10±78.73	2002.34±41.11	2110.40±18.55	1385.95±37.65	1530.70±89.10
6	2067.44±122.77	1785.42±139.6	1716.90±122.1	1530.55±43.82	1260.62±18.15
8	1977.09±319	1917.41±244.2	1959.99±151.7	1399.74±31.25	1414.13±73.77
24	2033.37±229.54	1747.12±181.8	1990.06±120.7	1479.03±106.3	1605.79±49.98

**Conclusiones.** La remoción de Pb siguió una cinética de segundo más que de primer orden a Co iguales o mayores a 2.70±0.03 mg Pb l<sup>-1</sup>. La mayor cantidad de Pb fue encontrada en la superficie de la planta independientemente de la Co, TE y medio utilizados. La bioconcentración de Pb también fue influenciada por la Co y el TE; este último tuvo mayor efecto a las Co más altas. En todas las condiciones probadas, se obtuvieron FBCs mayores a 1,000, lo cual confirma a *S. minima* como hiperacumuladora de Pb.

**Agradecimiento.** CONACYT-SEP proyecto P-46697-Z.

### Bibliografía.

Olguín, E.J., Sánchez-Galván, G., Pérez-Pérez, T., Pérez-Orozco, A. 2005. Surface adsorption intracellular accumulation and compartmentalization of lead in batch-operated lagoons with *alvinia minima* as affected by environmental conditions, EDTA and nutrients. *J Ind Microbiol iotechnol* 32(11-12):577-586.