

ADSORCIÓN DE COBRE, PLOMO Y CROMO SOBRE BIOMASA DE MACROFITAS

A.B.Saralegui¹, M. Paricoto¹, M.N.Piol^{1,2}, A.Gobbi Miñones¹,
N.Caracciolo¹, S.P.Boeykens¹

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Departamento de Química, Laboratorio de Química de Sistemas Heterogéneos (LaQuiSiHe), Paseo Colón 850. Buenos Aires, Argentina. +54 11 43430893 ext 1167. ² CONICET. laquisihe@fi.uba.ar

Introducción

La contaminación de cuerpos de aguas naturales con metales pesados es un problema creciente en los últimos años, debido al incremento exponencial de las actividades industriales. Sus efluentes son normalmente descargados con un escaso tratamiento. El hecho de que los metales pesados son persistentes, bioacumulativos y tóxicos a nivel de trazas agravan la situación del problema.. Algunos metales pesados como plomo, cadmio, cobre, cromo, y otros se convierten en una de las principales amenazas para la salud humana [1]. Hoy en día, muchos métodos de separación, que implican la extracción con disolvente, intercambio iónico, co-precipitación, filtración de membrana, y la adsorción de biosorción común, se han desarrollado y utilizado para limpiar iones de metales pesados de diferentes soluciones acuosas con una amplia gama de concentraciones. Sin embargo, el alto costo, además del problema de la generación de lodos, hace difícil su aplicación en algunos casos. La búsqueda de adsorbentes de bajo costo que tienen capacidad de unión a metal se ha intensificado. Especialmente, en las últimas décadas, algunas algas y macrófitas acuáticas naturales como adsorbentes para eliminar iones de metales pesados a partir de soluciones acuosas se han estudiado por muchos investigadores [2-4]. Este trabajo presenta los resultados obtenidos en el uso de la biomasa de macrófitas acuáticas para la eliminación iones Cu (II), Pb (II) y Cr (VI) a partir de soluciones acuosas

Resultados y discusión

El área específica de superficie (SBET) y el volumen total de poros (VT) se calcularon a partir de la isoterma de adsorción de N₂ a alta presión relativa ($p / p_0 = 0,99$) utilizando el método convencional de Brunauer-Emmett-Teller (BET). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1. Estos indican que el área de superficial (para el mismo tamaño de partícula) varía con la especie de macrófita. Azolla mostró la mayor área de superficial. Todas las muestras son consistentes con las estructuras no porosas. El porcentaje de remoción de Cu (II), Pb (II) y Cr (VI) a partir de soluciones acuosas para cada especie de macrófita, se calculó basándose en la cuantificación de los iones metálicos en la solución acuosa antes y después del experimento en batch. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 2. La biomasa Azolla fue más eficiente en la adsorción de Cu (II) y la eliminación de Pb (II) (96,74% y 99,38% respectivamente). La adsorción de iones de Cr (VI) dio como resultado menos significativas para todas las especies, aunque la biomasa Pistia mostró la adsorción más alto (58,79%)

Tabla 1. Características texturales de las muestras de macrófitas

Biomasa de Macrofitas (Tamaño de partícula): 1.18-0.5mm)	S_{BET}² (m²/g)	V_T³ (cm³/g)
<i>Pistia stratiotes</i>	0,92	0,0067
<i>Azolla Pinnata</i>	0,95	0,0072
<i>Lemna.sp</i>	0,45	0,0037
<i>Limnobium</i>	0,63	0,0046

Tabla 2: Porcentajes de remoción de Cu (II), Pb (II) y Cr (VI) por diferentes biomazas macrófitas

Biomasa de Macrofitas	Cr removido (%)	Cu removido (%)	Pb removido (%)
<i>Pistia Stratiotes</i>	58,79	74,31	97,11
<i>Limnobium</i>	41,36	65,04	96,78
<i>Azolla</i>	28,33	96,74	99,38
<i>Lemna Sp</i>	6,97	73,87	94,51

La Tabla 3 muestra los parámetros encontrados para las isothermas de adsorción a partir de los datos experimentales con modelos de Langmuir y Freundlich. Estos resultados muestran que los datos experimentales se ajustan mejor al modelo de Langmuir para la adsorción de Pb, lo que indicaría que el proceso se lleva a cabo en monocapa sobre la superficie del adsorbente, mientras que para Cu y Cr, los datos experimentales se ajustan mejor al modelo de Freundlich, lo que indica que la adsorción se lleva a cabo sobre una superficie heterogénea. Los valores de ajuste son similares a los reportados por otros autores para este tipo de biomasa [2,3].

Tabla 3: parámetros de los modelos de Freundlich y Langmuir

Ecuación	Pb-Azolla	Cu-Azolla	Cr-Pistia
Langmuir $q_e = \frac{q_m b C_e}{1 + b C_e}$ q _m (mg/g) es la capacidad máxima adsorción b (L/mg) se relaciona con la energía de adsorción	q _m : 117 b: 0.354 R ² : 0.993	q _m : 26.3 b: 7.5E-4 R ² : 0.996	q _m : 2.80 b: 0.08 R ² : 0.899
Freundlich $q_e = K_f C_e^n$ K _f se relaciona con la capacidad de adsorción n está relacionada con la intensidad de la adsorción	K _f : 28 n: 2.02 R ² : 0.962	K _f : 0.875 n: 2.101 R ² : 0.997	K _f : 0.253 n: 1.32 R ² : 0.989

Tabla 4: parámetros de los modelos cinéticos

Modelo	Parametros		R ²	Conc.(ppm)	Sistema
	K1 o K2	qe			
Lagergren $\log(qe - qt) = \log qe - \frac{k_1}{2.303} t$ K ₁ (1/min)	0.014	219.09	0.989	100	Pb+Azolla
	0.016	538.77	0.976	110	
	0.011	271.24	0.985	120	
	0.017	16.04	0.975	30	Cu+Azolla
	0.029	17.41	0.964	40	
	0.042	19.59	0.826	60	
	0.074	2.65	0.965	10	Cr+Pistia
	0.078	2.04	0.849	20	
	0.075	1.45	0.795	30	
Ho and McKay $\frac{1}{qt} = \frac{1}{k_2 qe^2} + \frac{1}{qe} t$ K ₂ (mg/g)	7.59E-4	84.38	0.999	100	Pb+Azolla
	6.55E-4	93.63	0.999	110	
	6.35E-4	97.84	0.999	120	
	1,70E-03	28.57	0.998	30	Cu+Azolla
	2,64E-03	33.33	0.997	40	
	2,64E-03	45.45	0.994	60	
	0,309	0.33	0.998	10	Cr+Pistia
	0,170	0.56	0.997	20	
	0,090	0.83	0.999	30	

Los espectros FTIR de las biomásas utilizadas (Fig. 1, 2 y 3) muestran bandas correspondientes a los grupos -OH (3400- 3000 y 1160-1115 cm⁻¹), -COOH (1950-1550 cm⁻¹), y -NH₂ (3400 - 3000 y 1160-1115 cm⁻¹) que sufrieron cambios indicando que el intercambio de protones resulta involucrado en este proceso. Estos resultados coinciden con los reportados por otros autores [2,5].

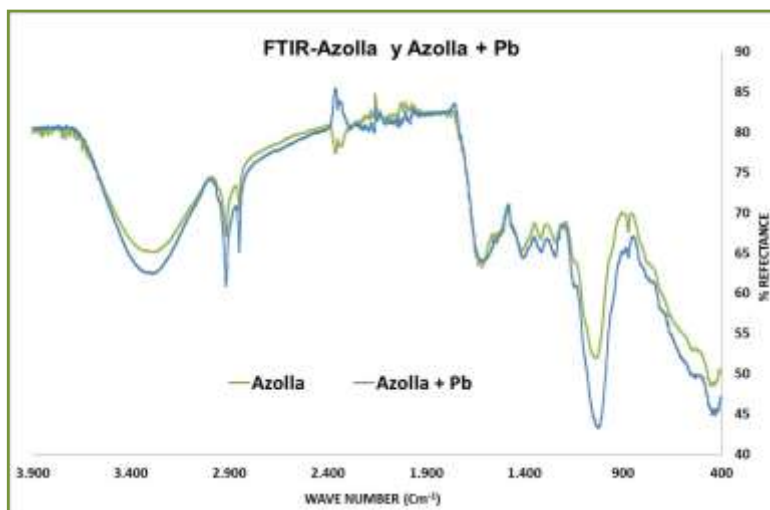


Figura 1: Espectro de Azolla antes y después del proceso de adsorción de Pb.

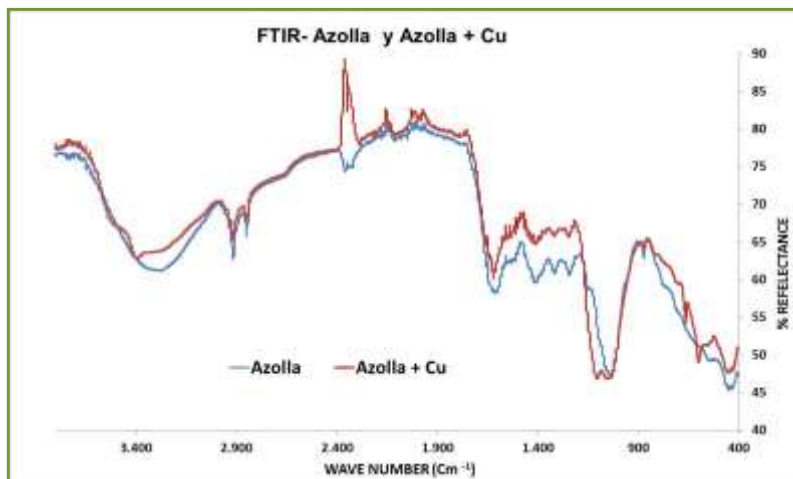


Figura 2: Espectro de Azolla antes y después del proceso de adsorción de Cu.

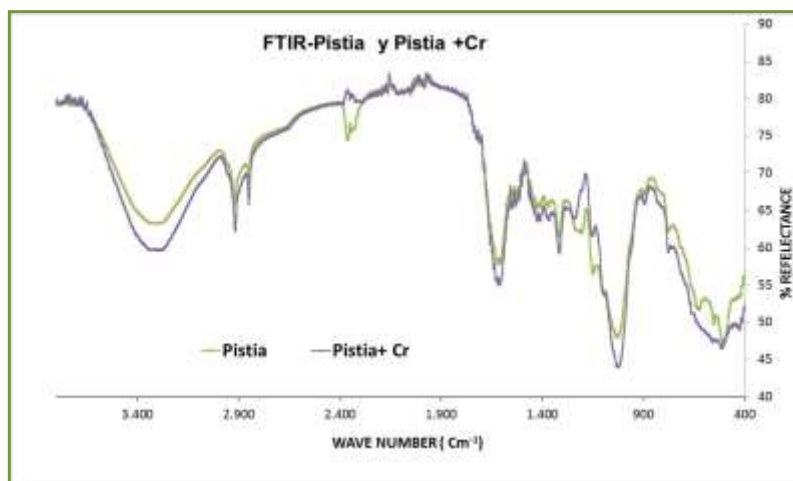


Figura 3: Espectro de Pistia antes y después del proceso de adsorción de Cr.

Conclusiones

Las cuatro biomásas testeadas han mostrado capacidad de remoción de metales pesados de soluciones acuosas. Para el caso del cromo, se observe una capacidad menor y más lenta. El modelo cinético de pseudo segundo orden resultó adecuado para la descripción de los tres sistemas estudiados. El modelo de Langmuir fue el seleccionado para la descripción del proceso de la adsorción de Pb y el de Freundlich para la de Cu y Cr. A partir del estudio de los espectros IR se pudo inferir que el proceso implica intercambio iónico con los grupos funcionales hallados en las biomásas.

Estos estudios deben continuar con el diseño de sistemas adecuados para el tratamiento de aguas utilizando biomásas como adsorbentes de bajo costo.

Referencias

[1] Li, X., Zhou, H., Wu, W., Wei, S., Xu, Y., Kuang, Y. Studies of heavy metal ion adsorption on Chitosan/Sulphydryl functionalized graphene oxide composites, Journal of Colloid and Interface Science, 448, (2015), 389–397.

XXXI Congreso Argentino de Química

25 al 28 de Octubre de 2016 Asociación Química Argentina

Sánchez de Bustamante 1749 – Ciudad de Buenos Aires – Argentina

The Journal of The Argentine Chemical Society Vol. 103 (1-2) January – December 2016 ISSN: 1852 -1207

Anales de la Asociación Química Argentina AAQAE 095 - 196

- [2] Miretzky, P., Saralegui, A., Fernández Cirelli, A., Simultaneous heavy metals removal mechanism by dead macrophytes. Chemosphere. 62, (2006).247-254
- [3] Maine, M., Duarte, M., Suñé, N., Cadmium uptake by floating macrophyte. Water Res 35, (2001).2629-2634
- [4] Lodeiro, P., Barriada, J.L., Herrero R., Sastre de Vicente, M.E. The marine macroalga *Cystoseira baccata* as biosorbent for cadmium(II) and lead(II) removal: Kinetic and equilibrium studies Environmental Pollution, 142(2), (2006), 264-273
- [5] Yu, B., Zhang, Y., Shukla, A., Shukla, S. S. and Dorris, K. L. The removal of heavy metal from aqueous solutions by sawdust adsorption - removal of copper. Journal of Hazardous Materials B80: (2000).33-42.