

ESTUDIO DE LA ADSORCIÓN DE METALES PESADOS SOBRE MINERALES NATURALES

Julio César Arroyo y Graciela Noemí Avila

Departamento de Química- Facultad de Ciencias Exactas
Universidad Nacional de Salta
Avenida Bolivia 5150 - c/p 4400
julioarroyo87@gmail.com

Introducción

Uno de los mayores problemas medioambientales de la actualidad son los metales pesados, los cuales se caracterizan por su alta masa atómica y por su toxicidad para la mayoría de los seres vivos aún estando en concentraciones muy bajas. Los metales pesados se encuentran normalmente en algunos tipos de suelos en ámbitos de concentración de unos pocos mg por kg, pero la actividad industrial y los desechos urbanos pueden aumentarlos a cientos de mg por kg, por lo que sus lixiviados así como los efluentes líquidos contaminados pueden llegar a contaminar los cuerpos de agua. Además se fijan al suelo en contacto con los cursos de agua, por lo que su acción contaminante se propaga y mantiene en el tiempo.

En el presente de trabajo se llevaron a cabo estudios de capacidad de adsorción de plomo y cromo sobre una *diatomea* (fracción < 100 μm) proveniente del yacimiento Salar del Rincón ubicado en La Puna salteña que es la parte austral del Altiplano Boliviano, localizada en el Noroeste Argentino. El principal constituyente de este material es sílice, correspondiente a la sílice amorfa de la diatomita y a la de los aluminosilicatos presentes (impurezas). Posee además Al_2O_3 es atribuido a feldespatos y minerales arcillosos, otras impurezas presentes son Fe_2O_3 , MgO , CaO , TiO_2 , Na_2O y K_2O , el contenido de estos últimos puede deberse a la presencia de feldespatos e ilita. También se evaluó la adsorción de los metales pesados mencionados en presencia de iones sodio y calcio que compiten por los sitios activos del mineral.

Materiales y métodos

A diferentes niveles de pH se prepararán soluciones de Pb y Cr a partir de sus nitratos con reactivos pro-análisis y agua pura obtenida por de ósmosis inversa. En base a la información que se posee de la caracterización de residuos de naturales inorgánica producido a nivel laboratorio se preparó soluciones a diferentes niveles de concentraciones (50 y 200 ppm) de competidores de sodio y calcio a partir de sales de nitrato y cloruro respectivamente de grado analítico.

Mediante diseño experimental se determinó, para la *diatomea*, el porcentaje de adsorción de plomo y cromo. Los parámetros considerados fueron temperatura y pH en un diseño factorial completo 2^2 con tres réplicas, los mismos constituyen los tratamientos blancos.

Se estudió la capacidad de competencia de iones sodio y calcio en los procesos de adsorción de plomo y cromo utilizando diseños factoriales 2^3 completos con 3 replicaciones.

Mediante análisis de la varianza (ANOVA) se pusieron a prueba las hipótesis de igualdad de tratamientos (ensayos) con respecto a la variable de respuesta que corresponde al *porcentaje de adsorción* de los metales. De esta manera se pudo evaluar las condiciones óptimas de retención de plomo y cromo. De la misma manera se evaluó el grado en que actúan competidores como sodio y calcio en la adsorción de cromo y plomo.

Se efectuaron en ensayos batchs las experiencias correspondientes para la determinación de tiempos de equilibrios utilizando plomo y cromo como *adsorbatos*.

Se prepararon batchs individuales preparados en frascos plásticos cerrados en un volumen total de 10 ml con igual concentración de cada metal estudiado y masa de mineral. La *diatomea* fue agregada a partir del sólido, se los colocó en agitación y a intervalos de una hora se retiraron muestra que se sometieron a centrifugación y posteriormente se determinaron las concentraciones de los metales en los sobrenadantes mediante Espectroscopía de Absorción Atómica (Equipo GBC 904AA).

Resultados

Evaluación de la Capacidad de Adsorción: con la ayuda del software estadístico XLSTAT se procedió a realizar el análisis de la varianza (ANOVA) para probar la hipótesis de igualdad de tratamientos (ensayos) con respecto a la medida de la correspondiente variable de respuesta. De esta manera se pudo evaluar las condiciones óptimas de retención de plomo y cromo en la diatomea y efectuar un estudio comparativo.

experimento	pH	T	% Pb ads	% Cr ads
1	-	-	54,6	17,47
2	-	-	62,1	16,65
3	-	-	58,4	18,02
4	+	-	49,8	47,64
5	+	-	50,9	37,70
6	+	-	52,4	46,13
7	-	+	47,0	18,79
8	-	+	46,5	18,79
9	-	+	48,1	22,54
10	+	+	61,9	37,50
11	+	+	59,4	37,76
12	+	+	60,4	35,95

Evaluación de iones competidores

Para este estudio se realizaron diseños del tipo 2^3 siendo los parámetros evaluados la temperatura (20 y 40 °C), la acidez del medio (2,8 y 4,9 para plomo y 2,05 y 3,5 para cromo) y la concentración de las especies competidoras (50 y 200 ppm). Esto implicó realizar 8 ensayos batch por material y por triplicado con agitación continua. Las suspensiones obtenidas se sometieron a centrifugación y sobre las fracciones líquidas se midieron las concentraciones de los metales por Espectrometría de Absorción Atómica. Por diferencia con la concentración inicial se determinó la cantidad de metal adsorbida a cada material. La masa adsorbida de los metales constituye la variable de respuesta de estos ensayos.

experimento	Temp.	pH	[Ca]	%Pb ads	%Cr ads
1	+	+	+	7,0	1,5
2	+	+	-	20,2	1,4
3	+	-	+	13,8	4,3
4	+	-	-	28,4	8,4
5	-	+	+	9,2	11,5
6	-	+	-	22,3	14,5
7	-	-	+	17,7	1,1
8	-	-	-	33,3	10,9

experimento	Temp.	pH	[Na]	%Pb ads	%Cr ads
1	+	+	+	10,0	48,5
2	+	+	-	7,8	52,3
3	+	-	+	20,0	55,9
4	+	-	-	28,8	60,3
5	-	+	+	9,1	50,2
6	-	+	-	12,0	53,7
7	-	-	+	24,2	56,8
8	-	-	-	31,1	61,7

Conclusiones

De los resultados obtenidos mediante diseño experimental factorial completo 2^2 se determinó, para la diatomea, que el porcentaje de adsorción de plomo se ve afectado solamente por la interacción de pH-T. Obteniéndose mayor adsorción a mayor pH (4,9) como se esperaba.

Para cromo el único factor activo que afecta el proceso adsorción es el pH resultando mayor adsorción al nivel más alto de este parámetro (pH =3,2)

Adsorción de plomo y cromo con competidores

De los tratamientos correspondientes a los diseños factoriales 2^3 corridos para evaluar la competencia de iones calcio y sodio se obtuvieron los siguientes resultados:

Metal / competidor	Factores e interacciones activas	Condiciones de máxima competencia
Plomo / calcio	Todos los factores e interacciones	A menor pH y mayor [Ca] independiente de la temperatura
Cromo / calcio	Todos los factores e interacciones, excepto [Ca]-T	A mayor [Ca] y menor pH independiente de la temperatura
Plomo / sodio	[Na], pH, T y [Na]-pH	A menor pH independiente de la [Na] y la temperatura
Cromo / sodio	[Na], pH, T y [Na]-pH	No se observan diferencias estadísticamente significativas para ninguna combinación de los parámetros

Referencias

- R. M. Torres Sánchez, P. Naranjo, M. Farfán Torres y E. Sham, *Adsorción de Cu y Zn, en bentonita argentina y sus productos de tratamiento térmico y mecánico*. Medioambiente en Ibero América: Visión desde la Física y la Química en los albores del siglo XXI, Tomo II, pp. 421-429 (ed. J.F. Gallardo Lancho) ISBN-10: 84-611-0352-1, Graf. Dip. de Badajoz. España. 2006.
- Análisis y Diseño de experimentos. Gutierrez Pulido, H. Dela Vara Salaza, R. Segunda Edición. Mc Graw – Hill. México (2008)
- L. Lorenzo, E. M. Farfán Torres, P. Naranjo, R. M. Torres Sánchez, *Adsorción de As en 4-Na-Mica sintética y su producto de tratamiento mecánico*, en “Las Fronteras de la Física y la Química Ambiental en Ibero América. Ponencias Completas del V Congreso Iberoamericano de Física y Química Ambiental”, 2008, Argentina, ISBN: 78-987-1435-09-8.
- Martínez Palacios, J. L., Iturbe Argüelles, R., Páramo Vargas, J. *Adsorción de cadmio y plomo en arcilla del valle de México*. Instituto de Ingeniería, UNAM. Apdo. Postal 70-472, 04510 Coyoacán, México D.F.
- M. L. Rueda, C Volzone y S. Y. Martínez. *Adsorción de Cd en solución utilizando como adsorbente material tobáceo modificado*. Información Tecnológica. Vol 21(4), 75-78.2010.