



Universidad Nacional de San Martín
Fundación Innovación y Tecnología (FUNINTEC)
Director: Alberto Pochettino

Programa FUTUROS
Escuela de Posgrado: Agua + Humedales

Estudios cinéticos de la adsorción de arsénico del rechazo de la osmosis inversa en suelo laterítico.

(Trabajo de investigación)

Por Cynthia Corroto¹, Analía Iriel², Enrique Calderón³, Alicia Fernández Cirelli⁴ y Alejo Pérez Carrera⁵

Filiación:

- ¹ Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA S.A.)/Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), UBA, Argentina.
- ² Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), UBA /Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA-UBA/CONICET), Facultad de Ciencias Veterinarias, Argentina.
- ³ Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA S.A.), Argentina.
- ⁴ Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), UBA/Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA-UBA/CONICET), Facultad de Ciencias Veterinarias, Argentina.
- ⁵ Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), UBA/Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA-UBA/CONICET), Facultad de Ciencias Veterinarias, Argentina..

Registro del trabajo de investigación en el libro digital

Título del capítulo: Estudios cinéticos de la adsorción de arsénico del rechazo de la osmosis inversa en suelo laterítico.

Autor/es capítulo: Corroto, Cynthia; Iriel, Analía; Calderón, Enrique; Fernández Cirelli, Alicia; Pérez Carrera, Alejo.

Páginas: 462-467

Título del libro: Agua + Humedales

Edición: 1ª edición

Editor: UNSAM Edita.

Serie: Futuros

Fecha de publicación: junio 2018

Páginas: 485

Derechos: Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos, mencionando la fuente.

Idioma: Español

Identificación y acceso

ISBN: 978-987-4027-68-9

URL: <https://www.funintec.org.ar/contenidos/aguahumedales-es-el-primer-libro-de-la-serie-futuros/>

Cita del capítulo: Corroto, Cynthia; Iriel, Analía; Calderón, Enrique; Fernández Cirelli, Alicia; Pérez Carrera, Alejo. (2018) Estudios cinéticos de la adsorción de arsénico del rechazo de la osmosis inversa en suelo laterítico. En: Universidad Nacional de San Martín y Fundación Innovación Tecnológica (FUNINTEC). *Programa Futuros: Escuela de Posgrado: Agua + Humedales*. (Serie Futuros). Buenos Aires: UNSAM Edita.

Área de conocimiento

Área: Recursos naturales

Categoría: Ciencias ambientales e ingeniería

Palabras clave: CONTAMINACIÓN DEL AGUA; AGUA RESIDUAL; QUÍMICA DEL AGUA; SUSTANCIA PELIGROSA; SUSTANCIA PELIGROSA.



Este documento forma parte de la Colección Programa FUTUROS del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín, desarrollado por la Biblioteca Central. El propósito es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica y con reconocimiento de la fuente.

Disponible en el Repositorio Institucional de la UNSAM

Corroto, C.; Iriel, A.; Calderón, E.; Fernández Cirelli, A.; Pérez Carrera, A. (2018) Estudios cinéticos de la adsorción de arsénico del rechazo de la osmosis inversa en suelo laterítico. En: Universidad Nacional de San Martín y Fundación Innovación Tecnológica (FUNINTEC). *Programa Futuros: Escuela de Posgrado: Agua + Humedales*. (Serie Futuros). Buenos Aires: UNSAM Edita. [En línea] Disponible en: Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín: Colección Programa Futuros. (PFAH 2018 TCICFCPC) <http://bit.ly/2gDqQLp> [Fecha de consulta:.....]

Estudios cinéticos de la adsorción de arsénico del rechazo de la osmosis inversa en suelo laterítico¹

Cynthia Corroto²

Analía Iriel³

Enrique Calderón⁴

Alicia Fernández Cirelli⁵

Alejo Pérez Carrera⁶



Palabras clave: Arsénico; adsorción; laterita

1. Introducción

El arsénico (As) es un contaminante del agua subterránea, presente en diferentes áreas de la provincia de Buenos Aires. Particularmente en La Matanza, donde se emplea el proceso de ósmosis inversa para abatir la problemática que causa la presencia de As. El uso de esta tecnología lleva a un aumento de sales y contaminantes en el efluente de descarte, aunque se cumple con la legislación vigente establecido por la Autoridad de Cuenca Matanza-Riachuelo (ACUMAR) en la Resolución N° 46/17, que coincide con lo que expone el Decreto 674-Resolución 79.179/90 (Anexo A), instaurando el límite de As para descarga a Colectora cloacal, pluvial y cuerpo superficial en 0,5 mg/l. Si bien se han planteado diversas soluciones para resolver los inconvenientes que estas descargas causarían en un cuerpo receptor natural, aún no

1 Agradecemos a Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA S.A.), Universidad de Buenos Aires, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

2 Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA S.A.)/Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), UBA, Argentina.

3 Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), UBA /Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA-UBA/CONICET), Facultad de Ciencias Veterinarias, Argentina.

4 Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA S.A.), Argentina.

5 Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), UBA /Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA-UBA/CONICET), Facultad de Ciencias Veterinarias, Argentina.

6 Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA), UBA/Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA-UBA/CONICET), Facultad de Ciencias Veterinarias, Argentina.

se han establecido procedimientos óptimos ya que en cada caso se plantea una solución particular, siendo la acción inmediata más utilizada la dilución.

En busca de una respuesta al inconveniente se propone, en este trabajo, un proceso de adsorción en batch empleando como adsorbente “laterita”. La misma ha probado ser un material prometedor de bajo costo para altos contenidos de As en agua de bebida; de hecho, diversos autores han probado sus bondades en diferentes condiciones y con laterita de distintos lugares, alcanzando remoción de As del 98% (Thirunavukkarasu *et al.*, 2004; Maiti *et al.*, 2013; Glocheux *et al.*, 2013; Rathore *et al.*, 2016). La composición de la laterita es variable y depende fundamentalmente de las características del sitio de donde fue extraída. La misma se caracteriza por tener un alto contenido en Al_2O_3 , Fe_2O_3 y SiO_2 , por lo tanto, una considerable capacidad de adsorción de As (Maiti *et al.*, 2013).

2. Materiales

2.1. Adsorbente

El adsorbente que se utiliza en estas experiencias es la “laterita”, y proviene de la meteorización química intensiva en ambientes tropicales y subtropicales en condiciones de fuertes lluvias. Se encuentra en abundancia en varias partes del mundo (Maiti *et al.*, 2013). Es parte del típico suelo de la provincia de Misiones en el litoral argentino. Es un material altamente degradado y rico en óxidos secundarios de hierro, aluminio o ambos, pero posee bajas cantidades de cationes básicos y silicatos primarios.

2.2. Agua de rechazo de osmosis inversa

Se utilizó el efluente residual de la osmosis inversa de una planta potabilizadora que trata agua subterránea en el partido de La Matanza en la provincia de Buenos Aires, con una concentración de As de 145 $\mu\text{g/L}$, pH de 7,9 y conductividad eléctrica de 2155 $\mu\text{S/cm}$.

1) Experimento de adsorción

Las experiencias se realizaron en batch durante 24 h y por duplicado. Se puso en contacto 3 g de laterita con 500 ml de solución de As (efluente residual de la ósmosis inversa),

además se tomó la misma cantidad del sorbente y se colocó en agua desionizada para estudiar la existencia de As y/o desorción del contaminante al medio líquido. Los experimentos se llevaron a cabo a temperatura ambiente (20°C) con agitación constante (300 rpm). Las muestras se tomaron a tiempos determinados. La concentración de As se determinó en el sobrenadante. En cada muestra se centrifugó y se filtró el adsorbente con filtro de jeringa (Nylon 0,45 µm). La concentración de As retenida en la fase adsorbente se calculó a partir de:

$$q_e = \frac{(C_i - C_e)V}{W}$$

donde q_e es la cantidad de As adsorbido por unidad de masa de adsorbente en el equilibrio (mg/g), C_i es la concentración inicial y C_e es la concentración en el equilibrio en mg/L, V es el volumen (L) y W es la masa del adsorbente (g). La cinética de adsorción se determinó mediante el análisis de la concentración remanente de As en el líquido sobrenadante, luego del tiempo de agitación predeterminado.

2) Cuantificación del arsénico

El análisis de As se realizó mediante la técnica de ICP-OES (Inductively coupled plasma-optic emission spectroscopy). El equipo que se utilizó es un espectrofotómetro Perkin Elmer Optima 2000 DV. Este es un plasma secuencial con generador de radio frecuencia de estado sólido y detector múltiple CCD. Posee generador de hidruros para poder cuantificar los metaloides que forman hidruros volátiles. La longitud de onda que se utilizó para cuantificar los elementos de acuerdo con la experiencia de manejo del equipo fue de entre 189 y 194 nm. El equipo se calibró utilizando una solución patrón Perkin Elmer Pure Plus (Instrument Calibration Standard 2, N° 9301721).

3. Resultados y discusiones

3.1. Estudio cinético

En la figura 1 se puede observar que el contenido de As disminuye en un 40% aproximadamente durante las primeras 24 horas.

Los datos se ajustaron a los modelos más utilizados de pseudo-primer orden y el pseudo-segundo orden, para poder obtener los parámetros cinéticos del proceso de adsorción. La ecuación de velocidad linealizada de pseudo-primer orden se da como:

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{K_{ad} t}{2,303}$$

donde q_t (mg/g) es la cantidad de As adsorbida por unidad de masa de adsorbente en el tiempo t , q_e (mg/g) es la cantidad de As adsorbida por unidad de masa de adsorbente en el equilibrio, K_{ad} (1/min) es la constante de velocidad del proceso de adsorción de pseudo-primer orden.

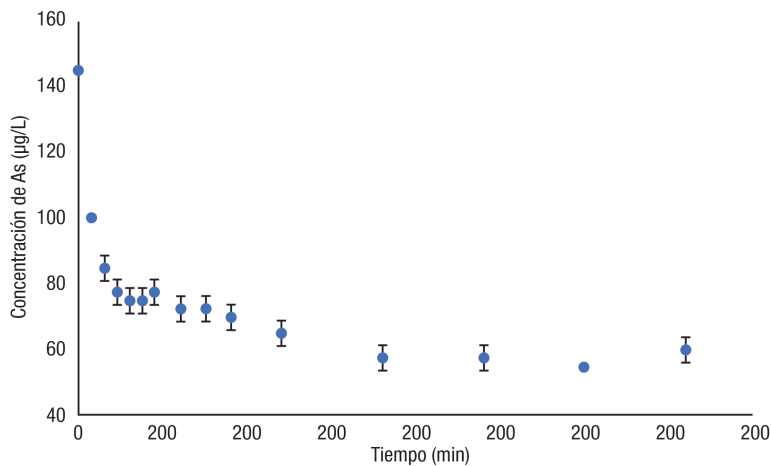


Figura 1. Concentración de As en µg/L en función del tiempo de contacto con la laterita. Fuente: Elaboración propia.

La cinética de pseudo-segundo orden se describe de la siguiente manera:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{Kq_e^2} + \frac{1}{q_e}t$$

donde K es la constante de velocidad de adsorción de pseudo-segundo orden [g/(mg.min)].

Pseudo-primer orden	K_{ad} (1/min) 0,003	q_e (mg/g) 0,0055	R^2 0,84
Pseudo-segundo orden	K [g/(mg.min)] 1,66	q_e (mg/g) 0,0148	R^2 0,99

Tabla 1. Parámetro cinético de la adsorción de As en el suelo laterítico.

Los resultados presentados en la tabla 1 muestran que el modelo de pseudo-segundo orden fue el que mejor se ajustó a los datos experimentales, ya que el q_e teórico (0,0148 mg/g) resultó similar al q_e experimental (0,0146 mg/g). Además, el coeficiente de determinación se aproximó a la unidad.

4. Conclusiones

En este estudio se analizó la posibilidad de utilizar la laterita como un adsorbente de bajo costo para remover el As del efluente de la ósmosis inversa. En este sentido, se observó que la máxima adsorción de As sucedió a los 480 minutos y siguió una cinética de pseudo-segundo orden. Se conoce también que son necesarios estudios adicionales con el fin de completar la caracterización fisicoquímica del proceso de adsorción de las soluciones concentradas.

Bibliografía

Disposición 79.179/90. Disposiciones instrumentales para la aplicación del Decreto N°674/89 reglamentario de los artículos 31°, 32° y 34° de la Ley N° 13.577, modificada por la Ley N° 20.324, Anexo A.

Glocheux, Y. et al. (2013). "Removal of arsenic from groundwater by adsorption onto an acidified laterite by-product", *Chemical Engineering Journal* 228, pp. 565-574.

Maiti, A. et al. (2013). "Comparison of treated laterite as arsenic adsorbent from different locations and performance of best filter under field conditions", *Journal of Hazardous Materials* 262, pp. 1176-1186.

Rathore, V. K.; Dohare, D. K. y Mondal, P. (2016). "Competitive adsorption between arsenic and fluoride from binary mixture on chemically treated laterite", *Journal of Environmental Chemical Engineering* 4, pp. 2417-2430.

Resolución N° 46/17, Anexo I. Acumar.

Thirunavukkarasu, O. S.; Viraraghavan, T. y Subramanian, K. S. (2004). "Arsenic removal from drinking water using iron oxide coated sand", *Water, Air and Soil Pollution* 142, pp. 95-111.