



I CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA AMBIENTAL EN SISTEMAS ACUÁTICOS, CChIASA

HUMEDALES CONSTRUIDOS DE FLUJO SUBSUPERFICIAL PARA LA REMOCIÓN DE ARSÉNICO DE AGUA CONTAMINADA

KATHERINE LIZAMA ALLENDE¹

RESUMEN EXTENDIDO

El uso e ingesta de agua con arsénico (As) puede implicar graves problemas de salud para la población. Millones de personas están expuestas a fuentes de agua con concentraciones de arsénico mayores a la recomendación de la OMS (10 ug/L). Muchas veces la implementación de sistemas convencionales no es factible debido a la ubicación de las fuentes de agua y a los altos costos de inversión y operación, además de los impactos ambientales asociados a dichos sistemas.

Los sistemas naturales, a diferencia de los sistemas convencionales, se basan en la interacción de sus componentes naturales: suelo, vegetación y microorganismos para la remoción de contaminantes. Dentro de los sistemas naturales, los humedales construidos o artificiales han sido utilizados para tratamiento de agua en distintos lugares del mundo, gracias a sus menores costos y al hecho de que son amigables con el medio ambiente.

La principal aplicación de los humedales construidos ha sido el tratamiento de aguas servidas, sin embargo también pueden remover metales y metaloides, incluyendo As (Marchand et al., 2010). Sólo recientemente se ha explorado el potencial de los humedales construidos para remover As. Dentro de las limitaciones se encontraban la escasez de estudios y el desconocimiento de los mecanismos de remoción (Singhakant et al., 2009). Sin embargo, los principales mecanismos fueron luego propuestos (Figura 1).

Existen tres tipos de humedal: de flujo superficial (SF), donde el agua fluye sobre el medio de soporte, y de flujo subsuperficial vertical (VSSF) y horizontal (HSSF), donde el agua fluye a través del medio de soporte (Kadlec & Wallace, 2009). Se ha hipotetizado y verificado la eficacia de los de flujo subsuperficial para remover As (Lizama A. et al, 2011, 2012, 2014) debido a mayor interacción entre el medio y el agua a tratar.

Esta línea de investigación ha apuntado a entender y cuantificar la remoción de As en humedales construidos de flujo subsuperficial vertical y horizontal, usando medios de soporte convencional (grava) y alternativos (zeolita y piedra caliza) y *Phragmites australis* (carrizo) como vegetación. Ambos tipos de humedales removieron As, siendo los con medios alternativos más efectivos que los con grava. Distintos factores afectan el funcionamiento del sistema, principalmente el tipo de agua a tratar, el tipo de medio, la

¹ Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile. Contacto: klizama@ing.uchile.cl



vegetación, la carga hidráulica, el período de operación y la temperatura. Comprender el efecto de estos factores en la remoción es vital para proponer guías de diseño de humedales que seas costo-efectivos y una real alternativa como sistema de tratamiento de agua.

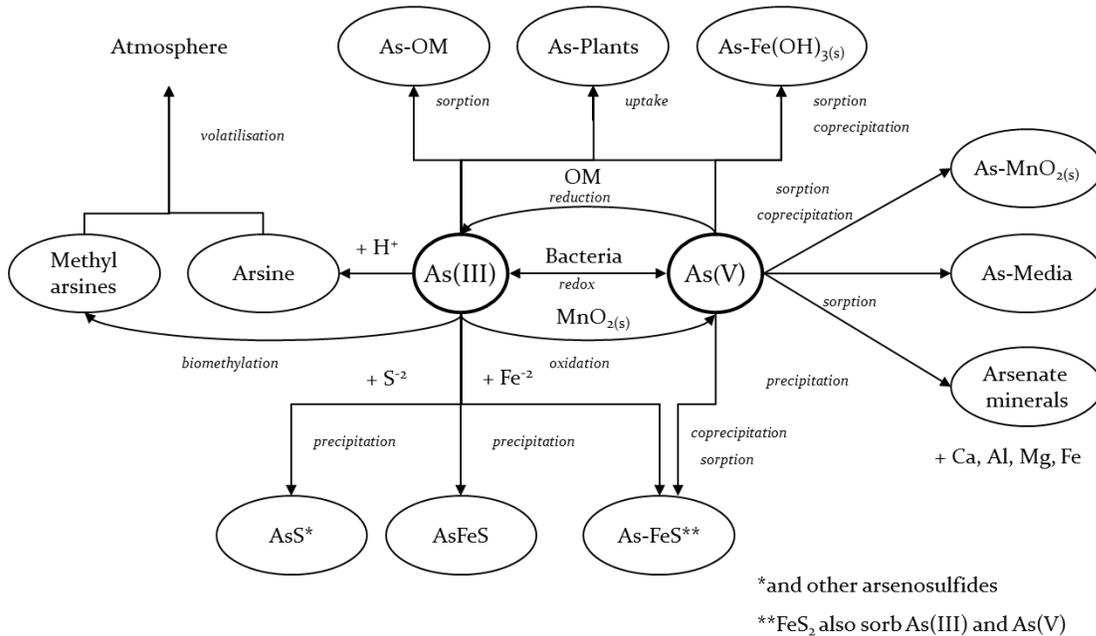


Figura 1: Los principales procesos de remoción de As en humedales construidos (Lizama A. et al, 2010)

Actualmente, se está operando en la Universidad de Chile un sistema HSSF a escala de laboratorio, con seis celdas de zeolita y seis de piedra caliza como medio de soporte. *Phragmites australis* se plantó sólo en la mitad de las celdas de cada tipo de manera de tener celdas de control. Los principales objetivos de este estudio son: identificar el efecto del tipo de medio en el funcionamiento del sistema, determinar el rol de la vegetación en la remoción, y verificar la ocurrencia de los mecanismos de remoción mediante análisis de las plantas y los medios de soporte al final del período experimental. Se eligió como caso de estudio al río Azufre, ubicado en la XV Región de Arica y Parinacota. Este río tiene pH $\approx 1,8$ y una concentración de As en torno a los 2 mg/L (Guerra et al., 2016).

A la fecha, el sistema ha sido altamente efectivo en remover As (concentraciones menores a la recomendación de la OMS), independientemente del tipo de celda. Se espera observar diferencias entre las celdas con distinto tipo de medio, y con vegetación y sin vegetación a medida que transcurre el tiempo de operación (doce meses), de manera de identificar el rol del medio y de la vegetación en la remoción de As.



Agradecimientos

Ignacio Jaque, Javier Fuentealba y José Ayala por su contribución; Monash University, Universidad de Chile y Proyecto Fondecyt 11150401 por el financiamiento.

Referencias

Guerra, P., Gonzalez, C., Escauriaza, C., Pizarro, G. & Pasten, P.: 2016, 'Incomplete mixing in the fate and transport of arsenic at a river affected by acid drainage', *Water, Air, & Soil Pollution* 227(3), 1-20.

Kadlec, R. & Wallace, S.: 2009. *Treatment wetlands*, 2nd. Edition. Boca Raton, CRC Press.

Lizama A., K., Fletcher, T. D. & Sun, G.: 2011, 'Removal processes for arsenic in constructed wetlands', *Chemosphere* 84, 1032-1043.

Lizama Allende K., Fletcher-T. D. & Sun G. :2011, 'Enhancing the removal of arsenic, boron and heavy metals in subsurface flow constructed wetlands using different supporting media', *Water Science & Technology*, 63(11), 2612-2618.

Lizama Allende K., Fletcher T. D. & Sun G.: 2012, 'The effect of substrate media on removal of arsenic, boron and iron from an acidic wastewater in planted column reactors', *Chemical Engineering Journal* 179(0), 119-30.

Lizama Allende, K., McCarthy, D. T. & Fletcher, T. D.: 2014, 'The influence of media type on removal of arsenic, iron and boron from acidic wastewater in horizontal flow wetland microcosms planted with *Phragmites australis*', *Chemical Engineering Journal* 246, 217-228.

Marchand, L., Mench, M., Jacob, D. L. & Otte, M. L.: 2010. 'Metal and metalloid removal in constructed wetlands, with emphasis on the importance of plants and standardized measurements: A review', *Environmental Pollution* 158, 3447-346

Singhakant, C., Koottatep, T. & Satayavivad, J.: 2009, 'Enhanced arsenic removals through plant interactions in subsurface-flow constructed wetlands', *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering* 44, 163-169.