

# CONDEGRES

VII Simposio Nacional sobre Control de la Degradación y Restauración de Suelos

Bilbao, 23 al 26  
de junio de 2015



2015

Año Internacional  
de los Suelos

## Libro de Comunicaciones

### Sesiones 2015:

00 - Conferencia inaugural

01 - Degradación, erosión y desertificación

02 - Secuestro de carbono y cambio global

03 - Contaminación de suelos

04 - Manejo, conservación y restauración de suelos

Editado por:

Ana Aizpurua Insausti  
Gerardo Besga Salazar  
Susana Virgel Mentxaka

NEIKER-Tecnalia

1ª edición año 2015  
ISBN: 978-84-606-9409-0

## INMOVILIZACIÓN DE ARSÉNICO POR LODO DE MÁRMOL Y BIOCHAR

**SIMÓN M, CAMPILLO F, GARCÍA I, DEL MORAL F**

Dpto. Agronomía, Área Edafología y Química Agrícola, Universidad de Almería. Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario ceiA3. CITE IIB 04120 Universidad de Almería.  
msimon@ual.es

### RESUMEN

Estudiamos la capacidad de adsorción de As por parte del lodo de mármol y del biochar de EDAR. El lodo de mármol adsorbe mucho más As que el biochar, aunque de forma más lábil y susceptible de ser asimilada por las plantas.

**Palabras clave:** Drenaje ácido de minas, residuos, adsorción, arsénico, extracción.

### INTRODUCCIÓN

La contaminación por As es un grave problema a nivel mundial, mientras que el uso de enmiendas es una técnica rentable y efectiva para reducir su movilidad y minimizar los riesgos. Los óxidos de hierro son los compuestos que controlan principalmente la movilidad del As mediante procesos de adsorción y co-precipitación; no obstante, otras enmiendas como biochar y  $\text{CaCO}_3$  juegan también un importante papel en dicha inmovilización, aunque con resultados contradictorios. Algunos investigadores consideran que la superficie del  $\text{CaCO}_3$  es eficaz para adsorber As (Romero et al. 2004) mientras que otros no (Magalhães 2002). Mohan et al. (2007) indican que el biochar inmoviliza el 70% del As en solución, mientras que Beesley and Marmiroli (2011) indican que su efecto es muy limitado. Dado que las diferentes actividades humanas generan grandes cantidades de residuos que es preciso reutilizar, en este trabajo analizamos la capacidad que tienen los residuos del mármol (97%  $\text{CaCO}_3$ ) y el biochar de lodos de depuradora (25% de carbón orgánico y 0.9% Fe) para fijar As, así como la forma en la que ambos residuos lo retienen.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se prepararon suspensiones de biochar (B) y lodo de mármol (C) con drenajes ácidos de mina (DAM) de diferentes concentraciones de As. Se estudiaron tres suspensiones: 1200 (S1), 610 (S2) y 310 (S3)  $\mu\text{g As g}^{-1}$  residuo ( $\text{CaCO}_3$  y biochar). Las suspensiones se mantuvieron en contacto durante tres días, agitando periódicamente a fin de que se alcanzara el equilibrio entre la superficie del residuo y la solución. Posteriormente, las suspensiones se filtraron (filtro de celulosa de 0.45  $\mu\text{m}$  de tamaño de poro). pH y concentración de As en las fases del líquidas (FL) se midieron inmediatamente después de filtrar. La concentración de As en el DAM y en las FL se midieron mediante ICP-MS. Todas las experiencias se hicieron por triplicado. La cantidad de As inmovilizada (AsI) se estimó por diferencia de concentración entre DAM y FL. El AsI fue extraído mediante extracción secuencial (Wenzel et al. 2001). Todas las experiencias se realizaron por triplicado.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las suspensiones con lodo de mármol (CS1, CS2 y CS3) todo el As fue inmovilizado (Fig. 1), indicando que el  $\text{CaCO}_3$  tiene una elevada capacidad para fijar As. Por el contrario, el biochar (B) tiene una capacidad de inmovilizar As claramente inferior a la del lodo de mármol. La cantidad de As inmovilizado (AsI) por biochar estuvo significativamente relacionada ( $p < 0.0001$ ) con la cantidad total de As de la suspensión (AsT) a través de una ecuación potencial:

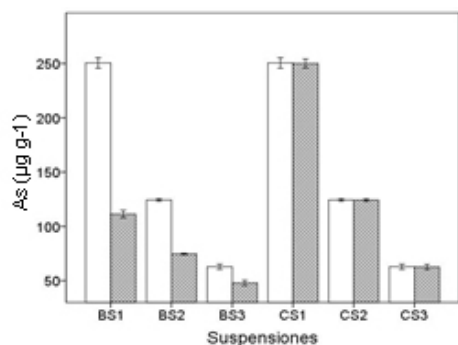


Fig. 1 Concentración de As en la solución inicial (blanco) y en las fracciones líquidas de las suspensiones (ravado).

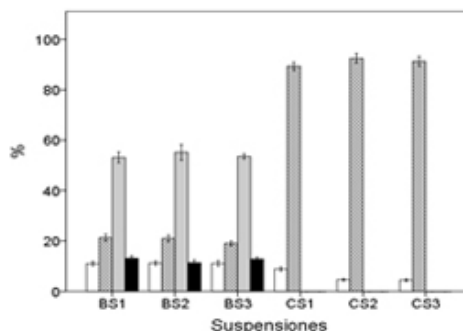


Fig. 2 Porcentaje de As extractado con  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (blanco), con  $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$  (rayado), con ácido oxálico (gris) y con ácido oxálico + ácido ascórbico (negro).

$$\text{AsI} (\mu\text{g g}^{-1}) = 3.857 \text{AsT} (\mu\text{g g}^{-1})^{0.610} \quad r^2=0.994$$

Estos resultados indican que el biochar podría precipitar todo el As en las suspensiones con una concentración de  $32 \mu\text{g As g}^{-1}$  o inferior. Por encima de esta concentración siempre quedaría As soluble (AsS), aumentando el % AsS al incrementarse el AsT.

La extracción secuencial de Wenzel et al. (2001) revela (Fig. 2) que el lodo de mármol fija el As fundamentalmente (~90%) en forma específicamente adsorbida (extractada con  $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$ ), siendo minoritaria la fracción no específicamente adsorbida (extractada con  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ). Por el contrario, en el biochar el As estuvo ligado fundamentalmente (65-70 %) al hierro, tanto poco cristalino (50-55%, extractado con ácido oxálico) como cristalino (10-15%, extractado con ácido oxálico + ácido ascórbico).

## CONCLUSIONES

Si tenemos en cuenta que el As adsorbido específica y no específicamente podría ser asimilado por las plantas mediante el proceso de acidificación del entorno radicular, habría que concluir que el lodo de mármol es capaz de inmovilizar gran cantidad de As pero no impide que pueda ser asimilado por la vegetación, mientras que el biochar inmoviliza menos As pero de forma más estable y menos asimilable.

## AGRADECIMIENTOS

Trabajo subvencionado por el Ministerio de Economía y Competitividad (Proyecto CGL2013-49009-C3-3-R). Agradecemos a D. Manuel Salvador su colaboración.

## REFERENCIAS

- Beesley L, Marmiroli M. 2011. The immobilization and retention of soluble arsenic, cadmium and zinc by biochar. *Environ Pollut* 159:474-480.
- Magalhães MCF. 2002. Arsenic. An environmental problem limited by solubility. *Pure Appl Chem* 74:1843-1850.
- Mohan D, Pittman CU, Bricka M, Smith F, Yancey B, Mohammad J, Steele PH, Alexandre-Franco MF, Gomez-Serrano V, Gong H. 2007. Sorption of arsenic, cadmium, and lead by chars produced from fast pyrolysis of wood and bark during bio-oil production. *J Colloid Interface Sci* 310:57-73.
- Romero FM, Armienta MA, Carrillo-Chavez A. 2004. Arsenic sorption by carbonate-rich aquifer material, a control on arsenic mobility at Zimapan, Mexico, Arch. *Environ Contam Toxicol* 47:1-13.
- Wenzel WW, Kirchbaumer N, Prohaska T, Stingeder G, Lombi E, Adriano DC. 2001. Arsenic fractionation in soils using an improved sequential extraction procedure. *Anal Chim Acta* 436:309-323.