

# Uso de *Chrysopogon zizanioides* para la fitorremediación de suelos contaminados por As y Hg

Arce, Sandra<sup>1</sup>; Azuaje, Juana<sup>2</sup>; Hernández, Ángela<sup>1</sup>, Marcó, Lué<sup>2</sup>; Sajo-Bohus, Laszlo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Liceo Bolivariano "Simón Bolívar", Barquisimeto, Lara.

<sup>2</sup>Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Cabudare, Lara.

<sup>3</sup>Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Caracas.

<sup>1 2 3</sup> Venezuela

Email: [sarcedamelio@gmail.com](mailto:sarcedamelio@gmail.com), [asuajecorderoj@yahoo.com](mailto:asuajecorderoj@yahoo.com),  
[angela.mhernandezr@gmail.com](mailto:angela.mhernandezr@gmail.com), [mparra@ucla.edu.ve](mailto:mparra@ucla.edu.ve), [sajobohus@gmail.com](mailto:sajobohus@gmail.com)

## Resumen

Entre las características del pasto vetiver se ha comprobado su tolerancia a condiciones ambientales que para otras plantas no podría soportarse, como por ejemplo la estabilidad frente a temperaturas extremas, suelos erosionados, altas pendientes, poca disponibilidad de agua, diversidad de climas, entre otras cosas. La presente investigación tiene por objeto determinar la capacidad del *Chrysopogon zizanioides* como fitorremediador de suelos contaminados con arsénico (As) y mercurio (Hg). En la metodología del trabajo se utilizó un conjunto de muestras de quince (15) plantas de vetiver con características homogéneas. Las plantas seleccionadas se aclimataron por un período de una semana. Posteriormente se realizó siembra en potes con suelos de vertedero ilegal de Lomas de Tabure (Cabudare Estado Lara) en la cual se comprobó la presencia de elevadas concentraciones de los elementos tóxicos mencionados. Se realizó el seguimiento semanal de las características en cuanto se refiere al crecimiento de *Chrysopogon zizanioides*. El análisis de muestras de raíz, tejido foliar y suelo (antes y después del tratamiento) se realiza por medio de espectrometría de absorción atómica en llama y Fluorescencia de rayos X. Se obtuvo que el crecimiento de las plantas del grupo control y experimental, no mostró una diferencia significativa entre ambos grupos, en cuanto al crecimiento del follaje y nuevos retoños se observó una diferencia mínima entre ambos tratamientos a partir de la semana dos, en donde la mayor cantidad de hojas nuevas se presentó en el grupo control, es decir, que durante el periodo de seguimiento, las plantas expuestas a suelos con altos contenidos de mercurio presento el mismo comportamiento en cuanto a crecimiento y follaje en comparación al grupo sembrado con suelos sin contaminantes.

**Palabras claves:** suelos contaminados, As, Hg, fitorremediación, *Chrysopogon zizanioides*

## The Use of *Chrysopogon Zizanioides* for Phytoremediation of Soil Contaminated with Arsenic and Mercury

### Abstract

*Chrysopogon zizanioides* for mitigation of As and Hg in contaminated soil

Among the many uses the vetiver pasture found employment in soil mitigation for their tolerance to environmental harsh conditions that other plants could not withstand. For instance has high stability against temperature extremes, eroded soils, steep slopes, low water availability, diversity of climates, among others. In this frame, the objective of the research is to determine the capacity of the *Chrysopogon zizanioides* for fito-mitigation of soils contaminated with arsenic (As) and mercury (Hg). A sample of fifteen (15) plants of vetiver with homogeneous characteristics was used and they were acclimated for a period of one week. Subsequently was sowing in pots for a period of three weeks, with soil recovered from illegal dump considered having a high concentration of the mentioned poisonous elements at the site called Lomas de Tabure (Cabudare, Lara state). Then followed a weekly monitoring of the characteristics in terms of the growth of *Chrysopogon zizanioides*. The elemental analysis of samples of root, leaf tissue and soil (before and after the treatment) was obtained by employing the technique of flame atomic absorption spectrometry and x-ray fluorescence. Among the preliminary results obtained we mention that the growth of the plants of the control group and experimental one, showed no significant difference. However in terms of the growth of new shoots and foliage did show slight difference after the second week, where the largest number of new leaves arose in the control group. It was observed that the plants of the control group compared to experimental one, did not showed significant difference in terms of growth of the foliage. On the other hand a slight difference was observed after the second week, when the largest number of new leaves arose in the control group., i.e., the same behavior in terms of growth and foliage in plants grown in soils contaminated with Hg contaminate soils without.

**Palabras claves:** soil pollution, As, Hg, fitomitigation, *Chrysopogon zizanioides*

## Introducción

La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afecta al mundo, y surge cuando se produce un desequilibrio como resultado de cualquier adición de alguna sustancia al ambiente, en cantidad tal que cause efectos adversos en el hombre, los animales, las plantas, o cualquier material expuesto a dosis que sobrepasan los niveles aceptables en la naturaleza, pues como lo afirma Lovelock, (2006)...“hemos crecido en número hasta el punto que nuestra presencia afecta al planeta como si fuéramos una enfermedad”.

El crecimiento acelerado de los habitantes de éste planeta tierra, provoca la creación de sistemas no naturales que, aunado al avance tecnológico, científico, hasta vanidoso de ésta civilización terrícola, que necesita de materia prima, trae consigo la sobreexplotación indiscriminada de recursos naturales para abastecer las necesidades infinitas del hombre.

La generación de estos productos de consumo humano provoca introducción de agentes peligrosos para la naturaleza, aun así en algunos casos la contaminación es de origen natural, pero en general está relacionada con la actividad del hombre, que en búsqueda de supervivencia y bienestar dispersa sustancias muy agresivas, en tal sentido Bautista (1999) plantea que de esas sustancias, algunas pueden ser transformadas por los organismos vivos (biodegradables) y otras son persistentes (no biodegradables).

Por ejemplo, en el suelo, el efecto y duración de los contaminantes suele ser alto, en general los contaminantes tanto de agua como de aire llegan a estos y dañan a los organismos que los acompaña, el mencionado autor afirma que ese daño puede ser desde medio a alto; considerándolo medio para los animales y alto para las plantas, de hecho el suelo puede actuar como un gran reactor natural a causa de reacciones de compuestos orgánicos y adsorción de contaminantes.

Los suelos del vertedero ilegal de lomas de Tabure II y III, ubicado en el municipio Palavecino del estado Lara- Venezuela, han sufrido cambios químicos debido a que ha servido en la disposición final de bombillos ahorradores, cabe destacar que, los mismos presentan una pequeña cantidad de mercurio que se libera al ambiente.

Según el Informe de la Dirección de Proyectos de agua, suelo y residuos, (2002) puede causar daños a la salud humana, cuerpos de agua superficial, subterránea, suelo, aire y seres vivos. Por otra parte, el suelo normalmente, contiene pequeñas cantidades de metales pesados como plomo, cinc, cobre y mercurio. De hecho el cobre, hierro, manganeso, molibdeno y cinc, se hallan incluidos en la lista de elementos esenciales. Sin embargo, las cantidades excesivas de estos y otros metales pesados son perjudiciales para la vida y pueden esterilizar el suelo.

En tal sentido, cuando al menos una de las concentraciones de estos elementos se encuentre por arriba de los límites máximos permitidos es necesario implementar acciones de remediación, o biorremediación, ésta consiste en el proceso de degradación (biodegradación) ruptura de ciertos contaminantes químicos a través de plantas o microorganismos. Gómez, (2004.)

De tal manera, esta investigación plantea evaluar la fitorremediación de suelos contaminados por As y Hg del vertedero ilegal del caserío Lomas de Tabure por medio de la planta remediadora *Vetiveria zizanioides*, puesto que la técnica con pasto vetiver

está siendo usada ampliamente como medida de remediación ambiental basado en sus cualidades muy positivas y con excelentes resultados, como por ejemplo la registrada en los trabajos para remoción de flúor en aguas (Ruiz *et al* 2007), entre otros.

### **Materiales y métodos**

Los ejemplares vivos de vetiver se obtuvieron del vivero de la Universidad Central de Venezuela (UCV) Facultad de Agronomía-Maracay, estado Aragua; las macollas, luego de la separación se mantuvieron en un periodo de aclimatación durante 15 días en umbráculo, para proceder a la siembra en potes plásticos de refresco. Se utilizó dos grupos: uno experimental y otro control, cada uno con 4 esquejes.

La manipulación de los suelos fue realizada basada en los lineamientos para la colecta, preparación y análisis de suelos del Manual de Protocolos Armonizados del Proyecto ARCAL RLA 010.

Los suelos utilizados para grupo control se obtuvieron de las adyacencias del umbráculo de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), los mismos no están propensos a ningún tipo de agente contaminante.

La muestra de suelos del grupo experimental fue tomada directamente de vertedero ilegal de Lomas de Tabure, específicamente localizada entre las coordenadas que comprenden desde 469464 a 469181 longitud Este hasta los 1102864 a 1106310 latitud Norte, los cuales presentan niveles de mercurio total en suelo y sedimento 8 veces mayores al límite de riesgo establecido como resultado de la presencia de bombillos ahorradores en vertederos ilegales específicamente los autores Piña, Marcó, Ojeda.(2013), detallan que dichos suelos poseen las siguientes características:

Coordenadas	Punto de muestreo	Mercurio (mg/Kg)	pH	Conductividad (µS/cm)
469072E; 1106849N	Vertedero Bombillos	2,1 ± 0,5	7,65 ± 0,02	103 ± 6

*Nota.* Tomado de <Determinación de Mercurio en Suelo, Sedimento y Agua de la Cuenca de la Quebrada Tabure, Municipio Palavecino, Estado Lara, Venezuela.>

El análisis químico señala suelos con altas concentraciones de mercurio, como se corresponde a la presencia de bombillos ahorradores en el área. Por otra parte, estos suelos son ricos en carbonato de calcio, característica geoquímica típica de la zona.



Figura1. Vertedero ilegal a cielo abierto en Lomas de Tabure II y III. Cabudare Estado Lara. (Arce, julio 2013).

Se realizaron riegos dos veces por semana, la misma cantidad de agua para cada planta, luego del seguimiento durante un periodo de tres (03) semanas.

Los análisis preliminares realizados están basados en el mercurio (Hg), los posteriores análisis de suelos y plantas de vetiver se realizaron en los tratamientos con muestras de suelos con y sin aplicación de la fitorremediación, las determinaciones de Hg y As se realizaron por medio de espectrometría de absorción atómica en llama y Fluorescencia de rayos X.

El análisis estadístico realizado fue descriptivo, es decir promedios y las comparaciones entre los mismos, expresados a través de gráficos de líneas.

## Resultados preliminares

### Análisis del crecimiento de Vetiver:

Se evidenció aumento de la estatura de la parte aérea de las plantas durante las semanas 1, 2 y 3. En general, no se muestra mucha diferencia entre el crecimiento del grupo control y el grupo experimental.

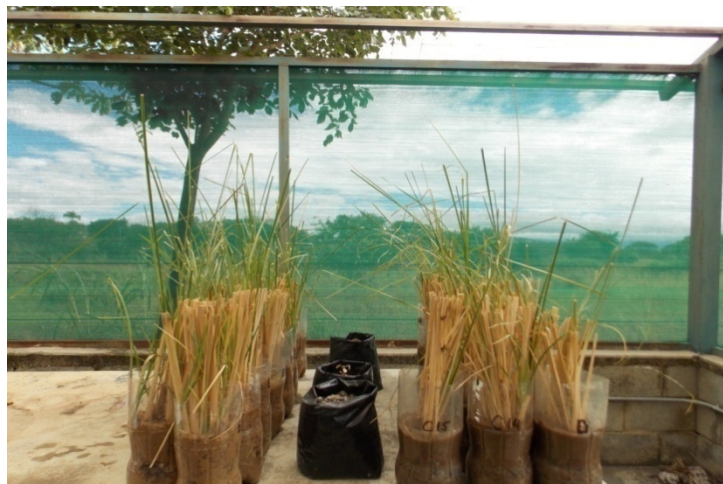


Figura2. Vetiver en potes, muestra de ambos grupos para la tercera semana del seguimiento. UCLA, Cabudare Estado Lara. (Arce, Agosto 2013).

### Análisis del control de retoños y hojas:

En cuanto al seguimiento del número de hojas y retoños, se observa muy poca diferencia entre el grupo control y el experimental durante la semana 1, seguidamente en la semana numero 2 se evidencia una pequeña diferencia entre la media del grupo de ambos grupos, es decir; hay un incremento en el área foliar en las plantas sembradas con suelos libre de Hg.

## Conclusiones y recomendaciones

Durante el periodo de seguimiento de éste trabajo, se observó que *Chrysopogon zizaniodes* tolera los altos contenidos de mercurio del suelo, cabe destacar que no hubo cambios en sus características físicas como rigidez, coloración ni marchitez.

Se realizará el mismo procedimiento para los suelos contaminados con Arsénico (As)  
El número de semanas del seguimiento se extenderá por más semanas para realizar comparaciones en el tiempo.

### **Agradecimientos**

Al laboratorio de Física Nuclear Universidad Simón Bolívar y proyecto estratégico del FONACIT, 2011000961 registrado en el CCHT-UCLA bajo el código RAG-004-2012 por el apoyo a esta investigación, al Prof. Oscar Silva por su colaboración en la ampliación de conocimientos sobre el tema.

### **Referencias**

- Alberro, Nancy., Bedregal, Patricia., Crubellati, Ricardo. y Stegen, Susana. (2011). *Manual de protocolos armonizados y evaluados para la toma de muestra y el análisis de agua y sedimentos para la región de América Latina y el Caribe*. Lima, Perú.
- Bautista, F. (1999). *Introducción al Estudio de la Contaminación del Suelo por Metales Pesados*. Universidad Autónoma de Yucatán. México.
- Dirección de Proyectos de agua, suelo y residuos, (2002). *Residuos de lámparas y fluorescentes*. México
- Gómez, D. (2004). *Recuperación de espacios degradados*. Ediciones Mundi Prensa
- Lovelock, J. (2007). *La venganza de la tierra*. Barcelona, España.
- Piña, X., Marcó, L., Ojeda, G. (2013). *Determinación de mercurio en suelo, sedimento y agua de la Cuenca de la Quebrada Tabure, Municipio Palavecino, Estado Lara, Venezuela*. Trabajo entregado para publicación.
- Ruiz, C., Rodríguez, O y Alarcón, M. (2007). *Desarrollo de un sistema de tratamiento para la remoción de flúor del agua mediante el uso de vetiver *Vetiveria zizanioides* L., en Guarataro, Yaracuy, Venezuela*.