



## **ESTRATEGIAS BIOTECNOLÓGICAS PARA LA REHABILITACIÓN DE SUELOS MINEROS EN LA REGIÓN DEL CARIBE SECO COLOMBIANO: EXAMINANDO SISTEMAS PRODUCTIVOS CON ESPECIES AROMÁTICAS EN MICROCOSMOS.**

**Diseño de sistemas de microcosmos para cultivo de plantas aromáticas con suelos contaminados con metales.**

**Aslenis Melo, Jeisa Farelo, Darlinson Montes, Libardo Morales**

**2022**

El presente trabajo se llevó a cabo en el marco del proyecto de investigación “ESTRATEGIAS BIOTECNOLÓGICAS PARA LA REHABILITACIÓN DE SUELOS MINEROS EN LA REGIÓN DEL CARIBE SECO COLOMBIANO: EXAMINANDO SISTEMAS PRODUCTIVOS CON ESPECIES AROMÁTICAS EN MICROCOSMOS” Financiado con recursos provenientes **del PATRIMONIO AUTÓNOMO FONDO NACIONAL DEL FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**, mediante la convocatoria 808 - 2018 (MINCIENCIAS, Universidad Popular del Cesar, Centro de Investigaciones Biológicas-CIB. CT 509-2019).

Investigación desarrollada por el Grupo de Investigación Parasitología Agroecología Milenio en conjunto con el Grupo de Optimización Agroindustrial de la Universidad Popular del Cesar y el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) bajo la línea Temática de: USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS NATURALES.



# Tabla de Contenido

<b>Resumen .....</b>	<b>4</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>Diseño de sistemas de microcosmos para cultivo de plantas aromáticas con suelos contaminados con metales.....</b>	<b>6</b>
Condiciones del microcosmos .....	6
Plantas a utilizar .....	6
Ensayo realizado .....	7
Respuesta de las plantas al bioensayo de toxicidad con Nitrato de plomo (II) en microcosmos .....	8
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>10</b>
<b>Instituciones participantes .....</b>	<b>11</b>

## Resumen

Uno de los principales problemas para la rehabilitación de suelos de botaderos estériles de minería de carbón a cielo abierto, es la presencia de metales pesados, como cadmio, plomo y mercurio, los cuales limitan la germinación y crecimiento de las plantas. Razón por la cual se desarrolló un estudio con el objetivo de proponer un diseño de sistemas de microcosmos para cultivo de plantas aromáticas con suelos contaminados con metales. Se seleccionó la planta aromática y medicinal *Cymbopogon citratus* para ensayos en condiciones de microcosmos con temperaturas entre 25 y 52°C y con concentraciones de nitrato de plomo de 0 a 300ppm, se midió la tolerancia de la planta hasta los 70 días, comparada con la resistencia de pasto *Brachiaria decumbens* a la misma concentración del metal. En la planta aromática se observó alta tolerancia a suelo contaminado con plomo hasta una concentración de 250 ppm, mientras la el pasto *Brachiaria* además presentó rendimiento, en raíz, tallo y biomasa de forma favorable o similar al control sin el metal. Lo que indica el potencial de ambas especies vegetales para la restauración de suelos afectados por la minería de carbón con altas concentraciones de plomo.

**Palabras Clave:** Plomo Fitoremediación Limoncillo Microcosmos

## Introducción

En Colombia el departamento del Cesar tiene actualmente 348 títulos mineros vigentes. De estos títulos, 219 en explotación (Agencia Nacional de minería, 2016), llegar a presentar elementos tóxicos y potencialmente tóxicos (Gutiérrez, Del Refugio, Beltrán, Reyes y Coronel, 2016), siendo el Arsénico, Cadmio, Molibdeno, Níquel, Selenio, Plomo, Telurio y Zinc los elementos tóxicos representativos en jales de mina (Hernández, Mondragón, Cristóbal, Rubiños y Robledo, 2009). Por tal razón, se requieren el uso de estrategias para la remoción de metales pesados generados por la actividad minera en suelos del caribe seco colombiano.

Se han desarrollado estudios que evidencian el potencial de diversas especies vegetales en el proceso de fitoextracción de metales de suelo. Las plantas *Cymbopogon citratus* y *Brachiaria decumbens* utilizan sus estructuras para la retención de los metales pesados, la especie *C. citratus*, realiza acumulación de Aluminio (108,075 µg/g de suelo), y Plomo (8,050 µg/g de suelo) (Annan, et al., 2013).

En consecuencia, se presenta un diseño para la evaluación de un diseño de sistemas de microcosmos para cultivo de plantas aromáticas con suelos contaminados con metales, utilizando las plantas *Cymbopogon citratus* y *Brachiaria decumbens* en concentraciones de nitrato de plomo de 0 a 300 ppm y temperaturas similares a las de zonas de explotación minera del departamento del Cesar, de 25°C a 52°C, condiciones

## Diseño de sistemas de microcosmos para cultivo de plantas aromáticas con suelos contaminados con metales.

### Condiciones del microcosmos



**Figura 1.** Vivero experimental para microcosmos

El estudio se realizó en el municipio de Valledupar, Cesar a 148 msnm (Latitud: 10.45 Longitud: -73.25 Latitud: 10° 27' 0" Norte Longitud: 73° 15' 0" Oeste).

Se utilizó un vivero experimental de 2x3x3 metros en soporte de tubo PVC y cubierta polipropileno transparente, que mantuvo temperaturas mínimas de 25°C y máximas de 52°C, condiciones similares a las de zonas de explotación minera del departamento del Cesar.

### Plantas a utilizar

Se plantea un estudio con la planta aromática *Cymbopogon citratus*, para evaluar resistencia a metales pesados en *microcosmos* y el pasto *Brachiaria decumbens*, como planta referente tolerante a condiciones edafoclimáticas del caribe seco.

*Cymbopogon citratus* (Limoncillo) es una gramínea, de un metro de altura, tallo redondo, corto y ramificado, hojas alargadas, ásperas y aromáticas de coloración verde, que nacen desde el suelo (Quinllay, 2016), tiene resistencia a una variedad temperaturas y puede crecer en diferentes tipos de climas, ya sean cálidos, semicálidos y templados (Vázquez, Hernández y Guerrero, 2015).



**Figura 2.** Plantas de *Cymbopogon citratus*

*Brachiaria decumbens* es una gramínea de importante valor económico, utilizada para

alimentación de ganado, con la capacidad de desarrollarse en suelos con pH de 3.5 elevada tolerancia a suelos con altas concentraciones de Aluminio disponible, y a suelos de baja fertilidad (Dube, Muchaonyerwa, Mapanda y Hughes 2018), con potencial en procesos de fitorremediación, debido a que tiene una gran adaptación a climas tropicales (Arroyave, Tolrà, Thuy, Barceló y Poschenrieder, 2013).

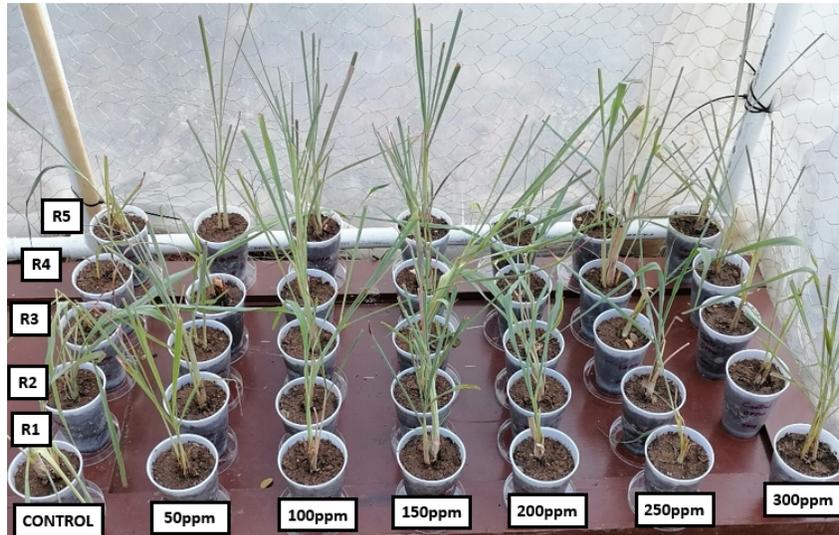
## Ensayo realizado

La dosis de  $Pb(NO_3)_2$  adicionado en los tratamientos fue preparada en una proporción de 3,15gr de  $Pb(NO_3)_2$  mezclado en 1Kg de suelo compostado. Para cada una de las plantas evaluadas con  $Pb(NO_3)_2$ , se probaron siete concentraciones de 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300ppm. Se utilizaron recipientes de plástico transparente con capacidad para 300 cc, las proporciones de riego se mantuvieron en 60ml  $\pm$  10 y la frecuencia de riego cada dos días. Se sembraron las plántulas de *Cymbopogon citratus* de 30 días, para el pasto *Brachiaria decumbens* se sembraron 10 semillas previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 0.5% (Tabla 1).

**Tabla 1.** Preparación de ensayo de toxicidad del ensayo de toxicidad con *Cymbopogon citratus* *Brachiaria decumbens* con plomo.

Tratamiento	Concentración de $Pb(NO_3)_2$ (ppm)	Sustratos adicionados <i>Cymbopogon citratus</i>	Sustratos adicionados <i>Brachiaria decumbens</i>
<b>T1</b>	0	Suelo (300g)	Suelo (150g)
<b>T2</b>	50	Suelo (295g) + 5g SCNP	Suelo (147,5g) + 2,5g SCNP
<b>T3</b>	100	Suelo (290g) + 10g SCNP	Suelo (145g) + 5g SCNP
<b>T4</b>	150	Suelo (285g) + 15g SCNP	Suelo (142,5g) + 7,5g SCNP
<b>T5</b>	200	Suelo (280g) + 20g SCNP	Suelo (140g) + 10g SCNP
<b>T6</b>	250	Suelo (275g) + 25g SCNP	Suelo (137,5g) + 12,5g SCNP
<b>T7</b>	300	Suelo (270g) + 30g SCNP	Suelo (135g) + 15g SCNP

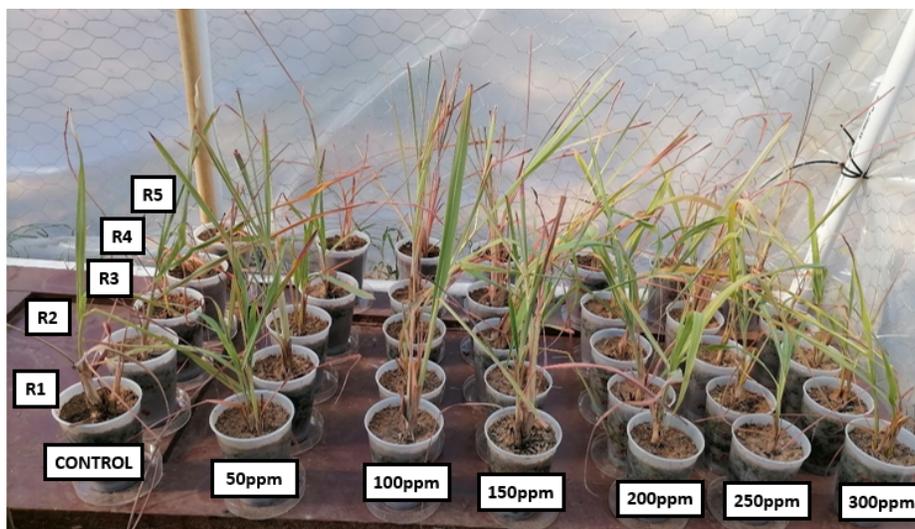
\*SCNP= Suelo contaminado con  $Pb(NO_3)_2$



**Figura 3.** Bioensayo de toxicidad de *Cymbopogon citratus* con dosis de  $Pb(NO_3)_2$  de 0 a 300ppm a los 30 días.

### Respuesta de las plantas al bioensayo de toxicidad con Nitrato de plomo (II) en microcosmos

Se observó que la resistencia de la planta de *C. citratus* al Nitrato de plomo (II), disminuyó en relación al tiempo, posterior a los 30 días, donde se presentó mortalidad del 100% de plántulas en concentraciones de 300 ppm. En contraste, concentraciones de 150 ppm a 250 ppm tuvieron un 60% de supervivencia hasta los 70 días.



**Figura 4.** Bioensayo de toxicidad de *C. citratus* con dosis de  $Pb(NO_3)_2$  de 0 a 300ppm a los 30 días.

En *Brachiaria decumbens* se observó una mayor de un decremento de la biomasa total húmeda en los tratamientos tratados con Nitrato de plomo (II), con respecto al control. La longitud del tallo presentó los mayores valores en la dosis 250ppm, la longitud de la raíz el control sin aplicación de Nitrato de plomo (II) arrojó los valores más altos con un promedio de 6,7 cm con diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos. Sin embargo, en el caso de la tasa de germinación se se presentó un aumento muy significativo en los tratamientos con 200ppm (70%) y 250ppm (68%) con respecto al control (28%), siendo así estos valores indican un aumento que puede estar implicado por la asimilación del nitrato como fuente de energía para el desarrollo de la planta, considerada como una planta fitoacumuladora.

**Tabla 2.** Parámetros determinados en *Brachiaria decumbes* con Nitrato de plomo (II).

Tratamiento (ppm)	Biomasa (gr)	Longitud del tallo (cm)	Longitud de raíz (cm)	Tasa de germinación (%)	Porcentaje de adaptación (%)	Porcentaje de población adaptada (%)
0	2,08 <sup>b</sup>	16,12 <sup>b</sup>	6,76 <sup>b</sup>	28 <sup>a</sup>	92 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>
50	0,82 <sup>a</sup>	15,48 <sup>b</sup>	5,9 <sup>ab</sup>	44 <sup>abc</sup>	100 <sup>a</sup>	44 <sup>a</sup>
100	0,12 <sup>ab</sup>	10,7 <sup>ab</sup>	3,82 <sup>ab</sup>	30 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>
150	0,12 <sup>a</sup>	9,52 <sup>a</sup>	3,1 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>
200	0,46 <sup>a</sup>	15,44 <sup>b</sup>	5,7 <sup>b</sup>	70 <sup>c</sup>	80 <sup>a</sup>	36 <sup>a</sup>
250	0,34 <sup>a</sup>	16,24 <sup>b</sup>	5,16 <sup>ab</sup>	64 <sup>bc</sup>	68 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>
300	0,22 <sup>a</sup>	15,82 <sup>b</sup>	4,86 <sup>ab</sup>	38 <sup>ab</sup>	72 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>

- Valores seguidos de una misma letra no presentan diferencia significativa según prueba Duncan 0.05

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó una disminución gradual de la biomasa total húmeda bastante significativa en todos los tratamientos que se aplicó nitrato de plomo (II) con respecto al control, demostrando que el nitrato de plomo (II) puede estar implicado en la reducción interna de los tejidos vegetales hasta causar marchitez y/o muerte de la planta expuesta.

Por otro lado, la variable longitud del tallo no pareció mostrar mucha diferencia significativa entre los tratamientos y el control al presentar valores muy cercanos, para el caso de la variable longitud de raíz presentó los mayores valores en el control, 50ppm, 200ppm, 250ppm y 300ppm mostrando diferencias significativas que evidencian la relación que puede haber entre el aumento de la concentración y la disminución de la elongación de tejidos de la planta, la variable tasa de germinación presentó mucha significancia porque se observó que las concentraciones más altas podrían ser capaces de potenciar la germinación de semillas de *Brachiaria decumbens*, los valores del porcentaje de adaptación muestran cómo va aumentando la muerte por intoxicación una vez la planta asimila o adsorbe el Nitrato de plomo (II).

## Referencias Bibliográficas

- Agencia Nacional de Minería. (2016). Hablando de minería en el cesar. Recuperado el 12 de enero de 2019 a partir de [https://www.anm.gov.co/?q=\\_hablando\\_de\\_mineria\\_en\\_el\\_cesar\\_](https://www.anm.gov.co/?q=_hablando_de_mineria_en_el_cesar_)
- Amer, N., Al Chami, Z., Al Bitar, L., Mondelli, D y Dumontet, S. (2013). Evaluación de Atriplex Halimus, Medicago Lupulina y Portulaca Oleracea para la fitorremediación de Ni, Pb y Zn. International Journal of Phytoremediation. (15)5. pp 498-512. Recuperado el 26 de abril del 2019 a partir de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15226514.2012.716102>
- Annan, K., Dickson, R., Amponsah, I y Nooni, I. (2013). The heavy metal contents of some selected medicinal plants sampled from different geographical locations. Pharmacognosy research, 5(2), pp 103. Recuperado el 9 de mayo del 2019 a partir de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3685757/>
- Arroyave, C., Tolrà, R., Thuy, T., Barceló, J y Poschenrieder, C. (2013). Differential aluminum resistance in *Brachiaria* species. Environmental and Experimental Botany. 89. pp 11-18. Recuperado el día 13 de abril del 2019 a partir de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429018307585>
- Gutiérrez, Z., Del Refugio, M., Beltrán, R., Reyes, L. y Coronel, C. (2016). Aislamiento y caracterización de grupos bacterianos en jales y rizosfera en los municipios de Zimapán y Mineral de la Reforma, Hidalgo. Pádi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI. 3(6). Recuperado el 7 de noviembre de 2018 a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/567>
- Hernández, E., Mondragón, E., Cristobal, D., Rubiños, J y Robledo, E. (2009). Vegetación, residuos de mina y elementos potencialmente tóxicos de un jal de Pachuca, Hidalgo, México. Revista Chapingo, 15(2), pp 109-114. Recuperado el 12 de abril de 2019 a partir de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62912351004>
- Vázquez, M., Hernández, L y Guerrero, J. (2015). Physicochemical and Antioxidant Properties of *Cymbopogon citratus* Essential Oil. Journal of Food Research. 4 (3). pp 36. Recuperado el 18 de marzo del 2019 a partir de [https://www.researchgate.net/profile/Jose\\_Guerrero-Beltran/publication/276383836\\_Physicochemical\\_and\\_Antioxidant\\_Properties\\_of\\_Cymbopogon\\_citratus\\_Essential\\_Oil/links/56eeef4608ae59dd41c71009/Physicochemical-and-Antioxidant-Properties-of-Cymbopogon-citratus-Essential-Oil.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Guerrero-Beltran/publication/276383836_Physicochemical_and_Antioxidant_Properties_of_Cymbopogon_citratus_Essential_Oil/links/56eeef4608ae59dd41c71009/Physicochemical-and-Antioxidant-Properties-of-Cymbopogon-citratus-Essential-Oil.pdf)

## Instituciones participantes

