

**EVALUACION DE LA FITOEXTRACCION DE MERCURIO A ESCALA
LABORATORIO DE SUELOS MINEROS CONTAMINADOS EN
BARBACOAS, NARIÑO
(Resumen Analítico)**

*EVALUATION OF MERCURY PHYTOEXTRACTION AT LABORATORY SCALE
OF CONTAMINATED MINING SOILS IN BARBACOAS, NARIÑO
(ANALYTICAL SUMMARY)*

Autores (*Authors*): CASTILLO ANGULO Diana Marcela
Facultad (*Faculty*): de INGENIERIA
Programa (*Program*): ING. AMBIENTAL
Asesor (*Support*): PHD. JENNY LUCIA HUERTAS DELGADO
Fecha de terminación del estudio (*End of the research*): NOVIEMBRE 2024
Modalidad de Investigación (*Kind of research*): Trabajo de Grado

PALABRAS CLAVE

CONTAMINACION DE SUELOS
MINERIA
MERCURIO
FITOEXTRACCION
EFICIENCIA REMOCION

KEY WORDS

*SOIL CONTAMINATION
MINING
MERCURY
PHYTOEXTRACTION
REMOVAL EFFICIENCY*

RESUMEN: La minería es una actividad antrópica que está amenazando y afectando significativamente los suelos por el uso desmedido del mercurio (Hg). A nivel mundial esta actividad está ganando mayor impulso y Colombia no queda al margen de esta tendencia, por lo tanto, este tema ha adquirido gran importancia y complejidad en la actualidad, considerándose como una problemática muy grave debido a su impacto destructivo. Por lo mencionado anteriormente, el presente trabajo busca contribuir a la remediación de suelos contaminados por Hg en el municipio de Barbacoas, Nariño empleado la fitoextracción con las especies

vegetales: *Dracaena trifasciata* (Lengua de suegra), *Helianthus annuus* (Girasol) y *Zea mays* (Maíz), como forma efectiva de mitigar esta problemática. Como metodología se evaluaron algunas propiedades fisicoquímicas de los suelos contaminados tales como pH, conductividad eléctrica, humedad, densidad aparente, densidad real, porosidad, capacidad de intercambio catiónico, textura, contenido de materia orgánica y concentración de mercurio. Se utilizaron cuatro diferentes tratamientos: T0: suelo contaminado solo, T1: suelo contaminado + *Z. mays*, T3: suelo contaminado + *D. trifasciata* y T4: suelo contaminado + *H. annuus*, con el fin de analizar los cambios que ocurren en el suelo con la aplicación de la remediación en un periodo de dos y tres meses. Los resultados de los diferentes tratamientos mostraron cambios beneficiosos en las propiedades fisicoquímicas del suelo, el pH aumentó de 3,93 a 4,8 la materia orgánica aumentó del 2,97% al 6,28% la concentración de Hg disminuyó de 45,07 mg/kg a 18,47 mg/kg la capacidad de intercambio catiónico aumento de 21.62 meq/100g⁻¹ a 38,48 meq/100g⁻¹ y la porosidad aumento de 34,41% a 45,67%. Esto se debió a la efectividad de las plantas en la absorción de mercurio, para mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo, la planta que mayor eficiencia presentó fue el *Z. mays* seguido por *H. annuus* y la que obtuvo menores resultados fue la *D. trifasciata*. Por lo tanto, se concluye que el uso de las plantas es una estrategia efectiva para mejorar las propiedades fisicoquímicas de suelos afectados por la minería, lo cual es fundamental para restaurar y aumentar la calidad de estos suelos. Esta investigación evidenció que las plantas pueden facilitar los procesos de sucesión ecológica ofreciendo una alternativa viable, para enfrentar la degradación del suelo considerando factores como el tiempo de aplicación de las plantas riego y el nutriente aplicado.

ABSTRACT: Mining is an anthropogenic activity that is significantly threatening and affecting soils due to the excessive use of mercury (Hg). Globally, this activity is gaining momentum and Colombia is not exempt from this trend. Therefore, this issue has gained great importance and complexity today, being considered a very serious problem due to its destructive impact. Given the above, this work seeks to contribute to the remediation of Hg-contaminated soils in the municipality of Barbacoas, Nariño, using phytoextraction with the plant species: *Dracaena trifasciata* (Mother-in-law's tongue), *Helianthus annuus* (Sunflower), and *Zea mays* (Maize), as an effective way to mitigate this problem. As a methodology, some physicochemical properties of the contaminated soils such as pH, electrical conductivity, moisture, bulk density, particle density, porosity, cation exchange capacity, texture, organic matter content, and mercury concentration were evaluated. Four different treatments were used: T0: contaminated soil alone, T1: contaminated soil + *Z. mays*, T3: contaminated soil + *D. trifasciata*, and T4: contaminated soil + *H. annuus*, in order to analyze the changes occurring in the soil with the application of remediation over a period of two and three months. The results of the different treatments showed beneficial changes in

the physicochemical properties of the soil. The pH increased from 3.93 to 4.8, organic matter increased from 2.97% to 6.28%, Hg concentration decreased from 45.07 mg/kg to 18.47 mg/kg, cation exchange capacity increased from 21.62 meq/100g-1 to 38.48 meq/100g-1, and porosity increased from 34.41% to 45.67%. This was due to the effectiveness of the plants in mercury absorption, improving the physicochemical properties of the soil. The plant with the highest efficiency was *Z. mays* followed by *H. annuus*, with *D. trifasciata* showing the least results. Therefore, it is concluded that the use of plants is an effective strategy to improve the physicochemical properties of soils affected by mining, which is essential to restore and increase the quality of these soils. This research demonstrated that plants can facilitate ecological succession processes, providing a viable alternative to address soil degradation by considering factors such as the duration of plant application, irrigation, and the applied nutrient.

CONCLUSIONES: Los resultados obtenidos respaldan la hipótesis de investigación, al demostrar que las especies vegetales empleadas logran extraer Hg del suelo, destacándose el *Z. mays*, especie que presenta una mayor eficiencia en la fitoextracción de Hg, siendo capaz de mejorar las propiedades físicoquímicas del suelo, mediante la remoción efectiva del contaminante.

Asimismo, se pudo confirmar que el suelo del Municipio de Barbacoas Nariño, se encuentra contaminado por Hg, debido a que las concentraciones iniciales tuvieron un valor de 45 mg/kg superando así los Estándares de Calidad Ambiental el cual establece que para el suelo agrícola es de 6.6 mg/kg, residencial/parque 6.6 mg/kg y comercial/industrial 24 mg/kg.

Aunque el *Z. mays* presenta una mayor eficiencia de remoción en el proceso de fitoextracción de Hg, es más preferible utilizar el *H. annuus* para este proceso cuando se vaya a implementar en hectáreas muy grandes de suelo. Esto se debe a que el *Z. mays* produce frutos, y aunque no se ha confirmado que estos frutos contengan concentraciones de Hg, existe la posibilidad de que el contaminante también se almacene dentro del mismo, incrementa los costos de control y vigilancia. Debido a que, es necesario evitar la posibilidad de que las personas obtengan estos frutos.

Además, la presente investigación servirá como una base de datos para futuras investigaciones relacionadas con la fitoextracción usando la *D. trifasciata*, *H. annuus* y *Z. mays*. Ayudando a otros investigadores a tener una guía de cómo desarrollar una investigación y además poder comparar resultados y llegar a conclusiones similares como las que se brindó en esta investigación.

CONCLUSIONS: *The results obtained support the research hypothesis by demonstrating that the plant species used are capable of extracting Hg from the soil, with Z. mays showing the highest efficiency in Hg phytoextraction. This species is able to improve the physicochemical properties of the soil through the effective removal of the contaminant.*

Furthermore, it was confirmed that the soil in the Municipality of Barbacoas, Nariño, is contaminated with Hg, as the initial concentrations had a value of 45 mg/kg, exceeding the Environmental Quality Standards, which establish that for agricultural soil it is 6.6 mg/kg, residential/park soil 6.6 mg/kg, and commercial/industrial soil 24 mg/kg.

Although Z. mays has a higher removal efficiency in the Hg phytoextraction process, it is preferable to use H. annuus for this process when implemented on large areas of land. This is because Z. mays produces fruits, and although it has not been confirmed that these fruits contain Hg concentrations, there is a possibility that the contaminant is also stored within them, increasing the costs of control and monitoring. It is necessary to avoid the possibility of people obtaining these fruits.

Moreover, this research will serve as a database for future studies related to phytoextraction using D. trifasciata, H. annuus, and Z. mays. It will help other researchers to have a guide on how to develop research and also compare results to reach similar conclusions as provided in this study.

RECOMENDACIONES: Para llevar a cabo procesos de fitoextracción de metales pesados, es esencial seleccionar cuidadosamente las plantas a utilizar. No todas las especies vegetales poseen las características necesarias para prosperar en entornos contaminados. La elección adecuada asegura la supervivencia de las plantas en medios altamente contaminados, incrementando así la efectividad del proceso de fitoextracción.

Aunque la investigación ha proporcionado información valiosa sobre la fitoextracción de Hg utilizando *D. trifasciata*, *H. annuus* y *Z. mays*, es necesario realizar estudios in situ. Esto permitirá determinar si la capacidad fitorremediadora de estas plantas se ve influenciada por el clima y otros factores ambientales.

Además, es fundamental establecer un sistema de riego bien estructurado la falta de un sistema de riego adecuado podría dañar las raíces de las plantas debido a la saturación excesiva de agua. Un control cuidadoso del riego asegura la cantidad adecuada de humedad, evitando daños en el sistema radicular, garantizando la adaptación y el rendimiento de las plantas en el proceso de fitoextracción.

Para futuras investigaciones, se podría medir la concentración de Hg en hojas,

raíces y tallos, así como realizar más estudios con las especies vegetales empleadas en esta investigación para evaluar su comportamiento con otros metales pesados. Además, es importante implementar un tratamiento adecuado para las plantas que han pasado por el proceso de fitoextracción.

Para iniciar el proceso de fitoextracción, es crucial una planificación detallada del procedimiento y la metodología a emplear. La falta de una planificación clara puede dar lugar a complicaciones que afecten negativamente el avance de la investigación.

RECOMMENDATIONS: *To carry out phytoextraction processes of heavy metals, it is essential to carefully select the plants to be used. Not all plant species possess the necessary characteristics to thrive in contaminated environments. Proper selection ensures the survival of the plants in highly contaminated media, thus increasing the effectiveness of the phytoextraction process.*

Although the research has provided valuable information on the phytoextraction of Hg using D. trifasciata, H. annuus, and Z. mays, it is necessary to conduct in situ studies. This will determine if the phytoremediative capacity of these plants is influenced by climate and other environmental factors.

Additionally, it is fundamental to establish a well-structured irrigation system. The lack of an adequate irrigation system could damage the plant roots due to excessive water saturation. Careful control of irrigation ensures the right amount of moisture, preventing damage to the root system, and guaranteeing the adaptation and performance of the plants in the phytoextraction process.

For future research, it would be beneficial to measure the concentration of Hg in leaves, roots, and stems, as well as conduct more studies with the plant species used in this research to evaluate their behavior with other heavy metals. Furthermore, it is important to implement an appropriate treatment for the plants that have undergone the phytoextraction process.

To initiate the phytoextraction process, a detailed planning of the procedure and methodology to be employed is crucial. The lack of clear planning can lead to complications that negatively affect the progress of the research.