

Artículo Original

Comparación de la fitorremediación con especies nativas en las aguas drenadas en la bocamina de tangana en el distrito de Huachocolpa – Huancavelica

COMPARISON OF PHYTOREMEDIATION WITH NATIVE SPECIES IN THE DRAINED WATERS IN THE TANGANA MOUTH IN THE DISTRICT OF HUACHOCOLPA – HUANCAVELICA

AMADEO ENRIQUEZ DONAIRES§, LUZ MARINA ACHARTE LUME§,
LUIS QUISPEALAYA ARMAS§, DANIEL LOVERA£, JENY MARIBEL ASTO
GONZALES§, KENWI ALBERTO DIEGO LÁZARO§, VÍCTOR HUAMANI RIVERA§

Recibido: 10 junio de 2019 / Aceptado: 16 junio de 2019

§Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica - Perú

£Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima -Perú

Resumen

En el Distrito de Huachocolpa de la Provincia de Angaraes del Departamento de Huancavelica, existen yacimientos mineros polimetálicos como la Mina Tangana, pese a la elevada contaminación de cadmio y plomo por las aguas drenadas de la bocamina mencionada. La presente investigación tuvo el objetivo de determinar la concentración de plomo y cadmio por bioacumulación en raíces, tallos y hojas de las especies nativas Putacca (Familia Apiaceae) y Totorá (*Scirpus californicus*). Las muestras biológicas, plantas, y de agua, fueron tomadas de la bocamina Tangana y se conservaron en recipientes y conservadas en sistema de recirculación constante de agua durante el tiempo que se realizó el estudio, además se colocaron bombas para oxigenar a las plantas. Se efectuaron los procesos de digestión, preparación de estándares y curvas de calibración, finalmente se usó método espectrofotómetro de Absorción Atómica Flama. La Putacca y la Totorá bioacumulan metales en sus raíces y hojas. El agua del recipiente con Putacca, en el tiempo inicial tuvo una concentración de Cadmio de 0.2661 mgCd/L y en tiempo final 0.0020 mgCd/L y el agua del recipiente con totora en tiempo inicial fue 0.2661 mgCd/L y en tiempo final 0.0007 mgCd/L, obteniendo como resultado de este análisis que la Putacca tiene mejor absorbancia que la Totorá, en el caso del plomo la Putacca, en el tiempo inicial tuvo una concentración de Plomo de 25.7220 mgPb/L y en tiempo final 0.0948 mgPb/L, y en la totora en el tiempo inicial 25.7220 mgPb/L y en el tiempo final 0.0037 mgPb/L concluyendo que en ambos metales la Putacca tiene mayor absorbancia en sus raíces y tallos que la Totorá.

Palabras claves: fitorremediación, especies nativas, Aguas drenadas de bocamina

Abstract

In the District of Huachocolpa of the Angaraes Province of the Department of Huancavelica, there are polymetallic mining sites such as the Tangana Mine, despite the high contamination of cadmium and lead by the drained waters of the mentioned mines. The present investigation had the objective of determining the concentration of lead and cadmium by bioaccumulation in roots, stems and leaves of the native species Putacca (Family Apiaceae) and Totorá (*Scirpus californicus*). The biological samples, plants, and water, were taken from the Tangana bocamina and kept in containers and kept in a constant water recirculation system during the time the study was carried out, in addition pumps were placed to oxygenate the plants. Digestion processes, preparation of standards and calibration curves were performed, finally Flame Atomic Absorption spectrophotometer method was used. Putacca and Totorá bioaccumulate metals in their roots and leaves. The water of the container with Putacca, in the Initial Time had a concentration of Cadmium of 0.2661 mgCd / L and in the final time 0.0020 mgCd / L and the water of the container with totora in initial time was 0.2661 mgCd / L and in final time 0.0007 mgCd / L, obtaining as a result of this analysis that the Putacca has better absorbency than the Totorá, in the case of the lead the Putacca, in the initial time it had a Lead concentration of 25.7220 mgPb / L and in the final time 0.0948 mgPb / L, and in the totora in the initial time 25.7220 mgPb / L and in the final time 0.0037 mgPb / L concluding that in both metals the Putacca has greater absorbance in its roots and stems than the Totorá.

Keywords: phytoremediation, native species, Drained waters of bocamina

*Correspondencia de autor e-mail: amadeo_1111@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La contaminación del ambiente es uno de los problemas más latentes por la sociedad en que vivimos por la progresiva degradación de los recursos naturales como flora y fauna causada por los drenajes de aguas que salen de las bocaminas existentes en el lugar de estudio, la gran parte de la contaminación es generada por el hombre por la explotación minera y aguas residuales, estos metales pesados como el cadmio y plomo en estudio no se degradan fácilmente a través del tiempo.

La fitorremediación de suelos contaminados se basa en el uso conjunto de plantas, enmiendas del suelo y técnicas agronómicas para eliminar, retener o disminuir la toxicidad de los contaminantes del suelo (Chaney et al., 1997). El plomo es un contaminante mayor en el ambiente y que genera gran preocupación para la salud humana y los ecosistemas (Ortiz et al., 2009), a la vez es despachado con aguas residuales y transportados a los pastizales y cuencas vecinas.

El plomo y el cadmio se precipitan en la cadena trófica especialmente en los pastos naturales existentes en el lugar, el consumo de estos pastos produce efectos crónicos en los animales trayendo como consecuencia pérdida económica para los criaderos de la comunidad. Las especies nativas metalofíticas como la Putacca (Familia Apiaceae) y Totora (*Scirpus californicus*), tienen la capacidad fitorremediadora de absorción de metales pesados como plomo y cadmio, mediante sus raíces y tallos.

El presente estudio tuvo como fin determinar la capacidad fitorremediadora de las especies nativas como la Putacca y Totora en aguas drenadas de plomo y cadmio de la Bocamina Tangana de la comunidad de Huachocolpa.

MATERIALES Y MÉTODOS

METODO

Para la obtención de la muestra se usó el tipo de muestreo no probabilístico intencionado por conveniencia. Para tal efecto se utilizó el diseño del protocolo de muestreo, teniendo en cuenta todos los factores a fin de asegurar que las muestras sean representativas. De igual manera se utilizó el diseño longitudinal ya que se observó la relación entre concentración de cadmio y plomo en las especies nativas (Putacca y Totora) a través del tiempo.

Los puntos de muestreo en la bocamina fue cada 3 metros de la bocamina hacia adentro (Figura 2), la recolección de la muestra fue en un envase de polietileno de capacidad de 1 litro, debidamente estéril y rotulado, en el cual se evaluó el pH y temperatura, realizando el proceso de estabilización con 50% de Ácido nítrico (HNO₃ 1:1), para luego llevarlo al laboratorio de química para su respectivo análisis. El lugar de muestreo de las especies nativas, se realizó en el Anexo de Pampas Constancia del Distrito de Lircay (Figura 1), tomando 5 plantas (2Kg) de cada especie Putacca y Totora (Figuras 3 y 4).



Figura 1. Mapa satelital de la bocamina Tangana



Figura 2. Mapa de los lugares de muestreo (izquierda) y bocamina Tangana (derecha)



Figura 3. Muestreo de aguas drenadas de la Bocamina Tangana



Figura 4. Muestreo de las especies nativas (Putacca y Totorá)

ANÁLISIS DE DATOS

El proceso de digestión de las muestras de aguas drenadas de la Bocamina Tangana se realizó en un equipo digestor de bloques de Marca Digi PREP SM SCP SCIENCE, de acuerdo con los siguientes pasos:

Paso 1: Tomar 50 mL de muestra de agua drenada previamente agitada.

Paso 2: Trasvasar al tubo de 50 mL,

Paso 3: Adicionar 2 mL de ácido nítrico (HNO_3 1:1) y 1 mL ácido clorhídrico (HCl 1:1)

Paso 4: Colocar al digestor de bloques a una temperatura de 85°C durante 3 horas.

Paso 5: Retirar y enfriar hasta temperatura ambiente y enrasar con agua ultra pura hasta 50 mL.

Paso 6: Tapar los envases y agitar quedando listo para el análisis.

El método utilizado fue mediante la espectrofotometría de Absorción Atómica de flama (Thermo Scientific IC 300 SERIES) ya que esta técnica se basa en la medida de la radiación absorbida por los átomos libres de plomo y cadmio en su estado fundamental (Figura 5).



Figura 5. Espectrofotometría de Absorción Atómica de Flama

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La concentración del Cadmio en el agua drenada de la bocamina Tangana antes del proceso de absorción por Putacca fue de 0.2661 mg Cd/L (Tabla 1) y después de observación del proceso de absorción por la planta fue de 0.0020 mg Cd/L (Tabla 2), lo que demuestra que la Putacca es una especie vegetal bioacumuladora de metales.

Tabla 1. Promedio de Cadmio en el agua drenada de bocamina Tangana (periodo inicial)

TIEMPO	ID MUESTRA	[Cd] mg/L
1	AGUA SIN PUTACCA 1	0.2412
1	AGUAS SIN PUTACCA 2	0.3009
1	AGUA SIN PUTACCA	0.2561
PROMEDIO INICIAL		0.2661

Tabla 2. Promedio del Cadmio en el agua drenada de bocamina luego de haber ocurrido la absorción por la especie nativa Putacca (periodo final)

TIEMPO	ID MUESTRA	[Cd] mg/L
3	AGUA CON PUTACCA 1	0.0014
3	AGUA CON PUTACCA 2	0.0025
3	AGUA CON PUTACCA 3	0.0020
PROMEDIO FINAL		0.0020

La concentración del Cadmio en el agua drenada de la bocamina Tangana antes del proceso de absorción por Totorá fue de 0.2661 mg Cd/L (Tabla 3) y después de observación del proceso de absorción por la planta fue de 0.0007 mg Cd/L (Tabla 4), lo que demuestra que la Totorá es una especie vegetal bioacumuladora de metales.

Tabla 3. Promedio de Cadmio en el agua drenada de bocamina Tangana (periodo inicial)

TIEMPO	ID MUESTRA	[Cd] mg/L
1	AGUA SIN TOTORA 1	0.2412
1	AGUAS SIN TOTORA 2	0.3009
1	AGUA SIN TOTORA	0.2561
PROMEDIO INICIAL		0.2661

Tabla 4. Promedio del Cadmio en el agua drenada de bocamina luego de haber ocurrido la absorción por la especie nativa Totorá (periodo final)

TIEMPO	ID MUESTRA	[Cd] mg/L
3	AGUA CON TOTORA 1	0.0005
3	AGUA CON TOTORA 2	0.0008
3	AGUA CON TOTORA 3	0.0007
PROMEDIO FINAL		0.0007

La concentración del Plomo en el agua drenada de la bocamina Tangana antes del proceso de absorción por Putacca fue de 25.7220 mg Pb/L (Tabla 5) y después de observación del proceso de absorción por la planta fue de 0.0948 mg Pb/L (Tabla 6), lo que demuestra que la Putacca es una especie vegetal bioacumuladora de metales.

Tabla 5. Promedio de Plomo en el agua drenada de bocamina Tangana (periodo inicial)

TIEMPO	ID MUESTRA	[Pb] mg/L
1	AGUA SIN PUTACCA 1	26.307
1	AGUAS SIN PUTACCA 2	24.908
1	AGUA SIN PUTACCA	25.951
PROMEDIO FINAL		25.7220

Tabla 6. Promedio del Plomo en el agua drenada de bocamina luego de haber ocurrido la absorción por la especie nativa Putacca (periodo final)

TIEMPO	ID MUESTRA	[Pb] mg/L
3	AGUA CON PUTACCA 1	0.0861
3	AGUA CON PUTACCA 2	0.0970
3	AGUA CON PUTACCA 3	0.1014
PROMEDIO FINAL		0.0948

La concentración del Plomo en el agua drenada de la bocamina Tangana antes del proceso de absorción por Totorá fue de 25.7220 mgPb/L (Tabla 7) y después de observación del proceso de absorción por la planta fue de 0.0037 mgPb/L (Tabla 8), lo que demuestra que la Totorá es una especie vegetal bioacumuladora de metales.

Tabla 7. Promedio de Plomo en el agua drenada de bocamina Tangana (periodo inicial)

TIEMPO	ID MUESTRA	[Pb] mg/L
1	AGUA SIN TOTORA 1	26.307
1	AGUAS SIN TOTORA 2	24.908
1	AGUA SIN TOTORA	25.951
PROMEDIO FINAL		25.7220

Tabla 7. Promedio del plomo en el agua drenada de bocamina luego de haber ocurrido la absorción por la especie nativa Totorá (periodo final)

TIEMPO	ID MUESTRA	[Pb] mg/L
3	AGUA CON TOTORA 1	0.0005
3	AGUA CON TOTORA TOTORA 2	0.0078
3	AGUA CON TOTORA TOTORA 3	0.0028
PROMEDIO FINAL		0.0037

Según los resultados obtenidos (Tabla 8), ambas plantas son bioacumuladores de metales, con lo cual podemos desarrollar investigaciones posteriores de remediación.

Tabla 8. Consolidado de resultados

AGUA DRENADA DE BOCAMINA TANGANA	[Cd] mg Cd/L	[Pb] mg Pb/L
SIN PUTACCA	0,2661	25,7220
CON PUTACCA	0,0020	0,0948
SIN TOTORA	0,2661	25,7220
CON TOTORA	0,0007	0,0037

CONCLUSIONES

La Totorá (*Scirpus californicus*) es una especie de planta nativa significativamente bioacumuladora de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en la fitorremediación de las aguas drenadas de la bocamina Tangana.

La Putacca (Familia Apiaceae) es una especie de planta nativa significativamente bioacumuladora de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en la fitorremediación de las aguas drenadas de la bocamina Tangana.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Huancavelica, a la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, Fondos del Gas de Camisea, a los Ingenieros, docentes y alumnos que apoyaron al presente proyecto.

Referencias

- Acolado, P. (1998) Conceptos e índices relacionados con la diversidad.. Instituto de Oceanología. Disponible:
https://www.researchgate.net/profile/Pedro_Acolado/publication/265963780_Conceptos_e_in_dices_relacionados_con_la_diversidad/links/54662c150cf25b85d17f5abd/Conceptos-e-indices-relacionados-con-la-diversidad.pdf
- Chaney et al. (1997). Phytoremediation of Soil Metals. Recuperado 15 de aril de 2019, de https://soils.wisc.edu/facstaff/barak/temp/opin_fin.htm
- Chávez Rodríguez L. (2014). Fitorremediación con especies nativas en suelos contaminados por plomo, Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias. Departamento Académico de Ingeniería Ambiental, Física y Meteorología, Lima – Perú.
- Delgadillo López A. E., González-Ramírez C. A Prieto-García F., Villagómez Ibarra J. R., Acevedo-Sandoval O. (2010). fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Centro de Investigaciones Químicas, Hidalgo – México.
- Núñez López R.A. Meas Vong Y, Ortega Borges R. y Eugenia J. Olguín (2004). Fitorremediación: fundamentos y aplicaciones, ciencia, Mexico.
- Ortiz, H., Trejo, R., Valdez, R., Arreola, J., Flores, A., y Lopez, B. (2009), Fitoextracción de plomo y cadmio en suelos contaminados usando quelite (*Amaranthus hybridus* l.) y micorrizas, Revista Chapingo Serie Horticultura 15(2): Mexico.
- Peña Salamanca Enrique J. , Madera-Parra Carlos A., Sánchez, Jesús M., Medina-Vásquez Javier (2013). bioprospección de plantas nativas para su uso en procesos de biorremediación: caso heliconia psittacorum (heliconiaceae). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 37 (145): 469-481, 2013. ISSN 0370-3908.
- Rubio C, Gutiérrez AJ, Martín-Izquierdo RE, Revert C, Lozano G y Hardisson. (2004). El plomo como contaminante alimentario. Rev. Toxicol. (2004) 21: 72-80.
- Docum (s. f.). Recuperado de <http://fmed.uba.ar/depto/toxicol/articulos/7.pdf>