

Evaluación de metales pesados (Plomo, Cadmio y Zinc) en suelo y trompillo (*Solanum elaeagnifolium*) en áreas aledañas a minas de Bermejillo Dgo.

E.F. Segovia-Ortega¹ J.J. Sánchez-Olvera¹, R.A. Alvarado-Arroyo¹

Resumen— Las actividades mineras y metalúrgicas practicadas en la Región Lagunera han contaminado el suelo, el aire y agua de las regiones cercanas. Una manera adecuada de remediar o minimizar los daños es con la aplicación de la fitorremediación alternativa que ayuda a extraer, contener, degradar o inmovilizar contaminantes del suelo. El objetivo de este estudio fue evaluar la concentración de plomo cadmio y zinc presentes en los diferentes órganos del trompillo (*Solanum elaeagnifolium*) y suelo de manera *in situ* mediante un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. Se determinó la concentración de plomo, cadmio y zinc en hoja, tallo, raíz y suelo mediante espectrofotometría atómica. En los diferentes órganos de la planta no se encontraron diferencias significativas de concentración de plomo, cadmio y zinc pero en suelo si hubo una diferencia significativa de concentración de plomo presente en suelo superficial.

Temas claves — fitorremediación, metales pesados, trompillo

Abstract— Mining and metallurgical activities practiced in the Región Lagunera have contaminated the soil, air and water from nearby regions. A suitable way to remedy or minimize damage is the application of alternative phytoremediation that helps extract, contain, degrade or immobilize soil contaminants. The aim of this study was to evaluate the concentration of plumb, cadmium and zinc present in the different organs of nightshade (*Solanum elaeagnifolium*) and *in situ* ground so through a randomized block experimental design with three replications. The concentration of plumb, cadmium and zinc was determined in leaf, stem, root and soil by atomic spectrophotometry. No significant differences of plumb, cadmium and zinc concentrations were found in different plant organs, but there was a significant difference of plumb concentration present in surface soil.

Keywords— Cadmium, phytoremediation, plant, plumb, soil, zinc.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la sociedad ha obligado al hombre a explotar los recursos naturales presentes en el planeta con el fin de optimizar la economía y mejorar su calidad de

vida, muchas de las veces dejando a un lado el deterioro ambiental^[1]. En la actualidad, la contaminación de los suelos por metales pesados es un problema ambiental de causas antropogénicas que provienen de desechos domésticos, agrícolas e industriales^[2].

Los metales pesados son un grupo de elementos químicos cuyas principales características son su alta densidad y la alta toxicidad que representan para los seres vivos^[3]. Metales pesados como el zinc pueden ser encontrados en el suelo en bajas concentraciones y son esenciales para los organismos, pero nocivos cuando se encuentran en concentraciones altas^[4]. Otros metales pesados como el plomo y el cadmio no tienen ninguna función biológica y representan un riesgo altamente tóxico^[5]causando efectos en la salud humana, en los animales y disturbios en los ecosistemas^[6].

Uno de los principales problemas de la contaminación del suelo por metales pesados es que estos pueden avanzar hasta el hombre mediante la cadena trófica^[7]. Además, también tienden a acumularse en la superficie del suelo quedando accesibles a la movilidad por arrastre del viento^[8].

La industria minera es uno de los sectores que más daños causan al ambiente, ya que los procesos de extracción y purificación de los minerales cuentan con varias facetas, de las cuales, todas ellas dejan residuos mineros llamados colas o jales que pueden contener una cantidad importante metales pesados que si no se tratan adecuadamente representan un alto riesgo de contaminación^[10].

En la región lagunera se encuentran dos plantas fundidoras de metales, una de las ellas está situada en la localidad de Bermejillo, Dgo., la cual es la posible causa de contaminación por Plomo alrededor de esta planta, ya que un estudio realizado por Trejo *et al.*, (2007) determinó que en los suelos aledaños a la fundidora se encontraba la presencia de este metal pesado, encontrando concentraciones hasta de 1763 ppm.

Debido a la proximidad y el riesgo que esta fundidora tiene con la población de la localidad, es necesaria la implementación de técnicas que ayuden a la depuración del suelo de los metales pesados. Una de estas técnicas es la fitorremediación. Numerosos estudios se han realizado

¹ Elsa Fabiola Segovia Ortega (fabisegovia92@gmail.com), Juan Jesús Sánchez Olvera, Raúl Antonio Alvarado Arroyo. Universidad Politécnica de Gómez Palacio, Carr. El Vergel – La Torreña km 0.820 Loc. El Vergel, Gómez Palacio, Dgo.

alrededor del mundo en busca de plantas que cuenten con la capacidad de absorber y almacenar este metal. Sin embargo, es casi nula la investigación en plantas que se han adaptado a zonas áridas.

Este estudio planteó como objetivo central determinar la concentración de metales pesados (plomo, cadmio y zinc) en suelo y en trompillo (*Solanum elaeagnifolium*) en la localidad de Bermejillo, con el fin de establecer las bases a investigaciones futuras sobre la capacidad fitoextractora de esta planta.

II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

Obtención de la muestra de suelo y planta:

Se determinó un área de 500 m de largo cerca de una plata fundidora de Bermejillo Dgo, en la cual se eligieron cuadrantes al azar de 10x10 m. donde se tomaron muestras de suelo vertical y horizontal según la norma NMX-AA-132-SCFI-2006 dentro de cada cuadrante. Para la muestra de la planta, se tomó una planta desde la raíz de cada uno de los cuadrantes seleccionados, se dejaron secar durante 48 horas, se separaron las raíces, los tallos y las hojas y se colocaron en bolsas de papel para eliminar toda la humedad exponiéndose en una estufa de aire circulante durante 48 horas. Posteriormente las muestras por separado fueron molidas.

Diseño experimental:

Se utilizó como método de muestreo, cuadrantes en zigzag de norte a sur, dentro de una longitud del área de estudio de aproximadamente de 500 metros, aledaña a la fundidora de Bermejillo Dgo.

Determinación de Cadmio, Zinc y Plomo en muestras vegetales:

Se tomaron 0.5 g de muestra de hoja, tallo y raíz, y se colocaron en matraces de 250 mL. Las muestras fueron digeridas tomando 10 mL de mezcla de HNO₃ Y HClO₄ en proporción 3:2 V/V y se colocó en una plancha a 100°C hasta clarificar. Se filtraron con papel WhatmanN°41. El residuo se aforó a 100 mL con agua tridestilada. La determinación del Pb, Zn y Cd se llevaron a cabo mediante espectrofotometría de absorción atómica. Cada muestra se analizó por triplicado

Determinación de Cadmio, Zinc y Plomo en suelo:

Se tomaron 10 g de suelo y se colocaron en vasos de precipitado. Se agregaron 50 mL de ácido nítrico 4 M con solución extractora y se colocó en baño maría por cuatro horas a 70°C y se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Después, se agito por una hora, se filtró y se llevó a lectura diluyendo con agua tridestilada con 1 mL de muestra y 9 mL de agua. Se realizaron 3 repeticiones para cada metal y cada superficie del suelo.

El análisis estadístico se realizó utilizando el soporte informático STATGRAPHICSCENTURION XVI Versión 16.1.15

Los datos se procesaron con un análisis de varianza simple (ANOVA) y prueba Tukey con una confiabilidad de 95 por ciento que se utilizó en los metales pesados presentes los diferentes órganos de la planta y en suelo. La interpretación de los resultados se representó con P≤0.05.

III. RESULTADOS

La ecuación (1) determina la frecuencia en que se presenta la planta en comparación con otras especies presentes en el área de estudio de 1000 m² teniendo como resultado un 73% de presencia de esta planta.

$$FE = (a / A) * 100 \quad (1)$$

En la tabla I, II Y III se muestran los resultados obtenidos en espectrofotometría en ppm

TABLA I
DATOS DE CADMIO EN DIFERENTES ÓRGANOS DE LA PLANTA

Muestra	Zinc			Cadmio		
	Raíz	Tallo	Hoja	Raíz	Tallo	Hoja
1	.148	.283	.318	.007	.015	.013
2	.433	.281	.418	.018	.015	.012
3	.265	.231	.32	.009	.009	.007
4	.99	.62	.444	.023	.019	.012
5	.175	.327	.611	.007	.017	.011
6	.17	.186	.475	.007	.011	.01
7	0	0	0	0	0	0
8	.267	.308	.568	.011	.014	.018
9	.485	.396	.613	.011	.014	.019
10	.418	.435	.398	.024	.031	.021

TABLA II
DATOS DE PLOMO EN DIFERENTES ÓRGANOS DE LA PLANTA

Muestra	Plomo		
	Raíz	Tallo	Hoja
1	.101	.103	.135
2	.093	.107	.117
3	.112	.075	.11
4	.17	.133	.12
5	.087	.143	.146
6	.095	.146	.143
7	0	0	0
8	.119	.123	.169
9	.125	.165	.208
10	.138	.165	.152

TABLA III
DATOS DE PLOMO EN SUELO SUPERFICIAL Y HORIZONTAL

Muestra	Nº	Plomo
Superficia 1	1	24.915
	2	25.62
	3	30.05
Horizontal	1	2.33
	2	3.094
	3	3.031

En el análisis presentado en la tabla IV, V y VI así como en las figura I, II y III no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de un nivel de muestra y otro, con un nivel de confianza del 95.0 por ciento, y además de presentan en prueba Tukey una homogeneidad entre grupos, lo cual indica que la concentración de zinc, cadmio y plomo presente en los diferentes órganos del trompillo no varía.

TABLA IV
ANOVA PARA CADMIO POR MUESTRA

Fuente	Suma de Cuadrados	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.000043466	0.41	0.6661
Intra grupos	0.0014227		
Total (Corr.)	0.00146617		

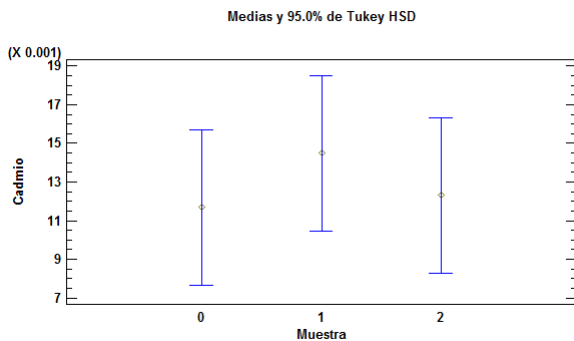


Figura 1. Grafica de Tukey, evaluación de cadmio en planta. Donde 0 es tallo, 1 raíz y 2 hojas.

TABLA V
ANOVA PARA ZINC POR MUESTRA

Fuente	Suma de Cuadrados	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0649619	0.72	0.4943
Intra grupos	1.21256		
Total (Corr.)	1.27752		

Medias y 95.0% de Tukey HSD

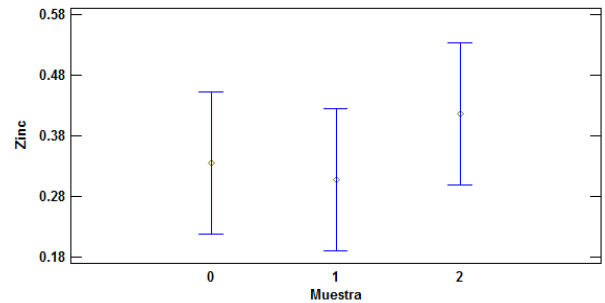


Figura 2. Grafica de Tukey, evaluación de zinc en planta. Donde 0 es tallo, 1 raíz y 2 hojas.

TABLA VI
ANOVA PARA PLOMO POR MUESTRA

Fuente	Suma de Cuadrados	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.00338667	0.69	0.5080
Intra grupos	0.065822		
Total (Corr.)	0.0692087		

Medias y 95.0% de Tukey HSD

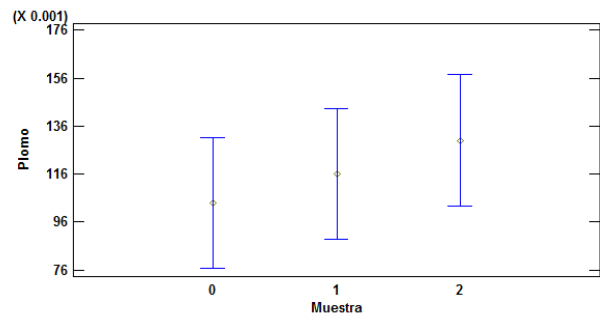


Figura 3. Grafica de Tukey, evaluación de plomo en planta. Donde 0 es tallo, 1 raíz y 2 hojas.

Los datos presentes indican que existe una diferencia significativa entre la media de plomo entre un nivel de muestra y otro, con un nivel del 95 por ciento de confianza. El método empleado para discriminar las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa de Tukey. Las tres repeticiones de suelo superficial y vertical presentan una diferencia puesto que no son homogéneos los resultados.

El plomo *in situ* se encuentra poco soluble y con escasa movilidad por lo que su presencia en la superficie es mayor^[11].

TABLA VII
ANOVA PLOMO EN SUELO

Fuente	Suma de Cuadrados	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	868.085	220.91	0.0001
Intra grupos	15.7183		
Total (Corr.)	883.803		

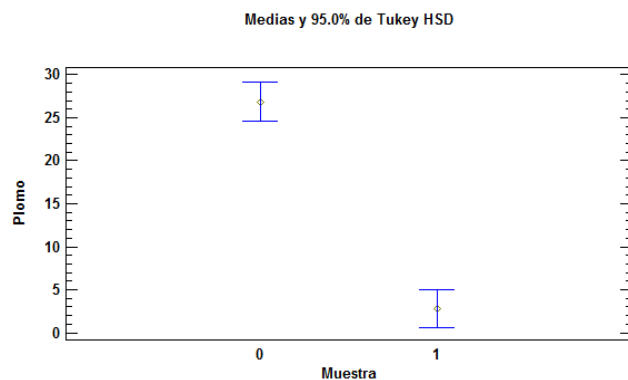


Figura 4. Gráfica de Tukey, evaluación de cadmio en planta. Donde 0 es tallo, 1 raíz y 2 hojas.

IV. CONCLUSIONES

No hubo diferencia significativa de zinc, cadmio y plomo en los diferentes órganos de la planta de manera *in situ*; sin

VI. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Chapingo URUZA por brindar su apoyo a lo largo del desarrollo de esta investigación y a la Universidad Politécnica de Gómez Palacio que con ayuda de asesoría del personal docente se culminó la investigación.

embargo en el suelo si se encontraron variaciones puesto que el plomo es poco soluble se concentra la mayor parte en la superficie a diferencia de las muestras tomadas de suelo vertical.

V. REFERENCIAS

- [1] García, I. F. y Dorronsoro, C. (2005) "Contaminación por metales pesados" Tecnología de suelos. Granada, España.
- [2] Castro, G., y Valdés, J. (2012). "Concentración de metales pesados (Cu, Ni, Zn, Cd, Pb) en biota y sedimentos de una playa artificial, en la bahía San Jorge 23°S, norte de Chile". *Latin American Journal of Aquatic Research*. vol. 40, pp. 267-281.
- [3] Fergusson, J. (1990). *The heavy element. Chemistry, environmental impact and health effects*, vol. I. New York: Pergamon Press p. 176.
- [4] Alcalá, J., Ávila, C., Rodríguez, J. y Hernández, A. (2012). "Metales pesados como indicador de impacto de un sistema ecológico fragmentado por usos de suelo, San Luis Potosí, México" *Revista de ciencias Agrarias*. vol. 44, pp. 15-29.
- [5] Ortiz, B. (2007). "Técnicas de recuperación de suelos contaminados". Informe de vigilancia tecnológica. Universidad de Alcalá.
- [6] Valdez-Cepeda, R. (2009). "Fitextracción de plomo y cadmio en suelos contaminados usando quelite y micorrizas" *Revista Chapingo Serie Horticultura*. vol. 2, pp. 161-168.
- [7] Sauerbeck, D. (1982). "Welcheschwermetallgehalte in Pflanzendurfennichtubeschrittenwerden, umWachstumsbeeintr_chtigungenzu vermeiden" *LandwirtschaftForschSonderheft*. vol. 39, pp. 105-129.
- [8] Puga, S. y Sosa, M. (2006). "Contaminación por metales pesados en el suelo provocado por la industria minera" *Ecología Aplicada*. vol. 5, pp. 149-155.
- [9] Sánchez, L. (1995). "Manejo de residuos sólidos en minería. Aspectos geológicos de protección ambiental" unesco, vol. 1, pp. 235-250.
- [10] Trejo, R., García, N., Flores, A. y Arreola, A. (2007) "Evaluación de niveles de contaminación con Plomo en suelos de Bermejillo, Dgo." *Revista Chapingo serie Zonas Áridas*. vol. 5, pp. 225-229.
- [11] Sias, S.; Gardea-Torresdey, J.; James, S.; Webb, R. (1998) "Survey of northern Chihuahua desert plants for phytoremediation potential". Thesis M.Sc. The University of Texas At El Paso. USA.

VII. BIOGRAFÍA



Elsa Fabiola Segovia Ortega nació el 18 de diciembre de 1992 en el municipio de Lerdo, Durango. Obtuvo el grado de Ingeniero en Biotecnología por la Universidad Politécnica de Gómez Palacio, en Gómez Palacio, Durango, México en 2015.

Ella ha realizado periodos de estadias en empresas como Ersa Global, Comisión Federal de Electricidad y la Universidad Autónoma Chapingo. Actualmente se dedica a la investigación de forma independiente en colaboración con colegas del ramo de la Biotecnología Ambiental.

Ingeniero Segovia ha asistido al XXXIX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo.



Juan Jesús Sánchez Olvera nació el 7 de marzo de 1993 en el municipio de Gómez Palacio, Durango. Obtuvo el grado de Ingeniero en Biotecnología por la Universidad Politécnica de Gómez Palacio, en Gómez Palacio, Durango, México en 2015.

Él ha realizado periodos de estadías en empresas como SIDEAPA, Pemex Refinación y la Universidad Autónoma Chapingo.

Actualmente se dedica a la investigación de forma independiente en colaboración con colegas del ramo de la Biotecnología Ambiental.

Ingeniero Sánchez ha participado en el Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas con la presentación de carteles.



Raúl Antonio Alvarado Arroyo nació en la Piedras Negras, Coah. el 6 de octubre de 1982. Obtuvo el grado de Ingeniero Bioquímico con acentuación en Fermentación en la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Coahuila en Torreón, Coahuila, México en 2005, y el grado de Maestro en Ciencias en Biotecnología con Opción en Tecnología de Enzimas en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila en Saltillo, Coahuila, México en 2010.

Él actualmente labora en la Universidad Politécnica de Gómez Palacio en Gómez Palacio, Durango, México como Director del Profesor de Tiempo Completo. En la institución él ha laborado por siete años y ha sido también profesor de asignatura y coordinador de inglés. Actualmente él trabaja en líneas de investigación sobre nuevos productos y servicios en biotecnología ambiental y biotecnología de alimentos.

El M.C. Raúl Alvarado pertenece al Cuerpo Académico de Ingeniería en Biotecnología y Licenciatura en Administración de Negocios Internacionales de la Universidad Politécnica de Gómez Palacio y a la Red Académica de Innovación de Alimentos y Agricultura Sustentable del CIESLAG. Él ha trabajado en proyectos de investigación como el de la instalación de la una planta potabilizadora de agua en la empresa Transportadora de Alimentos, S.A. de C.V. del Grupo LALA, y la elaboración de compost y vermicompost a partir de residuos del Rastro Municipal de Gómez Palacio...