



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

“REMOCIÓN DE CADMIO Y PLOMO EN SUELOS A ORILLAS DEL  
RIO MANTARO, JUNIN, MEDIANTE FITORREMEDIACION CON  
GIRASOL (HELIANTHUS ANNUS) Y MAÍZ (ZEA MAYS) USANDO  
ENMIENDAS”

**TESIS PARA TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERIO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

GRANDEZ ARGOMEDA, MAXIMO GABRIEL ALFREDO

**ASESOR:**

MG. CABELLO TORRES RITA JAQUELINE

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES**

LIMA – PERU

2017

## **DEDICATORIA**

*A mi tan amada madre Gabby Lucy Argomeda Rosales y a mi respetable padre Alfredo Grandez Flores por haber confiado en mí, estar siempre presentes en mis pensamientos y haber logrado todo a pesar de las distancias y circunstancias de la vida , ser ejemplo de sencillez, humildad y responsabilidad. A mis hermanos Jorge, Gustavo, Jesús por su cariño y amor. A todos en especial por sus consejos y extensas charlas y por ayudarme a lograr esta meta tan importante.*

*A mi tan querida universidad por haberme recibido en momentos tan trascendentales en mi vida pues ahí tuve vivencias que marcaron mi vida, que nunca podré olvidar. Ahí estude, ahí me prepare, ahí dormí, ahí comí y porque ahí se vieron mis alegrías, mis tristezas y triunfos gracias.*

## *AGRADECIMIENTOS*

*A dios por mandarme un hijo de su rebaño mi amigo Ángelo Alegre Ibarra e impedir que el desaliento influya en mis peores momentos, a mi madre Gaby Lucy Argomeda Rosales, con la mayor de las gratitudes por los esfuerzos realizados para que logre terminar mi carrera siendo para mí el mejor legado eres y serás el ser máspreciado en mi vida. Gracias por el apoyo moral anímico, tu cariño y comprensión, por estar ahí en aunque las distancias siempre nos separaron. A mi padre Alfredo Grandez Flores porque desde siempre él ha sido para mí un ejemplo de un hombre respetable y maravilloso al que siempre he respetado y admirado. Gracias por guiar mi vida y camino con tus infaltables enseñanzas gracias por todo.*

*Agradecer profundamente a mi asesora la Ingeniera Rita Jaqueline Caballero torres por su incondicional apoyo sus enseñanzas y haber compartido una de las mejores experiencias durante mi estancia en la universidad y haberme trasmitido ese espíritu incansable de hacer bien las cosas, pero sobre todo por ser un ejemplo a seguir.*

*Así mismo una profunda gratitud al Ing. Gianpiere Pereda Llanos por su gran apoyo para poder realizar este objetivo tan importante y a mi compañera Ana Flavia Ríos Rodríguez sin su ayuda no habría podido lograr mi cometido, de una manera muy respetuosa agradecer a mí ya colega la Ing. Kriss Razuri Malqui por su apoyo para conmigo, todo lo agradecido y si me olvido de alguna persona que influyo de sobre manera le agradezco de ante mano dándole la misma gratitud que dejo sentir en mi todo lo vivido gracias con todos.*

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, GRANDEZ ARGOMEDA MAXIMO GABRIEL ALFREDO con DNI N° 42254051, en cumplimiento con las reglamentaciones correspondientes de grados y títulos de la universidad Cesar Vallejo, declaro bajo juramento que toda la información, documentación es de carácter original y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información con respecto a esta tesis son veraces y auténticos.

De esta manera, asumo cualquier responsabilidad que devenga ante cualquier falsedad, omisión de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en el reglamento académico de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, Julio del 2017.

---

Maximo gabriel Alfredo Grandez Argomeda

## **PRESENTACION**

Señores Miembros Del Jurado:

En cumplimiento del reglamento de Grados Y Títulos De La Universidad Cesa Vallejo presento ante usted la tesis titulada: **REMOCIÓN DE Cd y Pb EN SUELOS A ORILLAS DEL RIO MANTARO, JUNIN, MEDIANTE FITORREMEDIACION CON GIRASOL Y MAÍZ USANDO ENMIENDAS**, la misma que someto a vuestra votación y espero cumplir con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniero ambiental.

---

Maximo Gabriel Alfredo Grandez Argomeda

## ÍNDICE

DEDICATORIAS.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DECLARACION DE AUTENTICIDAD.....	iv
PRESENTACION.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	12
1.2. TRABAJOS PREVIOS.....	15
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	18
1.3.1. CONCEPTOS RELACIONADOS.....	18
1.3.2. MARCO TEÓRICO.....	25
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	30
1.4.1. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	30
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	31
1.6. HIPÓTESIS.....	31
1.6.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	32
1.7. OBJETIVOS.....	32
1.7.1. OBJETIVO GENERAL.....	32
1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>33</b>
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	33
2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	35
2.3. POBLACIÓN Y ESCENARIO.....	36
2.3.1 MUESTREO.....	36
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	38
2.5. MÉTODOS DE ANALISIS DE DATOS.....	40
2.6. ASPECTOS ÉTICOS.....	40

<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
<b>3.1. RESULTADOS DE LA REMOCIÓN DE PLOMO y CADMIO EN LA ESPECIE HELIANTHUS ANNUUS (GIRASOL).....</b>	<b>41</b>
<b>3.2. RESULTADOS DE LA REMOCIÓN DE PLOMO Y CADMIO EN LA ESPECIE ZEA MAYS (MAIZ).....</b>	<b>47</b>
<b>3.3. RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DE CADMIO Y PLOMO EN LA BIOMASA RADICULAR DEL TEJIDO VEGETAL DE HELIANTHUS ANNUUS (GIRASOL).....</b>	<b>53</b>
<b>3.4. RESULTADOS DE LAS CONCENTRACIONES DE CADMIO Y PLOMO EN LA BIOMASA RADICULAR DEL TEJIDO VEGETAL DE ZEA MAYS (MAIZ).....</b>	<b>57</b>
<b>3.5. RESULTADOS DE LA EFICIENCIA DE REMOCION DE CADMIO Y PLOMO EN SUELOS CONTAMINADOS.....</b>	<b>61</b>
<b>IV. DISCUSION.....</b>	<b>64</b>
<b>V. CONCLUSION.....</b>	<b>65</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>68</b>

#### **Anexo N° 1: Formato de instrumentos**

Instrumento N°1: Tratamientos Y Enmiendas

Instrumento N°2: Instrumento Del Testigo

Instrumento N°3: Condiciones Iniciales Del Suelo

Instrumento N°4: Características De La Planta

#### **Anexo N° 2: Fotografías**

#### **Anexo N° 3: Matriz de consistencia**

### **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro N°1: ECAS de suelos.....	24
Cuadro N°2: Diseño de investigación.....	33
Cuadro N°3: Operacionalización de variable.....	35
Cuadro N°4: Coordenadas UTM, WGS84.....	37
Cuadro N°5: Rango de germinación.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: MAIZ (ZEA MAYS).....	20
Figura N° 2: GIRASOL (HELIANTHUS ANNUS).....	21
Figura N° 3: Enmienda Humus de Lombriz.....	22
Figura N° 4: Enmienda compost de stevia.....	23
Figura N° 5: Imagen satelital de la zona de influencia y puntos de muestreo.....	37



## RESUMEN

En el presente trabajo se evaluara, mediante tratamientos, la optimización de la fitoextracción de metales pesados mediante *Helianthus annuus* L. (girasol) y *Zea Mays* (maíz), especies bioacumuladoras de metales pesados, mediante la adición de enmiendas al suelo contaminado, para la fitoextracción de plomo y cadmio.

Se inició tomando un total de 50 kg de muestras de suelo contaminado con cadmio y plomo, del departamento de Junín provincia de Jauja distrito de Huaripampa; posteriormente se homogenizó las muestras para tener una sola muestra representativa, la cual nos brindara los datos iniciales del suelo para este estudio, mediante 6 tratamientos con enmiendas, más 2 usando testigos sin enmiendas, se darán para 3 repeticiones dando un total de 24 pruebas. Mediante este procedimiento obtendremos datos confiables, para optimizar con cuál de las especies es más recomendable trabajar para la extracción de cadmio y plomo en suelos de cultivo agrícola, dando de esta manera una solución confiable y de menor costo, comparada con otros tratamientos, al problema de suelos contaminados por metales pesados en áreas de cultivo agrícola.

Así mismo, se tiene conocimiento de estudios previos usando las 2 especies mencionadas en el presente trabajo, lo cual nos indica que *Helianthus annuus* L., tiene más probabilidad de absorber más plomo que cadmio y de igual manera el *Zea mays* tiene más oportunidad de absorber cadmio, teniendo en cuenta que se usaron enmiendas, que en este caso fueron humus y compost, para un óptimo desarrollo de las especies usadas en el presente trabajo, dando de esta manera las condiciones para el óptimo desarrollo de cada especie cultivada.

El tiempo de duración de los cultivos fue de 64 días, los resultados obtenidos durante el tratamiento estadístico arrojaron con un nivel de confianza del 95%, se pudo determinar la remoción de los metales pesados en el suelo contaminado con un 11% de remoción de cadmio, 9.951% de remoción de plomo con las respectivas plantas cultivadas, existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de cadmio y plomo de un tratamiento a otro, así también la absorción por parte de las 2 especies de plantas cultivadas, para obtener como datos, mayor concentración de los metales pesados en la biomasa radicular y un porcentaje menor en la parte aérea de la planta; y dando óptimos resultados en la eficiencia de la remoción de metales pesados en suelos contaminados teniendo en cuenta que los mejores resultados se dieron con el Maíz usando Compost + Humus.

**Palabras clave:** cadmio, plomo, fitorremediación, remoción.

## ABSTRACT

In the present work, the optimization of phytoextraction of heavy metals by *Helianthus annuus* L. (sunflower) and *Zea Mays* (maize), bioaccumulating heavy metal species, by means of the addition of amendments to the contaminated soil, will be evaluated by means of treatments. Phytoextraction of lead and cadmium.

It began by taking a total of 50 kg of samples of soil contaminated with cadmium and lead, from the department of Junín province of Jauja district of Huaripampa; We then homogenized the samples to have a single representative sample, which would provide the initial soil data for this study, using 6 treatments with amendments, plus 2 using controls without amendments, for 3 replications, giving a total of 24 tests. Through this procedure we will obtain reliable data to optimize with which of the species it is more advisable to work for the extraction of cadmium and lead in agricultural soils, thus giving a reliable and less expensive solution, compared to other treatments, to the problem of soils contaminated by heavy metals in areas of agricultural cultivation.

Also, we know of previous studies using the 2 species mentioned in the present study, which indicates that *Helianthus annuus* L. is more likely to absorb more lead than cadmium and likewise *Zea mays* has more opportunity to absorb Cadmium, taking into account that amendments were used, which in this case were humus and compost, for an optimal development of the species used in the present work, thus giving the conditions for the optimum development of each cultivated species.

The duration of the cultures was 64 days, the results obtained during the statistical treatment yielded with a confidence level of 95%, it was possible to determine the removal of the heavy metals in the soil contaminated with an 11% removal of cadmium, 9,951% of lead removal with the respective cultivated plants, there is a statistically significant difference between the concentrations of cadmium and lead from one treatment to another, as well as the absorption by the two species of cultivated plants, to obtain as data, greater Concentration of heavy metals in root biomass and a lower percentage in the aerial part of the plant; And giving optimum results in the efficiency of the removal of heavy metals in contaminated soils taking into account that the best results were obtained with Maize using Compost + Humus.

**Key words:** cadmium, lead, phytoremediation, removal.