



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DEL USO DE ESPECIES VEGETALES: *Zea mays L*  
(Maíz) y *Helianthus annuus L* Girasol) PARA LA REMOCIÓN DE  
CADMIO Y PLOMO EN SUELOS CONTAMINADOS EN EL  
BOTADERO ANDEN, ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR P.N.P,  
PUENTE PIEDRA 2014.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORA**

**MARTÍNEZ LECCA, MAGDALITH ASUNCIÓN**

**ASESORA**

**MAG. MARTHA KELLY AVILÉS PAVÓN**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD**

**LIMA-PERÚ**

**2014-II**

## JURADO

---

Mg, Rosa Rodríguez Anaya.  
(Presidente)

---

Dr.Ing. Jhonny Valverde Flores  
(Secretario)

---

Mg. Martha Kelly Avilés Pavón  
(Vocal)

## **DEDICATORIA**

La presente tesis lo dedico a Dios por darme las fuerzas y la inteligencia para poder terminar la carrera profesional. A mis padres Santos Martínez Cruzado y Felicisma Lecca Domínguez por su apoyo incondicional, por el amor que me brindan día a día y por la confianza que depositan en mí. A mi gran amiga Daysi Peña Rojas por brindarme su amistad y su apoyo tanto en lo académico como personal y de esta manera poder cumplir mi meta.

**Magdalith Asunción Martínez Lecca**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por darme salud y por demostrarme que si hay tropiezos en la vida podemos levantarnos y seguir luchando por nuestra metas, gracias Señor por guiarme siempre por el camino del bien.

Agradezco a mi familia en especial a mis Padres Santos Martínez Cruzado y Felicisma Lecca Domínguez por su gran apoyo brindado en estos cinco años de mi carrera gracias por su amor.

A mis hermanos Walter, Orlando, Margarita y Edras por su apoyo y amor incondicional brindado durante los cinco años de mi carrera.

Al Dr. Abner Chávez Leandro, a la Mg Rosa Rodríguez Anaya, al Dr. Ing. Jhony Valverde Flores, a la Mg. Martha Avilés Pavón por la asesoría brindada durante el desarrollo de mi tesis.

Al Coronel.PNP.Victor Mariño Cahuana por haberme brindado los permisos necesarios para el desarrollo de mi tesis.

Magdalith Asunción Martínez Lecca

## **DECLARACION DE AUTENTICIDAD**

Yo Magdalith Asunción Martínez Lecca con DNI N° 43423298, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Ambiental, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

**Magdalith Asunción Martínez Lecca**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada, “Evaluación del uso de especies vegetales: *zea mays l* (maíz) y *helianthus annusl* (girasol) para la remoción de cadmio y plomo en suelos contaminados en el botadero Andén, Escuela Técnica Superior P.N.P, Puente Piedra,2014II”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Mgdalith Asunción Martínez Lecca.

## ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice General	vii
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Índice de anexos	x
<b>RESUMEN</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiii</b>
<b>I.INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Problema	12
1.2. Objetivos	13
<b>II. MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>13</b>
2.1. Hipótesis	14
2.2. Variables	14
2.3. Operacionalización de Variables	15
2.4. Metodología	16
2.5. Tipo de Estudio	17
2.6. Diseño	17
2.7. Población, Muestra y Muestreo	17
2.8. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	18
2.9. Método de Análisis de Datos	19
<b>III. RESULTADOS</b>	<b>24</b>
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	<b>40</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>42</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>43</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla N° 01: Taxonomía de la planta <i>Helianthus Annus L</i> (Girasol).	10
Tabla N° 02: Taxonomía de la especie ciperácea <i>Zea Mays L</i> (Maíz).	11
Tabla N° 03: Operacionalización de variables.	15
Tabla N°04: Indicadores.	16
Tabla N°05: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	18
Tabla N°06: Pruebas de normalidad para plomo y cadmio.	20
Tabla N° 07: Criterios de prueba de Shapiro – Wilk para plomo y cadmio.	20
Tabla N°08: Prueba de homogeneidad de varianzas	21
Tabla N°09: Criterio de prueba de Levene’s para plomo y cadmio.	21
Tabla N°10: Prueba de muestras independientes.	23
Tabla N° 11: análisis preliminar de suelo del Botadero Andén para plomo.	31
Tabla N° 12: análisis preliminar de suelo del botadero Andén para cadmio.	31
Tabla N°13: Número de plantas desarrolladas de las especies vegetales.	33
Tabla N°14: Resultados de los análisis de laboratorio en Maíz	36
Tabla N°15; Resultados de los análisis de laboratorio en Girasol	37
Tabla N°16: Matriz de consistencia.	46
Tabla N°17: Caracterización de los botaderos de Lima Metropolitana.	47
Tabla N° 18: Análisis preliminar del suelo del botadero Andén.	49
Tabla N° 19: Resultados de análisis del laboratorio Servicios Analíticos Generales (SAG).	49
Tabla N°20: Estándares de Calidad Ambiental para suelos.	50



## ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura N° 01: Inflorescencia racemosa de girasol	9
Figura N° 02: Vista panorámica de un maizal.	11
Figura N° 03: Diseños de la parcela de maíz.	24
Figura N° 04: Diseños de la parcela de girasol.	24
Figura N° 05: Muestreos pre test.	25
Figura N° 06: Suelos rotuladas.	25
Figura N° 07: Semillas de Maíz.	26
Figura N° 08: Semillas de Girasol.	26
Figura N° 09: Sembrado del Maíz.	27
Figura N° 10: Sembrado de Girasol.	27
Figura N° 11: Primer muestreo de Girasol.	28
Figura N° 12: Primer muestreo pos test de Maíz.	28
Figura N° 13: Segundo muestreo de Girasol.	29
Figura N° 14: Segundo muestreo de Maíz.	29
Figura N° 15: Tercer muestreos de Girasol.	30
Figura N° 16: Tercer muestreo pos test de Maíz.	30
Figura N° 17: Crecimiento del Maíz	31
Figura N° 18: Crecimiento del Girasol	32
Figura N° 19: Porcentaje adaptación de las plantas girasol y maíz en los suelos contaminados.	33
Figura N° 20: Porcentaje remoción de las plantas girasol y maíz en los suelos contaminados Con plomo.	34
Figura N° 21: Porcentaje remoción de las plantas girasol y maíz en los suelos contaminados con cadmio	35

Figura N° 22: Variación de la concentración inicial y final de plomo y cadmio (Maíz)	36
Figura N° 23: Variación de la concentración inicial y final de plomo y cadmio (Maíz)	37
Figura N° 24: Comparación de la capacidad remoción de plomo (mg/kg) entre las especies vegetales <i>Helianthus Annus L</i> (Girasol) y la especie <i>Zea Mays I</i> (Maíz) en función del tiempo	38
Figura N°25: Comparación de la capacidad de remoción de cadmio (mg/kg) entre las especies vegetales <i>Helianthus Annus L</i> (Girasol) y la especie <i>Zea Mays I</i> (Maíz) en función del tiempo	39
Figura N°26: Ubicación del área de estudio.	48

## ÍNDICE DE ANEXOS

	pág.
Anexo N°01 Matriz De Consistencia	46
Anexo N°02: Caracterización de los botaderos de Lima Metropolitana	47
Anexo N° 03: Mapa de ubicación del área de estudio	48
Anexo N°04: Análisis preliminar de suelo del botadero Andén	49
Anexo N°05: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo DECRETO SUPREMO N°002-2013-MINAM.	50
Anexo N°06: Preparaciones del área del terreno.	51
Anexo N°07: Toma de muestras pre liminares	52
Anexo N°08: Sembrado de las especies vegetales maíz y girasol en el mes de agosto.	53
Anexo N°09: Adaptaciones de las especies vegetales maíz y girasol después de un mes y diez Días de sembrado en mes de setiembre.	54
Anexo N°10: Primer muestreo pos test muestreo de los suelos con la especie vegetal en el mes de octubre	56
Anexo N°11: Tercer muestreo de los suelos en el mes de noviembre del 2014	58
Anexo N°12: Reporte de análisis de muestra por ICP suelos, 2014	59
Anexo N°13: Informe de ensayo N° 084300, 2014	60
Anexo N°14: Informe de ensayo N° 084528, 2014	61
Anexo N°15: Informe de ensayo N° 084860, 2014	62
Anexo N°16: Cadena de custodia N° 084300, 2014	63
Anexo N°17: Cadena de custodia N° 084860, 2014	64
Anexo N°18: Cadena de custodia N° 084528, 2014	65
Anexo N°19: Hoja de campo.	66

## RESUMEN

La fitorremediación de suelos contaminados por metales pesados como cadmio y plomo es una técnica que consiste en usar especies vegetales que remueven desde sus raíces hacia la parte externa.

Se determinó la eficacia de las especies vegetales maíz (*Zea Mays L*) y girasol (*Helianthus annus L*), para la remoción de cadmio y plomo en suelos, los resultados señalaron que el girasol tuvo una capacidad de remoción para plomo de 32.87 mg/kg y cadmio 5.54mg/kg, mientras que Maíz disminuyó en 29.8mg/kg de plomo y 5.21mg/kg de cadmio observándose diferencias entre ambas especies.

Esta alternativa de bajo costo permite la recuperación de suelos contaminados con metales pesados, reduciendo las concentraciones a niveles que no son tóxicos para la planta. Para descartar la remoción de metales pesados del suelo del botadero Andén ubicado en la Panamericana Norte km 25,5. Distrito -Puente Piedra. Se realizó el experimento a escala piloto, aplicándose el modelo estadístico de diseño experimental completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos en dos parcelas, para lo cual se sembró 16 plantas de Maíz en la primera parcela y 16 plantas de girasol en la segunda parcela sumando un total de 32 plantas por un periodo de 72 días.

Comparando ambas plantas indicadoras como método de tratamiento de remoción de metales pesados se concluyó que el girasol es la planta capacidad de remoción de cadmio y plomo de suelos en comparación al Maíz, siendo el girasol la alternativa más recomendable a usar para la remoción de metales pesados en suelos.

Palabras claves:

Fitorremediación, remoción, metales pesados.

## ABSTRACT

The Phytoremediation of polluted soils by heavy metals like cadmium and lead is a technique which consist of using vegetables species that remove them from their roots outdoors.

It has been determined the efficacy of the vegetables species like Maize (*Zea Mays*) and sunflower (*Helianthus annuus*) to get rid of cadmium and lead from soils, the results indicated that the sunflower had the capacity of removing lead in 32.87mg/kg and cadmium 5.54mg/kg, while maize decreased in 29.8mg/kg from lead and 5.21mg/kg from cadmium ,showing differences between both species.

This alternative of low cost allows polluted soils with heavy metals recovering, reducing the concentration to a level that are not toxics to plants. In order to discard the elimination of heavy metals from soils in the platform located in North of Lima, km 25.5, Rock Bridge an experiment had made by using a pilot scale, applying a statistic model of experimental design by random (DCA); four treatments in two parcels, in which 16 maize's plants had been sown in the first parcel, and 16 sunflower's plants in the second parcel as a total of 32 plants for a period of 72 days.

Making a comparison between both indicator plants like method of treatment of removing heavy metals it has concluded that the sunflower is the plant which has the capacity of getting rid of cadmium and lead from soils better than the maize .As a result, the sunflower is the most recommended alternative to use in removing heavy metals from soils.

Key words: Phytoremediation, Heavy, metals remove