



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Capacidad fitoextractora de *Amaranthus hybridus* L. y micorrizas en suelos contaminados con metales pesados, Sector Shorey, Quiruvilca, Santiago De Chuco, La Libertad”

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

AUTORA:

Cynthia Llanos Gosgot

ASESOR:

M. Sc. Fernando Ugaz Odar

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

TRUJILLO – PERÚ

2017

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
I.INTRODUCCIÓN.....	7
1.1.Realidad Problemática	7
1.2.Trabajos previos.....	8
1.3.Teorías relacionadas al tema	11
1.4.Formulación del problema	20
1.5.Justificación del estudio.....	20
1.6.Hipótesis	21
1.7.Objetivos.	21
1.7.1.General.....	21
1.7.2.Específicos	21
II.MÉTODO.....	22
2.1.Fases de procesos	22
2.1.1.Esquema fases del proceso.....	22
2.2.Diseño de investigación.....	22
2.2.1.Esquema del diseño de investigación	23
2.3.Variables, operacionalización	23
2.3.1.Variables.....	23
2.3.2.Operacionalización	23
2.4.Población y muestra.....	25
2.4.1.Población.....	25
2.4.2.Muestra.....	25
2.4.3.Muestreo.....	25
2.5.Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	26
2.5.1.Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
2.5.2.Validez y confiabilidad.....	27
2.6.Métodos de análisis de datos	27
III.RESULTADOS	28
IV.DISCUSIÓN	33
V.CONCLUSIONES.....	37
VI.RECOMENDACIONES.....	38
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándar de Calidad para El Suelo	14
Tabla 2. Velocidad de infiltración en el suelo según la textura	16
Tabla 3. Clasificación del pH	19
Tabla 4. Operacionalización de variables	24
Tabla 5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
Tabla 6. Determinación y métodos de análisis del suelo	26
Tabla 7. Resultados del Análisis de caracterización del suelo	28
Tabla 8. Porcentaje de remoción de los metales pesados por grupo.....	29
Tabla 9. Porcentaje de incremento de los metales pesados por grupo.....	30
Tabla 10. Macro y Micro nutrientes encontrados en el suelo	31
Tabla 11. Comparación ECA-Suelo con los metales pesados	32
Tabla 12. Pruebas de normalidad.....	45
Tabla 13. Rangos de Mann-Whitney	46
Tabla 14. Prueba estadísticos de Mann-Whitney.....	46
Tabla 15. Indicadores Físicos.....	48
Tabla 16. Indicadores Químicos	49
Tabla 17. Dosis de agua requerido para el <i>Amaranthus hybridus</i> L. en el tratamiento.....	51
Tabla 18. Movilidad de los metales pesados en función a las condiciones de pH en el suelo.....	52
Tabla 19. Niveles de materia orgánica (%) según textura del suelo.....	52
Tabla 20. Concentración de los metales pesados en fertilizantes.....	52
Tabla 21. Concentraciones de los metales según la Norma Mexicana (NOM-147-SEMARNAT/SSA 1-2004.....	53
Tabla 22. Base de datos de los metales.....	54
Tabla 23. Análisis de los nutrientes del suelo	55
Tabla 24. Caracterización del suelo.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de remoción de los metales por grupo de estudio	29
Figura 2. Porcentaje de incremento de los metales por grupo de estudio	30
Figura 3. Diagrama de cajas de la capacidad fitoextractora de <i>Amaranthus hybridus</i> .L frente a los metales	47
Figura 4. Diagrama de cajas de la capacidad fitoextractora por grupo de estudio.....	47
Figura 5. Esquema de muestreo de suelos para áreas de forma irregular	51
Figura 6. Análisis de caracterización del suelo del sector Shorey	57
Figura 7. Identificación de la población	61
Figura 8. Especie <i>Amaranthus hybridus</i> . L del sector Shorey chico, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco	62
Figura 9. Toma de la Muestra para los análisis	63
Figura 10. Semillas del <i>Amaranthus hybridus</i> .L	64
Figura 11. Micorrizas obtenidas de la raíz del <i>Medicago sativa</i>	64
Figura 12. Especie <i>Amaranthus</i> híbridos recién sembrada más micorrizas en el suelo contaminación por metales pesados.....	65
Figura 13. Especie <i>Amaranthus</i> híbridos a los tres meses de ser sembrada más micorrizas en el suelo contaminación por metales pesados.....	65
Figura 14. Especie <i>Amaranthus</i> híbridos a los tres meses y 2 semanas de ser sembradas más micorrizas en el suelo contaminado por metales pesados.....	66

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad remediar los suelos contaminados por metales pesados de la sierra de La Libertad, mediante el tratamiento de la especie *Amaranthus hybridus.L* en unión con las micorrizas. El tipo de diseño que tubo esta investigación fue un diseño cuasi experimental, con pre prueba- post prueba y grupo control. Con muestra de 5 puntos representativos de suelo contaminado con metales pesados de Shorey Chico. El método de procesamiento de análisis estadísticas fue en el Software IBM SPSS STATISTIC 23, utilizando la prueba de U-Mann Whitney para datos no paramétricos, para probar las hipótesis. La determinación de las concentraciones de la pre-prueba y la post-prueba de los metales pesados se realizó en el laboratorio Servicios Generales Analíticos S.A.C, con el método EPA-Method 200.7. En conclusión, el *Amaranthus hybridus L.* y las micorrizas poseen la capacidad de fitoextraer siete metales pesados que contaminan los suelos del sector Shorey chico, que son Sb, Cd, Hg, Cu, Sn, Ce, As con -44,05%, -42,15 %, -32,14%, -17,28 %, -15,67%, -13,36% y -9,12% de remoción respectivamente obteniendo la mayor fitoextracción el Sb y de menor el As, cabe recalcar que de los siete metales remediados solo tres considera el ECA-Suelo (D.S. N°002-2013-MINAM) que son Cd, Hg y As quienes han logrado disminuir sus concentraciones pero que aún el Cd y As siguen contaminando los suelos del Sector Shorey.

Palabras clave: Capacidad fitoextractora, metales, *Amaranthus hybridus.L*, micorrizas.

ABSTRACT

The present research work was carried out with the purpose of remedying the soils contaminated by heavy metals from the Sierra de La Libertad, by treating the *Amaranthus hybridus.L* species in conjunction with the mycorrhizae. The type of design that this research pipe was a quasi-experimental design, with pre-test-post test and control group. With sample of 5 representative points of soil contaminated with heavy metals of Shorey Chico. The statistical analysis processing method was in the IBM SPSS STATISTIC 23 Software, using the U-Mann Whitney test for nonparametric data, to test the hypotheses. The determination of the concentrations of the pre-test and the post-test of the heavy metals was carried out in the laboratory General Analytical Services S.A.C, with the method EPA-Method 200.7. In conclusion, *Amaranthus Hybridus L.* and mycorrhizae have the ability to fitoextract seven heavy metals that contaminate the soils of the Shorey Chico sector, which are Sb, Cd, Hg, Cu, Sn, Ce, As with -44.05%, -42.15%, -32.14%, -17.28%, -15.67%, -13.36% and -9.12% removal, respectively, obtaining the highest phytoextraction in Sb and lowest in As, It should be noted that of the seven metals remediated only three considers the ECA-Suelo (DS N ° 002-2013-MINAM) that are Cd, Hg and As who have managed to reduce their concentrations but that even the Cd and As continue to contaminate the soils of the Sector Shorey.

Key words: Phytoextracting capacity, metals, *Amaranthus hybridus.L*, mycorrhizae.