



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

REMOCIÓN DE METALES PESADOS CON *Urtica urens* L. EN SUELOS
CONTAMINADOS DEL DISTRITO DE HUAMACHUCO, PROVINCIA SÁNCHEZ
CARRIÓN, LA LIBERTAD.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A)
AMBIENTAL**

AUTORES:

Mogollón Rivera, Carlos Eduardo

Parrilla Vinces, Yajaira

Sotero Yglesias, Paola

Valderrama Barreto, Diana

ASESOR:

Dr. Ugaz Odar, Fernando

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los recursos naturales

Trujillo – Perú

2018

JURADO EVALUADOR

Dr. Ugaz Odar, Fernando

PRESIDENTE

Dr. Cruz Monzón, José

SECRETARIO

Ms. Moreno Eustaquio, Walter

VOCAL

DEDICATORIA

Dedicamos de manera especial a nuestros padres, pues ellos fueron los principales cimientos para la construcción de nuestra vida profesional, inculcando en nosotros las bases de responsabilidad y deseos de superación, pues en ellos tenemos el espejo en el cual nos queremos reflejar, pues sus virtudes infinitas y su gran corazón nos llevan a admirarlos cada día más.

LOS AUTORES

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a nuestro señor Jesucristo y a la Virgen María por brindarnos salud, comprensión y paciencia a cada uno de nosotros.

A cada uno de nuestros padres por el apoyo incondicional durante todo nuestro crecimiento personal y profesional.

A nuestros honorables asesores Dr. Julio Chico Ruíz y Dr. Fernando Ugaz Odar por su guía profesional en cada paso del proceso de nuestra tesis.

Agradecimiento a todos los integrantes de este proyecto de tesis por su entrega y arduo desempeño, demostrando amistad y apoyo mutuo en cada momento.

LOS AUTORES

DECLARACIÓN DE AUNTENTICIDAD

Yo, Carlos Eduardo Mogollón Rivera, identificado con DNI N° 48321641, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténtico 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.

Trujillo, 4 de diciembre de 2018

Carlos Eduardo Mogollón Rivera

DNI N° 48321641

DECLARACIÓN DE AUNTENTICIDAD

Yo, Yajaira Parrilla Vines, identificado con DNI N° 75584712, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténtico 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.

Trujillo, 4 de diciembre de 2018

Yajaira Parrilla Vines

DNI N° 75584712

DECLARACIÓN DE AUNTENTICIDAD

Yo, Claudia Paola Sotero Yglesias, identificado con DNI N° 76173241, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténtico 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.

Trujillo, 4 de diciembre de 2018

Claudia Paola Sotero Yglesias

DNI N° 76173241

DECLARACIÓN DE AUNTENTICIDAD

Yo, Diana Carolina Valderrama Barreto, identificado con DNI N° 73319939, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténtico 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.

Trujillo, 4 de diciembre de 2018

Diana Carolina Valderrama Barreto

DNI N° 73319939

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado.

En cumplimiento a las normas establecidas en la Universidad César Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental, pongo a su disposición la tesis titulada: **REMOCIÓN DE METALES PESADOS CON *Urtica urens* L. EN SUELOS CONTAMINADOS DEL DISTRITO DE HUAMACHUCO, PROVINCIA SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD**, la cual consta de seis capítulos: Introducción, método, resultados, discusiones, conclusiones y recomendaciones. Teniendo como objetivo principal: Analizar el porcentaje de remoción de metales pesados con *Urtica urens* L. en suelos contaminados con metales pesados en el distrito de Huamachuco, Sánchez Carrión, La Libertad.

La misma que sometemos a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos necesarios para obtener el título profesional de ingeniero ambiental.

LOS AUTORES

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Realidad problemática.	15
1.2. Trabajos previos.	17
a. Internacionales.....	17
b. Nacionales.....	18
1.3. Teorías relacionadas al tema.	22
a. <i>Urtica urens</i> L.....	22
b. Características morfológicas de la planta.....	22
c. Germinación.....	23
d. Suelo.....	23
e. Metales pesados.....	23
f. Suelo contaminado por metales pesados.....	24
g. Fitorremediación.....	24
h. Fitoextracción.....	25
k. Sustrato de <i>Cavia porcellus</i> como abono orgánico.....	25
l. Minería artesanal en Huamachuco.	26
m. Guía para muestras de suelo D.S. N° 002-2013-MINISTERIO DEL AMBIENTE.....	26
n. Estándares de calidad ambiental – suelo D.S. N° 011-2017 MINISTERIO DEL AMBIENTE.....	26
1.4. Formulación del problema.....	28
1.5. Justificación del estudio.....	28
1.6. Objetivos.....	28
1.6.1. Objetivo general:	28
II. Método.....	29

2.1.	Diseño de investigación	29
2.2.	Variables, operacionalización	31
2.2.1.	Variables	31
2.3.	Población y muestra	34
2.3.1.	Población	34
2.3.2.	Muestra	34
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	36
2.4.1.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
2.4.1.1.	Fases del proyecto	36
2.4.2.	Validez y confiabilidad	37
2.5.	Método de análisis de datos	38
2.5.1.	Prueba de Normalidad	38
2.5.2.	Diseño Estadístico con dos variables	38
III.	Resultados	39
3.1.	Análisis físico - químico del suelo y abono <i>Cavia Porcellus</i>	39
3.2.	Análisis textural	39
3.3.	Determinación de metales pesados en el pre y post análisis de suelo del Caserío de El Toro	40
3.5.	Prueba de normalidad del porcentaje de remoción de metales pesados en suelo del caserío de El Toro	41
3.6.	Prueba de homogeneidad de varianzas de error del porcentaje de remoción de metales pesados en suelo del caserío de El Toro	42
3.7.	Análisis de varianza de ANOVA del porcentaje de remoción de metales pesados en suelo del caserío de El Toro	42
3.8.	Prueba de Tukey del porcentaje de remoción de metales pesados en suelo del caserío de El Toro	44
IV.	Discusión	46
V.	Conclusiones	47

VI. Recomendaciones.....	48
VII. Referencias	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándares de Calidad Ambiental – MINISTERIO DEL AMBIENTE	27
Tabla 2. Diseño de investigación.....	29
Tabla 3. Cuadro de Variables, operacionalización	32
Tabla 4. Coordinadas del Caserío “El Toro”	34
Tabla 5. Coordinadas de los 5 puntos de muestreo	35
Tabla 6. Análisis físico - químicos del suelo contaminado del caserío El Toro y del abono de <i>Cavia Porcellus</i>	39
Tabla 7. Análisis textural.....	39
Tabla 8. Análisis del contenido de los metales pesados (pre y post) en suelo del Caserío de El Toro.....	40
Tabla 9. Análisis del porcentaje removido de metales pesados en el suelo del Caserío de El Toro	40
Tabla 10. Características morfológicas - <i>Urtica Urens L</i>	41
Tabla 11. Prueba de normalidad del porcentaje de remoción de metales pesados en suelo del caserío de El Toro.....	41
Tabla 12. <i>Prueba de normalidad del porcentaje de remoción de metales pesados en suelo del caserío de El Toro</i>	42
Tabla 13. Análisis de varianza de ANOVA del porcentaje de remoción de metales pesados en suelo del caserío de El Toro.....	42
Tabla 14. Subconjuntos homogéneos % REMOCION DE ARSENICO	44
Tabla 15. Subconjuntos homogéneos % REMOCION DE BARIO.....	44
Tabla 16. Subconjuntos homogéneos % REMOCION DE CADMIO	45
Tabla 17. Subconjuntos homogéneos % REMOCION DE CROMO	45
Tabla 18. Subconjuntos homogéneos % REMOCION DE MERCURIO	45
Tabla 19. Subconjuntos homogéneos % REMOCION DE PLOMO	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los tratamientos	31
Figura 2. Coordenadas de los 4 puntos de la zona muestral.....	35
Figura 3. Coordenadas de los 5 puntos de muestreo	36
Figura 4. Localización de puntos de muestreos en el Área de escavación regular: Forma de Rectángulo - MINAM	54
Figura 5. Comparación del resultado inicial con el tratamiento 1 (60% de suelo + 40% de abono) del suelo agrícola contaminado por metales pesados en el Distrito de Huamachuco, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad. (40% de abono + 60% de suelo contaminado)...	63
Figura 6. Comparación del resultado inicial con el tratamiento 2 (70% de suelo + 30% de abono) del suelo agrícola contaminado por metales pesados en el Distrito de Huamachuco, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad. (40% de abono + 60% de suelo contaminado)...	64
Figura 7. Comparación del resultado inicial con el tratamiento 2 (80% de suelo + 20% de abono) del suelo agrícola contaminado por metales pesados en el Distrito de Huamachuco, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad. (40% de abono + 60% de suelo contaminado)...	64
Figura 8. Análisis del porcentaje de remoción en los metales pesados que contempla la normativa ambiental en los 3 tratamientos estudiados.	65
Figura 9. <i>Visita de campo a la población y muestra estudiada</i>	65
Figura 10. <i>Reconocimiento del área y perímetro de la zona muestral según la guía de muestreo – MINAM</i>	66
Figura 11. <i>Identificación de coordenadas Geográficas mediante GPS</i>	66
Figura 12. <i>Determinación de los 8 puntos de muestreos según la Guía de muestreo – MINAM</i>	67
Figura 13. <i>Homogenización de los 8 puntos de muestreos del suelo contaminado</i>	67
Figura 14. <i>Recolección y reconocimiento de Semillas Urtica urens L.</i>	68
Figura 15. <i>Germinación de la semilla Urtica urens L.</i>	68
Figura 16. <i>Urtica urens L. en las placas petri a los 15 días</i>	69
Figura 17. <i>Se empleó celdas Germinadoras durante el crecimiento de la Urtica urens L.</i>	69
Figura 18. <i>Macetas del Tratamiento 1</i>	70
Figura 19. <i>Macetas del Tratamiento 2</i>	70
Figura 20. <i>Macetas del Tratamiento 3</i>	71

Figura 21. <i>Urtica Urens L. en sus diferentes tratamientos</i>	71
Figura 22. <i>Etiquetado de suelo en diferentes tratamientos para sus análisis</i>	72

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.....	53
ANEXO 2. Guía De Muestreo De Suelos	54
ANEXO 3. Análisis de N, P, K del Abono Orgánico (Cavia porcellus).....	54
ANEXO 4. Análisis de los parámetros físicos del Abono Orgánico (Cavia porcellus).....	55
ANEXO 5. Análisis de Fertilidad del Suelo Agrícola contaminado por metales pesados en el Distrito de Huamachuco, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad.....	55
ANEXO 6. Análisis Textural y Capacidad Total del Cambio del Suelo Agrícola contaminado por metales pesados en el Distrito de Huamachuco, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad	56
ANEXO 7. Análisis de metales pesados del suelo agrícola contaminado por metales pesados en el Distrito de Huamachuco, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad.....	56
ANEXO 8. Análisis de varianza de ANOVA del porcentaje de remoción de metales pesados en suelo del caserío de El Toro.....	57
ANEXO 9. Tipo de fertilizantes y proporciones de elementos que contienen	58
ANEXO 10. Promedios del área de cada tratamiento, cantidad de raíces y la relación entre ambas	58
ANEXO 11. Reporte de los Análisis de Laboratorio.....	59

RESUMEN

En la presente investigación “Remoción de metales con *Urtica Urens L.* en suelos contaminados del distrito de Huamachuco, provincia Sánchez Carrión, La Libertad”. Este proceso se llevó a cabo en la localidad de Trujillo, provincia de Trujillo, durante el periodo del mes de setiembre a fines de octubre; es decir desde la germinación de la especie hasta la remoción de los metales pesados del suelo. Para ello se realizó pruebas experimentales con tres tratamientos, los cuales se diferencian en el contenido de abono y suelo contaminado, el primer tratamiento consta de 600 gr y 900 gr de abono y suelo respectivamente, el segundo tratamiento de 450 gr y 1050 gr, y el tercer tratamiento de 300 gr y 1200 gr; cada tratamiento cuenta con tres plantas de *Urtica urens L.*, para luego analizar la remoción que hizo la especie en el suelo contaminado del caserío mencionado, además de contrastar los resultados con la normativa ambiental (ECA).

Mediante el análisis estadístico se determinó que el tratamiento 1 (40% de abono *Cavia Porcellus* + 60% de suelo contaminado) fue el más eficaz para la remoción de ARSÉNICO, MERCURIO y PLOMO con valores porcentuales de 65, 98 y 64 respectivamente, donde el análisis de varianza indica que el grupo de datos no presentan homogeneidad en sus varianzas, siendo el valor $p < 0,05$; mientras que para el BARIO, CADMIO y CROMO, su remoción no tiene diferencia significativa entre un tratamiento del otro, pues el análisis de varianza indica que el grupo de datos sí presentan homogeneidad en sus varianzas, siendo el valor $p > 0,05$.

Palabras claves: Suelo, *Urtica urens L.*, abono de *Cavia porcellus*, metales pesados, remoción.

ABSTRACT

In the present investigation "Removal of metals with *Urtica urens* L. in contaminated soils of the district of Huamachuco, Sánchez Carrión province, La Libertad". This process was carried out in the town of Trujillo, province of Trujillo, during the period of September to the end of October; that is, from the germination of the species to the removal of heavy metals from the soil. For this, experimental tests were carried out with three treatments, which differ in the content of fertilizer and contaminated soil, the first treatment consists of 600 gr and 900 gr of fertilizer and soil respectively, the second treatment of 450 gr and 1050 gr, and the third treatment of 300 gr and 1200 gr; Each treatment has three *Urtica urens* L plants, to later analyze the removal of the species in the contaminated soil of the aforementioned farm, as well as to compare the results with environmental regulations (ECA).

Through statistical analysis it was determined that treatment 1 (40% of *Cavia porcellus* fertilizer + 60% of contaminated soil) was the most effective for the removal of ARSENIC, MERCURY and LEAD with percentage values of 65, 98 and 64 respectively, where the Analysis of variance indicates that the group of data do not show homogeneity in their variances, being the value $p < 0.05$; while for the BARIUM, CADMIUM and CHROME, its removal does not have significant difference between one treatment of the other, because the analysis of variance indicates that the group of data do present homogeneity in their variances, being the value $p > 0.05$.

Keywords: Soil, *Urtica urens* L., fertilizer *Cavia porcellus*, heavy metals, removal.