



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Fitoextracción de plomo (Pb) del suelo contaminado utilizando *Sonchus Oleraceus L.* en una industria de metal mecánica, Puente Piedra – Lima, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

OBREGÓN QUISPE, LUIS MAURICIO (ORCID: 0000-0003-4184-0631)

ASESORA:

MSc. ALIAGA MARTINEZ, MARÍA PAULINA (ORCID: 0000-0003-2767-4825)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

Lima – Perú

2020

DEDICATORIA

A mis padres que me han dado la vida y fortaleza para poder afrontar los momentos más difíciles y terminar mi trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiarme en el camino del bien y culminar con éxito una etapa importante en mi vida. A mi alma mater Universidad César Vallejo, a mi asesora Ing. María Aliaga Martínez y a todas las personas en general por haber aportado un granito de arena en mi proceso de formación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	11
2.1.Tipo y diseño de investigación.....	11
2.2.Operacionalización de variables.....	13
2.3.Población, muestra y muestreo.....	14
2.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	15
2.5.Procedimiento	18
2.6.Método de análisis de datos	26
2.7.Aspectos éticos.....	26
III. RESULTADOS.....	27
IV. DISCUSIÓN	81
V. CONCLUSIONES	84
VI. RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS.....	87
Anexos	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	13
Tabla 2. Coordenadas de los puntos del muestreo de suelo.....	14
Tabla 3. Técnica e Instrumentos.....	16
Tabla 4. Etapas del proyecto.....	16
Tabla 5. Validez de instrumentos de recolección de datos.....	17
Tabla 6. Resultados de la Concentración inicial y final de Plomo en el suelo con diferentes tratamientos usando la especie <i>Sonchus oleraceus</i> l.	27
Tabla 7. Prueba de normalidad de Plomo en el suelo.....	28
Tabla 8. ANOVA para el plomo en el suelo.....	29
Tabla 9. Tukey para el plomo en el suelo.....	29
Tabla 10. Resultados de pH inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie <i>Sonchus oleraceus</i> l.	31
Tabla 11. Prueba de normalidad del pH.....	32
Tabla 12. ANOVA para pH.....	33
Tabla 13. Tukey para el pH.....	34
Tabla 14. Resultados de Temperatura inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie <i>Sonchus oleraceus</i> l.	35
Tabla 15. Prueba de normalidad de Temperatura.....	36
Tabla 16. ANOVA para Temperatura.....	37
Tabla 17. Tukey para la temperatura.....	37
Tabla 18. Resultados de CE inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie <i>Sonchus oleraceus</i> l.	39
Tabla 19. Prueba de normalidad para conductividad eléctrica.....	40
Tabla 20. ANOVA para conductividad eléctrica.....	41
Tabla 21. Tukey para conductividad eléctrica.....	42
Tabla 22. Resultados de Humedad inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie <i>Sonchus oleraceus</i> l.	43
Tabla 23. Prueba de normalidad para humedad.....	44
Tabla 24. ANOVA para humedad.....	45
Tabla 25. Tukey para humedad.....	46
Tabla 26. Resultados de CIC inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie <i>Sonchus oleraceus</i> l.	47
Tabla 27. Prueba de normalidad para CIC.....	48
Tabla 28. ANOVA para CIC.....	49
Tabla 29. Tukey para CIC.....	49

<i>Tabla 30. Resultados de Materia orgánica inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie Sonchus oleraceus l.</i>	51
<i>Tabla 31. Prueba de normalidad para materia orgánica</i>	52
<i>Tabla 32. ANOVA para materia orgánica</i>	52
<i>Tabla 33. Tukey para materia orgánica</i>	53
<i>Tabla 34. Resultados de Texura inicial y final del suelo con diferentes tratamientos usando la especie Sonchus oleraceus l.</i>	55
<i>Tabla 35. Análisis textural del suelo inicial y final</i>	56
<i>Tabla 36. Resultados de concentración de plomo inicial y final de la planta con diferentes tratamientos usando la especie Sonchus oleraceus l.</i>	57
<i>Tabla 37. Prueba de normalidad de plomo en la planta Sonchus oleraceus l.</i>	58
<i>Tabla 38. ANOVA de plomo en la planta Sonchus oleraceus l.</i>	59
<i>Tabla 39. Tukey para el plomo en la planta Sonchus oleraceus l.</i>	59
<i>Tabla 40. Eficiencia de los cultivos por diferentes tiempos de vida del Sonchus oleraceus l.</i>	62
<i>Tabla 41. Resultados de longitud de la raíz inicial y final de la planta con diferentes tratamientos usando la especie Sonchus oleraceus l.</i>	64
<i>Tabla 42. Prueba de normalidad de longitud de raíz</i>	65
<i>Tabla 43. ANOVA de longitud de raíz</i>	66
<i>Tabla 44. Tukey para la longitud de raíz</i>	67
<i>Tabla 45. Resultados del número de hojas inicial y final de la planta con diferentes tratamientos usando la especie Sonchus oleraceus l.</i>	69
<i>Tabla 46. Prueba de normalidad del número de hojas</i>	70
<i>Tabla 47. ANOVA del número de hojas</i>	71
<i>Tabla 48. Tukey para el número de hojas</i>	72
<i>Tabla 49. Resultados de longitud del tallo inicial y final de la planta con diferentes tratamientos usando la especie Sonchus oleraceus l.</i>	75
<i>Tabla 50. Prueba de normalidad de la longitud de tallo</i>	76
<i>Tabla 51. ANOVA de la longitud de tallo</i>	77
<i>Tabla 52. Tukey para la longitud del tallo</i>	77

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación de los puntos del muestreo de suelo</i>	15
<i>Figura 2. Puntos de muestreo de suelo a) Punto de muestreo SU-01, b) Punto de muestreo SU-02, c) Punto de muestreo SU-03, d) Punto de muestreo SU-04</i>	18

Figura 3. Homogeneización del suelo y Técnica de recolección	19
Figura 4. Muestra de suelo inicial.....	20
Figura 5. Asociación Agrícola Copacabana	20
Figura 6. Muestras iniciales del <i>Sonchus oleraceus</i> l.....	21
Figura 7. Maceta casera	22
Figura 8. Acondicionamiento de las especies implantadas inicialmente	22
Figura 9. Proceso de los análisis fisicoquímicos del suelo	23
Figura 10. Muestra final del suelo	24
Figura 11. Recepción de muestras	24
Figura 12. Medición de raíz, longitud y conteo de hojas para cada tratamiento T1, T2, T3.....	25
Figura 13. Muestras finales del <i>Sonchus oleraceus</i> l.	25
Figura 14. Concentración inicial y final de plomo en el suelo vs. tratamientos 1, 2 y 3.....	27
Figura 15. Concentración inicial y final del pH en el suelo vs. tratamientos 1, 2 y 3	31
Figura 16. Concentración inicial y final de la temperatura vs. tratamientos 1, 2 y 3	35
Figura 17. Concentración inicial y final de conductividad eléctrica vs. tratamientos 1, 2 y 3.....	39
Figura 18. Concentración inicial y final de la humedad vs. tratamientos 1, 2 y 3.....	43
Figura 19. Capacidad de intercambio catiónico inicial y final del suelo.....	47
Figura 20. Concentración inicial y final de la muestra de la materia orgánica vs. tratamientos 1,2 y 3	51
Figura 21. Concentración inicial y final de la textura del suelo vs. tratamientos 1, 2 y 3.....	55
Figura 22. Diagrama textural del suelo	56
Figura 23. Concentración inicial y final de plomo en la planta vs. tratamientos 1, 2 y 3	57
Figura 24. Eficiencia de la fitoextracción del <i>Sonchus oleraceus</i> l. T1, T2 y T3	63
Figura 25. Longitud de la raíz inicial y final de la planta vs. tratamientos 1, 2 y 3	64
Figura 26. Número de hojas inicial y final de la planta vs. tratamientos 1, 2 y 3.....	70
Figura 27. Longitud del tallo inicial y final de la planta vs. tratamientos 1, 2 y 3	75
Figura 28. Lugar y toma de la muestra <i>Sonchus oleraceus</i> L.	101
Figura 29. Asociación agrícola copacabana distrito puente piedra - lima.....	101
Figura 30. Implementación del proyecto con la especie <i>Sonchus oleraceus</i> L.	102
Figura 31. Recojo de la muestra etiquetada y medición de la especie foliar.....	102
Figura 32. Monitoreo in-situ de parametros de pH, humedad y temperatura	103
Figura 33. Análisis físico-químicos y muestra etiquetada del suelo	103
Figura 34. Peso de la muestra exacta del suelo en la báscula y balanza analítica	104
Figura 35. Secado en la mufla las muestras de suelo a analizar	104

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la remoción de plomo (Pb) en el suelo contaminado de una industria metal mecánica mediante el uso del *Sonchus oleraceus l*, ubicada en Puente Piedra, Lima. Se aplicó la técnica de fitoextracción del plomo en el suelo contaminado, el cual se observó la absorción del contaminante dentro de un periodo de 30 días en diferentes periodos vegetativo de la planta del *Sonchus oleraceus l*, considerando la especie con 1 mes de vida (T1), 2 meses de vida (T2) y la última con 3 meses vida (T3). Esta investigación fue de tipo aplicada, el enfoque cuantitativo y el diseño experimental. La población de estudio comprendió 1000 m², del área de influencia directa de la industria metal mecánica y la muestra fue de 28 kg de suelo contaminado con plomo. Para la evaluación de los indicadores se aplicó los instrumentos de recolección de datos. El análisis de Plomo se determinó usando espectrometría de absorción atómica. Los resultados indicaron que la concentración inicial de Plomo en el *Sonchus oleraceus l*, antes del tratamiento era 16,53 mg/kg (T1), 18.72 mg/kg (T2) y 21.50 mg/kg (T3) y después de un mes la concentración final del Plomo en la especie presentaron los siguientes valores 223.30 mg/kg (T1), 352.96 mg/kg (T2) y 477.08 mg/kg (T3); mientras que la concentración inicial de plomo en el suelo contaminado fue de 895,10 mg/kg llegando a una concentración final de 673.49 mg/kg (T1), 538.58 mg/kg (T2) y 432.22 mg/kg (T3). Se concluye que el tratamiento 3 presentó mayor porcentaje de remoción de plomo en el suelo contaminado con un 51.71 %, y la especie *Sonchus oleraceus l*, absorbe 477.08 mg/kg. La presente investigación determina que la aplicación de la fitoextracción es una técnica importante para remediar suelos contaminados por plomo, así mismo el mejor periodo vegetativo de la especie es a los 3 meses donde absorbe mayor concentración de Plomo.

Palabras clave: Fitoextracción, Suelo contaminado, *Sonchus oleraceus l*.

ABSTRACT

The present investigation was to determine the removal of lead (Pb) in the contaminated soil of a mechanical metal industry through the use of *Sonchus oleraceus l*, located in Puente Piedra, Lima. The technique of phytoextraction of lead in the contaminated soil was applied, which observed the absorption of the contaminant within a period of 30 days in different vegetative periods of the *Sonchus oleraceus l* plant, considering the species with 1 month of life (T1), 2 months of life (T2) and the last one with 3 months of life (T3). This research was applied type, quantitative approach and experimental design. The study population comprised 1000 m² of the area of direct influence of the mechanical metal industry and the sample was 28 kg of soil contaminated with lead. For the evaluation of the indicators the data collection instruments were applied. Lead analysis was determined using atomic absorption spectrometry. The results indicated that the initial concentration of lead in *Sonchus oleraceus l*, before treatment was 16.53 mg / kg (T1), 18.72 mg / kg (T2) and 21.50 mg / kg (T3) and after one month the Final concentration of lead in the species had the following values 223.30 mg / kg (T1), 352.96 mg / kg (T2) and 477.08 mg / kg (T3); while the initial concentration of lead in the contaminated soil was 895.10 mg / kg reaching a final concentration of 673.49 mg / kg (T1), 538.58 mg / kg (T2) and 432.22 mg / kg (T3). It is concluded that treatment 3 had a higher percentage of lead removal in the soil contaminated with 51.71%, and the species *Sonchus oleraceus l* absorbs 477.08 mg / kg. The present investigation determines that the application of the phytoextraction is an important technique to remedy soils contaminated by lead, likewise the best vegetative period of the species is at 3 months where it absorbs greater concentration of Lead.

Keywords: Phytoextraction, Contaminated soil, *Sonchus oleraceus l*

Yo, MARÍA ALIAGA MARTINEZ
docente de la Facultad de INGENIERÍA y Escuela Profesional de Ing. Ambiental de la Universidad César Vallejo LIMA - NORTE (precisar filial o sede),
revisor(a) de la tesis titulada

" Fitoextracción de Plomo (Pb) del suelo contaminado utilizando Sonchus oleraceus L. en una industria de metal mecánica, Puente Piedra - LIMA, 2019.
.....
..... "

del (de la) estudiante LUIS MAURICIO OBREGON QUISPE
....., constato que la investigación tiene un índice de similitud de 2.4 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha. LIMA, 17 de Enero del 2020



M.C. ING. ALIAGA MARTINEZ, MARIA

DNI: 08663264

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------