



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“Evaluación de la capacidad fitoextractora de la alfalfa (*Medicago sativa*)
y perejil (*Petroselinum crispum*) en la remediación de suelos
contaminados por Plomo en el distrito de Anta – Carhuaz, 2016”**

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

AUTOR:

Gino Valentín Palacios Cerna

ASESOR:

Mg. Ing. Juan Peralta Medina

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA – PERÚ

2016-II

JURADO

.....

Dr. Ing. Elmer Benítez Alfaro

PRESIDENTE

.....

Dr. Ing. Lorgio Valdiviezo Gonzales

SECRETARIO

.....

Mg. Ing. Juan Peralta Medina

VOCAL

Dedicatoria

Está dedicado a mis seres queridos y en especial a mis padres que se sienten felices por mi logro el estudiar la carrera de Ingeniería Ambiental y que desearon de todo corazón que concluyera satisfactoriamente.

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a Dios por estar siempre conmigo y haberme guiado a lo largo de mi carrera, también por tener unos padres luchadores que día a día trabajan imparablemente para salir adelante así concluir mi carrera y por haberme inculcado valores que han hecho de mí una persona de bien, a la Universidad César Vallejo por haberme acogido en su casa de estudios y darme la oportunidad de alcanzar mis metas profesionales, a mis profesores especialmente a mi asesor metodológico.

Declaración de autenticidad

Yo Gino Valentín Palacios Cerna con DNI N° 46822574, 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 Académico Profesional 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.

Lima, 1 de Diciembre del 2016

Gino Valentín Palacios Cerna

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 de la capacidad fitoextractora de la alfalfa (*Medicago sativa*) y perejil (*Petroselinum crispum*) en la remediación de suelos contaminados por Plomo en el distrito de Anta – Carhuaz, 2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

El autor

ÍNDICE

JURADO	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Declaración de autenticidad	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática	2
1.2 Trabajos previos	4
1.3 Teorías relacionadas al tema	8
1.4 Formulación del problema	25
1.5 Justificación del estudio	25
1.6 Hipótesis	27
1.7 Objetivos	28
II. MÉTODO	29
2.1 Diseño de investigación	30
2.2 Variables, operacionalización	30
2.3 Población y muestra	31
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	33
2.6 Métodos de análisis de datos	34
2.7 Aspectos éticos	34
III. RESULTADOS	35
3.1 Análisis Previo del suelo	36
3.2 Preparación de las parcelas y siembra de semillas	39

3.3 Muestreo final de suelo y plantas	43
3.4 Resultados de análisis de concentración de plomo en el suelo y planta	45
3.5 Análisis de dos factores para evaluar la capacidad fitoextractora de la alfalfa y perejil	45
3.6 Estadísticos descriptivos de nivel de concentración de plomo en las parcelas	47
3.7 Estadísticos multivariados	48
3.8 Pruebas de efectos intra-sujetos (Factor Tiempo)	48
3.9 Pruebas de los efectos inter-sujetos	50
3.10 Concentración de plomo en alfalfa y perejil	51
IV. DISCUSIÓN	53
V. CONCLUSIONES	56
VI. RECOMENDACIONES	58
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	67
Anexo 01. Matriz de consistencia	66
Anexo 02. Certificado de Análisis de suelo (Línea Base) del Laboratorio (1)	67
Anexo 03. Certificado de Análisis de suelo (Línea Base) del Laboratorio (2)	68
Anexo 04. Certificado de Análisis de suelo (Línea Base) del Laboratorio (3)	69
Anexo 05. Certificado de Análisis periódicos y final de suelo del Laboratorio	70
Anexo 06. Certificado de Análisis Foliar de Alfalfa y Perejil	71
Anexo 07. Cadena de Custodio Muestreo de suelo	72
Anexo 08. Informe de originalidad de la tesis	73

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Parámetros permitidos del plomo en la alfalfa y el perejil</i>	11
Tabla 2. <i>Ventajas y desventajas de tecnologías de remediación</i>	12
Tabla 3. <i>Movilidad relativa de algunos metales pesados en el suelo</i>	14
Tabla 4. <i>Efectos nocivos de los metales pesados específicos sobre la salud humana</i>	22
Tabla 5. <i>Lista de estrategias de fitorremediación</i>	24
Tabla 6. <i>Operacionalización de variables</i>	30
Tabla 7. <i>Etapas del estudio</i>	34
Tabla 8. <i>Resultados del análisis de concentración de plomo en el suelo y planta</i>	45
Tabla 9. <i>Estadísticos descriptivos de nivel de concentración de plomo en las parcelas</i>	47
Tabla 10. <i>Contrastes multivariados^b</i>	48
Tabla 11. <i>Pruebas de efectos intra-sujetos</i>	49
Tabla 12. <i>Pruebas de los efectos inter-sujetos</i>	50
Tabla 13. <i>Estadísticos concentración de plomo en alfalfa y perejil</i>	51
Tabla 13. <i>Concentración de plomo en las siembras</i>	52
Tabla 14: <i>Matriz de consistencia</i>	66

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Contaminación local y difusa de los suelos	13
<i>Figura 2.</i> Indicadores, físicos, químicos y biológicos del suelo	16
<i>Figura 3.</i> División de parcelas	32
<i>Figura 4.</i> RRSS y animales muertos en el cauce del canal de agua	37
Figura 5. Equipos y materiales de monitoreo	37
<i>Figura 6.</i> Método de cuarteo – Toma de muestra de suelo	38
<i>Figura 7.</i> Llenado de conservante – Toma de muestra de agua	38
<i>Figura 8.</i> Frascos llenos	39
Figura 9. Movimiento de tierra para el sembrado	39
Figura 10. Sembrado de parcelas por voléo (Alfalfa y Perejil)	40
Figura 11. Parcelas sembradas (Alfalfa y Perejil)	40
Figura 12. Semillas de Alfalfa y Perejil	41
Figura 13. Brotes de Alfalfa y Perejil	41
Figura 14. Brotes de Alfalfa y Perejil	42
Figura 15. Plantones de Alfalfa	42
Figura 16. Muestreo final de suelo de cada parcela	43
Figura 17. Muestreo de plantas	43
Figura 18. Muestreo de Alfalfa	44
Figura 19. Muestras de suelo	44
<i>Figura 20.</i> Datos de un diseño de dos factores con medidas repetidas en un factor	46
Figura 21. Medidas estimadas de plomo en la parcela	51

RESUMEN

La investigación consistió en la evaluación de la capacidad fitoextractora de la alfalfa (*Medicago sativa*) y perejil (*Petroselinum crispum*) en la remediación de suelos contaminados por Plomo en el distrito de Anta – Carhuaz, 2016. Para lo cual se estableció como objetivo determinar la capacidad fitoextractora de la alfalfa (*Medicago sativa*) y perejil (*Petroselinum crispum*) en la remediación de suelos contaminados por plomo en el distrito de Anta – Carhuaz, 2016. La metodología empleada fue la aplicada de diseño experimental, ya que se manipularon las variables así cambiar sus parámetros en función a la capacidad fitoextractora de las especies, así establecer sus efectos en los suelos contaminados por plomo. La población objeto de estudio fue conformada por los suelos contaminados por Plomo (Pb) y que son regados directamente con las aguas del río Santa en el distrito de Anta – Carhuaz, y en especial las parcelas asignadas para el presente estudio; las muestras representativas fueron a 250 gr de suelo. Los datos recogidos en el trabajo de campo fueron analizados en el laboratorio cuyos resultados se trabajaron estadísticamente, pudiendo demostrar que la siembra de alfalfa produce menores niveles de concentración de plomo en la parcela a diferencia del perejil, por lo tanto podemos concluir que los dos tipos de siembra ofrecen resultados positivos en la remediación de suelos contaminados con plomo

Palabras claves: Capacidad fitoextractora, alfalfa, perejil, remediación de suelos, contaminación por plomo.

ABSTRACT

The research consisted in the evaluation of the phytoextractor capacity of alfalfa (*Medicago sativa*) and parsley (*Petroselinum crispum*) in the remediation of soils contaminated by lead in the district of Anta - Carhuaz, 2016. For this purpose, Phytoextractive capacity of alfalfa (*Medicago sativa*) and parsley (*Petroselinum crispum*) in the remediation of soils contaminated by lead in the district of Anta - Carhuaz, 2016. The methodology used was applied experimental design, since the variables were manipulated Change their parameters in function of the phytoextractive capacity of the species, and to establish their effects on soils contaminated by lead. The study population was formed by soils contaminated by lead (Pb) and irrigated directly with the waters of the Santa River in the district of Anta - Carhuaz, especially the plots assigned for the present study; The representative samples were to 250 gr of soil. The data collected in the field work were analyzed in the laboratory whose results were worked statistically, being able to demonstrate that alfalfa sowing produces lower levels of lead concentration in the plot than the parsley, therefore we can conclude that the two types Seeds Offer Positive Results in Remediation of Soil Contaminated Soils

Key words: Phytoextractor capacity, alfalfa, parsley, soil remediation, leads contamination.