

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Análisis de la influencia fitorremediadora
con las especies schoenoplectus
californicus y urtica urens en suelos
contaminados por lixiviados en el botadero
Ranracucho, Huancavelica - 2022**

Janira Mayli Acevedo Huaman
Rocio Gladys Romero Zuñiga

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Ambiental

Huancayo, 2025

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Steve Dann Camargo Hinostraza
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 09 de Octubre de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

“ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA FITORREMIADORA CON LAS ESPECIES *Schoenoplectus californicus* Y *Urtica urens* EN SUELOS CONTAMINADOS POR LIXIVIADOS EN EL BOTADERO RANRACUCHO, HUANCAMELICA – 2022”

Autor:

1. ROCIO GLADYS, ROMERO ZUÑIGA – EAP. Ingeniería Ambiental
2. JANIRA MAYLI, ACEVEDO HUAMAN – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma “Turnitin” y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI NO
Nº de palabras excluidas: 15
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)**

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	16
1.1. Planteamiento y formulación del problema	16
1.1.1. Problema General	17
1.1.2. Problemas Específicos	17
1.2. Objetivos	18
1.2.1. Objetivo general	18
1.2.2. Objetivos específicos	18
1.3. Justificación e importancia	18
1.4. Hipótesis	19
1.4.1. Hipótesis General	19
1.5. Operacionalización de variables	20
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes de la investigación	21
2.1.1. Antecedentes Internacionales	21
2.1.2. Antecedentes Nacionales	22
2.1.3. Antecedentes Regionales y Locales	24
2.2. Bases teóricas	25
2.2.1. Fitorremediación	25
2.2.2. <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora)	26
2.2.3. <i>Urtica urens</i> (Ortiga)	27
2.2.4. Suelo	28
2.2.5. Suelos contaminados	29
2.2.6. Suelos contaminados por lixiviados	29
2.2.7. Lixiviados	30
2.2.8. Residuos sólidos	30
2.2.9. Botadero	30
2.2.10. Propiedades fisicoquímicas del suelo	31

2.2.11.	Características morfológicas de las plantas.....	31
2.2.12.	Metales pesados.....	31
2.2.13.	Plomo	32
2.2.14.	Cadmio	32
2.2.15.	Relleno sanitario.....	32
2.2.16.	Remediación de suelos	32
2.2.17.	Recuperación de suelos contaminados.....	32
2.3.	Definición de términos básicos.....	32
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....		35
3.1.	Método y alcance de la investigación	35
3.1.1.	Método General	35
3.1.2.	Método Específico	35
3.1.3.	Tipo de investigación.....	35
3.1.4.	Nivel de investigación	36
3.1.5.	Diseño de la investigación	36
3.2.	Población y muestra	37
3.2.1.	Población:.....	37
3.2.2.	Muestra:.....	37
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
3.3.1.	Técnicas.....	38
3.3.2.	Instrumento de recolección de datos.....	38
3.3.3.	Materiales, equipos e insumos.....	40
3.3.4.	Procedimientos	40
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		50
4.1.	Presentación de resultado	50
4.1.1.	Resultados de las propiedades fisicoquímicas del suelo contaminado.	50
4.1.2.	Determinar la cantidad de plomo y cadmio en el suelo contaminado por lixiviado en el botadero de Ranracucho.....	54
4.1.3.	Resultados de las características morfológicas y fisiológicas de las especies <i>Schoenoplectus californicus</i> (totora) y <i>Urtica urens</i> (ortiga).....	57
4.1.4.	Resultados de la influencia fitorremediadora de las especies <i>Schoenoplectus californicus</i> (totora) y <i>Urtica urens</i> (ortiga) en los suelos contaminados por los lixiviados (Pb y Cd, las cuales son analizadas por contener en mayor cantidad de metal en el suelo contaminado en el botadero de Ranracucho.	59
4.2.	Prueba de hipótesis.....	64
4.2.1.	Prueba de Normalidad para la Hipótesis.....	64
4.2.2.	Prueba de Hipótesis	65

4.3. Discusión de resultados	69
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Puntos de muestreo	45
Tabla 2: Resultados de Humedad del suelo contaminado después del tratamiento con cada una de las especies.....	50
Tabla 3: Contribución de las <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y <i>Urtica urens</i> (Ortiga) sobre la humedad del suelo.....	51
Tabla 4: Resultados de pH después del tratamiento.	51
Tabla 5: Contribución de las plantas <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y <i>Urtica urens</i> (Ortiga) sobre el pH del suelo.....	52
Tabla 6: Resultados de Materia Orgánica después del tratamiento.	52
Tabla 7: Contribución de las plantas <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y <i>Urtica urens</i> (Ortiga) sobre la materia orgánica del suelo.....	54
Tabla 8: Resultados de plomo en el suelo contaminado antes, durante y después del tratamiento.....	54
Tabla 9: Contribución de las plantas <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y <i>Urtica urens</i> (Ortiga) en la remoción de plomo del suelo.	55
Tabla 10: Resultado de Cadmio antes, durante y después del tratamiento.....	56
Tabla 11. Contribución de las plantas <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora) y <i>Urtica urens</i> (Ortiga) en la remoción de cadmio del suelo.....	57
Tabla 12: Resultados del plomo (Pb) después de la Fitorremediación con especies <i>Schoenoplectus californicus</i> Tratamiento1-T1 y con la <i>Urtica urens</i> Tratamiento2-T2.	59
Tabla 13: b) Resultados del cadmio (Cd) después de la fitorremediación con especies <i>Schoenoplectus californicus</i> Tratamiento1-T1 y con la <i>Urtica urens</i> Tratamiento2-T2.	60
Tabla 14: Resultados de la Humedad después de la fitorremediación con especies <i>Schoenoplectus californicus</i> (totora)- T1 y con la <i>Urtica urens</i> (ortiga)- T2.....	61
Tabla 15: Resultados del pH después de la fitorremediación con especies <i>Schoenoplectus californicus</i> (totora)- T1 y con la <i>Urtica urens</i> (ortiga)- T2.....	62
Tabla 16: Resultados de la Materia Orgánica después de la fitorremediación con especies <i>Schoenoplectus californicus</i> (totora)- T1 y con la <i>Urtica urens</i> (ortiga)- T2.....	63
Tabla 17: Cuadro de prueba de normalidad plomo.....	65
Tabla 18: cuadro de prueba de normalidad cadmio.....	65
Tabla 19: Interpretación de la correlación de Rho Pearson y Spearman.....	67
Tabla 20: Correlación de la ortiga y la totora con el suelo contaminado	67
Tabla 21: Correlación de la ortiga y la totora con el suelo contaminado	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Flujograma de la metodología de investigación.....	39
Gráfico 2: Flujograma para la metodología para el análisis estadístico	49
Gráfico 3: Resultados de Humedad	50
Gráfico 4: Resultados de pH.....	51
Gráfico 5: Resultados de Materia Orgánica	53
Gráfico 6: Resultados de plomo	54
Gráfico 7: Resultados de cadmio.....	56
Gráfico 8: Resultado de la altura de tallo de <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora).	57
Gráfico 9: Resultado de la altura de tallo de <i>Urtica urens</i> (ortiga).	58
Gráfico 10: resultados de las muestras estudiadas (grosor de tallo) de la especie <i>Schoenoplectus californicus</i> (Totora).	58
Gráfico 11: resultados de las muestras estudiadas (cantidad de hojas) de la especie <i>Urtica urens</i> (Ortiga).....	59
Gráfico 12: Resultado del Pb después de la fitorremediación con especies.....	60
Gráfico 13: Resultado del Cd después de la fitorremediación con especies.	61
Gráfico 14: resultados de la humedad después de la fitorremediación con las especies.62	
Gráfico 15: Resultados de pH al finalizar los tratamientos con las especies.	63
Gráfico 16: Resultados de Materia Orgánica al finalizar los tratamientos con las especies.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica del botadero de Ascensión en el programa ArcGuis....	38
Figura 2: Delimitación geográfica para la obtención del área del botadero de Ascensión en el programa ArcGis.....	41
Figura 3: Se elaboró la calicata para analizar las características fisicoquímicas.	42
Figura 4: Ubicación geográfica de los puntos a sacar calicata para nuestra línea de base del botadero de Ascensión en el programa ArcMap 10.5.	43
Figura 5: Excavación de la calicata.	45
Figura 6: Proceso de cuarteo	46
Figura 7: colocación de las especies en las muestras	46
Figura 8: extracción de las muestras.....	47
Figura 9: medición de los parámetros (pH, M.O., humedad, Pb y Cd).....	47
Figura 10: Recolección de las características morfológicas.....	47
Figura 11: Análisis de la muestra en el laboratorio acreditado por INACAL.	48
Figura 12: valores de materia orgánica según la universidad agraria la molina.....	53
Figura 13: Niveles de Ph según, la universidad agraria la molina	63
Figura 14: Realización del marcado donde se realizará la calicata	83
Figura 15: En la entrada del Botadero Ranracucho de Ascensión.....	83
Figura 16: Realizando el muestreo del suelo por el método de cuarteo	83
Figura 17: Altura de calicata para la toma de muestra	83
Figura 18: Midiendo el pH en campo.....	83
Figura 19: Realizando el lavado correspondiente del recipiente donde se llevará la muestra.....	83
Figura 20: Rótulo de muestra para el laboratorio	84
Figura 21: Medición de la profundidad del hoyo	84
Figura 22: Lavadores donde se realizará el procedimiento de fitorremediación.....	84
Figura 23: Rotulo de cada lavador.....	84
Figura 24: Poniendo la cantidad de tierra adecuada en el lavador	84
Figura 25: Plantación de la Totora.....	84
Figura 26: Todas las muestras con las que se ha trabajado.....	85
Figura 27: La ortiga plantada en una muestra de suelo	85
Figura 28: Método de cuarteo para poder enviar la muestra	85
Figura 29: Empaquetado de muestra	85
Figura 30: Toma del pH en el área donde se está realizando la fitorremediación.....	85
Figura 31: Pesando las muestras.....	85
Figura 32: Medición de la plata de ortiga.....	86
Figura 33: Medición de la planta de la Totora.....	86
Figura 34: Sacando la planta para poder realizar la medición.....	86
Figura 35: Las plantas de la Totora ya sacadas de los lavadores.....	86
Figura 36: Volviendo a poner las plantas en los lavadores para que continúe con el proceso de fitorremediación.....	86
Figura 37: Los lavadores ya rotulados y poniéndolos en orden	86

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia fitorremediadora de las especies *Schoenoplectus californicus* y *Urtica urens* en los suelos contaminados por los lixiviados de residuos sólidos en el botadero Ranracucho. Para el cumplimiento de este, se realizó un tipo de metodología científica con un nivel explicativo y un diseño cuasi experimental en el cual hubo una prueba de antes y después del experimento con tres repeticiones, teniendo en cuenta como población al suelo contaminado por plomo y cadmio. Por lo tanto, se realizó el muestreo de suelo siguiendo la guía indicada en la Resolución N° 085-2014-MINAM — Guía para el Muestreo de Suelos y Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos y el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM — Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

Siguiendo esta guía, se prosiguió a extraer 15 muestras de puntos irregulares en forma de N del botadero de Ranracucho. Además, se utilizó el método de cuarteo y como técnica la guía metodológica para la toma de muestras de suelos, asimismo, se utilizó fichas de laboratorio para los análisis de las muestras y las cadenas de custodia, obteniendo así los resultados del plomo 724.86 ppm y cadmio 3.9 ppm., al realizar la recuperación con las especies.

Habiendo realizado el estudio de recuperación, el cual duró 8 semanas se logró obtener los siguientes resultados: a) primer tratamiento *Schoenoplectus californicus* al finalizar el tratamiento con esta especie, los resultados de la absorción de los metales como plomo es 385.95 ppm y en cadmio es 0.011 ppm; b) segundo tratamiento *Urtica urens*, al finalizar el tratamiento con esta especie, los resultados de la absorción de los metales como: plomo es 329.95 ppm y en cadmio es 0.011 ppm, llegando a finalizar la investigación, se realizó un análisis en el que se comprueba que el manejo de dichas especies es efectiva en el uso de la fitorremediación en los suelos contaminados por lixiviados.

Palabras claves: Fitorremediación, lixiviado, botadero, totora y ortiga.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the phytoremedial influence of the species *Schoenoplectus californicus* and *Urtica urens* in soils contaminated by solid waste leachates in the Ranracucho landfill. To achieve this, a type of scientific methodology was carried out with an explanatory level and a quasi-experimental design in which there was a test before and after the experiment with three repetitions, taking into account the population of soil contaminated by lead and cadmium. Therefore, soil sampling was carried out following the guide of Resolution No. 085-2014-MINAM – Guide for Soil Sampling and Guide for the preparation of Soil Decontamination Plans and Supreme Decree No. 002-2013-MINAM – Environmental Quality Standards (ECA) for Soil. Following this guide, the Ranracucho dump was removed, 15 irregular samples were taken in the form of N and by the quartering method using the methodological guide for taking soil samples as a technique, likewise laboratory cards were used for the analysis of the samples and the custody chains.

Thus obtaining the results of lead 724.86 ppm and cadmium 3.9 ppm. When carrying out the recovery with the species, the recovery time is eight weeks, thus obtaining; a) first treatment *Schoenoplectus californicus* at the end of the treatment with this species, the results of the absorption of metals such as: lead is 385.95 ppm and cadmium is 0.011 ppm; b) second treatment *Urtica urens*, at the end of the treatment with this species, the results of the absorption of metals such as: lead is 329.95 ppm and cadmium is 0.011 ppm; At the end of the research, an analysis was carried out which proved that the management of these species is effective in the use of phytoremediation in soils contaminated with leachates.

Keywords: Phytoremediation, leachate, landfill, totora and nettle.