



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Técnicas de fitorremediación en el tratamiento de suelos
contaminados por metales pesados**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental**

AUTORES:

Orbegoso Vereau, Frank Jhosimar (ORCID: 0000-0002-5393-4777)

Sánchez Alcántara, Max Anthony (ORCID: 0000-0002-4358-9519)

ASESOR:

Dr. Cruz Monzón, José Alfredo (ORCID: 0000-0001-9146-7615)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y gestión de los recursos naturales

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios por guiar nuestro camino y fortalecernos cada día en seguir adelante.

A nuestros padres y hermanos por su apoyo incondicional, sus consejos y su sacrificio para poder cumplir nuestro sueño de ser profesional.

Agradecimiento

A la Universidad César Vallejo por ser la casa de aprendizaje donde tuvimos buenas experiencias que influyeron en nuestra formación.

A nuestro asesor Dr. José Alfredo Cruz Monzón por su apoyo constante en el desarrollo de la investigación.

A nuestras familias por la oportunidad y confianza brindada para poder seguir adelante.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1.Tipo y diseño de investigación	11
3.2.Escenario de estudio.....	11
3.3.Participantes	11
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.5.Procedimiento	11
3.6.Rigor científico	13
3.7.Método de análisis de datos	13
3.8.Aspectos éticos.....	13
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
V. CONCLUSIONES	24
VI. RECOMENDACIONES.....	25
REFERENCIAS.....	26

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Cantidad de artículos hallados en la búsqueda primaria.....</i>	12
Tabla 2. <i>Los criterios de inclusión.....</i>	12
Tabla 3. <i>Cantidad de artículos en la segunda búsqueda</i>	12
Tabla 4. <i>Resultados de la tercera fase de búsqueda de información</i>	16

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Artículos publicados por año en búsqueda primaria.....	14
<i>Figura 2.</i> Artículos con técnicas de fitorremediación en búsqueda primaria.....	15
<i>Figura 3.</i> Técnicas utilizadas en los artículos seleccionados para el estudio	20
<i>Figura 4.</i> Composición de artículos en relación al metal pesado estudiado	21
<i>Figura 5.</i> Remoción de metales pesados según técnica y especie aplicada.....	22
<i>Figura 6.</i> Porcentaje de remoción de especies estudiadas en relación al plomo.	23

Resumen

Los metales pesados son un conjunto de elementos tóxicos presentes en el recurso suelo, estos se originan en los procesos geogénicos del mismo y por las diversas actividades antropogénicas, la incorporación de estos elementos a la cadena trófica mediante las plantas se ha convertido en una gran amenaza para el ser humano. La presente investigación tuvo como objetivo realizar una revisión sistemática de las bases de datos indexadas con acceso libre para identificar y caracterizar las principales investigaciones sobre las técnicas de fitorremediación empleadas en el tratamiento de suelos contaminados con metales pesados a fin de establecer algunas características comunes que permitan proponer un tratamiento alternativo para diferentes tipos de suelos. La metodología se basó en la búsqueda y recopilación de artículos científicos de revistas indexadas, los cuales se aplicaron los criterios inclusión establecidos, se llegó a recuperar 20 investigaciones de las cuales se identificó que 14 respaldan el uso de la técnica de Fitoextracción y 6 la Fitoestabilización, las especies vegetales que lograron mayor éxito removiendo estos metales fueron *Pisum sativum*, *Solidago canadensis*, *Zea mays*, *Jatropha curcas*, *Solanum nigrum*, *Solidago canadensis*, *Lupinus albus*, *Solanum nigrum*, *Chrisopogon zizanioides*, *Solanum lycopersicum*.

Palabras Clave: Técnicas de fitorremediación, suelos contaminados, metales pesados.

Abstract

Heavy metals are a group of toxic elements present in the soil resource, these originate in the geogenic processes of the same and by the diverse anthropogenic activities, the incorporation of these elements to the trophic chain by means of the plants has become a great threat for the human being. The aim of this research was to carry out a systematic review of the indexed databases with free access in order to identify and characterize the main research on phytoremediation techniques used in the treatment of soils contaminated with heavy metals in order to establish some common characteristics that allow proposing an alternative treatment for different types of soils. The methodology was based on the search and compilation of scientific articles, which applied the established inclusion criteria. Twenty researches were recovered, which were identified as 14 supporting the use of the Phytoextraction technique and 6 supporting the Phytostabilization, the plant species that were most successful in removing metals were *Pisum sativum*, *Solidago canadensis*, *Zea mays*, *Jatropha curcas*, *Solanum nigrum*, *Solidago canadensis*, *Lupinus albus*, *Solanum nigrum*, *Chrisopogon zizanioides*, *Solanum lycopersicum*.

Keywords: Phytoremediation techniques, contaminated soils, heavy metals.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CRUZ MONZON JOSE ALFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "TÉCNICAS DE FITORREMEDIACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE SUELOS CONTAMINADOS POR METALES PESADOS", del (los) autor (autores) ORBEGOSO VERAU FRANK JHOSIMAR, SANCHEZ ALCANTARA MAX ANTHONY, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación / Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 26 de julio de 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CRUZ MONZON JOSE ALFREDO DNI: 18887838 ORCID 0000-0001-9146-7615	Firmado digitalmente por: JACRUZM el 27 Jul 2020 18:47:02

Código documento Trilce: 33371