

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Fitorremediación de suelo contaminado con plomo mediante  
las especies “beta vulgaris” y “brassica rapa” con enmiendas  
orgánicas**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Carlos Daniel Zafra Sánchez  
Flores Tique Jean Pierre

**Asesor:**

Mag. Joel Hugo Fernandez Rojas

Lima, agosto del 2023

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mg. Ing. Joel Hugo Fernandez Rojas, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Fitorremediación de suelo contaminado con plomo mediante las especies “beta vulgaris” y “brassica rapa” con enmiendas orgánicas”** de los Bachiller(es) (Carlos Daniel, Zafra Sánchez y Jean Pierre, Flores Tique) tiene un índice de similitud 14% verificable en el informe Turnitin y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 15 días del mes de agosto del año 2023.



---

Joel Hugo Fernandez Rojas

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 08 días día(s) del mes de agosto del año 2023 siendo las 10:30 horas, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio**, el secretario: **Ing. Orlando Alan Poma Porras**, y los demás miembros: **Mg. Iliana Del Carmen Gutiérrez Rodríguez** y el **Ing. Cesar Asbel Aranda Castillo**, y el asesor **Mg. Joel Hugo Fernández Rojas**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Fitorremediación de suelo contaminado con plomo mediante las especies "beta vulgaris" y "brassica rapa" con enmiendas orgánicas"

de el(los)/la(las) bachiller(es): a) **JEAN PIERRE FLORES TIQUE** .....

.....b) **CARLOS DANIEL ZAFRA SÁNCHEZ**.....

.....c) .....

conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**

(Nombre del Título profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)/(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **JEAN PIERRE FLORES TIQUE** .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<b>APROBADO</b>	19	A	Excelente	<b>Excelencia</b>

Candidato (b): **CARLOS DANIEL ZAFRA SÁNCHEZ**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<b>APROBADO</b>	19	A	Excelente	<b>Excelencia</b>

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)/(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
Presidente  
Mg. Jackson Edgardo  
Pérez Carpio

\_\_\_\_\_  
Secretario  
Ing. Orlando Alan  
Poma Porras

\_\_\_\_\_  
Asesor  
Mg. Joel Hugo  
Fernández Rojas

\_\_\_\_\_  
Miembro  
Mg. Iliana Del Carmen  
Gutiérrez Rodríguez

\_\_\_\_\_  
Miembro  
Ing. Cesar Asbel  
Aranda Castillo

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (a)  
Jean Pierre

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (b)  
Carlos Daniel

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (c)

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradecemos a Dios por guiarnos, darnos sabiduría y permitirnos alcanzar uno de nuestros sueños profesionales.

Asimismo, damos gracias a cada uno de nuestros familiares (padres, madres y hermanos) quienes fueron el soporte incondicional durante toda la etapa universitaria.

Finalmente, agradecemos el asesoramiento del Mg. Joel Hugo Fernández, quien a largo del proceso nos brindó su apoyo, paciencia y conocimientos.

## ÍNDICE

1. Introducción .....	3
2. Materiales y Métodos .....	4
3. Resultados y Discusiones .....	7
4. Conclusiones .....	17
5. Referencias .....	18
6. Anexos.....	21
6.1. Evidencia de Sumisión del Artículo.....	21
6.2. Resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis .....	23

# Fitorremediación de suelo contaminado con plomo mediante las especies “beta vulgaris” y “brassica rapa” con enmiendas orgánicas

Zafra Sánchez Carlos Daniel<sup>1</sup>, Flores Tique Jean Pierre<sup>1</sup>, Fernández Hugo<sup>2</sup>

*Escuela profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.*

## Resumen

El plomo es un metal no biodegradable, que afecta gravemente a la salud humana, perjudica al suelo y el crecimiento de las plantas, siendo así una problemática mundial. El presente estudio tuvo como objetivo fitorremediar suelo contaminado con plomo mediante las especies Beta Vulgaris (Acelga) y Brassica rapa (Pak Choi) con enmiendas orgánicas. Para ello se empleó suelo agrícola de plantaciones de lúcuma, cuyo contenido de plomo fue de 367.88 ppm superando el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para el suelo. Se implementaron 6 tratamientos, siendo dos de ellos testigos, distribuidos de la siguiente manera: (T1) Suelo contaminado y Acelga, (T2) Suelo contaminado con humus y Acelga, (T3) Suelo contaminado con compost y Acelga; siendo las mismas características para los 3 tratamientos siguientes para el Pak Choi. El análisis estadístico realizado fue el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones por tratamiento. Los resultados confirmaron que se logró la fitorremediación a través de la estabilización del metal en el suelo, siendo el más efectivo el tratamiento con compost, debido a los parámetros que influyeron como el pH (7.37), materia orgánica (10.50 %) y NPK (0.52, 10.50 y 147.36) a comparación de los tratamientos con humus y la muestra testigo; asimismo a los 56 días se realizó un análisis foliar donde no se encontró diferencias en la acumulación de plomo (<0.3 ppm) en raíz y hojas. Se concluye que la incorporación de enmiendas orgánicas mejora las condiciones del suelo y evita que el Pb se encuentre disponible.

**Palabras clave:** *Acelga, Contaminación de suelo, Enmiendas, Estabilización, Pak Choi, Plomo.*

## Abstract

Lead is a non-biodegradable metal, which seriously affects human health, harms the soil and plant growth, thus being a global problem. The objective of this study was to phytoremediate soil contaminated with lead by means of Beta Vulgaris (Chard) and Brassica rapa (Pak Choi) species with organic amendments. For this, agricultural soil from lucuma plantations was used, whose lead content was 367.88 ppm, exceeding the Environmental Quality Standard (ECA) for the soil. 6 treatments were implemented, two of them being controls, distributed as follows: (T1) Contaminated soil and Swiss Chard, (T2) Soil contaminated with humus and Swiss Chard, (T3) Soil contaminated with compost and Swiss Chard; being the same characteristics for the 3 following treatments for the Pak Choi. The statistical analysis carried out was the completely randomized block design (DBCA) with three repetitions per treatment. The results confirmed that phytoremediation was achieved through the stabilization of the metal in the soil, being the most effective treatment with compost, due to the parameters that influenced such as pH (7.37), organic matter (10.50 %) and NPK (0.52, 10.50 and 147.36) compared to the treatments with humus and the control sample; Likewise, at 56 days, a foliar analysis was carried out where no differences were found in the accumulation of lead (<0.3 ppm) in roots and leaves. It is concluded that the incorporation of organic amendments improves soil conditions and prevents Pb from being available.

**Keywords:** *Chard, Soil contamination, Amendments, Stabilization, Pak Choi, Lead.*