

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



**Remoción del plomo en suelos contaminados mediante biochar a  
partir de excretas vacuno y ovino con adición de lombriz roja  
californiana, en condiciones altiplánicas**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Aydé Yéssica Rios Murga  
Rook Mary Lucana Ccallo

**Asesor:**

Ing. Verónica Haydeé Pari Mamani

**Juliaca, diciembre de 2023**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Verónica Haydeé Pari Mamani, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“REMOCIÓN DEL PLOMO EN SUELOS CONTAMINADOS MEDIANTE BIOCHAR A PARTIR DE EXCRETAS VACUNO Y OVINO CON ADICIÓN DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA, EN CONDICIONES ALTIPLÁNICAS”** de los autores **Aydé Yéssica Rios Murga** y **Rook Mary Lucana Ccallo** tiene un índice de similitud de 9% verificable en el informe del programa 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 Juliaca a los 26 días del mes de diciembre del año 2023



---

Verónica Haydeé Pari Mamani

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 21 día(s) del mes de diciembre del año 2023, siendo las 9:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Ing. Enrique Mamani Guela el (la) secretario(a): Msc. Franklyn Elard Zapana Yuora y los demás miembros: Msc. Rose Adeline Gallata Echara Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera y el (la) asesor(a) Ing. Verónica Naydeli Pari Mamani

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Formación del plomo en suelas contaminador mediante biochar a partir de excretas vacuno y ovino con adición de lombriz roja californiana, en condiciones allipánicas del(los) bachiller(es): a) Ayde Yessica Riera Murga

b) Rook Mary Lucana Gallo  
c) .....

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Ambiental  
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (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 al (a la) / a (los) (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:

Bachiller (a): Ayde Yessica Riera Murga

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>16</u>	<u>B</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (b): Rook Mary Lucana Gallo

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>16</u>	<u>B</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (c): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (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.

[Firma]  
Presidente/a  
[Firma]  
Asesor/a  
[Firma]  
Bachiller (a)

[Firma]  
Miembro  
[Firma]  
Bachiller (b)

[Firma]  
Secretario/a  
[Firma]  
Miembro  
Bachiller (c)

# **Remoción del plomo en suelos contaminados mediante biochar a partir de excretas vacuno y ovino con adición de lombriz roja californiana, en condiciones altiplánicas**

## **RESUMEN**

En el ámbito geográfico del Perú, particularmente en la región de Puno ha experimentado un notable aumento en las actividades mineras, lo que conllevó a la preocupación en torno a la contaminación por metales pesados. En este contexto, es importante desarrollar nuevas estrategias y alternativas para la remoción de metales pesados. El objetivo de la investigación fue evaluar la remoción del plomo en suelos contaminados mediante biochar de excretas de vacuno y ovino con adición de lombrices rojas californianas, en condiciones altiplánicas. La primera fase, consistió en la adaptación de lombrices, seguido con la aplicación de biochar al 10, 20 y 30 %, a las muestras de 3 kg de suelo contaminado (Pb 719.67 ppm), que se colocaron en bandejas, analizando el plomo a los 20, 40 y 60 días y monitoreos de pH y T° en los 12 tratamientos experimentales. La efectividad de remoción presentó resultados significativos por lo que el T8 con el uso de BV mostró mayor remoción de 519.00 ppm, alcanzando una efectividad de 72 %, mientras que el BO en el T5 con la adición de lombriz LRC tuvo una remoción de 501 ppm, logrando una efectividad de 70 %. El empleo de biochar obtenido a partir de excretas de vacuno y ovino más la adición de lombriz roja californiana para la remoción de Pb se establece como una alternativa favorable de absorción. Los resultados revelaron una efectividad de remoción superior al 50 % en todos los tratamientos.

**Palabras clave:** Contaminación, biochar, metales pesados, lombriz, minería, remoción.

# **Lead removal in contaminated soils using biochar derived from bovine and ovine excreta with the addition of californian red worms in high-altitude conditions**

## **ABSTRACT**

In the geographical context of Peru, particularly in the Puno region, there has been a notable increase in mining activities, leading to concerns about heavy metal pollution. In this context, it is important to develop new strategies and alternatives for the removal of heavy metals. The research aimed to assess lead removal in contaminated soils using biochar derived from bovine and ovine excreta, with the addition of Californian red worms, in high-altitude conditions. The first phase involved worm adaptation, followed by the application of biochar at 10, 20, and 30% to 3 kg samples of contaminated soil (Pb 719.67 ppm). These samples were placed in trays, and lead levels were analyzed at 20, 40, and 60 days, along with pH and temperature monitoring in the 12 experimental treatments. The removal effectiveness showed significant results, with Treatment 8 (T8) using biochar demonstrating the highest removal of 519.00 ppm, achieving an effectiveness of 72%. Treatment 5 (T5) with the addition of Californian red worms showed a lead removal of 501 ppm, achieving an effectiveness of 70%. The use of biochar derived from bovine and ovine excreta, combined with the addition of Californian red worms for lead removal, proves to be a favorable absorption alternative. The results revealed a removal effectiveness exceeding 50% in all treatments.

**Keywords:** pollution, biochar, heavy metals, earthworm, mining, removal.