

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y AQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Enmiendas orgánicas como factor de confinamiento del
contenido de cadmio del suelo**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Eliana Solis Garcia Guerrero
Deicy Maritza Valderrama Guerrero

Asesor:

Mg. Andres Erick Gonzales López

Tarapoto, octubre 2024

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Andres Erick Gonzales López, docente de la Facultad de ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de ingeniería ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“ENMIENDAS ORGÁNICAS COMO FACTOR DE CONFINAMIENTO DEL CONTENIDO DE CADMIO DEL SUELO”** de los autores ELIANA SOLIS GARCIA GUERRERO Y DEICY MARITZA VALDERRAMA GUERRERO tiene un índice de similitud de 20 % 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 Tarapoto, a los 11 días del mes de noviembre del año 2024.



Andres Erick Gonzales López

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En San Martín, Tarapoto, Morales, a 24 día(s) del mes de octubre del año 2024 siendo las 15:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado secretario(a): Ing. Jully Rodríguez Laiche y los demás miembros: Mtro. Carmelino Almaraz Villegas y Mtro. Jhon Patruk Rios Bartra y el (la) asesor(a) Mtro. Andres Erick Gonzales Lopez con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Enmiendas orgánicas como factor de confinamiento del contenido de Cadmio del suelo.

del(los) bachiller(es): a) Deicy Maritza Valderrama Guerrero b) Eliana Solis Garcia Guerrero 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): Deicy Maritza Valderrama Guerrero

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>17</u>	<u>B+</u>	<u>Muy bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

Bachiller -(b): Eliana Solis Garcia Guerrero

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>17</u>	<u>B+</u>	<u>Muy Bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

Bachiller -(c): _____

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	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.

Presidente/a

Asesor/a

Bachiller (a)

Miembro

Bachiller (b)

Secretario/a

Miembro

Bachiller (c)

(*) Tabla de Calificación

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	20	A+	Con nominación de Excelente	Excelencia
	19	A		
	18	A-	Con nominación de Muy Bueno	Sobresaliente
	17	B+		
	16	B	Con nominación de Bueno	Muy Bueno
	15	B-		
	14	C	Con nominación de Aceptable	Bueno
DESAPROBADO	Menos de 14	D	Con nominación de Deficiente	Insuficiente

Enmiendas orgánicas como factor de confinamiento del contenido de cadmio del suelo

Organic amendments as a factor in confining soil cadmium content

Eliana Solis Garcia Guerrero¹, Deicy Maritza Valderrama Guerrero²

Resumen

La presencia de metales pesados, como el cadmio (Cd), puede reducir significativamente la productividad de los suelos y afectar negativamente el crecimiento de los cultivos. Este estudio evaluó la eficiencia de las enmiendas orgánicas (Compost y Bocashi) en la inmovilización de Cd en suelos agrícolas. Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de dos factores: enmiendas orgánicas y sistemas de cultivo (agroforestal y monocultivo), con tres repeticiones por tratamiento. Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey para comparar las medias de los tratamientos, utilizando una gráfica de barras para visualizar los resultados. Los análisis de ANOVA mostraron que no hubo diferencias significativas en la concentración de Cd en el suelo entre los tratamientos, aunque se observó una tendencia hacia una mayor retención de Cd con la aplicación de enmiendas orgánicas en sistemas de cultivo agroforestales. En las plantas, no se encontraron diferencias significativas en la concentración de Cd. Sin embargo, el análisis de la altura promedio y el peso seco de *Brachiaria brizantha* reveló diferencias estadísticamente significativas, con mayores valores en los tratamientos que emplearon enmiendas orgánicas y suelos agroforestales. Las enmiendas orgánicas (Compost y Bocashi) demostraron un impacto positivo notable en el crecimiento y desarrollo de *Brachiaria brizantha*, aumentando tanto la altura promedio como el peso seco de las plantas. Este estudio muestra que el uso de enmiendas orgánicas son una estrategia eficaz para aumentar la productividad de suelos agrícolas contaminados con Cd, contribuyendo a su remediación y promoviendo la sostenibilidad agrícola.

Palabras clave: cadmio; enmiendas orgánicas; *Brachiaria brizantha*; sistemas de cultivo.

¹Bachiller, Ingeniería Ambiental, Universidad peruana Unión, Tarapoto, Perú. deysivalderrama@upeu.edu.pe; <https://orcid.org/0000-0002-3462-2284>

²Bachiller, Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión, Tarapoto, Perú. elianagarcia@upeu.edu.pe; <https://orcid.org/0000-0002-3654-6414>

³Ing. Agrónomo, Mg Sc en Suelos, Universidad Peruana Unión, Tarapoto, Perú. andres.gonzales@upeu.edu.pe; <https://orcid.org/0000-0002-4744-9927>

Abstract

The presence of heavy metals, such as cadmium (Cd), can significantly reduce soil productivity and negatively affect crop growth. This study evaluated the efficiency of organic amendments (Compost and Bocashi) in immobilizing Cd in agricultural soils. A completely randomized design was used with a two-factor factorial arrangement: organic amendments and cropping systems (agroforestry and monoculture), with three replicates per treatment. Analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test were performed to compare treatment means, using a bar graph to visualize the results. ANOVA analyses showed that there were no significant differences in soil Cd concentration between treatments, although a trend toward higher Cd retention was observed with the application of organic amendments in agroforestry cropping systems. In plants, no significant differences were found in the concentration of Cd. However, the analysis of the average height and dry weight of *Brachiaria brizantha* revealed statistically significant differences, with higher values in the treatments that used organic amendments and agroforestry soils. Organic amendments (Compost and Bocashi) demonstrated a notable positive impact on the growth and development of *Brachiaria brizantha*, increasing both the average height and dry weight of the plants. This study shows that the use of organic amendments is an effective strategy to increase the productivity of agricultural soils contaminated with Cd, contributing to their remediation and promoting agricultural sustainability.

Keywords: cadmium; organic amendments; *Brachiaria brizantha*; cropping systems.