

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



**Fitorremediación de suelos contaminados por lixiviados de
residuos sólidos mediante Helianthus annuus**

Tesis para obtener el Título profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Doris Maribel Turpo Sucari

Asesor:

Dr. Efraín Lujano Laura

Juliaca, agosto de 2023

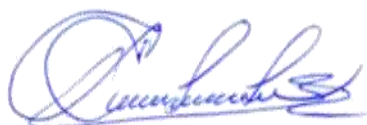
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Efraín Lujano Laura, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“FITORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR LIXIVIADOS DE RESIDUOS SÓLIDOS MEDIANTE *HELIANTHUS ANNUS*”** del autor **Doris Maribel Turpo Sucari** tiene un índice de similitud de 11% 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 12 días del mes de septiembre del año 2023.



Efraín Lujano Laura

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 25 día(s) del mes de agosto del año 2023 siendo las 11:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del

(de la) presidente(a): Msc. Rosa Adelina Gallata Yshura, el (la) secretario(a): Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera y los demás miembros: Ing. Verónica Mayda Pari Mamani y el (la) asesor(a) Dr. Efraín Sujano Laura

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Fito-remediación de suelos contaminados por lixiviados de residuos sólidos mediante Helianthus annuus

del(los) bachiller(es): a) Doris Maribel Turpo Sucari
 b) _____
 c) _____

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Ambiental

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): Doris Maribel Turpo Sucari

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Buena</u>	<u>Muy Buena</u>

Bachiller (b): _____

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

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.

[Firma]
 Presidente/a

[Firma]
 Asesor/a

[Firma]
 Bachiller (a)

[Firma]
 Miembro

[Firma]
 Bachiller (b)

[Firma]
 Secretario/a

 Miembro

 Bachiller (c)

DEDICATORIA

La investigación se dedica a mis padres Sergio e Hilda por su apoyo en cada paso y para ser una persona preparada y profesional además a mis hermanos por todo su apoyo incondicional, asimismo espero les sirva de ejemplo de que se puede lograr todo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios al creador del universo y además por darme una familia extraordinaria.

Se agradece a la Universidad Peruana Unión por hacer posible esta investigación, asimismo por una formación con principios y valores del amor al prójimo y al medio ambiente; conteniendo una formación completa para ser un profesional de triunfo.

A mis padres por un soporte económico durante el tiempo de mi carrera.

Al asesor Dr. Efraín Lujano Laura por su comprensión, guía, aguante e inquietud por hacer posible esta investigación.

A mis amistades y compañeros quienes me apoyaron en los momentos de caída y distraídos durante mi período universitario.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
Resumen	9
Abstract	10
1. Introducción.....	10
2. Metodología	12
2.1 Área de estudio.....	12
2.2 Metodología	12
2.3 Muestreo de suelos contaminados.....	12
2.4 Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de la muestra.....	13
2.5 Procedimiento para el proceso experimental de la aplicación de enmiendas para el tratamiento de suelo contaminado con lixiviados	13
2.6 Diseño experimental	14
2.7 Determinación del crecimiento morfológico de la especie <i>Helianthus annuus</i> ...	14
2.8 Análisis de datos.....	15
3. Resultados	15
3.1 Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de suelo contaminado por lixiviado de residuos sólidos	15
3.2 Aplicación de diferentes enmiendas de abono de ovino y vacuno en relación al suelo contaminado por lixiviado de residuos sólidos.....	16
3.3 Determinación del crecimiento morfológico de <i>Helianthus annuus</i> versus enmiendas de abono de ovino y vacuno.....	17
3.4 Evaluar la capacidad de remediación de la especie <i>Helianthus annuus</i> en suelos contaminados por lixiviados de residuos sólidos.....	18
4. Discusión.....	19
5. Conclusión	21
6. Referencias	20
ANEXO.....	24
Anexo 1 Evidencia de la sumisión del artículo a RESEARCH JOURNAL.....	24
Anexo 2. Resolución para la sustentación.....	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Preparación de sustratos para el tratamiento de metales pesados con Helianthus Annuus	14
Tabla 2 Resultados de la caracterización de los parámetros físico químicos del suelo contaminado.....	16
Tabla 3 Eficiencia de remoción de parámetros fisicoquímicos en suelo contaminado mediante tratamientos con Helianthus annuus y enmiendas de abono ovino y vacuno	17
Tabla 4 Prueba de muestras emparejadas de antes y después del proceso de fitorremediación.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Muestreo del suelo a través de la técnica del cuarteo	13
Figura 2 Seguimiento del crecimiento morfológico semanal de la altura de las plantas	15
Figura 3 Seguimiento morfológico del crecimiento de Helianthus Annuus durante la fase experimental; T1, T2 y T3.....	17
Figura 4 Diferencia del crecimiento morfológico de T1, T2 Y T3 de la especie de Helianthus annuus.....	18

Fitorremediación de suelos contaminados por lixiviados de residuos sólidos mediante *Helianthus annuus*

Phytoremediation of soils contaminate by solid waste leachate using
Helianthus annuus

Doris Maribel Turpo Sucari¹, Efraín Lujano², Juan Eduardo Vigo-Rivera³
EP de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

Resumen

Introducción: La gestión inadecuada de residuos sólidos es un problema ambiental global que afecta la salud pública y el medio ambiente **Objetivo:** Sé evaluó la eficacia de la fitorremediación utilizando la especie *Helianthus annuus* en la recuperación de suelos contaminados por lixiviados de residuos sólidos. **Metodología:** Sé realizo el muestreo de cuatro puntos aleatorios del botadero y se analizaron los parámetros físico-químicos del suelo contaminado. Sé utilizo la especie *Helianthus annuus* para remover metales pesados en tres tratamientos T1, T2 y T3) con tres repeticiones durante cuatro meses. **Resultados:** Los metales pesados en el suelo contaminados presentaron concentraciones en 39,450; 12,140 y 0,115 mg/L de As, Pb y Cd. El T2 presentó los mayores valores de remoción (26,1; 21,2 y 16,2% de Cd, As y Pb), y la especie *Helianthus annuus* presento su mayor altura en el T3. **Conclusión:** La especie *Helianthus annuus* puede remediar suelos contaminados por lixiviado de residuos sólidos.

Palabras clave: Fitorremediación, *Helianthus annuus*, lixiviados de residuos sólidos, suelos contaminados, restauración ambiental.

Abstract

Introduction: Inadequate solid waste management is a global environmental problem that affects public health and the environment. **Objective:** The effectiveness of phytoremediation using the *Helianthus annuus* species in the recovery of soils by solid waste leachate was evaluated. **Methodology:** Samples were taken from four random points of the dump and the physical-chemical parameters of the contaminated soil were analyzed. *Helianthus annuus* was used to remove heavy metals in three treatments (T1, T2 and T3) with three repetitions for four months. **Results:** Heavy metals in the contaminated soil presented concentrations of 39,450; 12.140 and 0.115 mg/L of As, Pb and Cd. T2 presented the highest removal values (26.1, 21.2 and 16.2% of Cd, As and Pb), and the species *Helianthus annuus* presented its highest height in T3. **Conclusion:** The *Helianthus annuus* species can remediate soils contaminated by solid waste leaching.

Keywords: Phytoremediation, *Helianthus annuus*, solid waste leachates, contaminated soils, environmental restoration.

1. Introducción

La expansión urbana en constante crecimiento ha generado impactos negativos en diversos ámbitos, especialmente en el medio ambiente (González & Aguilar, 2021). Entre ellos, destaca la inadecuada gestión de residuos sólidos, que suelen ser depositados en vertederos no controlados, generando una compleja mezcla de contaminantes que se acumulan en el suelo (Reyes et al., 2018) y produciendo la degradación de la calidad del agua, aire y suelo. (Susunaga Miranda et al., 2021)

El suelo es un recurso natural crucial para el bienestar humano, pero en todo el mundo está siendo afectado por la actividad humana (Hernández et al., 2021). La degradación del suelo es causada por diversas amenazas, entre las que se encuentran la erosión, el sellamiento, la pérdida de biodiversidad, la salinización, los deslizamientos, la reducción del contenido de materia orgánica y la contaminación local y difusa (Salazar-Ledesma et al., 2018). Entre las formas de contaminación local y difusa, se encuentra la generada por los lixiviados, que contienen diversos contaminantes (Kankanige et al., 2019) y que pueden ser almacenados en el suelo y en el agua subterránea, lo que puede comprometer la salud ambiental y humana (Macaulay et al., 2019). Por tanto, es necesario implementar tratamientos efectivos que permitan mitigar la carga contaminante de los

lixiviados antes de verterlos en el medio ambiente (Rosas-Vargas & Ramón-Valencia, 2020).

Frente al preocupante deterioro ambiental, la sociedad ha tomado conciencia y busca soluciones para mitigar la contaminación del suelo. (Guzmán Morales et al., 2021). En particular, la contaminación por metales pesados ha afectado negativamente el medio ambiente, lo que hace necesario realizar estudios detallados sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. (Reyes et al., 2018) dado que la contaminación del suelo es un fenómeno difícil de percibir a simple vista y representa un peligro oculto. (Reyes et al., 2018), la fitorremediación ha surgido como una alternativa ecológica, económica y ambientalmente viable para descontaminar el ambiente a través del uso de plantas. Esta técnica aprovecha la capacidad de las plantas para absorber sustancias orgánicas e inorgánicas del agua o del suelo y convertirlas en metabolitos menos tóxicos (Lama Segura, 2018) , y su eficacia depende del tipo de contaminante y de las especies de plantas utilizadas (Mendarte-Alquisira et al., 2021)

El distrito de San Antón, ubicado en la región de Puno, también enfrenta la problemática de la contaminación del suelo debido a la disposición de residuos en un botadero que genera lixiviados que afectan negativamente al medio ambiente, la seguridad alimentaria y la salud pública (Susunaga Miranda et al., 2021), Para abordar esta problemática, la fitorremediación se presenta como una tecnología viable y eficiente, como lo evidencian varios estudios. En particular, la investigación de (Al-Jobori & Kadhim, 2019) destaca la capacidad del girasol para remediar suelos contaminados con metales pesados, ya que esta planta puede absorber y acumular plomo sin afectar la producción de biomasa. Otros estudios, como el de (Alaboudi et al., 2018) determinaron que la planta *Helianthus annuus* fue eficiente en la absorción de cadmio y que la mayor bioacumulación se registró en la raíz de la planta. Por otro lado, ("Efficiency of Different Amendments for the Mitigation of Cadmium Toxicity in Sunflower (*Helianthus Annuus L.*)," 2019) evaluaron diversas enmiendas que incluían el uso de roca fosfórica (PR) silicio (Si), estiércol de granja (FYM) e inoculación bacteriana (BI) para desintoxicación de cadmio en girasol y concluyeron que el uso integrado de estas enmiendas es una buena estrategia para disminuir la toxicidad por cadmio en girasol. La investigación de (Emmanuel, 2017) además (Gonzales et al., 2016) confirma la capacidad del girasol para fitorremediar suelos contaminados de botaderos abandonados, lo que sugiere su uso potencial en la recuperación de áreas afectadas por la contaminación del suelo. Sin embargo, existe una falta de investigación sobre el potencial de esta especie tratar suelos contaminados por lixiviados de residuos sólidos en el distrito de San Antón.

Bajo este contexto, el objetivo principal de esta investigación fue evaluar la eficacia de la fitorremediación utilizando la especie *Helianthus annuus* en la recuperación de suelos contaminados por lixiviados de residuos sólidos. La justificación de la investigación se basa en la necesidad de encontrar enfoques ecológicos y viables para remediar suelos contaminados y mitigar los efectos nocivos del vertido de residuos sólidos en el medio ambiente. La hipótesis principal de la investigación es que la especie *Helianthus annuus* tiene la capacidad de absorber y acumular los contaminantes presentes en el suelo, lo que permitirá la remediación de suelos contaminados por lixiviados de residuos sólidos. Con este estudio, se espera contribuir a la generación de conocimiento científico que pueda ser utilizado por la población y las instituciones competentes para fomentar una cultura sostenible en la gestión de residuos y la recuperación de suelos contaminados.

2. Metodología

2.1 Área de estudio

La presente investigación se realizó en el distrito de San Antón ubicado en la provincia de Azángaro y de la región Puno a una latitud de 14°35'2.14"S, longitud de 70°19'2.19"O y a 3960 m.s.n.m.

La población estuvo conformada por el suelo contaminado de lixiviados de residuos sólidos, del botadero del distrito de San Antón con un área total de 1000 m². Para la muestra se consideró 4 puntos del botadero, recolectando una muestra compuesta de 40 Kg de suelo contaminado (1 Kg para la caracterización de los parámetros fisicoquímicos y 39 Kg para el experimento).

2.2 Metodología

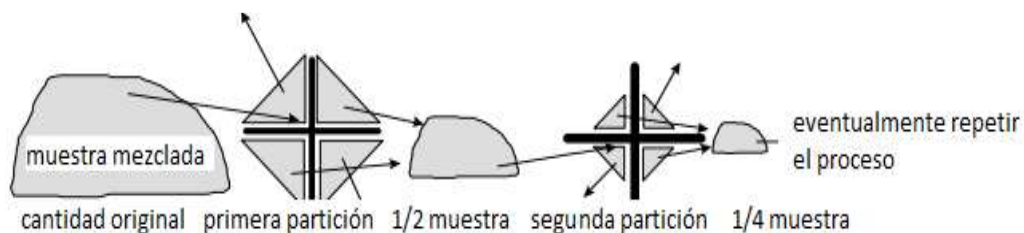
El presente estudio adoptó un enfoque cuantitativo, empleando técnicas numéricas y estadísticas para la recolección y análisis de datos. En cuanto al tipo de investigación, se trató de un estudio correlacional, puesto que se midió el grado de asociación entre las variables (Sánchez, Reyes, 2018). Asimismo, empleamos un enfoque experimental, al manipular una variable no comprobada bajo condiciones controladas (Asti Vera, 1972).

2.3 Muestreo de suelos contaminados

Se establecieron cuatro puntos estratégicos para realizar el muestreo, llevándose a cabo cuatro calicatas de 30 cm de profundidad en cada uno de ellos. Se recolectaron 10 Kg de suelo en cada calicata de 4 puntos estratégicos, siguiendo los criterios detallados en la guía de muestreo de suelos (Ministerio del Ambiente, 2014).

Figura 1

Muestreo del suelo a través de la técnica del cuarteo



Fuente: Ministerio del Ambiente (2014)

2.4 Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de la muestra

Con el propósito de determinar la concentración de los parámetros físico-químicos presentes en la muestra de suelo contaminado por lixiviados, se procedió al transporte y entrega de la misma, la cual se encontraba debidamente rotulada, a un laboratorio acreditado por INACAL. y dicho laboratorio fue encargado de determinar el antes y después de los metales pesados (As, Cd y Pb); asimismo de determinar parámetros físicos del pH, la humedad y la cantidad de materia orgánica presente en la muestra.

2.5 Procedimiento para el proceso experimental de la aplicación de enmiendas para el tratamiento de suelo contaminado con lixiviados

Para el tratamiento se empleó el proceso de remoción de metales pesados utilizando la especie girasol (*Helianthus annuus*) y consistió en tres tratamientos (T1, T2 y T3), T1 suelo contaminado/testigo control+ *Helianthus annuus*, T2 suelo contaminado+ enmienda de abono de ovino + *Helianthus annuus* y T3 suelo contaminado + enmienda de abono de vacuno + *Helianthus annuus*; con tres repeticiones en macetas de plástico de capacidad de 4 L, haciendo un total 9 macetas a evaluar durante la fase experimental.

Para lo cual se hizo el trasplante de 9 plántulas de *Helianthus annuus* de 5 cm de altura para cada uno de los tratamientos (T1, T2 y T3) para un periodo de cuatro meses, se detallan los tratamientos aplicados y especificado en el proceso de preparación de sustrato (ver tabla 1).

Tabla 1*Preparación de sustratos para el tratamiento de metales pesados con Helianthus Annuus*

Tratamiento	Descripción	Preparación de sustrato
T1	Suelo contaminado/testigo control+ 1 plántula de 5cm de <i>Helianthus annuus</i>	3.5 kg de SC+ HA
T2	Suelo contaminado+ enmienda de abono de ovino+ 1 plántula de 5cm de <i>Helianthus annuus</i>	3 kg de SC+0.5 kg de EAO+HA
T3	Suelo contaminado + enmienda de abono de vacuno + 1 plántula de 5cm de <i>Helianthus annuus</i>	3 kg de SC +0.5 kg de EAV+HA

2.6 Diseño experimental

Se llevó a cabo el proceso de remoción de metales utilizando la especie de girasol (*Helianthus Annuus*) a través de tres tratamientos (T1, T2 y T3) con tres repeticiones en macetas de 4 L de capacidad durante un período de cuatro meses. A continuación, se detallan los tratamientos aplicados. Después de finalizar el período de evaluación, se enviaron las muestras al laboratorio para comparar los valores de metales pesados en el suelo tratado.

Para evaluar la capacidad de remoción de la especie *Helianthus Annuus* en suelos contaminados por lixiviados, se utilizó el criterio propuesto por (Quinteros, 2019), comparando los valores de pre-tratamiento y post-tratamiento. Para calcular la eficiencia de remoción (%), se aplicó la siguiente ecuación:

$$E \% = \frac{(C_o - C_f)}{C_o} \times 100 \quad (E.1)$$

donde C_o y C_f es la concentración inicial de la carga contaminante en el suelo antes del tratamiento y después del tratamiento, respectivamente. La eficiencia de remoción se expresa en porcentaje y representa la cantidad de carga contaminante que se removió del suelo después de aplicar un tratamiento determinado.

2.7 Determinación del crecimiento morfológico de la especie *Helianthus annuus*

Con el fin de evaluar el efecto de los sustratos preparados a base del suelo contaminado por lixiviados y enmiendas en el crecimiento morfológico de *Helianthus annuus*, se realizó un seguimiento semanal a la altura de las plantas durante un periodo de evaluación de cuatro meses. La evaluación del crecimiento morfológico se llevó a cabo

midiendo la altura de las plantas desde el nivel del suelo hasta el ápice del tallo principal. Este periodo de evaluación de cuatro meses se basó en lo establecido por (Munive et al., 2020) quienes indican que el girasol alcanza su máxima altura en un periodo de 100 a 120 días.

Figura 2

Seguimiento del crecimiento morfológico semanal de la altura de las plantas



*Nota: seguimiento morfológico de la altura de las plantas de los tratamientos T1, T2 y T3 de *Helianthus annuus* durante 4 meses*

2.8 Análisis de datos

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software estadístico SPSS versión 22. Se realizó una prueba de muestras emparejadas mediante la distribución de probabilidad de T-student para comparar los resultados de las muestras antes y después del tratamiento. La hipótesis nula de la prueba establece que no hay diferencia significativa entre las dos muestras, mientras que la hipótesis alternativa establece que hay una diferencia significativa. Si el valor obtenido en la prueba (valor p) es menor que el nivel de significancia establecido (0,05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

3. Resultados

3.1 Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de suelo contaminado por lixiviado de residuos sólidos

Según los resultados obtenidos (Ver Tabla 2) del laboratorio y la comparación con los Límite Máximo permisible LMP D.S.-2009-MINAM, establecidos para la descarga de efluentes líquidos de tratamiento de residuos sólidos y lixiviados de rellenos sanitarios y de

seguridad. Los metales pesados estuvieron presentes en el suelo en el siguiente orden As > Pb > Cd con valores de 39,450 mg/kg, 12,140 mg/kg y 0,115 mg/kg, respectivamente, superando el LMP del D.S. del (Minam, 2009). El pH cumplió con el Limite Máxima Permisible del (Minam, 2009), presentando un valor de 7,0, la humedad del suelo contaminado de 17,5 % y la concentración de materia orgánica fue de 24,7 %.

Tabla 2

Resultados de la caracterización de los parámetros físico químicos del suelo contaminado

Parámetro	Unidad	Resultado inicial	LMP	Cumplimiento
Cadmio (Cd)	mg/kg	0,115	0,1	No
Plomo (Pb)	mg/kg	12,140	0,5	No
Arsénico (As)	mg/kg	39,450	0,1	No
pH	-	7,0	6,5 – 8,5	Sí
Humedad	%	17,500	-	-
Materia Orgánica	%	24,700	-	-

Nota: resultado antes del tratamiento de los parámetros químicos Cadmio, Plomo y Arsénico que superan el límite máximo permisible LMP.

3.2 Aplicación de diferentes enmiendas de abono de ovino y vacuno en relación al suelo contaminado por lixiviado de residuos sólidos

Se evaluó la capacidad de remoción de enmiendas de abono de ovino y vacuno mediante la reducción de parámetros fisicoquímicos después del tratamiento. Los resultados (Ver Tabla 3) muestran que el tratamiento T2 Suelo contaminado + enmienda de abono ovino + *Helianthus annuus* presentó los mejores valores de remoción, eliminando el 26,1 % de cadmio, el 16,2 % de plomo y el 21,2 % de arsénico. Esto significa que el tratamiento aplicado ha sido efectivo para reducir la concentración de contaminantes en el suelo en comparación con la concentración inicial. Además, se observó un aumento del 5,7 % en el pH, del 47,8% en la humedad y del 51,4 % en la materia orgánica, indicando que la concentración de estos parámetros se incrementó después del tratamiento.

Por otro lado, el tratamiento T3 Suelo contaminado + enmienda de abono de vacuno + *Helianthus annuus* removió el 20% de cadmio, el 7,50% de plomo y el 18,50% de arsénico, y aumentó el 2,86% en el pH, el 28,91% en la humedad y el 47,77% en la materia orgánica. El tratamiento menos eficiente fue el T1 Suelo contaminado + *Helianthus annuus*, que eliminó el 11,30% de cadmio, el 4,12% de plomo y el 8,39% de arsénico, y aumentó el 1.43% en el pH, redujo el 23,71% la humedad y aumentó el 43,48% la materia orgánica.

Tabla 3

Eficiencia de remoción de parámetros fisicoquímicos en suelo contaminado mediante tratamientos con *Helianthus annuus* y enmiendas de abono ovino y vacuno

Parámetros	Resultado de la muestra inicial	Tratamientos			Remoción (%)		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3
Cadmio (mg/kg)	0,115	0,102	0,085	0,092	11,3	26,1	20,0
Plomo (mg/kg)	12,140	11,640	10,170	11,230	4,1	16,2	7,5
Arsénico (mg/kg)	39,450	36,140	31,100	32,150	8,4	21,2	18,5
pH	7,000	7,100	7,400	7,200	<1,4	<5,7	<2,9
Humedad (%)	17,500	13,350	25,860	22,560	<23,7	<47,8	<28,9
Materia orgánica (%)	24,700	35,440	37,400	36,500	<43,5	<51,4	<47,8

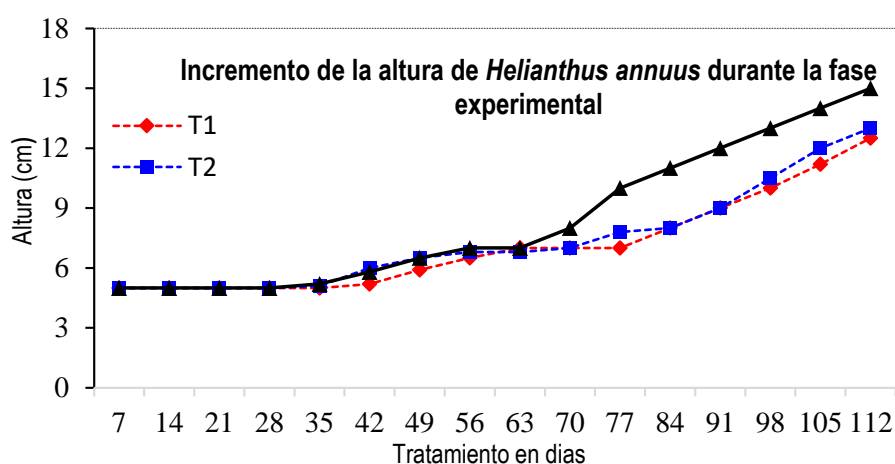
Nota: Resultados después del proceso experimental del T1, T2 y T3 en el cual se observa la remoción representativa de T2 suelo contaminado con enmienda de abono de ovino, en el que los metales pesados se removieron; Cd con 26,1 %, Pb con 16,2 % y As con 21,2 %.

3.3 Determinación del crecimiento morfológico de *Helianthus annuus* versus enmiendas de abono de ovino y vacuno

Se realizó el seguimiento morfológico de *Helianthus annuus* para evaluar su crecimiento en los tres tratamientos aplicados T1, T2 y T3. Se registró semanalmente la altura alcanzada por las plántulas de *Helianthus annuus* durante los 112 días de tratamiento y se obtuvieron los siguientes resultados; se muestra el crecimiento de las plántulas en los tres tratamientos (Fig.3). El T3 presentó con mayor crecimiento con una altura de 15 cm, seguido del T2 con 13 cm y finalmente en T1 con 12,5 cm (Fig. 4)

Figura 3

Seguimiento morfológico del crecimiento de la especie *Helianthus Annuus* durante la fase experimental; T1, T2 y T3



Nota: Se muestra en la figura 3 el seguimiento morfológico del crecimiento de *Helianthus annuus* durante 4 meses que representa 112 días donde se estuvo realizando la medida de la altura cada 7 días y en donde se observa la mayor altura de T3 con 15 cm, T2 con 13 cm y T1 12,5 cm

Figura 4

Diferencia del crecimiento morfológico de T1, T2 Y T3 de la especie de *Helianthus annuus*



Nota: Resultados de la diferencia de la altura de la especie *Helianthus annuus* del T3 con 15 cm, T2 13 cm. y T1 con 12.5 cm.

3.4 Evaluar la capacidad de remediación de la especie *Helianthus annuus* en suelos contaminados por lixiviados de residuos sólidos

Se realizó análisis de datos con la prueba estadística T Student de muestras relacionadas. Los resultados se presentan en (Ver Tabla 4), donde se identifica que el valor p es menor que el valor alfa de 0,05, por lo que se acepta la hipótesis alterna (hay una diferencia significativa).

Tabla 4

Prueba de muestras emparejadas de antes y después del proceso de fitorremediación

Tratamiento	Parámetro	t	gl	Sig. (bilateral)
T1	Cadmio	22,517	2	,002
	Plomo	156,090	2	,000
	Arsénico	1,039,794	2	,000
	pH	-5,000	2	,038
	Humedad	1,182,556	2	,000
	Materia orgánica	-1,612,000	2	,000
T2	Cadmio	89,000	2	,000
	Plomo	561,807	2	,000
	Arsénico	2,624,800	2	,000
	pH	-14,000	2	,005
	Humedad	-2,379,634	2	,000
	Materia Orgánica	-41,809	2	,001
T3	Cadmio	33,500	2	,001
	Plomo	285,029	2	,000
	Arsénico	2,079,510	2	,000

pH	-8,000	2	,015
Humedad	-15182,00	2	,000
Materia Orgánica	-392,333	2	,000

Nota: T1 Testigo/control +*Helianthus annuus*. T2 suelo contaminado + enmienda de abono de ovino+ *Helianthus annuus*. T3 suelo contaminado + enmienda de abono de vacuno + *Helianthus annuus*.

4. Discusión

Estos resultados coinciden con lo establecido por (Kankanige et al., 2019), quienes señalan que los lixiviados están compuestos por una serie de contaminantes que se almacenan en el suelo (Macaulay et al., 2019), y que es posible determinar a través de análisis de laboratorio (Rodríguez-Eugenio et al., 2018) sugieren que la contaminación de suelos es un fenómeno que no puede ser percibido de manera directa o visual, además (Alaboudi et al., 2018) (“Efficiency of Different Amendments for the Mitigation of Cadmium Toxicity in Sunflower (*Helianthus Annuus L.*),” 2019) afirman, en su investigación, la existencia de metales pesados en los suelos de botaderos, donde indica que la concentración de metales pesados se presentó en el siguiente orden Ni > Cr > Pb > Cd, siendo la concentración de plomo mayor que la de cadmio, lo que coincide con los resultados del presente estudio. Así como en el estudio de (Ortega et al., 2011) menciona que el Pb excedió en mayor cantidad al Cd. Al mismo tiempo, (Ortiz-Cano et al., 2009) y (Rodrigo, 2018) indica en su estructura del material con consecuencias importantes en las propiedades del suelo, convirtiéndose en material inestable y vulnerable en situaciones externas.

Según la investigación realizado de fitorremediación de suelos contaminados por lixiviados de residuos sólidos mediante *Helianthus annuus*, el tratamiento T2 Suelo contaminado enmienda de abono de ovino+ *Helianthus annuus* presento los mejores valores de remoción, eliminando el 26,1% de cadmio, el 16,2 % de plomo y el 21,2 % de arsénico. Asimismo, se observó el aumento del pH en un 5,7%, el 47,8% en la humedad y del 51.4% en la materia orgánica indicando que la concentración de estos parámetros se incrementó después del tratamiento.

Por otro lado, el tratamiento T3 suelo contaminado + enmienda de abono de vacuno +*Helianthus annuus* removió el 20 % de cadmio, el 7,50% de plomo y el 18,50% de arsénico, y aumentó el 2,86% en el pH, el 28,91% en la humedad y el 47,77% en la materia orgánica. El tratamiento menos eficiente fue el T1 Suelo contaminado + *Helianthus annuus*, que eliminó el 11,30% de cadmio, el 4,12% de plomo y el 8,39% de arsénico, y aumentó el 1,43% en el pH, redujo el 23,71% la humedad y aumentó el 43,48% la materia orgánica.

En los resultados después del tratamiento indican que el T2 es el tratamiento más eficiente para mejorar los parámetros evaluados, seguido del T3 y del T1. Se determinó que la fitorremediación con *Helianthus annuus* sola no, es una excelente alternativa para la remoción de contaminantes en el suelo, lo que coincide con lo mencionado por Al-Jobori & Kadhim (2019) y Ashraf et al. (2019) sobre la eficacia de este método. El pH se mantuvo dentro de los valores ideales (Peña Rivera & Beltrán Lázaro, 2022) mientras que el aumento en la humedad y la materia orgánica en el suelo es favorable (Rodrigo, 2018), ya que indica un suelo más fértil, capaz de retener más nutrientes (Ortega et al., 2011). De igual manera con respecto al estudio realizado por (Gutiérrez-Espinoza et al., 2011) ; el cual demuestra fehacientemente la capacidad fitorremediadora del *Helianthus annuus*; obteniendo mejores resultados de absorción de contaminantes del suelo con la aplicación de abonos comerciales (Munive et al., 2020), en comparación a la fitorremediación sin aplicación de abonos. Un valor negativo de remoción para la materia orgánica se considera un resultado favorable, y además según (Cerrón et al., 2018) indica el aumento de la materia orgánica y un aumento de la calidad del suelo.

La fitorremediación con aplicación de enmiendas mostró mejores resultados en la eliminación de metales pesados en el suelo, siendo el tratamiento T2 (suelo contaminado + enmienda de abono de ovino + *Helianthus annuus*) el que presentó una mayor eficiencia de remoción, eliminando un 26,1 % de cadmio, un 16,2 % de plomo y un 21,2 % de arsénico. En cuanto al pH, la humedad y la materia orgánica, se observó un valor negativo, lo que indica que su concentración aumentó después del tratamiento, un 5,71 % para el pH, un 47,77 % para la humedad y un 51,42 % para la materia orgánica.

De esta manera, se llevó a cabo el seguimiento morfológico de *Helianthus annuus* para evaluar su crecimiento en los tres tratamientos aplicados T1, T2 y T3. Se registró semanalmente la altura alcanzada por las plántulas de *Helianthus annuus* durante los 112 días de tratamiento y se obtuvieron los siguientes resultados; además se muestra (Fig. 3) del crecimiento de las plántulas en los tres tratamientos. El T3 presentó con mayor crecimiento con una altura de 15 cm, seguido del T2 con 13 cm y finalmente en T1 con 12,5 cm. Los resultados coinciden con Al-Jobori & Kadhim (2019), quienes informaron que los órganos del girasol no se ven significativamente afectados por la concentración de metales (García Avila et al., 2018), ya que esta planta puede absorber y acumular Gutiérrez et al, 2011 ciertas cantidades de plomo sin afectar su producción de biomasa Tintaya (2018). Además, Alaboudi et al (2018) mencionaron que la fitorremediación con girasol ha demostrado una relación inversa entre la concentración de metales en el suelo y los pesos fresco y seco de las plantas.

Los suelos contaminados con lixiviados no afectaron el crecimiento morfológico de *Helianthus annuus*, ya que se observó un crecimiento normal y progresivo de las plantas durante el tratamiento. Los tratamientos con enmiendas alcanzaron una mayor altura, siendo el T3 (suelo contaminado + enmienda de abono de vacuno + *Helianthus Annuus*) el que alcanzó una altura mayor de 15 cm, seguido del T2 (suelo contaminado + enmienda de abono de ovino + *Helianthus Annuus*) con 13 cm y finalmente el T1 (suelo contaminado + *Helianthus Annuus*) con una altura alcanzada de 12,5 cm.

5. Conclusión

Se concluye que la especie *Helianthus Annuus* tiene la capacidad de remediar suelos contaminados por lixiviado de residuos sólidos. Además según (Gonzales et al., 2016) existen pocas plantas adecuadas que puedan hiperacumular metales.(Hamvumba et al., 2014) ya que en este estudio, se comparó la acumulación de metales pesados de Pb Cd y As Los resultados mostraron que estas plantas podían fitoextraer metales pesados (Núñez Moreno, 2022) ya que pueden seleccionarse para la remediación de suelos contaminados (Ortiz-Cano et al., 2009) y a medida del crecimiento de las plantas las concentraciones de los metales se van aumentando significativamente.(Rodrigo, 2018).

Además la fitorremediación con aplicación de enmiendas de abono posee mejores resultados en la eliminación de metales pesados en el suelo, siendo el T2 Suelo contaminado + enmienda de abono de ovino + *Helianthus Annuus*, la que presentó mejores resultados de eficiencia de remoción, removiendo un 26.1 % de cadmio, un 16.2 % de plomo y un 21.2 % de arsénico, en cuanto al pH, humedad y materia orgánica se visualiza un valor negativo lo que indica que la concentración se ha incrementado posterior al tratamiento, un 5.71 % para pH, un 47.77 % para humedad y un 51.42 % para materia orgánica.

Asimismo los suelos contaminados con lixiviados no alteran el crecimiento morfológico de *Helianthus Annuus* pues se evidenció que durante el tratamiento hubo un crecimiento normal y progresivo de las plántulas, presentándose que en los tratamientos con enmienda se alcanzó mayor altura, pues en el T3 Suelo contaminado + enmienda de abono de vacuno + *Helianthus Annuus* se alcanzó una mayor altura de 15 cm, siguiendo la altura alcanzada en el T2 Suelo contaminado + enmienda de abono de ovino + *Helianthus Annuus* con 13 cm y finalmente la altura alcanzada en el T1 Suelo contaminado + *Helianthus Annuus* fue de 12.5 cm.

6. Referencias

- Al-Jobori, K. ., & Kadhim, A. K. (2019). Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) for phytoremediation of lead contaminated soil. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 63(1), 847–854.
<http://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol11issue03/jpsr11031934.pdf>
<http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emexa&NEWS=N&AN=2002040022>
- Alaboudi, K. A., Ahmed, B., & Brodie, G. (2018). Phytoremediation of Pb and Cd contaminated soils by using sunflower (*Helianthus annuus*) plant. *Annals of Agricultural Sciences*, 63(1), 123–127. <https://doi.org/10.1016/j.aosas.2018.05.007>
- Asti Vera, A. (1972). Metodología de la Investigación. In *Didaxis*.
- Cerrón, R. M., Figueroa, O. L., Andrés, ;, Leyton, A., Gilberto, ;, & Sánchez, G. (2018). Fitorremediación con Maíz (*Zea mays* L.) y compost de Stevia en suelos degradados por contaminación con metales pesados. In *Scientia Agropecuaria* (Vol. 9, Issue 4). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172018000400011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2077-99172018000400011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Efficiency of Different Amendments for the Mitigation of Cadmium Toxicity in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). (2019). *Journal of Soil and Plant Biology*, 2019(01). <https://doi.org/10.33513/jspb/1901-08>
- Emmanuel, F. (2017). Phytoremediation Potentials of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Asteraceae on contaminated soils of Abandoned Dumpsites. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 8(1), 1751–1757.
- Garcia Avila, C., Villada Sierra, L. A., & Robayo Gomez, J. (2018). Evaluation of adaptation of *Helianthus annuus* in association with mycorrhizal fungi in soils contaminated with lead. *Cuaderno Activa*, 10(10), 93–111.
- Gonzales, J., Acebedo, J., Armas, C., Custodio, M., Garcia, M., Gonzales, nggie, Leon, B., Mendez Letty, Ortiz, G., Paredes, E., Rodriguez, L., Tuesta Maria, Ulluo Jhuly, & Vasquez, M. (2016). Fitorremediación de un suelo con exceso de cobre utilizando cuatro especies. *Searching-Science*, 1(1).
- González, J. A. R., & Aguilar, A. G. (2021). Irregular urban expansion, change in land use and environmental deterioration in the northern periphery of the Puebla-Tlaxcala Metropolitan zone: The case of la malinche national park. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 30(2), 441–458.

<https://doi.org/10.15446/rcdg.v30n2.89849>

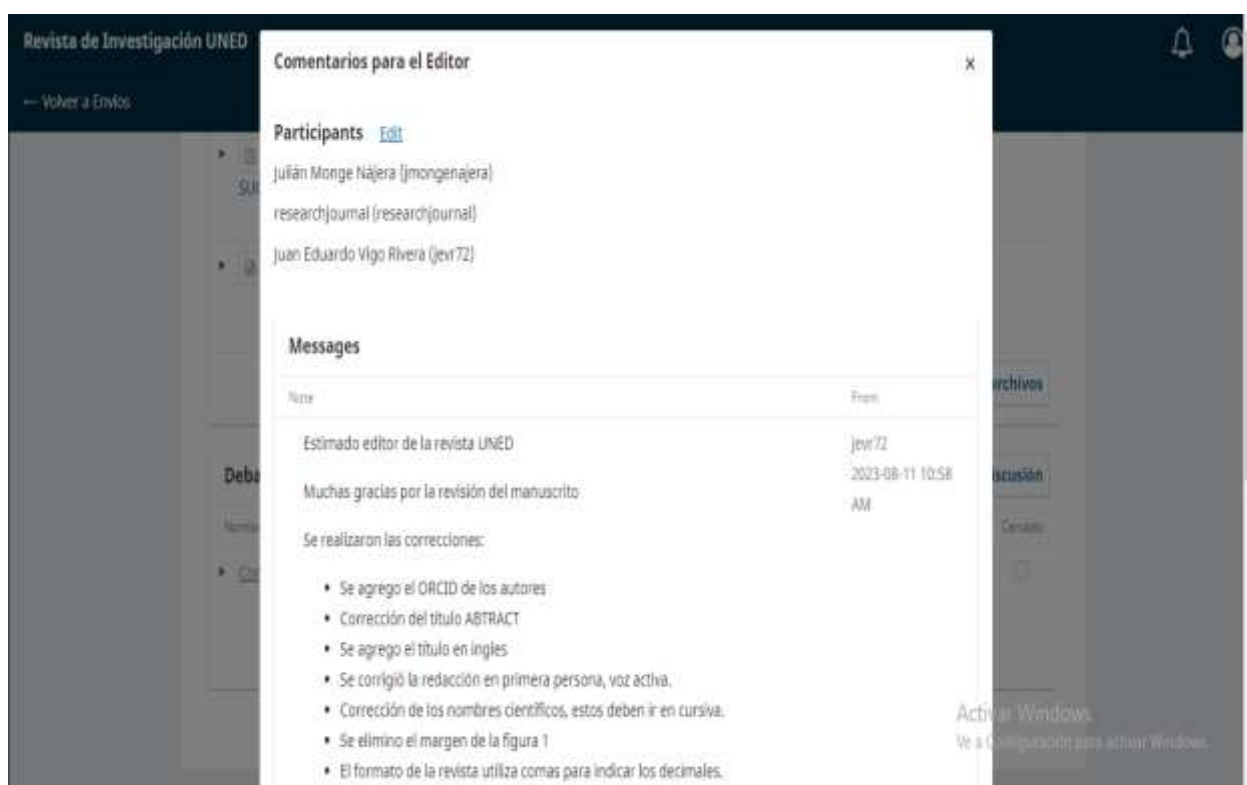
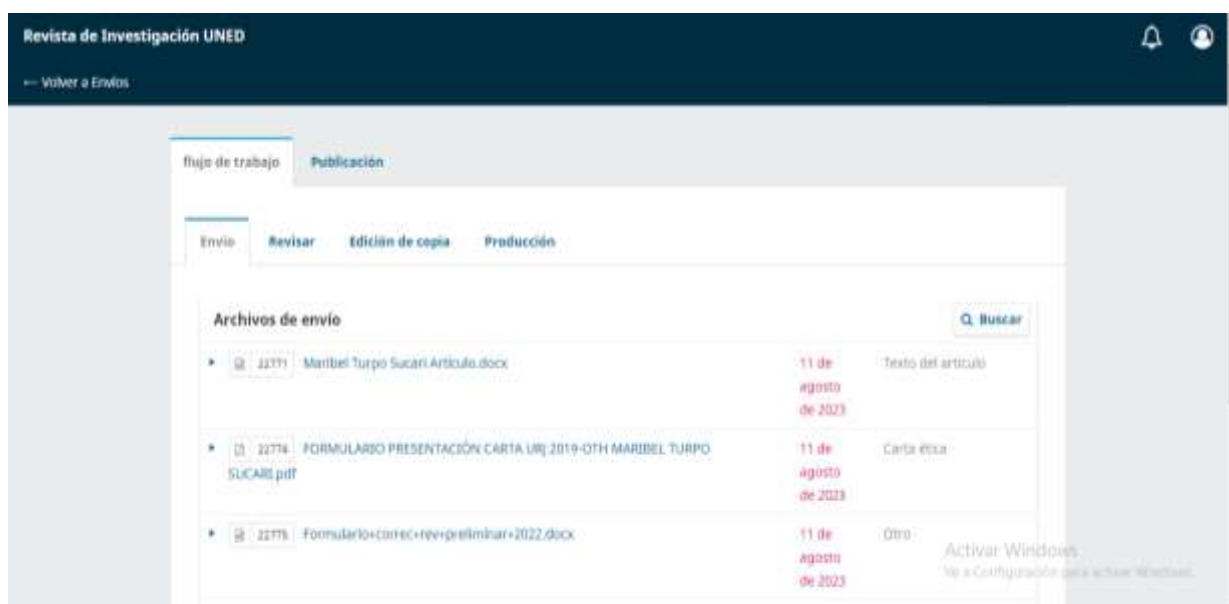
- Gutiérrez-Espinoza, L. R., Melgoza-Castillo, A., Alarcón-Herrera, M. T., Ortega-Gutiérrez, J. a, Prado-Tarango, D. E., & Cedillo-Alcantar, M. E. (2011). Germinación del girasol silvestre (*Helianthus annuus* L.) en presencia de diferentes concentraciones de metales. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal*, 2(1), 49–56.
- Guzmán Morales, A. R., Oriol Vázquez, P., Cruz La Paz, O., Valdés Carmenate, R., & Valdés Hernández, P. A. (2021). Fitotecnología para la recuperación de agroecosistemas contaminados con metales pesados por desechos industriales. *Centro de Investigaciones Agropecuarias*, 48(3), 43–52. <http://ref.scielo.org/h5fxp5>
- Hamvumba, R., Mataa, M., & Mweetwa, A. M. (2014). Evaluation of Sunflower (*Helianthus annuus* L.), Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and Chinese Cabbage (*Brassica chinensis*) for Phytoremediation of Lead Contaminated Soils. *Environment and Pollution*, 3(2). <https://doi.org/10.5539/ep.v3n2p65>
- Hernández, M. J. P., Acosta, E. H., Jiménez, R. S., Gervacio, C. G., & Reyes, S. M. (2021). Dynamics of changes in land use and vegetation due to anthropogenic activities in Zaachila, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(66). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i66.894>
- Hugo Sánchez, Carlos Reyes, K. M. (2018). Manual de terminos en investigacio cientifica. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.
- Kankanige, D. M., Dayanthi, W. K. C. N., Nagasinghe, I. U., Disanayaka, A. M., & Kawamoto, K. (2019). Low-Cost Permeable Reactive Barrier (PRB) System to Treat the Organic Compounds and Nutrients in the Groundwater Contaminated by the Landfill-Leachate. *Engineer: Journal of the Institution of Engineers, Sri Lanka*, 52(2), 15. <https://doi.org/10.4038/engineer.v52i2.7350>
- Lama Segura, E. R. (2018). Fitoextracción de plomo en suelos de tres parques por el girasol (*Helianthus annuus*) inoculado con el hongo micorrítico *Glomus intraradices*. In *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3499>
- Macaulay, B. M., Aderibigbe, A. D., & Ogunwole, G. (2019). Novel eco-friendly mitigation strategies for managing oil spills and municipal waste dump site leachates. In *Handbook of Ecomaterials* (Vol. 1, pp. 513–547). https://doi.org/10.1007/978-3-319-68255-6_110
- Mendarte-Alquisira, C., Alarcón, A., & Ferrera-Cerrato, R. (2021). Fitorremediación: Alternativa biotecnológica para recuperar suelos contaminados con DDT. Una revisión. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 24. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.326>

- Ministerio del ambiente. (2009). *Decreto Supremo N° -2009-MINAM Aprueba Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Efluentes de Infraestructuras de Residuos Sólidos*. http://www.minam.gob.pe/consultaspublicas/wp-content/uploads/sites/52/2014/02/lmp_de_efluentes_de_residuos.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2014). Guía para el Muestreo de Suelos. In *Ministerio del Ambiente*. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELO.pdf>
- Munive, R., Gamarra, G., Munive, Y., Puertas, F., Valdiviezo, L., & Cabello, R. (2020). Absorción de plomo y cadmio por girasol de un suelo contaminado, remediado con enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost. *Scientia Agropecuaria*, 11(2), 177–186. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000200177&lng=es&nrm=iso&tlng=es%0Ahttp://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2077-99172020000200177&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Núñez Moreno, M. S. (2022). Aplicación de técnicas de fitorremediación en suelos contaminados con plomo y cadmio. *ConcienciaDigital*, 5(1.3), 6–25. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i1.3.2089>
- Ortega, R. E., Beltrán, J. D., & Marrugo, J. L. (2011). Acumulación de mercurio (Hg) por caña flecha (*Gynerium sagittatum*) (Aubl) Beauv. in vitro. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(1).
- Ortiz Cano, H. G., Trejo-Calzada, R., Valdez-Cepeda, R. D., Arreola-Ávila, J. G., Flores-Hernández, A., & López-Ariza, B. (2009). Phytoextraction of lead and cadmium in contaminated soils using pigweed (*Amaranthus hybridus* L.) and mycorrhiza. In *Revista Chapingo, Serie Horticultura* (Vol. 15, Issue 2). <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2009.15.022>
- Peña Rivera, F. de M., & Beltrán Lázaro, E. (2022). Aplicación de la fitorremediación en suelos contaminados por metales pesados utilizando *Helianthus annuus* L. en la Estación Experimental El Mantaro. *Prospectiva Universitaria*, 9(1), 31–45. <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2012.9.34>
- Quinteros, L. (2019). Evaluación de la eficiencia de coagulantes naturales en el tratamiento de las aguas residuales del café. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Reyes, R., Guridi, F., & Valdés, R. (2018). El manejo del suelo modifica a sus ácidos húmicos y la disponibilidad de metales pesados. *Cultivos Tropicales*, 39(2), 15–20. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v39n2/ctr02218.pdf>
- Rodrigo, T. D. J. (2018). Estimación de la capacidad fitorremediadora del “girasol” *Helianthus annuus* mediante la incorporación de enmiendas para suelos

- contaminados por metales pesados (Plomo, Cromo) de industrias metalmeccánicas. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 4(1), 23–28. https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/1069/pdf
- Rodriguez-Eugenio, N., Mclaughlin, M. J., & Pennock, D. (2018). Soil pollution: a hidden reality. In *Educ.Chem.* (Vol. 12, Issue 3).
- Rosas-Vargas, J. A., & Ramón-Valencia, J. (2020). Biodegradabilidad de lixiviados procedentes de un relleno sanitario utilizando un sistema de lodos activados flujo pistón. *Orinoquia*, 24(2), 99–109. <https://doi.org/10.22579/20112629.633>
- Salazar-Ledesma, M., Mora, L., Chávez, B., Gómez, D., Zamor, O., & Prado, B. (2018). Susceptibilidad del suelo al impacto humano: Caso del herbicida atrazina. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 70(1), 95–119. <https://doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a6>
- Susunaga Miranda, M. A., Estévez Garrido, B. M., Ortíz Muñiz, B., & Susunaga Estévez, R. M. (2021). Remoción de metales pesados (Cr+6, Ni, Zn) de lixiviados del Relleno Sanitario de la ciudad de Veracruz, México con barreras reactivas permeables de arena sílica. *Enfoque UTE*, 12(3), 65–78. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.756>

ANEXO

Anexo 1 Evidencia de la sumisión del artículo a RESEARCH JOURNAL



Anexo 2. Resolución para la sustentación



“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

RESOLUCIÓN N° 0458-2023/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Naña, 22 de agosto de 2023

VISTO:

El expediente del (de la) bachiller **Doris Maribel Turpo Sucari** identificado(a) con código universitario N° **201322689**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la sustentación de la tesis en formato artículo;

Que el Comité Dictaminador ha emitido su dictamen aprobando el informe de tesis titulado "Fitorremediación de suelos contaminados por lixiviados de residuos sólidos mediante *Helianthus annuus*", presentado por el(la) bachiller **Doris Maribel Turpo Sucari**, reuniendo de esta manera las condiciones previas para la declaratoria de expedito para la programación de la sustentación;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 22 de agosto de 2023, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

1. Declarar expedito al (a la) bachiller **Doris Maribel Turpo Sucari**, para que sustente la tesis en formato artículo titulada "Fitorremediación de suelos contaminados por lixiviados de residuos sólidos mediante *Helianthus annuus*", conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Ambiental, el 25 de agosto de 2023, a las 11.00 horas, en el Auditorio Wellesley Muir.
2. Designar el Jurado de Sustentación, encargado de gestionar la sustentación respectiva, el mismo que queda constituido por los siguientes miembros:

Presidente: MSc. Rose Adeline Callata Chura

Secretario: Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera

Asesor: Dr. Efraim Lujano Laura

Vocal I: Ing. Veronika Haydee Pari Mamani

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Mg. Ketty Magaly Arellano Lino
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:
-Internado
-Jurado (04)

-Secretaría General
-Archivo