



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Capacidad fitorremediadora de *Ricinus communis* “Higuerilla” sobre Arsénico y Plomo de  
suelos contaminados del sector La Porfía Pataz, 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORES:**

Barrios Ponte, Manuel Fernando (ORCID: 0000-0002-4999-8575)

Garcilazo Saenz, Alexander Johann (ORCID: 0000-0002-0712-2487)

**ASESOR:**

Dr. Rivero Méndez, José Félix (ORCID: 0000-0002-9147-1451)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**TRUJILLO – PERÚ  
2019**

## **Dedicatoria**

### **A Dios:**

Por haberme iluminado en cada decisión tomada y  
salvaguardarme en los momentos difíciles.

### **A mis padres:**

Percy Manuel y Flor Pilar  
De una manera muy especial a mis queridos padres  
por sus enseñanzas, consejos y apoyo incondicional,  
los cuales me brindan la suficiente fortaleza para  
superarme día a día como persona y profesional en base de principios y valores.

### **A mis padres:**

#### **Saenz Rosalyn y Garcilazo Marco**

Dedico de manera especial a mis padres, pues  
ellos fueron los principales cimientos para la construcción  
de mi vida personal, inculcándome las bases  
de responsabilidad y deseos de superación.

## **Agradecimiento**

Doy gracias a DIOS por su grande amor para conmigo y por su respaldo, porque me permitió culminar este gran anhelo de mi corazón, por permitirme tener grandes personas a mi alrededor.

A mi familia por su apoyo y comprensión, a mis padres gracias por su ejemplo, paciencia y amor porque sin ustedes no sería quien soy ahora.

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo y a la plana docente que la integra, por la formación científica y académica, la cual hoy me permite alcanzar grandes logros profesionales.

A mis profesores:

Mi más sincero agradecimiento al Ms.C. Julio Chico Ruíz, por sus constantes asesorías, literatura brindada, acertadas sugerencias y apoyo moral en la elección y elaboración del presente tema de investigación

Nuestro agradecimiento al Dr. José Félix Rivero Méndez, por su asesoría en actividades de campo y laboratorio durante la realización de la presente tesis.

Un cordial agradecimiento al Dr. Alfredo Cruz Monzón, por sus acertadas observaciones e indicaciones que de manera sustancial contribuyeron al enriquecimiento de este trabajo.

Página del jurado



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F07-PP-PR-02.02  
Versión : 10  
Fecha : 10-06-2019  
Página : 1 de 1

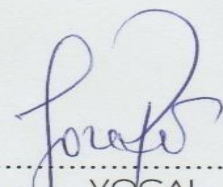
El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don  
(a) CARCILAZO SAENZ ALEXANDER JOHANN  
cuyo título es: CAPACIDAD FITOREMEDIADORA DE RICINUS COMMUNIS  
HIGUERILLA SOBRE ARSENICO Y PLOMO DE SUELOS CONTAMINADOS  
DEL SECTOR LA PORFIA PATAZ 2019

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por  
el estudiante, otorgándole el calificativo de: 15 (número)  
QUINCE (letras).

Trujillo (o Filial) 19 de Julio del 2019.

  
PRESIDENTE  
D. Alfredo Cruz Morazan

  
SECRETARIO  
M.E. Walter Moreno E.

  
VOCAL  
Dr. José Rivera Méndez

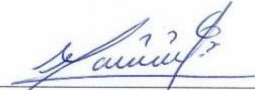
Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------


## Declaratoria de autenticidad

Nosotros, BARRIOS PONTE MANUEL FERNANDO Y ALEXANDER JOHANN GARCILAZO SAENZ, identificado con DNI N° 71539113 y DNI N°75324975, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en el presente tesis son auténticos y veraces.

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 de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 26 de Agosto del 2020

  
Garcilazo Saenz, Alexander Johann  
DNI: 75324975

  
Barrios Ponte Manuel Fernando  
DNI: 71539113

## Presentación

Señores miembros del jurado.

En cumplimiento a las normas establecidas en la Universidad César Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental, pongo a su disposición la tesis titulada: **Capacidad fitorremediadora de *Ricinus communis* “Higuerilla” sobre arsénico y plomo de suelos contaminados del sector La Porfía Pataz, 2019**, la cual consta de seis capítulos: Introducción, método, resultados, discusiones, conclusiones y recomendaciones. Teniendo como objetivo general: Determinar la capacidad fitorremediadora de *Ricinus communis* “Higuerilla” sobre plomo y arsénico de suelos contaminados del sector la Porfía Pataz, 2019.

La misma que sometemos a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos necesarios para obtener el título profesional de ingeniero ambiental.

**LOS AUTORES**

# Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
Índice de tablas.....	viii
Índice de Figuras.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>12</b>
2.1. Tipo de estudio.....	12
2.2. Operacionalización de variables.....	14
2.3. Población, muestra y muestreo.....	16
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	19
2.5. Procedimiento.....	20
2.6. Método de análisis de datos.....	23
2.7. Aspectos éticos.....	23
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
3.1. Determinación de concentración inicial de plomo y arsénico.....	24
3.2. Análisis fisicoquímicos de suelo del sector la Porfía – Pataz.....	24
3.3. Resultados de la evaluación morfológica de la planta.....	25
3.4. Evaluación promedio de longitud del tallo.....	26
3.5. Evaluación promedio del número de hojas.....	27
3.6. Evaluación promedio de longitud de raíz.....	28
3.7. Promedio de concentración de Plomo.....	30
3.8. Promedio de concentración de Arsénico.....	31
3.9. Porcentaje de remediación para Plomo y Arsénico.....	32
3.10. Análisis estadístico de un factor en ANOVA.....	36
3.11. Índice de absorción de la planta.....	37
<b>IV. Discusión.....</b>	<b>39</b>
<b>V. Conclusiones.....</b>	<b>40</b>
<b>VI. Recomendaciones.....</b>	<b>41</b>
<b>VII. Referencias.....</b>	<b>42</b>

VIII. Anexos.....	49
-------------------	----

## Índice de tablas

<b>Tabla 1 :</b> Taxonomía de la planta <i>Ricinus communis</i> (Higuerilla). ....	9
<b>Tabla 2:</b> Matriz de toma de datos Unifactorial .....	13
<b>Tabla 3:</b> Operacionalización de variables .....	15
<b>Tabla 4:</b> Coordenadas del sector “La Porfía”- Pataz .....	16
<b>Tabla 5:</b> Coordenadas de los 08 puntos de muestreo (Anexo N°02) .....	18
<b>Tabla 6:</b> Concentración inicial de plomo y arsénico en ppm. (Ver anexo 05) .....	24
<b>Tabla 7:</b> Parámetros fisicoquímicos.....	24
<b>Tabla 8:</b> Morfología de la planta.....	25
<b>Tabla 9:</b> Niveles de Arsénico y Plomo en el suelo (Ver Anexo 06).....	29
<b>Tabla 10:</b> Promedio Aritmético de los resultados de Plomo y Arsénico en las diferentes edades de las plantas.....	29
<b>Tabla 11:</b> Porcentaje de remediación para Plomo y Arsénico.....	32
<b>Tabla 12:</b> Análisis de Varianza de un factor.....	36
<b>Tabla 13:</b> Índice de Absorción de la planta.....	37



## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Puntos de la zona muestreal.....	17
<b>Figura 2:</b> Concesión minera del sector La Porfía.....	17
<b>Figura 3:</b> Diseño y construcción para los tratamientos .....	21
<b>Figura 4:</b> Semillas de Higuierilla .....	22
<b>Figura 5:</b> Punto de toma de muestra de suelo .....	22
<b>Figura 6:</b> Curva de tendencia del promedio de longitud de tallo .....	26
<b>Figura 7:</b> Curva de tendencia del promedio de longitud de raíz.....	28
<b>Figura 8:</b> Evolución del plomo con la edad de la planta.....	30
<b>Figura 9:</b> Evolución del Arsénico con la edad de la planta.....	31
<b>Figura 10:</b> Curva de tendencia del porcentaje de remediación del plomo.....	33
<b>Figura 11:</b> Curva de tendencia del porcentaje de remediación del arsénico.....	34
<b>Figura 12:</b> Porcentaje de remediación de plomo y arsénico.....	35
<b>Figura 13:</b> Índice de absorción de Plomo en la planta.....	37
<b>Figura 14:</b> Índice de absorción de Arsénico en la planta.....	38

## RESUMEN

El presente estudio desarrolla la “Evaluación de la capacidad fitorremediadora de *Ricinus communis* (Higuerilla) mediante la fitoextracción en suelos contaminados con plomo y arsénico.

Se evaluó la capacidad fitorremediadora utilizando la planta *Ricinus communis* “Higuerilla”, para absorber, acumular y/o tolerar altas concentraciones de contaminantes como metales pesados. Las semillas de *Ricinus* fueron sembradas y germinadas en un semillero de 50 cavidades y, se diseñó un sistema de cultivo para la remoción de plomo y arsénico en los tratamientos.

La población de estudio correspondió a un área del sector la Porfía – Pataz de los cuales se obtuvo la muestra según la guía de muestreo de suelos contaminados establecidas por el Minam.

Se evaluó los parámetros de crecimiento (tales como la longitud de las raíces, la altura del tallo y el número de hojas) en las diferentes etapas de crecimiento de la planta, con el fin de determinar la capacidad fitorremediadora de la Higuerilla en las concentraciones de plomo y arsénico. Por otra parte, se midió la concentración de dichos elementos en la planta.

De los resultados, se destaca que se encontró que *Ricinus communis* puede tolerar y absorber las concentraciones de plomo (47.32 mg Pb/kg) y arsénico (49.15 mg As/kg) en suelos contaminados por metales y, por lo tanto, puede ser utilizada para fitorremediación de suelos afectados por contaminación minera.

**Palabras claves:** Capacidad fitorremediadora, fitoextracción, *Ricinus communis* L, Plomo, Arsénico

## ABSTRACT

The present study develops the "Evaluation of the phytoremediation capacity of *Ricinus communis* (Higuerilla) by phytoextraction in soils contaminated with lead and arsenic.

The phytoremediation capacity was evaluated using the *Ricinus communis* "Higuerilla" plant, to absorb, accumulate and / or tolerate high concentrations of pollutants such as heavy metals. The seeds of *Ricinus* were sown and germinated in a 50 cavity nursery and a cultivation system was designed for the removal of lead and arsenic in the treatments.

The problematic of the La Porfía Province of Pataz sector, La Libertad Region, has been investigated in relation to the mining activities, for which reason it was determined that it is the direct cause of the problem of soil contamination by heavy metals.

The growth parameters (such as the length of the roots, the height of the stem and the number of leaves) were evaluated in the different stages of growth of the plant, in order to determine the phytoremediation capacity of the Higuerilla in the concentrations of lead and arsenic. On the other hand, the concentration of said elements in the plant was measured.

The study population corresponded to an area of the Porfía - Pataz sector from which the sample was obtained according to the sampling guide of contaminated soils established by the Minam.

From the results, it is highlighted that it was found that *Ricinus communis* can tolerate and absorb the concentrations of lead (47.32 mg Pb/kg) and arsenic (49.15 mg As/kg) in soil contaminated by metals and, therefore, can be used for phytoremediation of soils affected by mining pollution

Keywords: Phytoremediation capacity, Phytoextraction, *Ricinus communis* L, Lead, Arsenic

Yo, José Félix, Rivero Méndez docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo de Trujillo, revisor de la Tesis titulada:

“Capacidad fitorremediadora de *Ricinus communis* “Higuerilla” sobre arsénico y plomo de suelos contaminados del sector la Porfía – Pataz 2019” del estudiante Alexander Johann Garcilazo Saenz, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Trujillo 19 de Julio del 2019



.....

.....

Firma  
José Félix Rivero Méndez  
DNI: 17859328

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------