



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Fitorremediador por densidad poblacional de *Urtica Urens* en suelos contaminados por metales pesados, caserío Shiracmaca, distrito de Huamachuco – 2018”

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO  
DE BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**AUTORES:**

Bernabé García, Yeslin Marely (0000-0002-3711-4373)

Medina Cerna, Heredia (0000-0002-9005-6264)

**ASESOR:**

Mg. Misael Ydilbrando Villacorta González (0000-0002-5346-4824)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Conservación y manejo de la biodiversidad

**TRUJILLO – PERÚ**

**2018**

## **Dedicatoria**

A Dios por guiar los pasos e iluminar la mente de cada autora para lograr desarrollar este trabajo de investigación con responsabilidad y respeto por la naturaleza.

A nuestra familia quienes son el motivo principal para seguir luchando por nuestras metas, además por estar incondicionalmente a nuestro lado día a día.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios por darnos salud, sabiduría y guiarnos siempre, en seguida al asesor de la tesina por el apoyo constante que nos ha brindado, también agradecemos al ingeniero Fernando Ugaz por la sugerencias y apoyo que nos brindó y por último a nuestros padres y/o familiares por el apoyo moral y económico que nos brindaron y gracias a ellos hemos podido lograr realizar el proyecto de investigación.

## Página del jurado

Miembro(a) del jurado: Mg. Misael Ydilbrando Villacorta González

\_\_\_\_\_ Firma

Miembro(a) del jurado: Mg. Cruz Escobedo, Antis Jesús

\_\_\_\_\_ Firma

## **Declaratoria de autenticidad**

Yo, Bernabé García Yeslin Marely, identificado con DNI N° 70748009, y Heredia Medina, Cerna, identificado con DNI N° 77141446, estudiantes de la escuela de INGENIERIA AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo sede Trujillo; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo declaramos bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente investigación son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 17 de julio del 2019

-----  
Bernabé García, Yeslin Marely

DNI: 70748009

-----  
Medina Cerna, Heredia

DNI: 77141446

## Índice

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
RESUMEN .....	1
ABSTRACT.....	2
I. INTRODUCCIÓN .....	3
II. MÉTODO .....	8
2.1. Tipo y diseño de investigación. ....	8
2.2. Población, muestra y muestreo.....	8
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	9
2.4. Procedimiento.....	13
2.5. Método de análisis de datos. ....	14
2.6. Aspectos éticos. ....	14
III. RESULTADOS.....	15
IV. DISCUSIÓN .....	19
V. CONCLUSIÓN .....	21
VI. RECOMENDACIÓN.....	22
REFERENCIAS.....	23
ANEXOS.....	25

## Índice de tablas

Tabla 1: distribución de las muestras de suelos, estiércol y <i>urtica urens</i> .....	8
Tabla 2: técnicas e instrumentos que se usa en la investigación.....	10
Tabla 3: relación entre variable, técnica e instrumento. ....	10
Tabla 4: instrumento de la técnica de la observación no experimental.....	10
Tabla 5: instrumento de la técnica de la observación experimental.....	11
Tabla 6: resultados del pre análisis de las propiedades químicas del suelo de Shiracmaca, provincia Sánchez Carrión.....	11
Tabla 7: resultados del Post análisis de las propiedades químicas del suelo de Shiracmaca provincia Sánchez Carrión.....	12
Tabla 8: pre resultados de análisis químico de los 8 metales.....	15
Tabla 9: post resultados de análisis químico de la primera muestra.....	15
Tabla 10: post resultados de análisis químico de la segunda muestra.....	16
Tabla 11: post resultados de análisis químico de la tercera muestra.....	16
Tabla 12: post resultados de análisis químico de la cuarta muestra.....	17
Tabla 13: pre y post resultados de los análisis químicos de los 8 metales.....	18

## Índice de figuras

Figura 1: Mapa de ubicación del lugar del estudio.....	9
--	---

## RESUMEN

La investigación consistió en la evaluación de la capacidad fitorremediadora de la ortiga (*Urtica Urens*) en suelos contaminados por metales pesados, en el caserío Shiracmaca, distrito de Huamachuco - 2018. La metodología es diseño experimental, y se realizó los siguientes pasos, primero se delimitó la zona y se extrajo suelo de 10 puntos se homogenizó y de ello se extrajo 1 kilo para el pre análisis en seguida en una caja de madera de 0.36 m<sup>2</sup>, se divide en 4 celdas iguales, se coloca 6 kg de suelo en cada celda después se agregó estiércol de cuy, en el cual en la primera celda 1.5 kg, en la segunda 2 kg, en la tercera 2.5 kg y en la cuarta celda no se agrega, se dejó 15 días para que se produzca la degradación de la materia orgánica, después de ello se sembró en la primera celda 01 planta, en la segunda celda 02 plantas, tercera celda 03 plantas y en la cuarta celda (testigo) 01 planta, se dejó crecer a las plantas 46 días para que después se realice los post análisis de las 4 celdas también llamadas 4 muestras. Para obtener los resultados se utilizó el método espectrofotómetro de absorción atómica que se hizo en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo, cuyos resultados se trabajaron estadísticamente, las concentraciones de metales en el pre-análisis fueron, Fe(18200 ppm), Zn (700ppm) y Pb( 100 ppm), y en el post análisis en la primera muestra Fe (17 987 ppm), Zn (650ppm) y Pb( 89 ppm), en la segunda muestra Fe (14 350 ppm), Zn (469 ppm) y Pb( 62 ppm), en la tercera muestra Fe (10000 ppm), Zn (340 ppm) y Pb( 30 ppm), y en la cuarta muestra Fe (18 190 ppm), Zn ( 690 ppm) y Pb (99 ppm), se concluye que la muestra 3, fue la que mayor porcentaje de adsorción obtuvo, (Fe 45,055%, Zn 51,429% y Pb 70 %), esto muestra que el proceso de fitorremediación con *urtica urens* con mayor densidad poblacional absorbió más del 40% de los metales pesados del suelo entonces se dice que la hipótesis positiva es acertada, también se concluye que el estiércol de cuy fortalece el crecimiento de la *urtica urens* y ayuda favorablemente a la fitorremediación.

**Palabras clave:** Fitorremediación, metales pesado, absorción



## ABSTRACT

The research consisted in the evaluation of the phytoremediation capacity of the nettle (*Urtica Urens*) in soils contaminated by heavy metals, in the Shiracmaca farmhouse, Huamachuco district - 2018. The methodology is experimental design, and the following steps were carried out, first the area was delimited and 10-point soil was homogenized and from this 1 kilo was extracted for the pre-analysis, followed by a wooden box of 0.36 m<sup>2</sup>. divided into 4 equal cells, 6 kg of soil is placed in each cell then guinea pig manure was added, in which in the first cell 1.5 kg, in the second 2 kg, in the third 2.5 kg and in the fourth cell is not he added, 15 days were left for degradation of organic matter, after which it was planted in the first cell 01 plant, in the second cell 02 plants, third cell 03 plants and in the fourth cell (control) 01 plant , the plants were allowed to grow 46 days so that afterwards the post analysis of the 4 cells, also called 4 samples, was carried out. To obtain the results, the atomic absorption spectrophotometer method was used, which was done in the laboratory of the National University of Trujillo, whose results were worked statistically, the metal concentrations in the pre-analysis were, Fe (18200 ppm), Zn ( 700ppm) and Pb (100ppm), and in the post analysis in the first sample Fe (17797 ppm), Zn (650ppm) and Pb (89ppm), in the second sample Fe (14 350ppm), Zn ( 469 ppm) and Pb (62 ppm), in the third sample Fe (10000 ppm), Zn (340 ppm) and Pb (30 ppm), and in the fourth sample Fe (18 190 ppm), Zn (690 ppm) and Pb (99 ppm), it is concluded that sample 3, was the one that obtained the highest percentage of adsorption, (Fe 45.055%, Zn 51.429% and Pb 70%), this shows that the process of phytoremediation with *urtica urens* with higher population density absorbed more than 40% of the heavy metals of the soil then it is said that the positive hypothesis is correct, it is also concluded that the manure of guinea pigs strengthens the *Urtica urens* and favorably helps phytoremediation.

**Keywords:** Phytoremediation, heavy metals, absorptio

## I. INTRODUCCIÓN

La ministra Fabiola Martha Muñoz, ha manifestado un llamado al congreso para poder debatir algunos proyectos de ley en agenda referente al tema, que busca terminar con la minería informal que se desarrolla en su mayoría en la selva, de esta manera su contaminación ambiental, ya que esta actividad se ha vuelto un problema grave para el medio ambiente y la salud de las personas y que lamentablemente se ha vuelto incontrolable. (ESCOBAR, 2018).

según las palabras de Antonio Brack el primer ministro del ambiente del Perú nos dice que el problema no solo es de las minas en estado de abandono sino más bien recurren en dinamitar pedazos de tierra. por último, el problema de la minería informal representa para el estado un gasto considerable en cuanto a la reforestación de un poco más de 30 millones de h, de bosques y se tienen que invertir aproximadamente un poco más de 70 millones de soles y pues al transcurrir los años las cifras van en aumento ,puesto también que es de suma importancia que las gestiones de los gobiernos de este país tengan un informe más afondo socio ambiental de igual manera para poder derrochar la pobreza y la falta de trabajo. (BRACK, 2018).

Algunas empresas que trabajan sobre todo en la sierra de la libertad, corresponden gran parte a la mediana y grande minería, pero también existen pequeños salaridos. a pesar de la gran problemática que sufre nuestro país, los pobladores de la mayoría de las provincias se benefician directamente, de esta actividad, encontrándose aislados con la verdadera realidad y los efectos drásticos de estas actividades de las empresas. sin embargo, aumentan los reclamos y protestas para la revocación de las concesiones y licencias de las mineras; todas estas querellas circulan en torno a un solo tema.

La seguridad del medio ambiente y la disminución de la contaminación por desechos producto de las actividades mineras y la excesiva explotación de los recursos que se encuentran en la superficie, o en los cercanos de los ríos con continuidad, se da lugar a modificaciones considerables del ecosistema circundante, superando toda su capacidad de destrucción que acarrea a una abundante contaminación del ambiente.

La responsabilidad social es hoy en día un deber primordial para la sostenibilidad de las empresas mineras, sin embargo, la minería hoy en día está siendo muy perjudicial

para el ambiente especialmente el recurso suelo, ya que hoy en día no toma en cuenta el respeto por la naturaleza. Como es el caso de la minería informal que se da en Shiracmaca que está ubicado en el distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, región la libertad con ubigeo de 13090, latitud sur: 7° 48' 55.1" s (-7.81529653000) longitud oeste: 78° 0' 29.6" w (-78.00820928000), altitud: 3030 msnm, huso horario: utc-5, dicha mina sus residuos son arrojados a los suelos por lo tanto contiene altas concentraciones de metales pesados y ya no sirve para la agricultura.

La investigación demandó de trabajos previos relacionados con el tema de investigación.

Según Morales y Garcia (2013), Mexico, en su investigación “Evaluación de *raphanus sativus* como bioacumulador de cadmio”. De esta manera poder comprobar la eficiencia de *raphanus sativus sp* (rabanito) en la remoción de cadmio, fue posible concluir satisfactoriamente la investigación ya que la especie fitorremediadora (*raphanus sativus*), obtuvo una capacidad eficiente para la acumulación de cadmio, dando como resultado que, en las tres concentraciones de cadmio realizadas, se notó un desarrollo de crecimiento y acumulación excelente, en tallo, raíz y hojas de la planta *raphanus sativus*, removiendo considerablemente el contaminante (cadmio) presente en el suelo.

Según Moreno (2016), en su investigación, “Recuperación de suelos mineros contaminados con arsénico mediante fitotecnologías” en su estudio se determinó desfiar el gran comportamiento de plantas autóctonas mediterráneas frente al arsénico. Los resultados demostraron que las concentraciones totales de cd en los suelos estuvieron comprendidas entre 0,8 y 4,8 mg kg<sup>-1</sup>, y no se logró identificar cd en ninguno de las secreciones vegetales u o en los distintos suelos total, Concluyendo que efectivamente las plantas mediterráneas frente al arsénico actúan positivamente en la fitorremediación de metales pesados.

Según Díaz (2017) en su tesis titulada “Capacidad de acumulación de la ortiga (*urtica urens*) para la fitorremediación de suelos contaminados con plomo en la oroya, Junín, 2017”. se planteó como objetivo puntualizar la eficiencia de retención de ortiga (*urtica*

*urens*) para fitorremediar suelos contaminados con altas concentraciones de plomo, en la provincia de la Oroya, dichos resultados que se obtuvieron de la de la ortiga lograron retener en sus hojas 84,34 mg/kg y en sus raíces 25,06 mg/kg, siendo la concentración inicial de 1119.51 mg/kg y la concentración final de 1010,05 mg/kg, llegando a una disminución de 109,46 mg/kg de plomo y concluyendo su efectividad de la ortiga.

Según Peña y Beltran (2017), en su investigación titulado “Aplicación de la fitorremediación en suelos contaminados por metales pesados utilizando *helianthus annuus l.* En la estación experimental agropecuario el Mantaro” en su estudio se determinó Aplicar la tecnología de la fitorremediación en la Estación Experimental El Mantaro; utilizando *Helianthus annuus L.* para erradicar la presencia de metales pesados. Los resultados demostraron que las concentración de metales pesados Fito extraída por el *helianthus annuus L* fueron las siguientes : raíz: Sb (2.00 ppm), as (10.27), Cd (2.61 ppm ), Cu (18,97 ppm), Cr (2,735 ppm), Fe (3 519,0 ppm), mn (204,88 ppm), Pb (17,45 ppm), y Zn (298,3) hoja: Cd (1,72 ppm), Cu (29,22 ppm), fe (256,85 ppm), Mn (129,435 ppm), Pb (0,899 ppm), y Zn ( 94,93). tallo: Cu (5,582 ppm), fe (276,05 ppm), Mn (32,135 ppm), Pb (0,3685 ppm), y Zn (100,135 ppm) flor: cu (43,90 ppm), Cr (10,23 ppm), fe (9006,67 ppm), Mn (705,53 ppm), Pb (47,87 ppm), y Zn. semilla: no se reporta concentración de metales pesados con excepción del cd (0,228 ppm).

La investigación requirió algunos conceptos teóricos esenciales como:

**Contaminación de suelos:** es el tipo de suelo que se encuentran degradados por agentes o sustancias químicas o físicas de tipo sólido, líquido y gaseoso que pueden ser provenientes por las acciones antrópicas del ser humano o por la naturaleza, ya que pueden afectar el desarrollo de plantas y perturbar la biota edáfica; y causar problemas y consecuencias a la salud humana y animal. si bien es cierto grandes cantidades de las sustancias contaminantes pueden encontrarse en forma natural en el suelo, muchas de ellas tienen como fuentes principales las actividades humanas. En el Perú, la gran cantidad de los suelos por contaminación son debido a metales pesados producto de la minería ilegal incontrolable en nuestro país que generan un alto impacto al medio ambiente (SILVA; CORREA, 2009).

**Metales pesados:** se le denominan metales pesados a aquellos que contienen una gran variedad de especies que pueden ser mayores de 5.0 (o una densidad mayor de 5

g / cm<sup>3</sup>), específicamente aquellos que son altamente tóxicos como por ejemplo el plomo (pb), mercurio (hg), cromo (cr), cadmio (cd). (HERNANDEZ CASTILLO, 2012), algunos de ellos pueden llegar a ser considerablemente dañinos para la salud de las personas y para el medio ambiente.

**Fitorremediación de suelos:** Se considera a aquellas técnicas usadas para la descontaminación de suelos contaminados con la utilización de plantas aptas y eficientes que pueden acumular altas concentraciones de contaminantes que son altamente tóxicos y de esta manera se puede disminuir su peligrosidad mediante su modificación química a sustancias estable. (MINAM, 2016).

*Urtica urens:* Es una de las plantas oriundas de nuestra serranía peruana que corresponde a la rama de las urticáceas, se encuentran mayormente en lugares templadas - tropicales y constituida por más de 2.000 especies, está compuesta por taninos especialmente en la raíz y minerales como nitrógeno, potasio, hierro, calcio, azufre, magnesio, aluminio y se caracterizan por encontrarse especialmente en las hojas. Se pueden ubicar en cualquier lugar donde habiten animales, y especialmente el ser humano o el ganado (se dice que va detrás de él). Se cría en suelos ricos en nitrógeno y húmedos. (PORCUNA, 2010).

La realidad problemática líneas arriba, permite formular la siguiente interrogante. ¿Cuál es el efecto fitorremediador por densidad poblacional de *urtica urens* en suelos contaminados por metales pesados, caserío Shiracmaca, distrito, Huamachuco?

La investigación realizada se justifica porque se realizó la técnica de la fitorremediación de *urtica Urens* para remediar suelos contaminados con metales pesados y este apto según los estándares de calidad ambiental (ECAS) para la agricultura y así las comunidades puedan desarrollar sus actividades agrícolas sin dificultad alguna. Asimismo, la investigación es de mucho interés ya que hoy en días en las comunidades andinas surgen diversos problemas de contaminación de suelos por la actividad minera, y hasta la actualidad no hay una solución rápida y eficaz para remediar los suelos contaminados por metales pesados, por lo tanto, fitorremediación con *urtica urens* es una técnica adecuada para dicho problema. El aporte que brinda esta investigación es que se va usar una planta que no es tan utilizada por el hombre, a lo contrario lo ven como una maleza, pero esta planta logra ser una alternativa eficaz para dar solución de los suelos corrompidos por metales pesados, también el otro

aporte es el estiércol de cuy que se va agregar a la fitorremediación con la intención de poder disminuir mayor cantidad de metales pesados de las muestras de suelo.

En la tesis se planteó como objetivo general, Evaluar el efecto fitorremediador por densidad poblacional de la especie *urtica urens* frente a un suelo contaminado por metales pesados en el caserío Shiracmaca, distrito de Huamachuco – 2018 y como objetivos específicos: Analizar la cantidad inicial de metales pesados en el suelo de igual manera utilizar el estiércol de cuy para mejorar la capacidad de absorción de metales pesados en la planta de *Urtica Urens* y por ultimo analizar la cantidad final de metales pesados en el suelo.

La hipótesis positiva fue que el efecto fitorremediador por densidad poblacional de *urtica urens* absorbe más del 40% de los metales pesados del suelo del caserío Shiracmaca, distrito de Huamachuco – 2018. Y la hipótesis nula es el efecto fitorremediador de *urtica urens* absorbe menos del 40% de los metales pesados del suelo del caserío Shiracmaca, distrito de Huamachuco – 2018.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación.

La presente investigación es de tipo aplicativo, para realizar el experimento de fitorremediación se extrajo muestras de suelo de 10 puntos diferentes del anexo de Shiracmaca que se encuentra en la parte baja de la empresa minera el toro, en seguida se homogenizo y se llevó un kilogramo para realizar los pre- análisis de metales pesados, en un cajón dividido en 4 celdas con una área de 0.09 m<sup>2</sup> cada uno, se colocó suelo y estiércol de cuy de manera proporcional que se explica en la tabla 01, y se dejó 15 días para la degradación de la materia orgánica, luego se realiza la siembra que también se explica en la tabla 01.

Tabla 1: distribución de las muestras de suelos, estiércol y *urtica urens*.

Muestra	Suelo(kg)	Estiércol cuy (kg)	Densidad población
Muestra 1	6	1.50	1
Muestra 2	6	2.00	2
Muestra 3	6	2.50	3
Muestra 4	6	0	1

Fuente: Elaboración propia

Desde el trasplante de las plantas solamente se realizó el riego para su crecimiento.

### 2.2. Población, muestra y muestreo

- a) Población: se tomaron 10 puntos en total, (Los 10 puntos se tomaron en la parte baja de la empresa minera el toro en lo cual 5 de ellos se tomaron al borde de un cuerpo de agua y los otros 5 se tomaron en un suelo de sembríos de eucalipto.
- a) Muestra: Se tomaron 4 muestras similares.
- b) Muestreo: 7 unidades *Urtica Urens*.

## Área de estudio

Distrito: Huamachuco

Provincia: Sánchez Carrión

Región: La Libertad

Abigeo :130901

Latitud Sur :7° 48' 55.1" S (-7.81529653000)

Longitud Oeste :78° 0' 29.6" W (-78.00820928000)

Altitud :3030 msnm

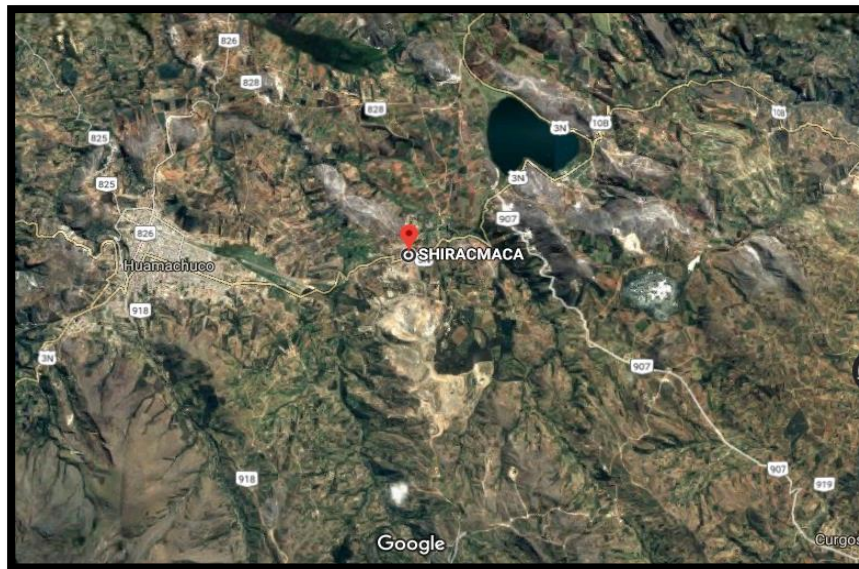


Figura 1: Mapa de ubicación del lugar del estudio.

Fuente: *google maps*.

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

El método inductivo nos permite llegar a concluir en algo a partir de lo particular, mediante la observación de los hechos y el estudio de estos para que finalmente lleguemos a generalizar y contrastar los datos en la conclusión.

El método deductivo permite que el investigador plasme en su conclusión lo que ya dedujo durante el desarrollo de la investigación, esto hace que la conclusión siempre sea verdadera.



Tabla 2: técnicas e instrumentos que se usa en la investigación.

Técnica: cómo se va evaluar	Instrumentos: con que se va evaluar
Observación no experimental	Ficha de observación
Observación experimental	Ficha de registro de datos

Fuente: elaboración propia

Tabla 3: relación entre variable, técnica e instrumento.

Variable	Técnica	Instrumento
Suelos contaminados por metales pesados.	Observación experimental	Ficha de registro de datos
Densidad poblacional de la <i>urtica urens</i>	Observación no experimental	Ficha de observación

Fuente: elaboración propia

Tabla 4: instrumento de la técnica de la observación no experimental.

Ficha de observación							
Proyecto de investigación: Efecto fitorremediador por densidad poblacional de <i>urtica urens</i> en suelos contaminados por metales pesados, caserío Shiracmaca, Distrito Huamachuco - 2018.							
Autores: Bernabé García Yeslin; Medina Cerna Heredia.							
Lugar: Huamachuco- Shiracmaca- mina "El Toro"							
Variable independiente	Características morfológicas de la planta			Observaciones de campo del suelo			
Densidad poblacional de la <i>urtica urens</i>	N° de plantas	T <sub>i</sub> (cm)	T <sub>f</sub> (cm)		color	relieve	Tipo
	7	0	M1	13	Ladrillo	valles	Limoso
			M2	16			
			M3	20			
			M4	---			

Fuente: elaboración propia

Tabla 5: instrumento de la técnica de la observación experimental.

Ficha de registro de datos				
Proyecto de investigación: Efecto fitorremediador por densidad poblacional de <i>urtica urens</i> en suelos contaminados por metales pesados, caserío Shiracmaca, Distrito Huamachuco – 2018.				
Autores: Bernabé García Yeslin; Gonzales Zevallos Dina; Medina Cerna Heredia; Zanini Terrones Diana.				
Lugar: Huamachuco- Shiracmaca- mina “El Toro”				
variable Dependiente	extracción de metales pesados(ppm)		parámetros fisicoquímicos	
Suelos contaminados por metales pesados		Inicial		Inicial
	Pb	100	pH	4.61
	Zn	700	C.e.	0.083
	Fe	18200		

Fuente: elaboración propia

**validez y confiabilidad:**

Cualquier herramienta que se utilice para la recolección de datos debe tener dos requisitos principales que son confiabilidad y validez.

Tabla 6: resultados del pre análisis de las propiedades químicas del suelo de Shiracmaca, provincia Sánchez Carrión.

Observación experimental		
Propiedades químicas del suelo		
	PH	Conductividad eléctrica ms/cm
<b>Repeticiones</b>	4.72	0.08
	4.60	0.09
	4.50	0.08
<b>promedio</b>	4.61	0.083

Fuente: elaboración propia

Interpretación: el pH es de 4.61, este promedio indica que la concentración es acida, probablemente por las descargas de sustancias toxicas continuas como el Hierro y el Zinc, ya que estos son solubles y tóxicos originando la acidez del suelo. De acuerdo al autor (MOLINA, 1998) muestra en su evaluación de acidez de suelo, que la mayor presencia de acidez en los suelos tropicales (espeto los suelos fértiles) es debido a la presencia de aluminio.

La conductividad eléctrica es de 0.083 mS/cm lo cual señala que es mínima, debido que en las alturas de Shiracmaca se da fuertes precipitaciones donde las lluvias lavan al suelo y las sales que se encuentran en la primera capa, penetran a los horizontes inferiores del suelo, por lo tanto, en la primera capa del suelo, queda mínimas cantidades de sales. La muestra fue extraída de una profundidad de 30 cm por esa razón arroja se tiene resultados mínimos ya que a esta profundidad las concentraciones de sales son mínimas. Los autores (RODRIGUEZ, y otros, 2006) afirman que la conductividad eléctrica es baja en los suelo debido a las altas precipitaciones que ocurre en la zona, además la cantidad de sales que se encuentran en el perfil del suelo depende de las precipitaciones que se dan ya que las lluvias inducen el lavado o desplazamiento de sales.

Tabla 7: resultados del Post análisis de las propiedades químicas del suelo de Shiracmaca provincia Sánchez Carrión.

observación experimental								
propiedades químicas del suelo								
	1 muestra		2 muestra		3 muestra		4 muestra	
	pH	c.e ms/cm	pH	c.e ms/cm	Ph	c.e ms/cm	pH	c.e ms/cm
Repeticiones	5,90	0,08	6,30	0,07	6,80	0,08	7,20	0,08
	6,00	0,09	5,95	0,09	6,90	0,05	7,00	0,06
	5,95	0,1	6,20	0,06	6,70	0,05	6,90	0,05
promedio	5,95	0,09	6,15	0,07	6,80	0,06	7,03	0,06

Fuente: elaboración propia

El pH es de la primera muestra es 5.95 de la segunda es 6.15 donde es ligeramente acido, de la tercera es 6.80 y de la cuarta muestra es 7.03 en la cual su pH es neutro, se debe

posiblemente al estimulante que es el estiércol de cuy debido a que la aplicación de estiércol puede aumentar o disminuir la acidez del suelo. Cierta acidez se genera por la descomposición de la materia orgánica al producir ácidos orgánicos e inorgánicos. Sin embargo, el estiércol regularmente contiene suficientes cationes básicos para neutralizar a los ácidos, también otra posibilidad del aumentado del pH puede ser debido al riego que se ha realizado a *urtica urens* dejando un día.

La conductividad eléctrica de la primera muestra es de 0.09 ms/cm, de la segunda muestra es 0.07 ms/cm, de la tercera muestra 0.06 ms/cm y de la cuarta es 0.06 ms/cm, indica que son normales, que no hay problemas de sales esto se debe que continuamente se ha hecho el riego y ha mantenido casi la misma cantidad de salinidad respecto de la tabla 08.

## **2.4. Procedimiento**

### **Recolección del suelo contaminado.**

El suelo contaminado fue recolectado de en el distrito de Huamachuco en el caserío de Shiracmaca, en la parte baja de la mina el Toro, en la cual se delimitaron 5 puntos en la pendiente de la mina, para la toma de muestra de suelo en zigzag, con una profundidad de 50x30 cm.

### **Sembrado de la *Urtica Urens*.**

- Se homogenizó y luego se extrajo 1 kilo para el pre –análisis.
- En una caja de madera de 0.36m<sup>2</sup>, se dividió en 4 celdas, se colocó 6kg de suelo en cada celda, después se le agregó el estiércol de cuy.
- En la primera celda se agregó 1.5kg, en la segunda 2.kg, tercera 2.5kg y cuarta celda no se agrega.
- En la primera celda se sembró 1 planta, segunda celda 2 plantas, tercera 3 plantas y cuarta celda 1 (testigo).
- Se dejó crecer las plantas *urtica urens* durante 45 días para para luego hacer los Post análisis de cada una de las celdas.
- Para obtener los resultados se utilizó el método de espectrofotómetro de absorción atómica, cuyos análisis de realizaron en UNT.

## **2.5. Método de análisis de datos.**

En la investigación se utilizó excel, laboratorio de química para analizar las propiedades químicas del suelo y también el laboratorio de metalurgia de la UNT para hacer los análisis químicos de los metales pesados.


## **2.6. Aspectos éticos.**

El presente proyecto de investigación cuenta con datos y fuentes propias y a la vez no es copiado ni mucho menos plagiado de otras fuentes, por lo que a este estudio se le da toda credibilidad de los integrantes del proyecto por ser un proyecto real y original.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Presentación, descripción e interpretación de datos.


Tabla 8: pre resultados de análisis químico de los 8 metales

Método	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES
Elemento	Cu	Fe	Zn	Pb	Sb	As	Cd	Co
Unidades	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm
	NO	1.82	0.07	0.01	NO	NO	NO	NO
Unidades	mg/kg	ppm 						
	NO	18200	700	100	NO	NO	NO	NO

Fuente: elaboración propia

En la tabla 10 muestra los resultados de los análisis químicos de los ocho metales, tres de ellos cuenta con valores que son el Fe (18 200 ppm), Zn (700 ppm) y Pb (100 ppm). De los tres metales pesados el hierro (Fe) y zinc (Zn) no están considerados en los ECAS-para suelo agrícola, pero el plomo (Pb) si está considerado, en el cual se dice que el suelo agrícola puede tener hasta 70 mg/kg de plomo, donde se observa que en los análisis químicos realizados excede un 30%, esto indica, que el suelo no está apto para la agricultura, también se dice que la presencia de dicho metal es por la minería “el toro” que se encuentra ejecutando en la parte alta.

Tabla 9: post resultados de análisis químico de la primera muestra.


Método	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES
Elemento	Cu	Fe	Zn	Pb	Sb	As	Cd	Co
Unidades	%	%	%	%	%	%	ppm	Ppm
	NO	1.7987	0.0650	0.0089	NO	NO	NO	NO
Unidades	mg/kg	ppm 						
	NO	17 987	650	89	NO	NO	NO	NO

Fuente: elaboración propia

En la tabla 9 muestra el post análisis que se realizó los tres metales cuentan con los siguientes valores el Fe (17 987 ppm), Zn (650 ppm) y Pb (89pp m).

En esta primera muestra se sembró 1 *urtica urens* en un área de 0.09 m<sup>2</sup>. Haciendo la comparación con la tabla 10 se obtuvo que el plomo fue absorbido un 11% esto indica que es muy mínima la absorción debido a que hay una sola planta fitorremediadora, entonces no se obtendría buenos resultados si se llega a sembrar una *urtica urens* en un área de 0.09 m<sup>2</sup>.


Tabla 10: post resultados de análisis químico de la segunda muestra.

Método	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES
Elemento	Cu	Fe	Zn	Pb	Sb	As	Cd	Co
Unidades	%	%	%	%	%	%	ppm	Ppm
	NO	1.4354	0.0469	0.0062	NO	NO	NO	NO
Unidades	mg/kg ppm 							
	NO	14 354	469	62	NO	NO	NO	NO

Fuente: elaboración propia

En la tabla 10 es la segunda muestra del post análisis el Fe (14 354 ppm), Zn (469 ppm) y Pb (62 ppm). En esta muestra se sembró 2 plantas de *urtica urens* también en un área de 0.09 m<sup>2</sup>, en lo cual hizo hubo un mayor efecto que el anterior, al realizar la comparación con la tabla 10 el plomo fue absorbido un 38%, es un resultado favorable ya que se aproxima casi al 50% de absorción, el Fe fue absorbido un 21,132 % y Zn un 33 %.


Tabla 11: post resultados de análisis químico de la tercera muestra.

Método	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES
Elemento	Cu	Fe	Zn	Pb	Sb	As	Cd	Co
Unidades	%	%	%	%	%	%	Ppm	ppm
	NO	1.00	0.034	0.003	NO	NO	NO	NO
Unidades	mg/kg ppm 							
	NO	10 000	340	30	NO	NO	NO	NO

Fuente: elaboración propia

En la tabla 13 también muestra el post análisis químicos de los ocho metales, tres de ellos cuenta con valores que son el Fe (10 000 ppm), Zn (340 ppm) y Pb (30 ppm). Al realizar la comparación con la tabla 10 que es el pre-análisis se muestra que el hierro fue absorbido un 45%, zinc un 51% y plomo 70%, son resultados muy eficientes donde la densidad poblacional es un factor muy importante para la cantidad de absorción, en esta muestra se sembró 3 plantas de *urtica urens* en una misma área de 0.09 m<sup>2</sup>.

Tabla 12: post resultados de análisis químico de la cuarta muestra.

Método	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES
Elemento	Cu	Fe	Zn	Pb	Sb	As	Cd	Co
Unidades	%	%	%	%	%	%	Ppm	ppm
	NO	1.8190	0.0699	0.0099	NO	NO	NO	NO
Unidades	mg/kg	ppm 						
	NO	18 190	699	99	NO	NO	NO	NO

Fuente: elaboración propia

La tabla 12 muestra los valores de Fe (18 190 ppm), Zn (699 ppm) y Pb (99 ppm), al realizar la comparación con la tabla 10 el Fe ha absorbido un 0.055 %, Zn 0.143 y Pb 1%, son porcentajes muy bajos que no se toma en cuenta, por el margen de error que en todo experimento existe, este resultado se debe a que se sembró solo una planta en un área de 0.09 m<sup>2</sup> y no se agregó el estimulante donde la planta murió a los pocos días de haber sembrado.



Tabla 13: pre y post resultados de los análisis químicos de los 8 metales

Resultados de los análisis químicos de los 8 metales					
elementos	pre resultados	post resultados		absorción	% de absorción
	mg/kg				
Fe	18200	1 muestra	17 987	213	1,170
		2 muestra	14 354	3846	21,132
		3 muestra	10000	8200	45,055
		4 muestra	18190	10	0,055
Zn	700	1 muestra	650	50	7,143
		2 muestra	469	231	33,000
		3 muestra	340	360	51,429
		4 muestra	699	1	0,143
Pb	100	1 muestra	89	11	11,000
		2 muestra	62	38	38,000
		3 muestra	30	70	70,000
		4 muestra	99	1	1,000

Fuente: elaboración propia

La tabla 13 muestra el resultado de los 3 elementos analizados, de acuerdo a nuestras 4 muestras vemos los pre resultados y el post resultado: Para Fe se obtuvo como pre resultado 18200 mg/kg en el suelo total y en los post resultados para las 4 muestras se obtuvo resultados diferentes, debido a la densidad poblacional, teniendo como mejor absorción en la muestra 3 con 8200 mg/kg siendo el 45,055% y con la menor absorción en la muestra 4 con 10 mg/kg siendo el 0,055%.

Para Zn se obtuvo como pre resultado 700 mg/kg en el suelo total y en los post resultados para las 4 muestras se obtuvo resultados diferentes, debido a la densidad poblacional, teniendo como mejor absorción en la muestra 3 con 360 mg/kg siendo el 51.429% y con la menor absorción en la muestra 4 con 1 mg/kg siendo el 0,143%. Para Pb se obtuvo como pre resultado 100 mg/kg en el suelo total y en los post resultados para las 4 muestras se obtuvo resultados diferentes, debido a la densidad poblacional, teniendo como mejor absorción en la muestra 3 con 70 mg/kg siendo el 70.000% y con la menor absorción en la muestra 4 con 1 mg/ kg siendo el 1%.

#### IV. DISCUSIÓN

- a) El método por fitorremediación es una técnica a base de plantas, que consiste en traspasar elementos de suelos contaminados a una parte fisiológica de la planta, por el cual mediante investigaciones la planta *urtica urens* cumple con los requisitos, por tal motivo se puede afirmar que según Díaz Dávila, María, en su investigación la eficiencia de de la acumulación ortiga (*urtica urens*) para suelos contaminados con plomo por medio de la fitorremediación concluye que la planta si tiene la capacidad de acumular el metal en las raíces y las hojas un 9.78 % en un periodo de 2 meses, en caso de la investigación en la muestra 1 hubo una absorción de plomo de un 11 % donde se puede decir que casi coinciden en los resultados con la investigación de Díaz Dávila, pero en la muestra 3 hubo una absorción de plomo de un 70% , donde la diferencia con los resultados de la investigación de Díaz Dávila es muy excesivo esto se debe a la densidad poblacional y al adicional del estimulante (estiércol de cuy) ya que en la muestra 3 hubo 3 planta y 2.5 kg de estiércol donde se afirma que es muy importante la cantidad de plantas y el estimulante para tener mejores resultados de absorción de metales pesados.
- b) El objetivo general de la investigación es evaluar el efecto fitorremediador por densidad poblacional con la especie *urtica urens*, se muestra en la tabla 15 después de la fitorremediación la cantidad de absorción en mg/kg, en lo cual hay un efecto positivo y considerable por lo tanto el objetivo fue cumplido.
- c) En cuanto a la presencia de suelos contaminados por metales pesados debido a las minerías ya sean formales e informales, de acuerdo a la investigación podemos deducir que una de las mejores técnicas para mitigar esta contaminación es a base de la utilización de plantas hiperacumuladoras de metales, según el botánico alemán Helmut Baumann, encontró ciertas especies vegetales capaces de acumular elevadas niveles de Zn, donde se dedicó al estudio de estas plantas, por lo tanto hoy en día su teoría de fitorremediación, tiene validez, también se afirma que el efecto fitorremediación es mayor su absorción de metales pesados debido a la especies que contengan nitrógeno, potasio, hierro, calcio, azufre, magnesio, aluminio en sus hojas como es en el caso de

la *urtica urens*, que al contener estas propiedades, remedia los suelos contaminados con metales pesados.

- d) Respecto a la investigación realizada sobre efecto fitorremediador por densidad poblacional de *urtica urens* para suelos contaminados por metales pesados se obtuvo que en la muestra 3 hubo un 70% de absorción de plomo, 51 % de Zinc y un 45% de hierro , por lo tanto, la hipótesis que se acepta es la positiva que dice lo siguiente: el efecto fitorremediador por densidad poblacional de *urtica urens* absorbe más del 40% de los metales pesados del suelo del caserío Shiracmaca, distrito de Huamachuco – 2018. Y se rechaza la hipótesis negativa

## V. CONCLUSIÓN

- a) Se determinó que el efecto fitorremediador por densidad poblacional de la especie *urtica urens* ha absorbido los metales pesados del suelo encontrados en el pre-análisis. Removiendo el Fe en la M1 (1.170%), M2 (21.132%), M3 (45.055%) y M4 (0.055%); al Zn en la M1 (7.143%), M2 (33%), M3 (51.43%) y M4 (0.143%); al Pb en la M1 (11%), M2 (38%), M3 (70%) y M4 (1%). Esto demuestra que en la M3 el porcentaje de absorción ha sido superior debido a la densidad poblacional de *la urtica urens* y también a la cantidad de estiércol de cuy utilizada en dicha muestra que fue de 2.5 Kg.
- b) Se calculó la cantidad inicial de metales pesados del suelo en el pre-análisis, teniendo al Pb (100 ppm), Zn (700 ppm) y Fe (18200 ppm).
- c) Se verificó que el estiércol de cuy fortalece el crecimiento de la *urtica urens*, por los nutrientes que posee mejorando las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo y favoreciendo la fertilidad del suelo, logrando mejorar la capacidad de absorción de metales pesados de la *urtica urens* en el suelo.
- d) Se estimó la cantidad final de metales pesados del suelo en el post-análisis en mg/kg, teniendo al Fe en la M1 (17 987), M2 (14 354), M3 (10000) y M4 (18190); al Zn en la M1 (650), M2 (469), M3 (340) y M4 (699); al Pb en la M1 (89), M2 (62), M3 (30) y M4 (99). Esto evidencia que el proceso de fitorremediación con *urtica urens* absorbió los metales pesados del suelo de manera considerable.

## VI. RECOMENDACIÓN

- a) Se recomienda que después de la fitorremediación se debe realizar un proceso químico a dicha planta para saber en qué órgano se ha acumulado los metales pesados.
- b) Para obtener mejores resultados de fitorremediación en el suelo se recomienda que el tratamiento con la especie *urtica urens* dure más tiempo para asegurar que la remoción sea en su totalidad.
- c) Se recomienda hacer un análisis de dosis agronómica ya tener más exactitud y confiabilidad de agregar la cantidad exacta de estiércol, para no exceder de los 170 kg N / ha según el Real Decreto 324/2000.
- d) Se recomienda que la fitorremediación se realice en la misma zona que está contaminado, para que los resultados sean más exactos, ya que cuando el experimento se hace en otro lugar las condiciones climáticas cambian y los resultados pueden variar. por ejemplo, en este caso el suelo fue de Shiracmaca - Huamachuco y se trasladó a Trujillo para realizar el experimento donde las condiciones climáticas varían.

## REFERENCIAS

- ARTERO, I. y. (2012). *DESARROLLO DE UN MICROHUMEDAL ARTIFICIAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO ORDINARIO*. Obtenido de [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2101/1/DESARROLLO\\_DE\\_UN\\_MICROHUMEDAL\\_ARTIFICIAL\\_PARA\\_EL\\_TRATAMIENTO\\_DE\\_AGUAS\\_RESIDUALES\\_DE\\_TIPO\\_ORDINARI.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2101/1/DESARROLLO_DE_UN_MICROHUMEDAL_ARTIFICIAL_PARA_EL_TRATAMIENTO_DE_AGUAS_RESIDUALES_DE_TIPO_ORDINARI.pdf)
- BRACK, A. (23 de 05 de 2018). *Wikipedia*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Miner%C3%ADa\\_ilegal\\_en\\_el\\_Per%C3%BA](https://es.wikipedia.org/wiki/Miner%C3%ADa_ilegal_en_el_Per%C3%BA)
- CASTILLO ROJAS, W. (2017). *EFICIENCIA DE Lemna sp Y Eichhornia crassipes, EN LAREMOCIÓN DE NUTRIENTES DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN CELENDÍN*. Obtenido de <file:///C:/Users/Luciana%20Garcia/Downloads/TESIS%20EISNER%20WILL%20CASTILLO%20ROJAS%202017.pdf>
- DIAZ DAVILA, Maria Y. (mayo de 2017). *Capacidad de Acumulación de la ortiga (urtica urens) para la fitorremediación de suelos contaminados con plomo en la Oroya, Junín, 2017*. Recuperado el 16 de Abril de 2017, de <http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6866/DIAZ%20DYM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DOMÈNECH, Xavier y PERAL José. (2006). Química ambiental de sistemas terrestres. En X. y. DOMÈNECH, *Química ambiental de sistemas terrestres*. Mexico: [https://books.google.com.pe/books?id=S4bjFOEXRzMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=S4bjFOEXRzMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false).
- ESCOBAR, R. (21 de 05 de 2018). *Mongabay*. Obtenido de <https://es.mongabay.com/2018/05/fabiola-munoz-ministra-del-ambiente-de-peru-entrevista/>
- FITORREMEDIACION. (2006). *Fitorremediacion*. Recuperado el 19 de junio de 2018, de <http://www.dcne.ugto.mx/Contenido/revista/numeros/2/fitorremediacion.htm>
- MINAM. (2016). Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/PUYANGO.pdf>
- MOLINA, E. (1998). Recuperado el 20 de Junio de 2018, de [http://anfcal.org/media/Biblioteca\\_Digital/Agricultura/Neutralizacion\\_de\\_Suelos\\_Acidos/JM-encalado\\_y\\_acidez.pdf](http://anfcal.org/media/Biblioteca_Digital/Agricultura/Neutralizacion_de_Suelos_Acidos/JM-encalado_y_acidez.pdf)
- MORALES IRIGOYEN, M. (12 de 4 de 2013). *FITORREMEDIACION CON CULTIVOS RAPHANUS SATIVOS EN SUELOS CONTAMINADOS CON METALES PESADOS*. (Laboratorio de Bioproductos y Medio Ambiente) Recuperado el 10 de 5 de 2017, de <http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/queretaro11/TRABAJOS/trabajos/IV/carteles/CIV-47.pdf>
- MORENO JIMÉNEZ, E. (2016). *Recuperación de suelos contaminados con metales pesados*. Colombia.
- OCÈANE, B. (28 de JUNIO de 2016). *waterlogic.es*. Recuperado el 15 de NOVIEMBRE de 2018, de <https://www.waterlogic.es/blog/que-factores-determinan-la-calidad-del-agua/>
- PEÑA RIVERA Flor de Maria; BELTRAN LÁZARO, Moises. (2017). *APLICACION DE LA FITORREMEDIACION EN SUELOS CONTAMINADOS POR METALES PESADOS*. (Prospectiva

Universitaria) Recuperado el 18 de 04 de 2018, de  
file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/291-1114-1-PB%20(1).pdf

RODRIGUEZ, MORENO , & DIAZ. (2006).

[http://revfacagronluz.org.ve/PDF/octubre\\_diciembre2006/rrodriguez.pdf](http://revfacagronluz.org.ve/PDF/octubre_diciembre2006/rrodriguez.pdf). Recuperado el 30 de mayo de 2018

RRPNoticias. (24 de junio de 2015). *RPPNoticias* . Recuperado el 24 de Setiembre de 2018, de RPP Noticias: <https://rpp.pe/peru/actualidad/trujillo-advierten-que-60-de-aguas-residuales-van-al-mar-noticia-810972>

SILVA; CORREA. (15 de Mayo de 2009). Obtenido de  
<http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v12n23/v12n23a2.pdf>

VASQUEZ URIOL, F. N. (2017). *DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS GRISES UTILIZANDO SPIRODELA POLYRHIZA y EICHHORNIA CRASSIPES EN LA URB. PRIMAVERA-TRUJILLO 2017*. Obtenido de  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/22511/vasquez\\_uf.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/22511/vasquez_uf.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

Imagen 01: estándares de calidad (ECA) para suelo.

Parámetros en mg/kg PS <sup>(2)</sup>	Usos del Suelo <sup>(1)</sup>			Métodos de ensayo <sup>(7) y (8)</sup>
	Suelo Agrícola <sup>(3)</sup>	Suelo Residencial/ Parques <sup>(4)</sup>	Suelo Comercial <sup>(5)</sup> / Industrial/ Extractivo <sup>(6)</sup>	
<b>INORGÁNICOS</b>				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total <sup>(15)</sup>	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 <sup>(16)</sup>
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/ó ISO 17690:2015

Fuente: el peruano

Imagen 02: Conductividad eléctrica, estándar de calidad ECA suelo

0 – 2000 $\mu\text{s/cm}$	No hay problemas de Sales
2000 – 4000 $\mu\text{s/cm}$	Ligeros problemas de Sales
4000 – 8000 $\mu\text{s/cm}$	Medio (problema de Sales).
8000 – 16000 $\mu\text{s/cm}$	Fuerte Problema de Sales.
> 16000 $\mu\text{s/cm}$	Muy Fuerte Salino

Fuente: el peruano



Imagen 03: pH medida de la acidez o alcalinidad de una disolución.



Fuente: Google

Imagen 04: Ficha de observación de Post- Resultados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS QUÍMICO**

Solicitado por: MEDINA, CERNA HEREDIA  
Código de muestra: SUELO-HUAMACHUCO  
Muestras recibidas: 1  
Asunto: Análisis Químico  
Características y condiciones: BOLSA  
Fecha de recepción: 07/05/2018

**RESULTADOS**

Método	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES	ME ICP-OES
Elemento	Cu	Fe	Zn	Pb	Sb	As	Cd	Co
Unidades	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm
SUELO-HUAMACHUCO	ND	1.82	0.07	0.01	ND	ND	ND	ND

Método de ensayo: ICP-OES  
ND: No detectado  
Fecha de emisión de reporte: viernes, 11 de mayo de 2018

Ing. Juan Vega Gonzáles  
Jefe de Laboratorio  
CIP 79515

Ciudad Universitaria Av. Juan Pablo II S/N Urb. San Andrés Teil. 208295

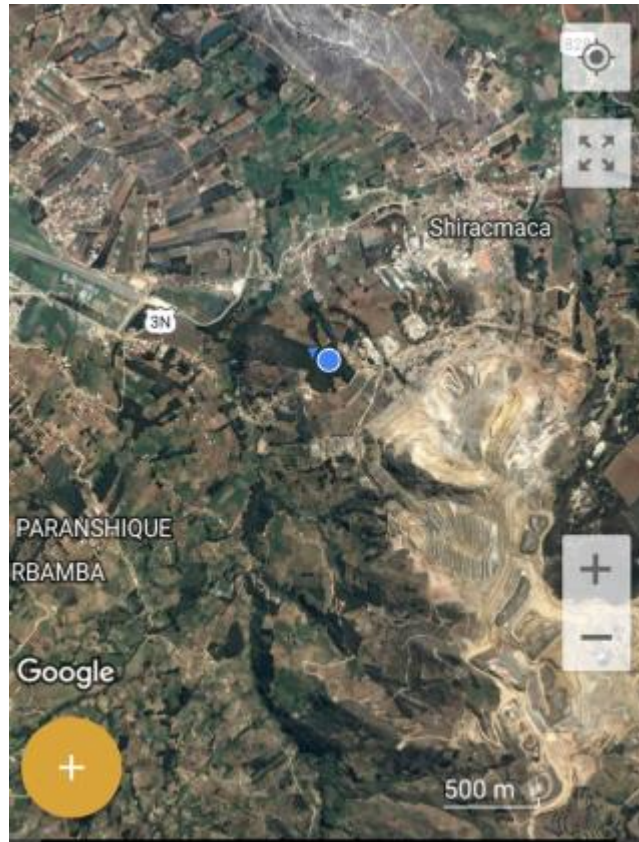
Fuente: elaboración propia

Imagen 05: Shiracmaca – Huamachuco la libertad.



Fuente: elaboración propia

Imagen 06: Puntos insitu donde se recolectaron las muestras de suelo.



*Fuente: Google maps*

Imagen 07: Vista Panorámica de la mina el toro.



Fuente: elaboración propia



Imagen 08: se delimitaron 5 puntos en la pendiente de la mina el toro, para la toma de muestra de suelo en zigzag, con una profundidad de 50x30 cm.



Imagen 09: se delimitaron 5 puntos más, cerca de la fuente del recurso hídrico de la población de Shiracmaca (quebrada el toro), se tomaron las muestras en zigzag con una profundidad de 50x3 cm.



Fuente: elaboración propia

Imagen 10: se homogenizó y luego se extrajo 1 kilo para el pre –análisis.



Fuente: elaboración propia

Imagen 11: Se analizó su Ph y conductividad eléctrica.



Fuente: elaboración propia

Imagen 12: en una caja de madera de 0.36m<sup>2</sup>, se divide en 4 celdas, se coloca 6kg de en cada celda, después de agrego el estiércol de cuy



Fuente: elaboración propia

Imagen 13: En la primera celda se agregó 1.5kg, en la segunda 2.kg, tercera 2.5kg y cuarta celda no se agrega.



Fuente:

elaboración propia



Imagen 14: En la primera celda se sembró 1 planta, segunda celda 2 plantas, tercera 3 plantas y cuarta celda 1 (testigo).



Fuente: elaboración propia

Imagen 15: se dejó crecer las plantas *urtica urens* durante 45 días para para luego hacer los Post análisis de cada una de las celdas.



Fuente: elaboración propia

Imagen 16: Para obtener los resultados se utilizó el método de espectrofotómetro de absorción atómica, cuyos análisis de realizaron en UNT.



Fuente: elaboración propia

Imagen 16: Imagen del grupo de Investigación.



Fuente: elaboración propia

