

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“ANÁLISIS DE LA FITOEXTRACCIÓN CON *Urtica urens* L. EN SUELOS CONTAMINADOS CON PLOMO, EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autores:

Cintya Lizbeth Quincho Gonzalez
Victor David Saldaña Mondragon

Asesor:

M. Sc. Marieta Eliana Cervantes Peralta
<https://orcid.org/0000-0001-9405-7048>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Juan Flores Cerna	18898536
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Kelly Polo Herrera	41297911
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Irma Geralda Horna Hernandez	40317442
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

18/3/23, 23:00

Tumitín - Informe de originalidad - Informe de tesis - plagio

Informe de originalidad de Turnitin

Procesado el: 15-mar-2023 21:06 -05
Identificación: 2038093690
Número de palabras: 9204
Enviado: 1

Índice de similitud
13%

Similitud por fuente

Fuentes de Internet:	13%
Publicaciones:	4%
Papeles del estudiante:	4%

Informe de tesis - plagio Por
Victor David SALDAÑA
MONDRAGON

5% de coincidencia ()

[Mogollón Rivera, Carlos Eduardo, Parrilla Vincés, Yajaira, Sotero Yglesias, Paola, Valderrama Barreto, Diana, "Remoción de metales pesados con *Urtica Urens* L. en suelos contaminados del Distrito de Huamachuco, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad", Universidad César Vallejo, 2018](#)

3% de coincidencia ()

[Quiliche Raico, Violeta Deberlyn. "Estudio de la eficiencia de *Urtica urens* L. en los procesos de fitorremediación de suelos contaminados por plomo en los últimos 15 años", Universidad Privada del Norte, 2021](#)

2% de coincidencia ()

[Bernabé García, Yeslín Marely, Medina Cerna, Heredia. "Fitorremediador por densidad poblacional de *Urtica Urens* en suelos contaminados por metales pesados, caserío Shiracmaca, distrito de Huamachuco - 2018", 'Universidad Cesar Vallejo', 2018](#)

2% de coincidencia (Internet desde el 08-ago-2021)

<https://1library.co/document/gmwdke7z-capacidad-fitorremediadora-especies-altoandinas-suelos-contaminados-metales-pesados.html>

2% de coincidencia (Internet desde el 29 de octubre de 2022)

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/152987/Evaluacion-de-Carpobrotus-aeguilaterus-y-aplicacion-de-acido-fulvico-en-relaves-mineros-como-estrategia-de-fitorremediacion.pdf?isAllowed=y&secuencia=1>

RESUMEN Nuestra investigación tiene como objetivo analizar la eficiencia de la fitoextracción con *Urtica urens* L. en suelos contaminados con plomo. Esta es una investigación descriptiva con un enfoque cuantitativo, en la cual se utiliza como instrumento una base de datos comparativa, elaborada en Excel versión 23, en donde se extrajeron los resultados de las concentraciones iniciales y finales presentes en suelo y la concentración final presente en hojas y raíces de los diversos estudios. En ella se indica que los valores mayores de concentraciones iniciales y finales de plomo presente en suelo fue de 2846 mg/kg - 1889,50 mg/kg, y los valores menores de 683,26 mg/kg - 272,36 mg/ kg. Asimismo, se procedió a realizar las pruebas estadísticas, en el programa SPSS versión IBM 29, demostrando que el factor que favorece a una mayor absorción del contaminante es la concentración inicial presente en suelo. También con dichos análisis se precisa determinar que la eficiencia de la especie *Urtica urens* L. está relacionado con la incorporación de agregados. Esto determina que la especie *Urtica urens* L. es una especie que logra la fitoextracción en suelos contaminados con plomo. PALABRAS CLAVES: Fitoextracción, *Urtica urens*, plomo, ortiga, suelos. Quincho, C. y Saldaña,

https://www.turnitin.com/newreport_printview.asp?eq=0&eb=0&esm=-2&cid=2038093690&sid=0&n=0&m=2&svr=27&r=54.087675608037245&l... 1/18

DEDICATORIA

A nuestros Padres por el apoyo incondicional, a nuestros amigos por sus buenas vibras, a los familiares y profesores que nos guiaron para poder realizar este gran trabajo, fruto de nuestro esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

A nuestros Padres por el apoyo incondicional, a nuestros amigos por sus buenas vibras, a los familiares y profesores que nos guiaron para poder realizar este gran trabajo, fruto de nuestro esfuerzo.

Tabla de contenido

Jurado calificador	2
Informe de similitud.....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	11
1.2. ANTECEDENTES	13
1.3. MARCO TEÓRICO	23
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	27
1.5. OBJETIVOS	27
1.5.1. Objetivo General:.....	27
1.5.2. Objetivo Específicos:.....	27
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	28

2.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	28
2.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	29
2.3.	MÉTODOS, INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	29
2.4.	PROCEDIMIENTO	31
CAPÍTULO III: RESULTADOS		34
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		56
REFERENCIAS.....		59
ANEXOS.....		69

Índice de tablas

Tabla 1	Concentración inicial y final de Pb en suelos de los diferentes estudios.	35
Tabla 2	Prueba de normalidad de la concentración inicial	36
Tabla 3	Prueba de normalidad de la concentración final.....	37
Tabla 4	ANOVA de la concentración final.	38
Tabla 5	Concentración de plomo en hojas y raíces.	38
Tabla 6	Prueba de Normalidad en concentración en hojas.....	40
Tabla 7	Prueba de Normalidad en concentración en raíces.....	40
Tabla 8	ANOVA de raíces y hojas.	41
Tabla 9	Comparación de absorción de Pb utilizando la especie <i>Urtica urens L.</i> en los diferentes estudios.	42
Tabla 10	Prueba de normalidad de remoción	45
Tabla 11	ANOVA de remoción.....	46
Tabla 12	Correlación entre concentración inicial, final y remoción	47
Tabla 13	Eficiencia de Pb utilizando la especie <i>Urtica urens L.</i> en los diferentes estudios.	48
Tabla 14	Prueba de normalidad con la variable eficiencia.....	52
Tabla 15	ANOVA con la variable eficiencia.....	53
Tabla 16	Correlación entre descripción de investigación y eficiencia.	54

Índice de figuras

Figura 1 Diagrama de recolección de datos.	32
Figura 2 Concentración inicial y final de Plomo.....	34
Figura 3 Eficiencia de absorción de plomo en <i>Urtica urens L.</i>	51
Figura 4 Comparación de concentraciones finales de Plomo con estándar de calidad ambiental suelo.	55

RESUMEN

Nuestra investigación tiene como objetivo analizar la eficiencia de la fitoextracción con *Urtica urens L.* en suelos contaminados con plomo. Esta es una investigación descriptiva con un enfoque cuantitativo, en la cual se utiliza como instrumento una base de datos comparativa, elaborada en Excel versión 23, en donde se extrajeron los resultados de las concentraciones iniciales y finales presentes en suelo y la concentración final presente en hojas y raíces de los diversos estudios. En ella se indica que los mayores valores de concentraciones iniciales y finales de plomo presente en suelo fue de 2846 mg/kg – 1889,50 mg/kg, y los valores menores de 683,26 mg/kg – 272,36 mg/ kg Asimismo, se procedió a realizar las pruebas estadísticas, en el programa SPSS versión IBM 29, demostrando que el factor que favorece a una mayor absorción del contaminante es la concentración inicial presente en suelo. También con dichos análisis se logró determinar que la eficiencia de la especie *Urtica urens L.* está relacionada con la incorporación de agregados. Esto determina que la especie *Urtica urens L.* es una especie que logra la fitoextracción en suelos contaminados con plomo.

PALABRAS CLAVES: Fitoextracción, *Urtica urens*, plomo, ortiga, suelos.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El crecimiento de la sociedad ha llevado al hombre a realizar diversas actividades para satisfacer sus necesidades, como la industrialización, minería, refinación de petróleo, curtiembre, entre otras; generando sustancias tóxicas, muchas de estas vertidas al medio ambiente sin un previo tratamiento, dañando a los ecosistemas y los habitantes en ella. Uno de los elementos más afectados es el suelo, produciendo en algunos casos la infertilidad por acumulación de metales pesados producto de la minería, cuya actividad deja impactos directos e indirectos en los seres vivos.

Cabe mencionar que tras la minería el suelo contiene diferentes tipos de material residual, siendo un gran problema para el desarrollo de vida; debido a factores como estructura edáfica, textura desequilibrada, alteración de las propiedades químicas, desequilibrio en el contenido de nutrientes y presencia de sustancias tóxicas, las cuales ocasionan dificultad para que las plantas crezcan (García y Dorronsoro, 2002, citados por Puga et al., 2006, p. 150), por lo que esto ha originado pérdidas en muchos países.

Esto se evidencia en lo mencionado por García (2004) en Cartagena - La Unión (Murcia, España) existe gran cantidad de metales pesados tóxicos generados por la minería que ha existido en ese lugar (p. 103). Según Burges y Pose (2010) menciona que los principales depósitos de donde se saca el plomo se encuentran en Europa, Australia, Asia, Canadá, EE. UU., México y Perú; generando 120 a 130.000 Ton/año de este metal (p. 16) por lo que estos depósitos están expuestos a la contaminación con dicho metal ya que la

minería no es 100% efectiva en sus procesos. En México los metales son uno de los contaminantes más importantes por su toxicidad, siendo entre los metales más comunes el mercurio, plomo y cromo (Covarrubias y Peña, 2017, párr. 1). Según Coyago y Bonilla (2014) en Ecuador, se ha detectado la presencia de concentraciones de plomo en diferentes cultivos: como en el cultivo de café 8,70 mg Pb/kg (p. 37). Lo mismo pasa en el Perú ya que el uso inadecuado del suelo ha generado la pérdida de este recurso, uno de estos factores es la contaminación por metales pesados (Díaz, 2016, p. 105); lo que conlleva tener diferentes alternativas para tratar estos efectos adversos provenientes de las actividades antrópicas.

La extracción de minerales deja consigo metales pesados en altas concentraciones como material residual, convirtiéndose en un problema para la salud de las personas y el medio ambiente; ocasionando contaminación a los cuerpos de agua y degradación del suelos haciéndolas en muchos casos infértiles, debido a ello, existen diversas tecnologías diseñadas para contrarrestar la contaminación del suelo, sin embargo, muchas de estas son demasiado costosas, pero también existen otras alternativas como la fitorremediación; teniendo la capacidad de contener, remover o neutralizar contaminantes (Marrero et al., 2012, p. 2).

Estos mecanismos de fitorremediación se encuentran dentro de las eco - tecnologías. Las plantas son seleccionadas por su potencial fisiológico, la vegetación con estas características se denominada hiper- acumuladoras (Peña-Salamanca citado por Peña et al., 2013, p. 470), ya que tiene la capacidad de acumular contaminantes a niveles cien veces más altos que otras plantas en las mismas condiciones ambientales (Pilon, 2005, citado por Peña et al., 2013, p. 470). Las plantas metalofitas han desarrollado mecanismos que les permite

sobrevivir en suelos ricos en metales, dentro de esta clasificación se encuentra la planta *Urtica urens L.* (Vega, 2017, citados por Prieto y Fernandez, 2020, p. 6). Por lo que se decide realizar esta investigación descriptiva; teniendo como base, resultados de trabajos de investigación; por lo que se tiene una hipótesis implícita. Para ello hemos realizado una recolección de información.

1.2. Antecedentes

En el ámbito internacional, Rosales y Villavicencio (2018) realizó una investigación titulada "Evaluación de la eficiencia de *Brassica rapa subsp. oleífera* (nabo silvestre) en la reducción de plomo y cadmio en los lodos residuales de la planta de tratamiento de aguas del Cantón Penipe" teniendo como objetivo evaluar la eficiencia de *Brassica rapa subsp. oleífera* (nabo silvestre) en la reducción de plomo y cadmio en los lodos residuales de la planta de tratamiento de aguas del cantón Penipe, este realizó un diseño experimental. La muestra de esta investigación equivalió al total de lodos residuales obtenidos de la planta de tratamiento de aguas residuales del cantón Penipe (120 Kg de un mes). Consto de tres unidades experimentales (UE1: 24 Kg de lodo residual en la cual no se sembró; UE2: 48 kg de lodo + trasplantación de 60 gramos de las semillas germinadas; UE3: 48 kg de lodo + 12 Kg de suelo fértil, esta mezcla se homogeniza + trasplantación de 60 gramos de las semillas germinadas). Antes del tratamiento se obtuvo 1,15 mg/Kg de Cd y 21,8 mg/Kg de Pb, después del tratamiento se obtuvo los siguientes resultados para cada unidad estudio: UE1: 1,03 mg/Kg de Cd y 20,92 mg/Kg de Pb, UE2: 0,5 mg/Kg de Cd y 0,18 mg/Kg de Pb y en la UE3: 0,5 mg/Kg de Cd y 0,18 mg/Kg de Pb. Finalmente comprobó que la unidad

experimental 2 (UE2) es más eficiente en cuanto a su capacidad de retención de cadmio y plomo en su tejido vegetal, a diferencia de la UE3 ya que, al añadir materia orgánica, esta impidió la movilidad del contaminante al tejido vegetal, requiriendo más tiempo para lograr su objetivo.

Según Daza (2017), en su investigación titulada “Evaluación de *Carpobrotus aequilaterus* y aplicación de ácido fúlvico en relaves mineros como estrategia de fitorremediación” tuvo como objetivo evaluar la especie *Carpobrotus aequilaterus* en el relave minero y el efecto de la aplicación de ácidos fúlvicos como estrategia de fitorremediación, para lo cual realizó un ensayo en macetas de 2,5 litros, aplicando mediante un ensayo en macetas de 2,5 litros. Los tratamientos fueron los siguientes, T0: (relave minero + dosis 1); T1: (relave minero + dosis 2); T2: (relave minero + doca); T3: (relave minero + doca + dosis 1); T4: (relave minero + doca + dosis 2). Al final del ensayo, se determinaron las concentraciones de metales (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn) en las plantas y la biomasa de parte aérea y raíz. Los metales Cd, Cr, Ni y Pb se encontraron bajo los límites de detección del instrumento de medición, por lo cual no fueron evaluados. Por otro lado, la adición de ácidos fúlvicos no mostró ningún efecto en la absorción de Cu y Zn ni en el crecimiento de la planta, sin embargo, los ácidos fúlvicos en menor dosis aumentaron los niveles de Fe y Mn. concluyendo que la especie *Carpobrotus aequilaterus* es potencialmente acumuladora de Mn debido a su mayor concentración en la parte aérea de la planta.

Por otro lado, Buskunova y Ibulova (2019) en su investigación “Características de la acumulación de metales pesados por plantas *Urtica dioica* L. y *Urtica urens* L”, realizaron

un estudio en 5 sitios de prueba, la primera se ubicó en las cercanías de la aldea de Abdulkrimovo, la segunda en Ishmurzino, la tercera prueba se llevó a cabo en la Ciudad de Baymak, la cuarta en la Idea de Khasanovo y la última prueba en Tavrichanka; de dichas zonas se recolecto un total de 30 plantas de la especie *Urtica urens L.* y *Urtica dioica L.*; para luego lavar sus raíces con agua corriente y secarlas al aire, después de ello se dividieron las plantas en partes aéreas (hojas) y subterráneas (raíces), estas fueron molidas a un tamaño de 0,1 mm para ser analizadas, obteniéndose que la especie *Urtica dioica L.*, en sus hojas contiene 0,0052 mg/kg de plomo y en sus raíces 0,0074, Sin embargo la especie *Urtica urens L.*, contenían en sus hojas 0,016 mg/kg de plomo y en sus raíces 0,017 mg/kg de plomo, llegando a concluir de que las especies acumulan más el metal en las partes subterráneas que en las partes aéreas, esto se debe a que las raíces funcionan como protección, por otro lado se puede observar que *Urtica urens L.*, tiene mayor capacidad de acumular el metal pesado plomo que la especie *Urtica dioica L.*

En el ámbito nacional, Lizarbe et al. (2016) en su investigación titulada “Fitoextracción de plomo, zinc y cadmio de relaves mineros utilizando *Helianthus annuus l.*”, tiene como objetivo general: evaluar el crecimiento de *Helianthus annuus l.* (girasol), especie bioacumuladora de metales pesados, mediante la adición de acondicionadores orgánicos e inorgánicos al relave minero artesanal, para la fitoextracción de plomo, zinc y cadmio. Los resultados obtenidos demuestran que el girasol crece absorbiendo y acumulando en su tejido Pb, Zn y Cd, siendo la raíz el órgano que más bioacumulación estos metales. Observando que los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento 2 (75% de relave y

25% de Acondicionador (50%humus + 30% musgo + 10% arena + 10% aserrín). Por lo contrario, el tratamiento 3 y 4 tiende a disminuir debido a que contiene mayor cantidad de acondicionador (50% y 75% respectivamente), concluyendo que a mayor cantidad de acondicionador el porcentaje de retención del contaminante es menor.

Díaz (2017) en su tesis titulada “Capacidad de Acumulación de la ortiga (*Urtica urens L.*) para la fitorremediación de suelos contaminados con plomo en la Oroya, Junín, 2017” realizó su estudio de descontaminación teniendo como concentración inicial 1119,51 mg/ kg de Pb, para el cual observó la acumulación de Pb en hojas y raíces de la especie *Urtica urens L.* a través de 5 repeticiones en un periodo de 2 meses, obteniendo como resultados en sus hojas 84,34 mg/kg y en sus raíces 25,06 mg/kg, teniendo como concentración final de 1010,05 mg/kg de plomo, logrando disminuir 109,046 mg/kg de Pb, presentando un crecimiento de 12 cm y un aumento del número de hojas facilitando la absorción, llegando a la conclusión que a mayor tiempo podría absorber una mayor concentración.

Rumaldo (2019) en su investigación “Descontaminación de Suelos con plomo usando *Urtica urens L.* y *Fuertesimalva echinata* Fertilizada con gallinaza en el Callao” recolectó 72 kg de suelo del parque Ramon Castilla, la cual obtuvo una concentración de 980 mg/kg de Pb, este realizó 6 tratamientos con las especies *Fuertesimalva echinata* y *Urtica urens L.* a las cuales se les adicionó suelo contaminado y gallinaza al 5%, 10% y 20% haciendo 3 repeticiones por cada tratamiento, obteniendo como resultado T5% (644,27 mg/kg), T10% (616,13 mg/kg), T20% (409,85 mg/kg) para *Fuertesimalva echinata* y T5%

(703,90 mg/kg), T10% (639,52 mg/kg), T20% (609,58 mg/kg) para *Urtica urens L.*, concluyendo que a mayor cantidad de gallinaza mayor es la cantidad de absorción.

Prieto y Fernandez (2020) en su investigación “Capacidad Fitorremediadora de plantas metalofitas (*Fuertesimalva echinata*, *Urtica urens L.* y *Stipa ichu*) en suelos contaminados por Pb, Cu y Zn” con la finalidad de presentar un artículo de revisión de estudios acerca de la capacidad fitorremediadora de plantas metalofitas (*Fuertesimalva echinata*, *Urtica urens L.* y *Stipa ichu*) en suelos contaminados por Pb, Cu y Zn. Su muestra fueron los diferentes estudios donde puedan encontrar trabajos de *Fuertesimalva echinata*, *Urtica urens L.* y *Stipa ichu*. en suelos contaminados del Perú. El análisis de los artículos demuestra que la *Fuertesimalva echinata* fue la que más Pb acumuló con una eficiencia del 70,8%, mientras que la *Urtica urens L.* acumuló más cobre con una eficiencia del 49,58% y la *Stipa ichu* mostró mayor eficiencia para acumular zinc con un 62,2%.

Jara et al. (2014) en su investigación “Capacidad fitorremediadora de cinco especies altoandinas de suelos contaminados con metales pesados”, tiene como finalidad informar los resultados de un experimento que evalúa la capacidad de fitorremediación de cinco plantas andinas (*Solanum nitidum*, *Brassica rapa*, *Fuertesimalva echinata*, *Urtica urens L.* y *Lupinus ballianus*), en suelos contaminados con plomo, zinc y cadmio. Este trabajo fue realizado en condiciones de invernadero en el distrito de Lachaqui, con duración de 1 año (Octubre 2011 - Octubre 2012), en donde se realizaron 20 tratamientos; utilizando 5 especies alto andinas y 4 sustratos con 30%, 60%, 100% de relave de mina y suelo sin relave de mina; cuando se empleó *Solanum nitidum* con 100% de relave de mina, en las raíces se acumuló

576 mg de plomo por kg-1 de materia seca (MS), 431,4 mg de zinc kg-1 MS y 8,7 mg de cadmio kg-1 MS; en el caso de *Brassica rapa* esta especie acumuló 758,8 mg kg-1 MS de plomo, 550 mg kg-1 MS de zinc y 4,9 mg kg-1 MS de cadmio; en *Fuertesimalva echinata* se acumuló 2015,1 mg kg-1 MS de plomo, 1024,2 mg kg-1 MS de zinc, y 11 mg kg-1 MS de cadmio; la especie *Urtica urens L.* logró acumular 854,5 mg de plomo kg-1 MS, 452,8 mg de zinc kg-1 MS y 8,9 mg de cadmio kg-1 MS y la última especie empleada *Lupinus ballianus* acumuló 992,8 mg de plomo kg-1 MS y 287,3 mg de cadmio kg-1 MS; concluyendo que se halló Pb y Cd en mayor concentración en las raíces.

Yacolca (2017) en su investigación tiene como objetivo evaluar la capacidad fitorremediadora de la ortiga (*Urtica urens L.*) en suelos contaminados con plomo por pasivo ambiental, ubicado en la localidad de san miguel-cerro de Pasco, 2017. Se utilizó un diseño experimental. La muestra de suelo contaminado con plomo será de 24 kg kilogramos de suelo. (4 calicatas de 60 cm de profundidad para el procedimiento de muestreo se siguieron la RM. N°085-2014-MINAM), esta muestra se puso 4 kg de suelo en cuatro maceteros y se le agregó humos a cada uno respectivamente con su respectiva planta de *Urtica urens L.*, se realizó una prueba de plomo antes del tratamiento de humus y *Urtica urens L.* obteniendo 417,185 mg/kg en promedio, después de 4 meses se realizó la medición de Pb final obteniendo 257,475 185 mg/kg en promedio. Concluyendo que la absorción de Pb se debe a la biomasa suministrada lo que conlleva a mayor biomasa mayor absorción.

Castro (2020) en su investigación "Efecto del quelato (EDTA) en la fitorremediación de un suelo contaminado por plomo, con *Urtica urens L.* en La Oroya, 2018", considero

cinco dosis de EDTA en un suelo contaminado con Pb (683,26 mg/kg) y una prueba control; T1 (control), T2 (0,05 g EDTA.kg⁻¹), T3 (0,10 g EDTA.kg⁻¹), T4 (0,15 g EDTA.kg⁻¹), T5 (0,20 g EDTA.kg⁻¹) y T6 (0,25 g EDTA.kg⁻¹), realizando 3 repeticiones. Por otro lado, se sembró la especie *Urtica urens L.* con 3 kg de suelo en 18 macetas, por un periodo de 60 días, luego de ello se obtuvo que la planta en la parte radicular acumulo T1 (85,313 mg.kg⁻¹), T2 (242,223 mg.kg⁻¹), T3 (259,287 mg.kg⁻¹), T4 (230,743 mg.kg⁻¹), T5 (175,777 mg.kg⁻¹) y T6 (110,853 mg.kg⁻¹) y en las parte aérea en T1 (66,3 mg.kg⁻¹), T2 (83,917 mg.kg⁻¹), T3 (151,617 mg.kg⁻¹), T4 (132,91 mg.kg⁻¹), T5 (145,807 mg.kg⁻¹) y T6 (80,517 mg.kg⁻¹), concluyendo que la especie *Urtica urens L.* presenta mayor acumulación del metal en la parte radicular.

Tello (2019) en su tesis “Eficacia de acumulación de la ortiga (*Urtica urens L.*) para la fitorremediación de suelos contaminados con plomo en la provincia constitucional del callao, 2018”, llevo a cabo el estudio de manera experimental, de forma ex situ en un periodo de 2 meses, donde observó la acumulación de plomo en las hojas y raíces de la planta *Urtica urens L.*, ejecutó 5 repeticiones antes y después del tratamiento, teniendo en cuenta que la concentración inicial de plomo presente en el suelo fue de 1399,39 mg/kg, después de aplicar el tratamiento los resultados que obtuvo fue que la especie acumulo sus hojas 80,09 mg/kg y en sus raíces 26,29 mg/kg y la concentración final de plomo en suelo fue de 1161,55 mg/kg, concluyendo que se disminuyó 237,83 mg/kg de plomo, evidenciando que la especie *Urtica urens L.* acumula plomo de manera eficiente.

En el ámbito local, Bazán y Rojas (2018), en su tesis “Remoción de metales pesados con *Juncus arcticus* y *Urtica dioica* en un relave minero, Distrito Huamachuco - La Libertad” tuvo como objetivo la remoción de metales pesados con *Juncus arcticus* y *Urtica dioica* en un relave minero, distrito Huamachuco. Se realizó *ex situ* con un diseño experimental de 3 repeticiones compuestos por especie con 30% enmienda orgánica y 70% de relave para ambos casos, en la cual se observó la capacidad de remoción de los metales Pb, As y Cd que tiene cada tratamiento. Las concentraciones iniciales que el relave presentaba fueron de 142 mg/kg de Pb, 433,08 mg/kg de As y 11,42 mg/kg de Cd; después de dos meses el tratamiento con *Urtica Dioica*, esta removió 32,2% de Pb, 33,7% de As y 70,8% de Cd, así como para los tratamientos con *Juncus arcticus* se obtuvieron resultados de 26,3%, 27,5% y 67,9% de remoción de Pb, As y Cd respectivamente. Se concluye que la especie *Urtica dioica* presenta mejores resultados.

Según Esquivel y Marquina (2019), en su tesis “Fitoextracción de Pb y Cr de relaves mineros de la poza Santa Catalina del distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco usando la especie *Brassica juncea* (Mostaza)” tuvo como finalidad Evaluar la capacidad de bioacumulación de plomo y cromo del relave minero de la poza Santa Catalina usando la especie *Brassica juncea* (mostaza) para ello realizó 4 tratamientos (T1,T2,T3,T4 y un control) a los cuales se les agregó T1 (100% de relave + 0% de sustrato); T2 (75% de relave + 25% de sustrato); T3 (50% de relave + 50% de sustrato); T4 (25% de relave + 75% de sustrato) y control (0% de relave + 100% de sustrato) teniendo un tiempo de exposición de 40 días tomando en cuenta los factores de crecimiento, el número de hojas y longitud de

raíz. Los resultados en porcentajes de crecimiento a los 40 días fueron para T1 (0%); T2 (17,4%); T3 (63,9%); T4 (109,2%) y la planta control creció 154,5%, por otro lado, para la bioacumulación de metales pesados se utilizó el Espectrómetro de Masas con Plasma obteniendo que el Pb se encontró en mayor cantidad en la raíz y el Cr en las hojas, teniendo T3 las mejores condiciones de fitoextracción de 8 mg/kg MS en la raíz y 23,35 mg/Kg MS de Cr en las hojas. Concluyendo que el sustrato orgánico utilizado mejora el crecimiento y mejora la capacidad fitoextractora.

Mogollón et al. (2018) en su investigación titulada "Remoción de metales pesados con *Urtica urens L.* En suelos contaminados del distrito de Huamachuco, provincia Sánchez Carrión, La Libertad", cuyo objetivo fue analizar el porcentaje de remoción de metales pesados con *Urtica urens L.* en suelos contaminados con metales pesados en el distrito de Huamachuco, para ello, se realizó tres tratamientos; T1 (600 gr de abono y 900 gr de suelo contaminado), T2 (450 gr de abono y 1050 gr de suelo contaminado), T3 (300 gr de abono y 1200 gr de suelo contaminado) cada tratamiento con tres plantas de la especie *Urtica urens L.* A través de un análisis estadístico se determinó que el T1 (40% de abono Cavia Porcellus + 60% de suelo contaminado) con valores de arsénico 65%, mercurio 98% y plomo 64%, concluyendo que fue el tratamiento con mejores resultados.

Bernabé y Medina (2018) en su investigación titulada "Fitorremediador por densidad poblacional de *Urtica urens L.* en suelos contaminados por metales pesados, caserío Shiracmaca, distrito de Huamachuco – 2018" cuyo objetivo es evaluar la capacidad fitorremediador de la ortiga (*Urtica urens L.*) en suelos contaminados por metales pesados,

se ubicó 10 puntos para extraer suelo contaminado y se homogenizo, luego separó 1kg para un preanálisis. En una caja de madera de 0,36 m², el cual se divide en 4 celdas iguales, colocando 6 kg de suelo en cada celda para luego agregar estiércol de cuy, obteniendo 1,5 kg en la primera celda, 2 kg en la segunda celda, 2,5kg en la tercera y en la cuarta no se agregó. Pasando los 15 días de degradación de materia orgánica sembró 1 planta en la primera celda, 2 plantas en la segunda, 3 plantas en la tercera y en la cuarta se agregó una planta como testigo, después de 46 días se analizaron las muestras a través del método espectrofotometría de absorción atómica, obteniendo en el preanálisis fueron, Fe(18200 ppm), Zn (700ppm) y Pb(100 ppm), y en el post análisis en la primera muestra Fe (1 7 987 ppm), Zn (650ppm) y Pb(89ppm), 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), concluyendo que la muestra 3 obtuvo mayor porcentaje de absorción (Fe 45,055%, Zn 51,429% y Pb 70 %) y concluye que el estiércol de cuy fortalece el crecimiento de *Urtica urens L.* y tiene un efecto positivo en la fitorremediación.

Marcelo (2017) en su tesis titulada "Capacidad fitorremediadora de *Urtica urens L.* en suelos con metales pesados del sector Campanario, Quiruvilca, Santiago De Chuco, La Libertad", realizo el tratamiento con la especie *Urtica urens L.*, de manera ex situ, en macetas, aplicando un diseño cuasi experimental con pre, post prueba y un grupo control, obteniendo dos grupos, uno experimental con tres repeticiones y un grupo control, estos grupos luego de 4 semanas se evaluó el crecimiento de la especie *Urtica urens L.*, al analizarse

se obtuvo los porcentajes de remoción de Cromo (81,56%), Antimonio (80,83%), Cobre (49,68%), Arsénico (37,58%), Titanio (24,93%), Plomo (8,81 %) y Estroncio (3,64%). Por otro lado, también se analizaron los metales Aluminio, Bario, Berilio, Cerio, Litio y Vanadio, pero en estos se observó que hubo un incremento en sus concentraciones, en conclusión, la especie vegetal es fitorremediadora para algunos metales pesados.

1.3. Marco Teórico

Fitorremediación

La fitorremediación es una tecnología que permite almacenar pocas cantidades de xenobióticos a diferencia de tecnologías de costo elevados. Este tiene como finalidad desintoxicar el área contaminada a través de mecanismos por el cual la planta bioacumula en sus diferentes órganos como la raíz, tallo y hojas. El mecanismo permite acumular o eliminar metales pesados e hidrocarburos del sitio o zona afectado (López et al., 2005, p. 92). El procedimiento se puede dar in situ o ex situ, dependiendo de la capacidad de la planta para descontaminar el área, esta puede ser fitoextracción, fitodegradación, fitovolatilización, rizofiltración fitoestabilización y la fitoinmovilización (Bernal et al., 2007, p. 3).

Fitoextracción

La fitoextracción es parte de la fitorremediación, la cual utiliza plantas específicas para desarrollar este mecanismo. Consiste en acumular las sustancias tóxicas como hidrocarburos y metales pesados para la biorrecuperación de aguas o suelos, reduciendo este xenobiótico en dicha área (Delgadillo et al., 2011, párr. 36).

Urtica urens L.

La *Urtica urens L.* pertenece a la familia de las urticáceas. Hierba de 10-50 cm de altura. Sus tallos son ramificados, cubiertos de pelos urticantes y sus hojas son opuestas o pecioladas, ovado-elípticas, las cuales están densamente cubierta de pelos urticantes, además su fruto es un aquenio de 2 mm de longitud, protegido por el perigonio fructífero (Cordero et al., 2017, p. 254).

Metales pesados

Los metales pesados son compuestos químicos con peso molecular alto muy difundidos y en muchos casos muy útiles (Eróstegui, 2009, p. 1). Estos se encuentran en la corteza terrestre algunos cumplen funciones bioquímicas y fisiológicas otros son oligoelementos esenciales para los seres vivos (Ferré, 2007, p. 51).

Plomo

El plomo es un metal blando, gris azulado, estable y resistente a la corrosión (Poma, 2008, párr.5). La minería que extrae plomo genera contaminación en sus alrededores y a la naturaleza (Poma ,2008, párr.7). Al ingresar este compuesto a el cuerpo genera problemas en el sistema nervioso; (Bayon, 2015, citado por Larios, 2019) cuando un niño llega a estar expuesto ante este metal presenta disminución de la inteligencia, pérdida de memoria a corto plazo, discapacidad del aprendizaje y problemas de coordinación (Larios, 2019, p. 25). La presencia de este metal en el suelo depende de las características fisicoquímicas de este, el óxido de hierro, materia orgánica y arcilla tiene la capacidad elevada de absorber Pb (Rábago, 2011, p. 92).

La acumulación de Pb en plantas mayormente se realiza en los apoplastos de las raíces en forma radial mediante el córtex específicamente lo más cercano a la endodermis de la planta (Verma y Dubey, 2003, citado por Larios, 2019). El transporte limitado de la raíz a otras partes de la planta depende de la barrera endodérmica de la raíz (García, 2006, p. 20), esto se ve reflejado en investigaciones que se han realizado las cuales hacen mención que el Pb se acumula mayormente en las plantas en la zona radicular que en las partes aéreas;(Jones et al.1973,Verman y Dubey, 2003, citados por García, 2006) ahora si hablamos del orden en el que se acumula esta sustancia en la planta es: raíces > hojas >tallos >inflorescencia > semillas (García, 2006, p. 21).

La retención de este contaminante en las radículas se basa en la unión de Pb+2 con iones con sitios intercambiables sobre la pared celular. (Larios, 2019, p. 27). En cuanto a la distribución el Pb en la raíz según Broyer et al. (1972) es siguiendo las vías del adoplasto ya que gran cantidad del plomo es extraída del agua (citado por García, 2006). Sánchez y Aguirreola (2000) asegura que hay tres vías autodominates diferentes en las cuales el agua se puede mover: La primera es la ruta del citoplasma vivo (el continuo de la pared celular externo a la membrana celular) también conocida como vía del apoplasto el cual representa el 10% del volumen de la raíz el cual equivale a el espacio libre; en segundo lugar el agua puede atravesar la pared celular y el plasmalema para luego entrar al citoplasma, después se movería a lo largo del continuo citoplasmático a través de los plasmodesmos que conecta el citoplasma con las células adyacentes (vía del simplasto) por ultimo existe la posibilidad de

que el agua atraviese el plasmalema como el tonoplasto, por lo que la vacuola pasaría a ser parte de la vía de transporte (citado por García, 2006).

La acumulación significativa de Pb se da en las plantas dicotiledóneas a comparación de las monocotiledóneas tendiendo a acumularse más en la zona radicular (García, 2006, citado por Larios, 2019).

Bioacumulación

La bioacumulación es un proceso químico que consiste en la absorción, transformación y acumulación de sustancias en un ser vivo al encontrarse expuesto a él contaminante a través del agua, suelo o aire (Asencios, 2017, p. 9). Es una propiedad intrínseca de los compuestos químicos que determina el potencial de peligro para el medio ambiente (Pereyra, 2019, p. 13).

Minería

La minería es una actividad extractiva que promueve el desarrollo de la industria de manufactura (Dammert y Molinelli, 2007, p. 10). En el 2019 según el Rankin de minería el Perú tiene el segundo lugar de extracción de cobre, plata y zinc; así como, principal productor de oro, zinc, plomo y estaño en latinoamericano (Hoyos et al. 2019, p. 5). Sin embargo, la minería es una de las principales fuentes de contaminación por metales pesados, debido al mal manejo de residuos, generando grandes problemas ambientales por la toxicidad de sus subproductos (Yáñez et al., 2003, citado por Munive et al., 2018). Esta problemática requiere tecnologías costo-efectiva, amigables con el ambiente y sin alterar ningún factor del ecosistema, por lo que esto demuestra la importancia de esta investigación

descriptiva que realizaremos para que quede como antecedente primordial de la biorrecuperación con plantas en suelos contaminados.

Contaminación del Suelo

La contaminación de suelos ocurre cuando se presencia de un compuesto químico o sustancia que no pertenece a ese lugar y/o presenta una concentración mayor a lo normal, teniendo efectos malos para la vida de los seres vivos (Rodríguez et al., 2019, p. 1).

1.4. Formulación del problema

¿Es eficiente la fitoextracción con *Urtica urens L.* para tratar suelos contaminados con plomo?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General:

- Analizar la fitoextracción con *Urtica urens L.* en suelos contaminados con plomo.

1.5.2. Objetivo Específicos:

- Analizar las concentraciones de Pb inicial y final en los diversos estudios.
- Identificar qué factores favorecen una mayor absorción de Pb en los diferentes estudios.
- Comparar la eficiencia de *Urtica urens L.* en diferentes investigaciones con suelos contaminados con Pb.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

En el presente trabajo se tiene un enfoque cuantitativo, utiliza la recolección de datos los cuales son analizados con métodos estadísticos, cuyo propósito es las relaciones causales entre los elementos de estudio (Hernández et al., 2014, pp. 4-6).

Por el alcance la investigación es exploratoria, se encuentra escasa información, debido a que el tema es poco estudiado. También tiene un alcance descriptivo, el cual busca precisar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice (Hernández et al., 2014, p. 92). Además, la investigación va más allá de la descripción de conceptos, establece las causas de los sucesos o fenómenos que se están estudiando (Hernández et al., 2014, p. 95), por lo que es de alcance explicativo.

El diseño es no experimental, el cual se caracteriza por que el investigador observa sin hacer intervención alguna, por lo que las variables no son manipuladas, los métodos más comunes son investigaciones exploratorias y/o cuestionarios (Sousa et al., 2007, p. 3). Así mismo es transversal ya que se recolectan datos en un solo momento, su propósito es describir variables y su incidencia de interrelación en un momento dado (Hernández et al., 2014, p. 154).

2.2. Población y muestra

Población:

Es un conjunto de seres u objetos que son investigados ya que se desea conocer algo específico de ellos (Pineda et al. citado por López, 2004, párr. 5).

Por lo dicho anteriormente la población total fue de 100 estudios donde se utilizó la fitoextracción en suelos contaminados como palabras clave, luego de ello, se aplicó el filtro de nombre de la especie y tipo de metal quedando 20 estudios como población final.

Muestra:

Es parte de la población, específicamente es un subconjunto que representa a el universo o población (López, 2004, párr. 6).

Por lo tanto, aplicando el criterio de exclusión, antigüedad del estudio la muestra es de 6 estudios, donde se realizó la fitoextracción con *Urtica urens L.* en suelos contaminados con plomo en los últimos 10 años.

2.3. Métodos, instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Métodos:

Este método analítico que utiliza la descripción general de una realidad para realizar la distinción, conocimiento y clasificación de sus elementos esenciales y las relaciones que mantienen entre sí, es decir, nos permite descubrir las principales relaciones de causalidad que existen entre las variables de investigación (Calduch,

2014, pp. 30-31). Por ello en el presente estudio se da conocer como el proceso de fitoextracción con *Urtica urens L.* está relacionado con el tratamiento de suelos contaminados con plomo.

Asimismo, el método hermenéutico nos indica que la investigación abarca tres etapas principales; establecimiento de un conjunto de textos, la interpretación de dichos textos y la generación de teorías sobre las etapas anteriores, y consta de dos niveles; empírico e interpretativo correspondientemente (Aguilar, 2019, pp. 146-147). Es decir, este procedimiento nos permite interpretar y conocer las bases teóricas necesarias para fundamentar nuestra investigación (Pérez, 2011, p 10). Por lo que en la presente investigación se tuvo en cuenta estas tres etapas, para lograr interpretar los resultados recolectados de las investigaciones tomadas como muestra.

2.3.2. Instrumentos de recolección:

Según Durán (2019, p. 44), los instrumentos cuantitativos son aquellos que realizan un análisis causa-efecto, los cuales están orientados hacia la descripción, predicción y explicación, utilizando datos medibles y observables.

El recojo de información de la presente investigación utilizó como instrumento una base de datos comparativa, para ello se realizó una tabla en el programa Excel, en la cual se registraron las concentraciones de plomo en hojas y raíces de *Urtica urens L.* cuya información estuvo basada en los datos obtenidos en los trabajos científicos de fitoextracción con *Urtica urens L.* en suelos contaminados con plomo, en los últimos 10 años.

2.4. Procedimiento

Elegido el tema de investigación se realiza una búsqueda de información utilizando metabuscadores de confianza, como ScienceDirect, PubMed Central® (PMC) Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI), Dialnet, Scielo, Google Académico, Redalyc, Terra Latinoamericana filtrando información como repositorios relacionados al tema elegido y conceptos relacionados a la fitoextracción, también se considera la confiabilidad de la documentación extraída y se filtra un periodo de 10 años de antigüedad.

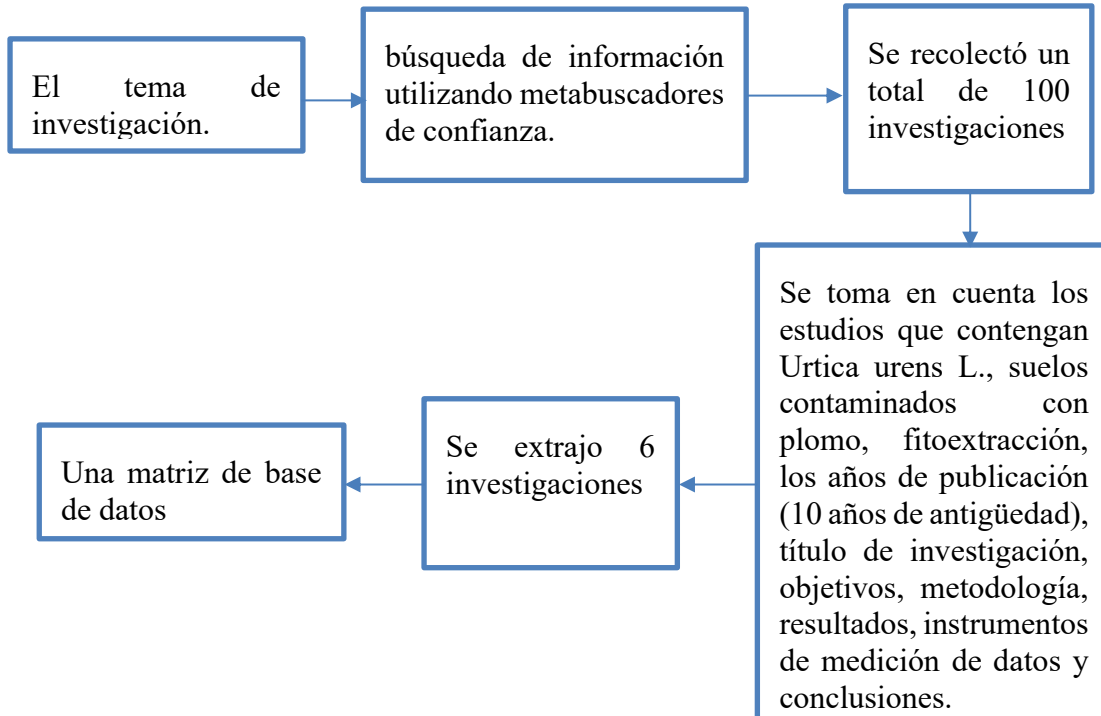
En la búsqueda de información se utilizan las palabras claves *Urtica urens L.*, suelos contaminados con plomo, fitoextracción, fitorremediación y remediación de suelos. Otro factor para tomar en cuenta es la especie de planta, el tipo de fitorremediación, los años de publicación, título de investigación, objetivos, metodología, resultados, instrumentos de medición de datos y conclusiones.

Se recolectó un total de 100 investigaciones, en las cuales se consideraron solo 6 por cumplir con los criterios mencionados anteriormente, las cuales fueron plasmados en una matriz de base de datos, que contenía autores, año de publicación, título del trabajo de investigación, objetivos, método, resultados, instrumentos de medición y conclusión.

Asimismo, se extrajeron de las investigaciones las concentraciones de plomo presentes en hojas y raíces de *Urtica urens L.*

Figura 1

Diagrama de recolección de datos.



Validez y confiabilidad de información

Para medir la validez y confiabilidad de los instrumentos, se utilizó el juicio de expertos en el tema de la carrera profesional de ingeniería ambiental, de la Universidad Privada del Norte, sede Trujillo. Además, se tuvo en cuenta que las investigaciones utilizadas son estudios publicados en portales universitarios, metabuscadores académicos y revistas científicas

Para analizar la información

Habiendo usado los instrumentos, se sistematizó la información en Excel versión 23, para realizar las tablas y los gráficos que describen los resultados finales de las variables y dimensiones. Además, se empleó el programa SPSS en su versión IBM 29 para realizar la prueba de normalidad, ANOVA y correlaciones.

2.5. Aspectos éticos de la investigación

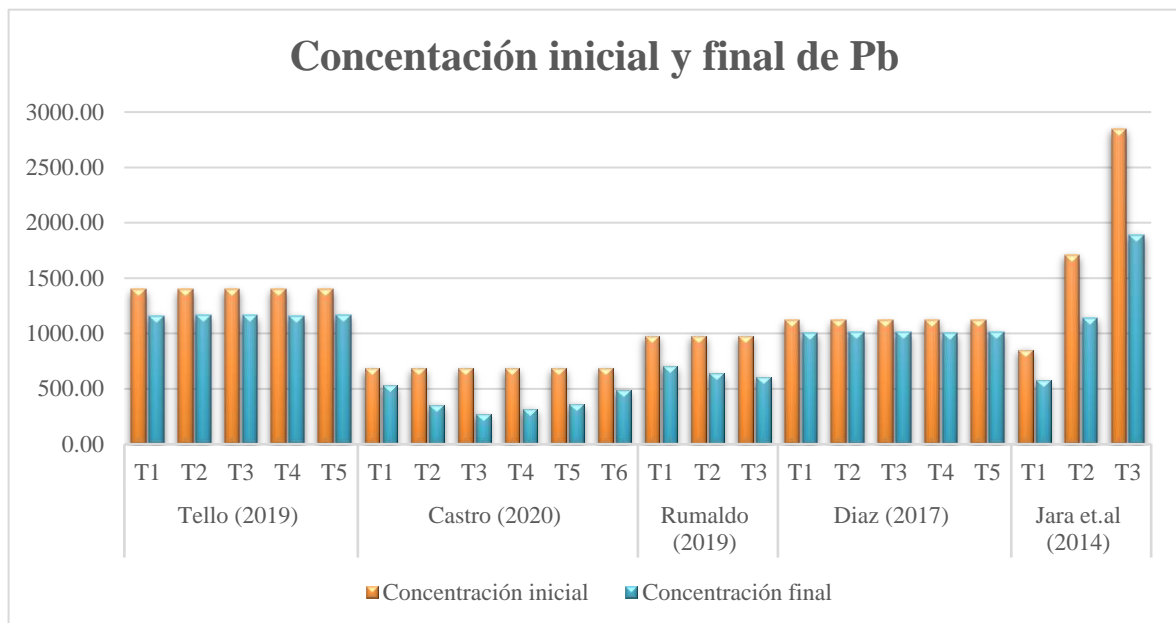
En nuestro trabajo se citan y se referencian las fuentes consultadas y consideradas en la investigación como respeto a la propiedad intelectual de los autores; así mismo, contamos con la autorización de la universidad para recoger la información necesaria, esta información será utilizada con fines académicos, utilizando el método científico como base, por lo que no se alteran los resultados obtenidos y observados en cada investigación; se tiene mucha responsabilidad, todos los datos son fidedignos.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

En este capítulo se presenta el análisis de los diferentes estudios de remoción de plomo utilizando la especie *Urtica urens L.* dando a conocer las concentraciones iniciales y finales, factores que favorecen una mayor absorción de Pb y la eficiencia de *Urtica urens L.* en diferentes investigaciones expresados a través de tablas y gráficos.

Figura 2

Concentración inicial y final de Plomo



En la figura 1 se puede observar las concentraciones iniciales y finales de plomo en la planta *Urtica urens L.* en el cual, el autor Jara et al. (2014) presentó 2846 mg/kg – 1889,50 mg/kg una mayor concentración inicial y final más alta, seguido de Tello (2019) con una concentración inicial de 1401,09 mg/kg y final de 1157,21 mg/kg, Diaz (2017) con 1120,87 mg/kg concentración inicial y final de 1006,27 mg/kg, Rumaldo (2019) obtuvo 980,00

mg/kg de concentración inicial y final de 703,90 mg/kg y el autor Castro (2020) 683,26 mg/kg – 272,36 mg/ kg con una concentración menor en comparación de los otros autores.

Tabla 1

Concentración inicial y final de Pb en suelos de los diferentes estudios.

Autores	Tratamiento	Concentración inicial mg/kg	Concentración final mg/kg
Tello (2019)	T1	1398,66	1158,19
	T2	1397,39	1164,17
	T3	1399,91	1160,63
	T4	1401,09	1157,21
	T5	1399,89	1167,57
Castro (2020)	T1	683,26	531,65
	T2	683,26	357,12
	T3	683,26	272,36
	T4	683,26	319,61
	T5	683,26	361,68
	T6	683,26	491,89
Rumaldo (2019)	T1	980,00	703,90
	T2	980,00	639,51
	T3	980,00	609,58
Diaz (2017)	T1	1118,93	1007,12
	T2	1117,91	1012,32
	T3	1119,93	1009,24
	T4	1120,87	1006,27
	T5	1119,91	1015,28

	T1	853,00	576,30
Jara et al. (2014)	T2	1707,60	1142,90
	T3	2846,00	1889,50

Nota: en la tabla 1 se detallan los autores, el número de tratamientos y la concentración inicial y final de plomo en suelo de cada estudio.

Tabla 2

Prueba de normalidad de la concentración inicial

Pruebas de normalidad^c

	AUTORES	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONCENTRACIÓN.INICIAL	Tello (2019)	.239	5	.200*	.960	5	.805
	Castro (2020)	.	6	.	.	6	.
	Rumaldo (2019)	.	3	.	.	3	.
	Diaz (2017)	.239	5	.200*	.960	5	.807
	Jara et al. (2014)	.204	3	.	.993	3	.843

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

c. No hay casos válidos para CONCENTRACIÓN.INICIAL cuando AUTORES = 3.000. Los estadísticos no se pueden calcular para este nivel.

Tabla 3

Prueba de normalidad de la concentración final

Pruebas de normalidad^c

	AUTORES	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONCENTRACIÓN.FINAL	Tello (2019)	.185	5	.200*	.936	5	.641
	Castro (2020)	.273	6	.182	.908	6	.425
	Rumaldo (2019)	.261	3	.	.957	3	.603
	Diaz (2017)	.185	5	.200*	.936	5	.640
	Jara et al. (2014)	.203	3	.	.994	3	.849

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

c. No hay casos válidos para CONCENTRACIÓN.FINAL cuando AUTORES = 3.000. Los estadísticos no se pueden calcular para este nivel.

En las tablas 2 y 3 se aplican la prueba de normalidad para determinar si los valores de las variables siguen una distribución normal. Para ello se empleó la prueba Shapiro-Wilk, ya que esta se utiliza cuando la muestra es hasta 50 datos, teniendo en cuenta un nivel de confianza de 95% para los datos analizados. Como se puede observar el nivel de significancia es mayor a 0,05; lo cual indica que existe una distribución normal en los datos.

Tabla 4

ANOVA de la concentración final.

ANOVA

CONCENTRACIÓN.FINAL

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2380548.339	4	595137.085	10.955	<.001
Dentro de grupos	923541.680	17	54325.981		
Total	3304090.019	21			

En la tabla 4 se aplicó la prueba ANOVA de un factor, para analizar la concentración final de plomo ya que esta prueba se utiliza cuando los datos siguen una distribución normal; es un análisis paramétrico. En donde se puede observar que el nivel de significancia es menor a 0,05; demostrando que la especie *Urtica urens L.*, sirve para la fitoextracción de suelos contaminados con plomo.

Tabla 5

Concentración de plomo en hojas y raíces.

Autores	Tratamiento	Concentración de Plomo (mg/kg)	
		Hojas	Raíces
Tello (2019)	T1	94,04	20,13
	T2	85,13	22,82

	T3	86,43	26,61
	T4	85,19	31,58
	T5	76,64	30,33
	T1	66,3	85,313
	T2	84	242
Castro (2020)	T3	152	259
	T4	132,91	231
	T5	146	176
	T6	81	111
Buskunova y Ibulova (2019)	T1	0,016	0,017
	T1	32,32	5,49
Rumaldo (2019)	T2	30,63	19,49
	T3	40,49	26,67
	T1	92,890	18,9
Diaz (2017)	T2	83,98	21,59
	T3	85,28	25,38
	T4	84,04	30,35
	T5	75,49	29,1
Jara et al. (2014)	T1	26,7	250
	T2	54,7	510
	T3	102	854,5

Nota: en la tabla se evidencia la concentración de plomo en hojas y raíces.

Tabla 6

Prueba de Normalidad en concentración en hojas.

		Pruebas de normalidad^c					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	AUTORES	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
HOJAS	Tello (2019)	.277	5	.200*	.925	5	.563
	Castro (2020)	.259	6	.200*	.858	6	.184
	Rumaldo (2019)	.326	3	.	.874	3	.307
	Diaz (2017)	.277	5	.200*	.925	5	.563
	Jara et al. (2014)	.234	3	.	.979	3	.719

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

c. HOJAS es constante cuando AUTORES = Buskunova y Ibulova (2019). Se ha omitido.

Tabla 7

Prueba de Normalidad en concentración en raíces.

		Pruebas de normalidad^c					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	AUTORES	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RAÍCES	Tello (2019)	.197	5	.200*	.941	5	.670
	Castro (2020)	.240	6	.200*	.894	6	.337
	Rumaldo (2019)	.250	3	.	.967	3	.649
	Diaz (2017)	.197	5	.200*	.941	5	.670

Jara et al. (2014)	.204	3	.	.994	3	.846
--------------------	------	---	---	------	---	------

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

c. RAÍCES es constante cuando AUTORES = Buskunova y Ibulova (2019). Se ha omitido.

En las tablas 6 y 7 se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, con un nivel de confianza de 95%. Como se observa el nivel de significancia es mayor a 0,05, lo cual indica que existe una distribución normal en los datos de concentración en hojas y concentración de plomo en raíces.

Tabla 8

ANOVA de raíces y hojas.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
HOJAS	Entre grupos	19310.140	5	3862.028	6.402	.002
	Dentro de grupos	10255.972	17	603.292		
	Total	29566.112	22			
RAÍCES	Entre grupos	681144.138	5	136228.828	10.990	<.001
	Dentro de grupos	210721.985	17	12395.411		
	Total	891866.123	22			

En la tabla 8 se aplicó la prueba ANOVA de un factor, obteniéndose un valor de significancia menor a 0,05, demostrando que la especie *Urtica urens L.*, se encarga de la fitoextracción de suelos contaminados con plomo en sus hojas y raíces.

Tabla 9

Comparación de absorción de Pb utilizando la especie Urtica urens L. en los diferentes estudios.

Autores	Tratamiento	Descripción	Concentración de Plomo		Concentración inicial mg/kg	Concentración final mg/kg	Remoción mg/kg
			(mg/kg)				
			Hojas	Raíces			
Tello (2019)	T1	2kg de suelo + 1 planta	94,04	20,13	1398,66	1158,19	240,47
	T2	2kg de suelo + 1 planta	85,13	22,82	1397,39	1164,17	233,22
	T3	2kg de suelo + 1 planta	86,43	26,61	1399,91	1160,63	239,28
	T4	2kg de suelo + 1 planta	85,19	31,58	1401,09	1157,21	243,88
	T5	2kg de suelo + 1 planta	76,64	30,33	1399,89	1167,57	232,32
Castro (2020)	T1	3 kg de suelo + 3 plantas	66,3	85,313	683,26	531,647	151,61
	T2	3 kg de suelo + 0,05 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	84	242	683,26	357,120	326,14
	T3	3 kg de suelo + 0,10 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	152	259	683,26	272,356	410,90
	T4	3 kg de suelo + 0,15 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	132,91	231	683,26	319,607	363,65

	T5	3 kg de suelo + 0,20 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	146	176	683,26	361,676	321,58
	T6	3 kg de suelo + 0,25 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	81	111	683,26	491,890	191,37
Buskunova y Ibulova (2019)	T1	suelo contaminado con metales pesados	0,016	0,017	-		
	T1	4 kg de suelo + 5% (200 g) de gallinaza	32,32	5,4933333	980	703,897	276,10
Rumaldo (2019)	T2	4 kg de suelo + 10% (400 g) de gallinaza	30,63333333	19,49	980	639,507	340,49
	T3	4 kg de suelo + 20% (800 g) de gallinaza	40,48666667	26,666667	980	609,580	370,42
	T1	2kg de suelo + 1 planta	92,890	18,9	1118,93	1007,12	111,81
	T2	2kg de suelo + 1 planta	83,98	21,59	1117,91	1012,32	105,59
Diaz (2017)	T3	2kg de suelo + 1 planta	85,28	25,38	1119,93	1009,24	110,69
	T4	2kg de suelo + 1 planta	84,04	30,35	1120,87	1006,27	114,60
	T5	2kg de suelo + 1 planta	75,49	29,1	1119,91	1015,28	104,63

	T1	30% de relave de mina (1.5 kg de RM + 3.5 kg de suelo)	26,7	250	853	576,3	276,70
Jara et al. (2014)	T2	60% de relave de mina (3.5 kg de RM + 1.5 kg de suelo)	54,7	510	1707,6	1142,9	564,70
	T3	100% de relave de mina (5 kg de RM)	102	854,5	2846	1889,5	956,50

En la tabla 9 se describe los tratamientos de cada autor, evidenciando la cantidad de concentración en hojas y raíces y el porcentaje de remoción en relación con la cantidad inicial y final de cada tratamiento, siendo Jara et al. (2014) el autor con mayor remoción de 956,50 mg/kg de Pb, por otro lado, Diaz (2017) presenta una menor absorción con 104,63 mg/kg de Pb; a mayor presencia de contaminante mayor será la adsorción, sin embargo, la incorporación de agregados también influye.

Tabla 10

Prueba de normalidad de remoción

		Pruebas de normalidad^c					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	AUTORES	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
REMOCIÓN	Tello (2019)	.225	5	.200*	.915	5	.496
	Castro (2020)	.273	6	.182	.908	6	.425
	Rumaldo (2019)	.261	3	.	.957	3	.603
	Díaz (2017)	.220	5	.200*	.921	5	.534
	Jara et al. (2014)	.207	3	.	.992	3	.832

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

c. No hay casos válidos para REMOCIÓN cuando AUTORES = 3.000. Los estadísticos no se pueden calcular para este nivel.

En las tablas 10, la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, nos da un valor de significancia es mayor a 0,05; lo cual indica que existe una distribución normal en los datos de remoción de plomo.

Tabla 11

ANOVA de remoción

ANOVA

REMOCIÓN

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	467846.104	4	116961.526	6.885	.002
Dentro de grupos	288792.791	17	16987.811		
Total	756638.895	21			

Después de ejecutar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, en la tabla 11 se aplicó la prueba ANOVA de un factor, obteniéndose un valor de significancia menor a 0,05, demostrando que la especie *Urtica urens L.*, logra remover el contaminante presente en suelo.

Tabla 12

Correlación entre concentración inicial, final y remoción

		Correlaciones		
		CONCENTRA CIÓN.INICIAL	CONCENTRA CIÓN.FINAL	REMOCIÓN
CONCENTRACIÓN. INICIAL	Correlación de Pearson	1	.928**	.627**
	Sig. (bilateral)		<.001	.002
	N	22	22	22
CONCENTRACIÓN. FINAL	Correlación de Pearson	.928**	1	.291
	Sig. (bilateral)	<.001		.188
	N	22	22	22
REMOCIÓN	Correlación de Pearson	.627**	.291	1
	Sig. (bilateral)	.002	.188	
	N	22	22	22

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En la presente tabla 12, se analiza las concentraciones iniciales, finales y la remoción, con la finalidad de verificar si existe correlación entre estas variables, luego de realizar el estadístico, nos indica que la remoción con la concentración inicial presenta una correlación significativa alta (0,627) al 99% de confianza. Sin embargo, la remoción con la concentración final presenta una correlación significativa baja (0,291). Por lo tanto, los factores que favorecen una mayor absorción de plomo dependen de la concentración inicial.

Tabla 13
Eficiencia de Pb utilizando la especie Urtica urens L. en los diferentes estudios.

Autores	Tratamiento	Descripción	Concentración	Concentración	Remoción	Eficiencia
			inicial mg/kg	final mg/kg	mg/kg	
Tello (2019)	T1	2kg de suelo + 1 planta	1398.66	1158.19	240.47	17.19%
	T2	2kg de suelo + 1 planta	1397.39	1164.17	233.22	16.69%
	T3	2kg de suelo + 1 planta	1399.91	1160.63	239.28	17.09%
	T4	2kg de suelo + 1 planta	1401.09	1157.21	243.88	17.41%
	T5	2kg de suelo + 1 planta	1399.89	1167.57	232.32	16.60%
Castro (2020)	T1	3 kg de suelo + 3 plantas	683.26	531.647	151.61	22.19%
	T2	3 kg de suelo + 0,05 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	683.26	357.120	326.14	47.73%
	T3	3 kg de suelo + 0,10 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	683.26	272.356	410.90	60.14%

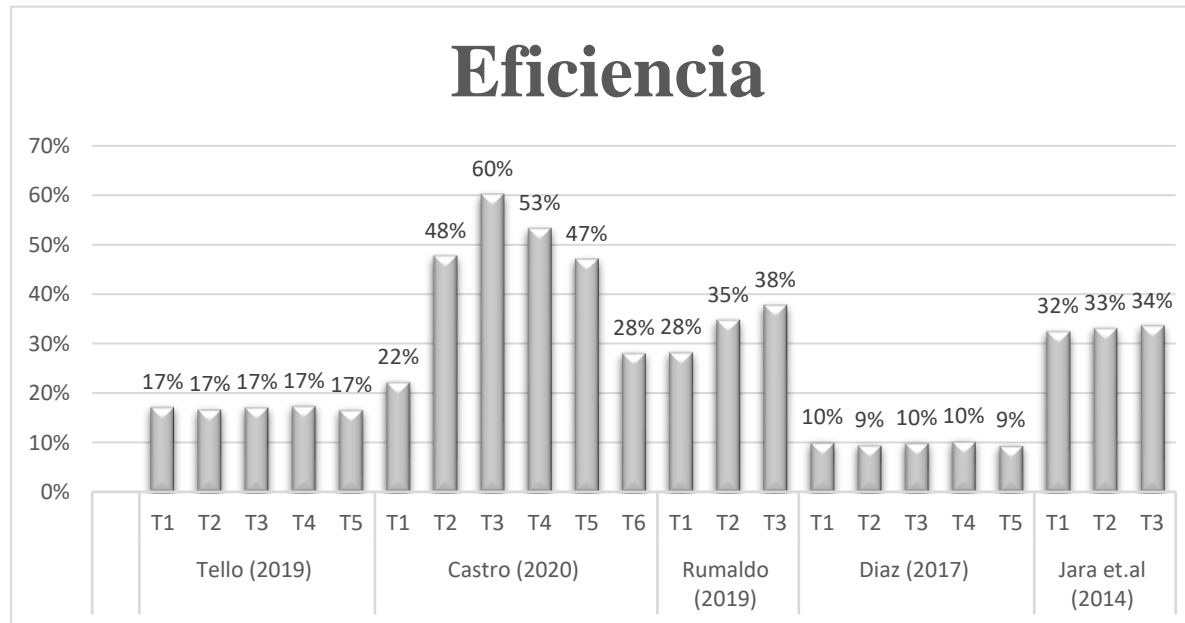
	T4	3 kg de suelo + 0,15 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	683.26	319.607	363.65	53.22%
	T5	3 kg de suelo + 0,20 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	683.26	361.676	321.58	47.07%
	T6	3 kg de suelo + 0,25 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	683.26	491.890	191.37	28.01%
Rumaldo (2019)	T1	4 kg de suelo + 5% (200 g) de gallinaza	980	703.897	276.10	28.17%
	T2	4 kg de suelo + 10% (400 g) de gallinaza	980	639.507	340.49	34.74%
	T3	4 kg de suelo + 20% (800 g) de gallinaza	980	609.580	370.42	37.80%
Diaz (2017)	T1	2kg de suelo + 1 planta	1118.93	1007.12	111.81	9.99%
	T2	2kg de suelo + 1 planta	1117.91	1012.32	105.59	9.45%
	T3	2kg de suelo + 1 planta	1119.93	1009.24	110.69	9.88%
	T4	2kg de suelo + 1 planta	1120.87	1006.27	114.60	10.22%
	T5	2kg de suelo + 1 planta	1119.91	1015.28	104.63	9.34%

	T1	30% de relave de mina (1.5 kg de RM + 3.5 kg de suelo)	853	576.3	276.70	32.44%
Jara et al. (2014)	T2	60% de relave de mina (3.5 kg de RM + 1.5 kg de suelo)	1707.6	1142.9	564.70	33.07%
	T3	100% de relave de mina (5 kg de RM)	2846	1889.5	956.50	33.61%

En la tabla 13 se presenta la eficiencia resultante de los distintos estudios obteniendo valores de 60%, 53% y 48% para Castro (2020) y para Diaz (2017), 9% y 10%, evidenciando que la eficiencia está relacionada con los tratamientos que tienen agregados como abono.

Figura 3

*Eficiencia de absorción de plomo en *Urtica urens L.**



Nota: en la figura se presentan los porcentajes de eficiencia de los distintos estudios.

Tabla 14

Prueba de normalidad con la variable eficiencia.

		Pruebas de normalidad^c					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	AUTORES	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA	Tello (2019)	.214	5	.200*	.927	5	.579
	Castro (2020)	.273	6	.181	.908	6	.425
	Rumaldo (2019)	.261	3	.	.958	3	.604
	Diaz (2017)	.210	5	.200*	.930	5	.595
	Jara et al. (2014)	.187	3	.	.998	3	.915

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

c. No hay casos válidos para EFICIENCIA cuando AUTORES = 3.000. Los estadísticos no se pueden calcular para este nivel.

En la tabla 14, la significancia de Shapiro-Wilk, al ser mayor que 0,05; nos indica que existe una distribución normal en los datos de eficiencia de plomo.

Tabla 15

ANOVA con la variable eficiencia.

ANOVA

EFICIENCIA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3770.039	4	942.510	13.993	<.001
Dentro de grupos	1145.026	17	67.354		
Total	4915.066	21			

Después de analizar que los datos de eficiencia presentan una distribución normal, en la tabla 15 se aplicó la prueba ANOVA de un factor, obteniéndose un valor de significancia menor a 0,05; demostrando que la especie *Urtica urens L.*, es eficiente para fitoextraer el plomo presente en suelos contaminados.

Tabla 16

Correlación entre descripción de investigación y eficiencia.

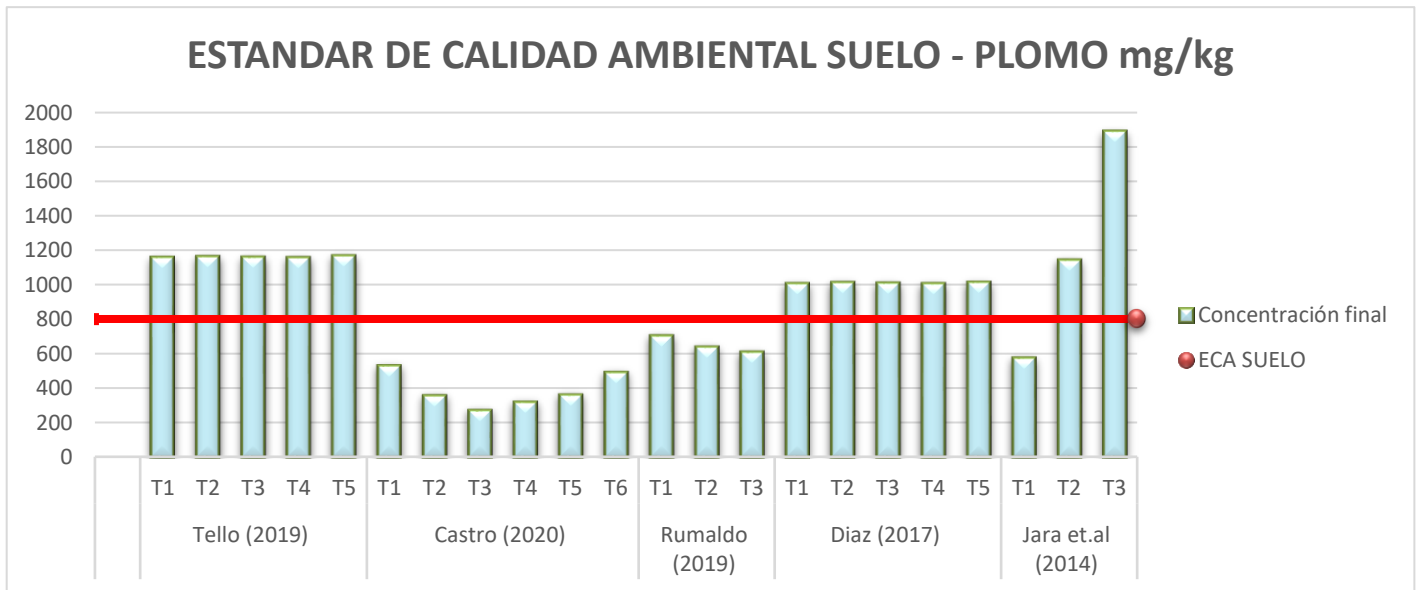
		Correlaciones	
		DESCRIPCIÓN	EFICIENCIA
DESCRIPCIÓN	Correlación de Pearson	1	.512*
	Sig. (bilateral)		.015
	N	23	22
EFICIENCIA	Correlación de Pearson	.512*	1
	Sig. (bilateral)	.015	
	N	22	22

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

En la presente tabla, el valor estadístico de Pearson es de 0,512; presentando una correlación significativa, con un nivel de confianza de 95%; es decir, la variable descripción de los tratamientos y la eficiencia están correlacionadas entre sí de manera directa. Esto también se da a notar en la tabla 13, en la cual nos indica que la mayor eficiencia se debe al tipo de aditivo que se le agrega, como se observa en las investigaciones de Castro (2020) y Rumaldo (2019).

Figura 4

Comparación de concentraciones finales de Plomo con estándar de calidad ambiental suelo.



Se puede evidenciar las concentraciones finales de los distintos autores en comparación con el estándar de calidad ambiental para suelo, obteniendo como resultado del gráfico que Rumaldo y Castro cumplen con lo establecido para el ECA suelo, siendo 800 mg/kg de plomo el valor establecido, dejando a Tello, Diaz y Jara por fuera de los límites.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

Los resultados demuestran que Jara et al. (2014) en su tercer tratamiento obtuvo la mayor concentración inicial y final de plomo, siendo estos 2846 mg/kg - 1889,5 mg/kg, afirmando que al utilizar el 100% de relave minero, la planta muestra menor cantidad de biomasa (cantidad de hojas). Por su parte, Tello (2019) obtuvo 1398,66 mg/kg de concentración inicial y 1158,19 mg/kg de concentración final de plomo, evidenciando que en su estudio visualizó un aumento de 18 hojas por planta, concluyendo que, al haber mayor número de hojas, mayor será la absorción del contaminante; así mismo, Diaz (2017) indica que su concentración inicial y final de Pb fue de 1117,91 mg/kg - 1012,32 mg/kg, observando un aumento de hojas en sus tratamientos, compartiendo la misma conclusión que Tello. Dichos estudios demuestran que la cantidad de biomasa se ve afectada por las altas concentraciones de plomo presentes en el suelo.

Por otro lado, Castro (2020) en su investigación trabajó con EDTA, con el cual determina que sus resultados de absorción fueron negativos para las partes aéreas, ya que no incrementó el contenido de Pb en hojas habiendo absorbido mínimas cantidades, denominando a la especie *Urtica urens L.* como fitoestabilizadora debido a que presenta mayor remoción en sus raíces, en contraste con los estudios de Rumaldo (2019), el cual utiliza gallinaza obteniendo mayor remoción en la parte foliar y una menor cantidad en la parte radicular. Cabe recalcar que Diaz (2017) no utiliza ningún agregado, pero obtuvo mayor cantidad de remoción en la parte foliar a diferencia de la radicular; a diferencia de

Buskunova y Ibulova (2019) que contienen más concentración de plomo en la parte radicular que en la foliar siendo un tratamiento sin agregados.

La mayor eficiencia obtenida de todos los estudios fue del 60% para Castro (2020) debido al agente quelante que utiliza (EDTA), ya que este se adhiere al metal y facilita su absorción; por otro lado, Rumaldo (2019) obtuvo una eficiencia de 38%, que es menos eficiente debido a la adición de gallinaza, siendo su función agregar nutrientes a la planta, por el contrario, Tello (2019), Diaz (2017) y Jara et al. (2014) obtuvieron menores valores de 17%, 10% y 34% respectivamente, puesto que estos últimos no poseen ningún agregado.

En la comparativa de las concentraciones finales de los autores con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) suelo para plomo Castro (2020) y Rumaldo (2019) obtuvieron valores menores al límite de Pb, siendo este 800 mg/kg en comparación de Diaz (2017), Jara et al. (2014) y Tello (2019) los cuales sobrepasaron con concentraciones 1889 mg/kg; sin embargo, Diaz (2017) recomienda que el tiempo de contacto sea mayor al de dos meses según su investigación, cuyo periodo ayudará a obtener mejores resultados.

Limitaciones:

La principal limitación fue la escasa información con respecto a la especie *Urtica urens* L. lo que resulta una muestra de 6 estudios.

Conclusiones:

Se analizó las concentraciones iniciales y finales de plomo de los distintos trabajos de investigación; obteniendo como valores mayores de 2846 mg/kg – 1889,50 mg/kg y menores valores de 683,26 mg/kg – 272,36 mg/ kg respectivamente.

Los resultados de las pruebas estadísticas demostraron que el factor que favorece a una mayor absorción es la concentración inicial; por lo tanto, a mayor concentración inicial, mayor será la cantidad de absorción en la especie *Urtica ures L.*

Se demuestra a través de pruebas estadísticas que la especie *Urtica urens L.* es eficiente; esto se debe a que se obtuvo un valor de significancia menor a 0,05; así mismo, se evidencia que la eficiencia está relacionada con la incorporación de agregados, debido a que el valor estadístico de Pearson es de 0,512, presentando una correlación significativa de manera directa.

REFERENCIAS

- Aguilar, F. (2019). Didáctica de la Filosofía. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 18 (38), 129 – 150. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rexe/v18n38/0718-5162-rexe-18-38-129.pdf>
- Asencios, M. (2017). *Bioacumulación de plomo (Pb) y cadmio (Cd) en Raphanus Sativus cultivados con compost producido a base de residuos sólidos municipales en Huari, Ancash 2017* [Tesis de licenciatura, Universidad Cesar Vallejo] Repositorio UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/3488/Asencios_MC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bazán, T. y Rojas, D. (2018). *Remoción de metales pesados con Juncus arcticus y Urtica dioica en un relave minero, distrito Huamachuco - La Libertad*. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo] repositorio: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33249/bazan_gt.pdf?sequence=1
- Bernabé, Y. y Medina, H. (2018) *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, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36186>

- Bernal, P. Clemente, R., Vazquez, S. y Walker, J. (2007) Aplicación de la fitorremediación a los suelos contaminados por metales pesados en Aznalcóllar. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Sistema de Información Científica*, 16(2) 1-14.
<https://core.ac.uk/download/pdf/25641689.pdf>
- Burges, M. y Pose, D. (2010). Plomo, salud y ambiente, experiencia en Uruguay.
<https://www.paho.org/uru/dmdocuments/plomo%20salud%20y%20ambiente.pdf>
- Buskunova, G. y Ibulova, G. (2019). Características de la acumulación de metales pesados por plantas *Urtica dioica* L. y *Urtica urens* L. *Materiales del IX Congreso internacional científico-práctico*, Ufa, 57-61. Rusia: Sociedad de Responsabilidad Limitada "Aeterna".
https://elibrary.ru/download/elibrary_37191771_85091226.pdf
- Calduch, R. (2014). *Métodos y técnicas de investigación internacional* (2ª ed.) Madrid, España. Universidad Complutense de Madrid.
https://www.academia.edu/8350368/Métodos_y_técnicas_de_investigación_internacional
- Castro, E. (2020). *Efecto del quelato (EDTA) en la fitorremediación de un suelo contaminado por plomo, con Urtica urens en La Oroya, 2018*. [Tesis de licenciatura, Universidad Continental].
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8167>

- Cordero, S., Abello, L y Galvez, F. (2017). *Plantas silvestres comestibles y medicinales de Chile y otras partes del mundo*. Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 292. https://colegiodearqueologos.cl/wp-content/uploads/2017/11/guia-de-campo_plantas-silvestres-comestibles-y-medicinales-de-chile-y-otras-partes-del-mundo.pdf
- Covarrubias, S. y Peña, J. (2017) Contaminación ambiental por metales pesados en México: problemática y estrategias de fitorremediación. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33, 7-21. DOI: <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.esp01.01>
- Coyago, E. y Bonilla, S. (2014). Absorción de plomo de suelos altamente contaminados en especies vegetativas usadas para consumo animal y humano. La Granja: *Revista de ciencias de la vida*, 23(1), 35–46. <https://core.ac.uk/download/pdf/84698843.pdf>
- Dammert, A y Molinelli, F. (2007). *Panorama de la Minería en el Perú*. https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro_Panorama_de_la_Mineria_en_el_Peru.pdf
- Daza, A. (2017). *Evaluación de *Carpobrotus aequilaterus* y aplicación de ácido fúlvico en relaves mineros como estrategia de fitorremediación*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Chile]. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/152987/Evaluacion-de->

Carpobrotus-aequilaterus-y-aplicacion-de-acido-fulvico-en-relaves-mineros-
como-estrategia-de-fitorremediacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Delgadillo, A., Gonzáles, C., Prieto, F., Villagómez, J., y Acevedo, O. (2011).

Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(2), 597-612.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000200002

Díaz, M. (2017). *Capacidad de acumulación de la ortiga Urtica urens para la fitorremediación de suelos contaminados con plomo en la Oroya, Junín, 2017*

[Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/6866>

Díaz, W. (2016). Estrategia de gestión integrada de suelos contaminados en el Perú. *Rev. del instituto de investigación, FIGMMG-UNMSM*, 19(38), 103-110.

<http://tramite.ingemmet.gob.pe/BusquedaGeodoc/images/biblioteca/RFIGMMG-38-103.pdf>

Durán, D. (2019). Instrumentos de investigación cualitativos y cuantitativos frente a la investigación mixta o complementaria. *Consensus (Santiago)- Revista Interdisciplinaria De Investigación*,

3(2), 41-56.

<http://pragmatika.cl/review/index.php/consensus/article/view/38>

Eróstegui, C. (2009). Contaminación por metales pesados. *Revista Scielo*, 12(1).

http://www.scielo.org.bo/pdf/rccm/v12n1/v12n1_a13.pdf

- Esquivel, N. y Marquina Y (2019) *Fitoextracción de Pb y Cr de relaves mineros de la poza Santa Catalina del distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco usando la especie Brassica Juncea (Mostaza)*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14831>
- Ferré, N, Schuhmacher, M, Llobet, J y Domingo, J. (2007). Metales pesados y salud. *Revista Mapfre Seguridad*. (108).
<https://app.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/prev-ma/revista-seguridad/n108-programa-hra-metales-pesados.pdf>
- García, C. (2004). *Impacto y riesgo ambiental de los residuos minero-metalúrgicos de la sierra de Cartagena- La Unión (Murcia-España)* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica De Cartagena]. <https://repositorio.upct.es/bitstream/10317/789/1/cgg.pdf>
- García, D. (2006). *Efectos fisiológicos y compartimentación radicular en plantas de Zea mays L expuestas a la toxicidad por plomo*. [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona].
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/3676/dgv1de1.pdf?sequence=1>
- Hernández, S., Fernández, C y Baptista. L (2014). *Metodología de la investigación*.
https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/4807/Tesis_Ortiga_Fitorremediación_Plomo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hoyos, D., Aguinaga, V., Carranza, V., Ramírez, D., Valdivia, F. y Abanto, C. (2019). *Anuario minero 2019 Perú*, Ministerio de Energía y Minas. (1ª ed.) Lima, Perú.

<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/ANUARIOS/2019/AM2019.pdf>

Jara, E., Gómez, J., Montoya, H., Chanco, M., Mariano, M y Cano, N. (2014) Capacidad fitorremediadora de cinco especies altoandinas de suelos contaminados con metales pesados. *Revista peruana de biología* 21(2): 145 - 154. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v21i2.9817>

Larios, D. (2019). *Efectos en los primeros estadios fenológicos de la Brassica juncea cultivado en un suelo contaminado por plomo*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Tecnológica De Lima Sur]. http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/171/1/Larios_Dayana_Trabajo_Suficiencia_2019.pdf

Lizarbe, K., Rivera, Y., Mendoza, J., Vera, M., y Rodríguez, R. (2016) Fitoextracción De Plomo, Zinc y Cadmio de Relaves Mineros Utilizando *Helianthus annuus* L. (Girasol). *Rev. INFINUTUM* 6(2). DOI: <https://doi.org/10.51431/infinitum.v6i2.38>

López, P. (2004). Población muestra y muestreo. *Punto Cero*, 09(08), 69-74. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&tlng=es.

López, S., Gallegos, M., Pérez, L. y Gutierrez, M. (2005) Mecanismos de fitorremediación de suelos contaminados con moléculas orgánicas xenobióticas.

Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 21 (2), 91-100.

<https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/22565>

Marcelo, J. (2017). *Capacidad fitorremediadora de Urtica urens L. en suelos con metales pesados del sector Campanario, Quiruvilca, Santiago De Chuco, La Libertad.*

[Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo].

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22493/Marcelo_SJ

[G-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22493/Marcelo_SJ-G-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Marrero, J., Amores, I. y Coto, O. (2012). Fitorremediación una tecnología que involucra a plantas y a microorganismos en el saneamiento ambiental. *Redalyc*, 46(3), 52-

61. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223124988007.pdf>

Mogollón, C., Parrilla, Y., Sotero, P. y Valderrama, D. (2018). *Remoción de metales pesados con Urtica urens L. en suelos contaminados del distrito de Huamachuco, provincia Sánchez Carrión, La Libertad.* [Tesis de licenciatura, Universidad Cesar

Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32883>

Munive, R., Loli, O., Azabache, A., y Gamarra, G. (2018) Fitorremediación con Maíz (*Zea mays* L.) y compost de Stevia en suelos degradados por contaminación con

metales pesados. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 551-560.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-

[99172018000400011&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172018000400011&lng=pt&nrm=iso)

Peña, E., Madera, C., Sánchez, J. y Medina, V. (2013) Bioprospección de plantas nativas para su uso en procesos de biorremediación: caso Heliconia

Psittacorum(Heliconiaceae). *Rev. Acad. Co -lomb. Cienc*, 37 (145), 469-481.

<https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/29/21>

Pereyra, J. (2019). Bioacumulación y translocación de plomo en plántulas in vitro de piña (Ananas comosus (L.) Merrill), en función de su concentración en el medio de cultivo. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional De Cajamarca].

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3915>

Pérez, D. (2011). La hermenéutica y los métodos de investigación en ciencias sociales*.

Estud.filos, (44), 9-37. <http://www.scielo.org.co/pdf/ef/n44/n44a02.pdf>

Poma, P. (2008). Intoxicación por plomo en humanos. *Rev. An Fac med*, 69(2), 120-6.

https://www.researchgate.net/publication/312931873_Intoxicacion_por_plomo_en_humanos

Prieto, K y Fernandez, L. (2020) *Capacidad Fitorremediadora de plantas metalofitas (Fuertesimalva echinata, Urtica Urens y Stipa Ichu) en suelos contaminados por Pb, Cu y Zn* [Trabajo de investigación para obtener el grado académico de bachiller en ingeniería ambiental, Universidad Peruana Unión].

<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3177>

Puga, S., Sosa, S., Lebgue. L., Quintana, C y Campos, A. (2006). Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera. *Rev Ecología Aplicada*, 5(1).

<http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v5n1-2/a20v5n1-2.pdf>

- Rábago, J. (2011) *Capacidad de amortiguación de la contaminación por plomo y por cadmio en suelos de la comunidad de Madrid*. [Tesis doctoral, Universidad Complutense De Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/12511/1/T32805.pdf>
- Rodríguez, E., McLaughlin, M. y Pennock, D. (2019). La contaminación del suelo: una realidad oculta. <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>
- Rosales, F. y Villavicencio, M. (2018) *Evaluación de la eficiencia de Brassica rapa subsp. oleífera (nabo silvestre) en la reducción de plomo y cadmio en los lodos residuales de la planta de tratamiento de aguas del Cantón Penipe*. [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8938/1/236T0337.pdf>
- Rumaldo, M. (2019). *Descontaminación de Suelos con plomo usando Urtica urens y Fuertesimalva echinata Fertilizada con gallinaza en el Callao* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38373>
- Sousa, V., Driessnack, M. y Costa, I. (2007) Revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería. parte 1: diseños de investigación cuantitativa. *Rev Latino-am Enfermagem*, 15(3). https://www.scielo.br/pdf/rlae/v15n3/es_v15n3a22.pdf
- Tello, H. (2019). *Eficacia de acumulación de la ortiga (Urtica urens) para la fitorremediación de suelos contaminados con plomo en la Provincia*

Constitucional del Callao, 2018 [Tesis de licenciatura, Universidad Alas Peruanas]. <https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/4807>

Yacolca, M. (2017). *Capacidad fitorremediadora de la ortiga (*Urtica urens*) en suelos contaminados con plomo por pasivo ambiental ubicado en la localidad de San Miguel-Cerro de Pasco 2017* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29038>

ANEXOS
Anexo 1: Base de datos

Autores	Año	Titulo	Metodología		Resultados			
			Tratamiento	Descripción	Concentración de Plomo (mg/kg)		Concentración inicial	Concentración final
					Hojas	Raíces		
Tello	2019	Eficacia de acumulación de la ortiga (<i>Urtica urens</i>) para la fitorremediación de suelos contaminados con plomo en la Provincia Constitucional del Callao, 2018.	T1	2kg de suelo + 1 planta	94.04	20.13	1398.66	1158.19
			T2	2kg de suelo + 1 planta	85.13	22.82	1397.39	1164.17
			T3	2kg de suelo + 1 planta	86.43	26.61	1399.91	1160.63
			T4	2kg de suelo + 1 planta	85.19	31.58	1401.09	1157.21
			T5	2kg de suelo + 1 planta	76.64	30.33	1399.89	1167.57
Castro	2020	Efecto del quelato (EDTA) en la fitorremediación de un suelo contaminado por plomo, con <i>Urtica urens</i> en La Oroya, 2018.	T1	3 kg de suelo + 3 plantas	66.3	85.313	683.26	531.647
			T2	3 kg de suelo + 0,05 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	84	242	683.26	357.120
			T3	3 kg de suelo + 0,10 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	152	259	683.26	272.356
			T4	3 kg de suelo + 0,15 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	132.91	231	683.26	319.607

		T5	3 kg de suelo + 0,20 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	146	176	683.26	361.676		
		T6	3 kg de suelo + 0,25 g EDTA.kg-1 suelo + 3 plantas	81	111	683.26	491.890		
Rumaldo	2019	Descontaminación de Suelos con plomo usando <i>Urtica urens</i> y <i>Fuertesimalva echinata</i> Fertilizada con gallinaza en el Callao.		T1	4 kg de suelo + 5% (200 g) de gallinaza	32.32	5.493333333	980	703.897
		T2	4 kg de suelo + 10% (400 g) de gallinaza	30.63333333	19.49	980	639.507		
		T3	4 kg de suelo + 20% (800 g) de gallinaza	40.48666667	26.66666667	980	609.580		
		Capacidad de acumulación de la ortiga <i>Urtica urens</i> para la fitorremediación de suelos contaminados con plomo en la Oroya, Junín, 2017.		T1	2kg de suelo + 1 planta	92.890	18.9	1118.93	1007.12
Diaz	2017	T2	2kg de suelo + 1 planta	83.98	21.59	1117.91	1012.32		
		T3	2kg de suelo + 1 planta	85.28	25.38	1119.93	1009.24		
		T4	2kg de suelo + 1 planta	84.04	30.35	1120.87	1006.27		
		T5	2kg de suelo + 1 planta	75.49	29.1	1119.91	1015.28		
Jara et al.	2014	Capacidad fitorremediadora de cinco especies altoandinas de suelos contaminados con metales pesados.		T1	30% de relave de mina (1.5 kg de RM + 3.5 kg de suelo)	26.7	250	853	576.3
		T2	60% de relave de mina (3.5 kg de RM + 1.5 kg de suelo)	54.7	510	1707.6	1142.9		
		T3	100% de relave de mina (5 kg de RM)	102	854.5	2846	1889.5		

Buskunova y Ibulova	2019	Características de la acumulación de metales pesados por plantas <i>Urtica dioica L.</i> y <i>Urtica urens L.</i>	T1	Muestra contaminada con Pb	0.016	0.017	-	-
------------------------	------	--	----	----------------------------	-------	-------	---	---

Anexo 2: Estándares de Calidad Ambiental para suelos – Perú

Parámetros en mg/kg PS ⁽²⁾	Usos del Suelo ⁽¹⁾			Métodos de ensayo ^{(7) y (8)}
	Suelo Agrícola ⁽³⁾	Suelo Residencial/ Parques ⁽⁴⁾	Suelo Comercial ⁽⁵⁾ / Industrial/ Extractivo ⁽⁶⁾	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 ⁽⁹⁾ EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos ⁽¹⁰⁾	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de hidrocarburos F1 ⁽¹¹⁾ (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 ⁽¹²⁾ (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 ⁽¹³⁾ (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados - PCB ⁽¹⁴⁾	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total ⁽¹⁵⁾	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 ⁽¹⁶⁾
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/o ISO 17690:2015