



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Absorción de metales pesados mediante Técnicas de
Fitoremediación: Revisión Bibliográfica**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Suarez Chulla Richard Wenton (ORCID: 0000-0002-7599-7410)

Yucra Quillca Roxana (ORCID: 0000-0002-5137-9618)

ASESOR:

Mgtr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (ORCID: 0000-0002-0750-2877)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERU

2021

Dedicatoria

A Dios por permitirme tener buena salud y haberme permitido cumplir con mis objetivos y metas de manera satisfactoria.

A mi mamá Senita por su amor y comprensión para así lograr terminar mis estudios y este trabajo.

A mi Tia Florentina por su inmenso apoyo incondicional y consejos durante el camino.

A mi hermano Hebert por la paciencia y viendo en mi esperanza de cumplir retos.

A mi pareja RITA por su comprensión y paciencia a pesar de las circunstancias sigue a mi lado con su apoyo incondicional celebrando conmigo metas.

Richard W. Suarez Chulla.

En primer lugar quiero dedicar a Dios, por la oportunidad, fortaleza y por haberme permitido cumplir con mis objetivos y metas de manera satisfactoria.

En segundo lugar a mi familia por haberme brindado su apoyo incondicional durante todo el trayecto de mi carrera profesional, particularmente quiero agradecer a una persona muy especial a la que considero que es y será siempre mi motivo de superación en la vida, que a pesar de las circunstancias siempre estuvo ahí conmigo dándome su apoyo incondicional, a mi mamá Simeona Quillca Gonzales y a toda mi familia (hermanos y hermanas) quienes estuvieron en todo momento conmigo brindándome su apoyo.
Roxana Yucra Quillca.

Agradecimiento

Ante todo agradecemos a Dios por habernos dado la oportunidad, la fortaleza y sabiduría para afrontar todo tipo de obstáculos que se nos presentó en el camino y poder cumplir con nuestros sueños.

A la Universidad Cesar Vallejo por habernos acogido para poder graduarnos y así cumplir nuestros sueños y metas.

A nuestro asesor por su inmenso apoyo y habernos guiado en realizar nuestro trabajo de tesis.

Los autores

ÍNDICE DE CONTENIDO

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	14
3.2. Categorías, sub categorías y matriz de categorización.....	14
3.3. Escenario de estudio.....	15
3.4. Participantes.....	15
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.6. Procedimiento.....	15
3.7. Rigor científico.....	16
3.8. Método de análisis de datos.....	17
3.9. Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
V. CONCLUSIONES.....	22
VI. RECOMENDACIONES.....	23
REFERENCIAS.....	24
ANEXOS.....	

Índice de Tablas

Tabla 1: Matriz apriorística.....	26
Tabla 2: Eficiencia de remoción de metales pesados.....	30

Índice de figuras

Figura 1. Fitoestabilización para la remoción de metales pesados.....	23
Figura 2. Fitoextracción para la remoción de metales pesados.....	24

Resumen

La absorción de metales pesados mediante técnicas de fitoremediación constituyen técnicas, económicamente factibles. El empleo de plantas para recuperar suelos contaminados por metales pesados nace como una alternativa económica y factible, esto está condicionado al ciclo de vida de la planta.

La investigación tuvo como objetivo general: Identificar la efectividad de las principales técnicas de fitoremediación para la absorción de metales pesados y como objetivos específicos: Identificar las principales plantas fitoremediadoras que absorben metales pesados, Identificar las técnicas que influyen en la absorción de metales pesados e identificar la efectividad de las plantas fitoremediadoras en la absorción de metales pesados. La metodología empleada tuvo un enfoque cualitativo, de tipo aplicada, basado en el análisis documental.

Los resultados producto de esta investigación dan cuenta de plantas identificadas que absorben Plomo son: *Brassica juncea*, *Acacia Farnesiana*, *Phaseolus vulgaris*, *Amarantus Hybridus*, *Beta Vulgaris*, Las plantas que absorben Cadmio son: *Ambrosia Ambrosioides*, *Helianthus Annuss* y *Brassica Rapa*. Las plantas que absorben Zinc son: *Brassica Napus L.*, *Lycopersicon esculentum L.*, *Brachiaria Spp* y *Brassica Rapa*. Y las plantas que absorben Cobre son: *Ambrosia Ambrosioides* y *Acacia Saligna*.

Las conclusiones a las que se llegó se podrían definir en: los métodos más utilizados para absorber metales pesados de suelos contaminados son la fitoextracción y la fitoestabilización.

Palabras claves: metales pesados, fitoextracción y fitoestabilización

Abstract

The absorption of heavy metals through phytoremediation techniques are economically feasible techniques. The use of plants to recover soils contaminated by heavy metals is born as an economical and feasible alternative, this is conditioned to the life cycle of the plant.

The research had as general objective: Identify the effectiveness of the main phytoremediation techniques for the absorption of heavy metals and as specific objectives: Identify the main phytoremediation plants that absorb heavy metals, Identify the techniques that influence the absorption of heavy metals and identify the effectiveness of phytoremediation plants in the absorption of heavy metals. The methodology used had a qualitative approach, of an applied type, based on documentary analysis.

The results of this research show the identified plants that absorb Lead are: Brassica juncea, Acacia Farnesiana, Phaseolus vulgaris, Amaranthus Hybridus, Beta Vulgaris. Plants that absorb Cadmium are: Ambrosia Ambrosioides, Helianthus Annuss and Brassica Rapa. Plants that absorb Zinc are: Brassica Napus L., Lycopersicon esculentum L., Brachiaria Spp and Brassica Rapa. And the plants that absorb Copper are: Ambrosia Ambrosioides and Acacia Saligna.

The conclusions reached could be defined as: the most used methods to absorb heavy metals from contaminated soils are phytoextraction and phytostabilization.

Keywords: heavy metals, phytoextraction and phytostabilization

I. INTRODUCCIÓN

Los metales pesados constituyen contaminantes de suelos letales, el impacto que generan son traducidos en enfermedades a la salud de las personas, estos metales tienen una baja solubilidad y se convierten en agentes carcinógenos y mutagénicos (Peña y Beltrán, 2017, p.32). La absorción de metales pesados en el suelo es realizada de manera natural por plantas, que tienen esa capacidad de acumular en tallos hojas y raíces.

La minería como actividad extractiva son las causantes del deterioro ambiental de los suelos, ante esta problemática una alternativa es el empleo de plantas que tengan esa capacidad de extraer y remover los metales pesados, técnica que es económica, eficiente y rentable.

La galvanoplastia, muestra la fuga de gas, la misma produce energía y el combustible, que van directo la agricultura activa y los lodos esos elementos derramados contribuyen a la contaminación y deterioro de suelos porque son fuente de metales pesados (Peña y Beltrán, 2017, p.32).

El empleo de plantas y microorganismos, nace como alternativa para recuperar los suelos contaminados por metales pesados, es así que la industria emplea esta técnica, porque es viable económicamente, considerando que dan resultados en el mediano y largo plazo, esto porque está condicionado al ciclo de vida de la planta. Según Landeros-Márquez *et al.*, 2011, p.11. esta condición se da de manera natural cuando existen factores naturales.

La fitorremediación consiste en una tecnología relativamente nueva, es así que se emplean plantas como el maíz (Munive, 2018), la *Ambrosia ambrosioides* (Ramírez, *et al.* 2019) entre otras, con la finalidad de recuperar suelos contaminados por metales. Según Sing, 2003, manifiesta que estas técnicas tienen

limitaciones, ya que algunos elementos son encontrados de manera natural en la corteza terrestre, y que su degradación no es fácil, toda vez que no son parte de la función metabólica de las plantas, lo dicho por Sing coincide con lo mencionado por Rodríguez et al. 2018, donde los metales pesados por la naturaleza de su peso atómico, pueden ser tóxicos en altas concentraciones y que su tratamiento es complejo.

En ese sentido, descrito la realidad problemática, se planteó como problema general: ¿De qué manera la absorción de metales pesados es efectiva mediante el empleo de técnicas de fitoremediación? A partir del problema general se plantean los problemas específicos: ¿Cuáles son las principales plantas fitoremediadoras que absorben los metales pesados?, ¿Cuáles son las principales técnicas en la fitoremediación que influyen en la absorción de metales pesados? y ¿Cuál es la efectividad de las principales plantas fitoremediadoras en la absorción de metales pesados?

La investigación planteada tiene como objetivo general: Identificar la efectividad de las principales técnicas de fitoremediación para la absorción de metales pesados y como objetivos específicos: Identificar las principales plantas fitoremediadoras que absorben metales pesados, Identificar las técnicas que influyen en la absorción de metales pesados e identificar la efectividad de las plantas fitoremediadoras en la absorción de metales pesados.

En ese sentido la investigación se justifica por ser: Teórica, ya que la brecha del conocimiento buscara reducir, sobre el tema planteado, a través de la descripción, esto es contrastado por Arias (2012, p.105), Baena (2017, p. 59), Bernal (2010, p.106) y Hernández, *et al.* 2016, p.40. Tiene una justificación práctica porque se emplearán estrategias para identificar las mejores técnicas de fitoremediación para la absorción de metales

pesados en suelos, esta justificación lo concordante con lo planteado por Blanco y Villalpando (2012, p.20), Cruz, *et al.* (2014, p. 93), Bernal (2010, p.106), Hernández, *et al.* (2016, p.40) y Méndez (2011, p.195). Por ser Metodológica ya que está basada en estrategias para generar conocimientos, esta justificación también es considerada por Ñaupás, *et al.* (2014, p.164), Niño (2011, p. 78) y Salinas y Cardenas (2009, p.35). y se justifica socialmente por la transcendencia a la sociedad en la que coinciden Arias (2012, p.105), Hernández, *et al.* (2016, p.40) y Niño (2011, p. 78)

II. MARCO TEÓRICO

Munive, *et al.* (2018), en su investigación planteo el uso del Maíz (*Zea mays L.*) como planta fitoremediadora, para reducir la contaminación del suelo en la parte central del país, específicamente en el valle del Mantaro, en suelos agrícolas que superaban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), principalmente Plomo y Cadmio, obteniendo como resultado que esta planta absorbe dichos metales en la raíz en mayor proporción al resto de partes de la planta.

Por su parte Ramírez, *et al* (2019), realizó pruebas con diversas concentraciones de s de metales pesados (plomo, cadmio y cobre), en *Ambrosia ambrosioides*, siendo aplicadas a través de agua de riego, obteniendo como resultados que esta planta absorbió eficientemente el cobre en comparación con los otros metales, principalmente en la raíz, tallo y hojas, concluyendo que la *Ambrosia ambrosioides*, tienen un alto poder fitoremediador.

Investigaciones como las de Jiménez (2020), el cual evaluó y analizó la eficiencia de especies vegetales para recuperar suelos agrícolas contaminados por plomo y cadmio, dando cuenta que la especie vegetal más eficiente para remover plomo es el *Helianthus annuus* frente al *Zea mays* en un 38 % y 18 % respectivamente. Concluyendo que el *Helianthus annuus* puede usarse para la fitoremediación por mostrar tolerancia e hiperacumulación en el tejido vegetal, en suelos contaminados por plomo, por otro lado el *Zea mays* puede ser usada como especie fitoestabilizadora en suelos contaminados por cadmio.

Guerra, (2019) en su investigación de enfoque cualitativo, estudio la bioremediación de suelos contaminados por mercurio, usando hongos macroscópicos, logro identificar 33 estudios donde el comportamiento recurrente de los hongos macroscópicos es la acumulación en

concentraciones de mercurio, sin embargo, no se reportan diferencias si son mercurio elemental, orgánico o inorgánico.

Según Angelovaa, et al. (2016), llevaron un estudio en campo para evaluar la eficacia de *Salvia sclarea L.* en suelos contaminados por metales no ferrosos, mediante análisis de laboratorio y extrayendo el aceite se pudo comprobar que *Salvia sclarea L.* puede clasificarse como hiperacumuladora de plomo y acumuladora de cadmio y zinc, la presencia de metales pesados no influyen en el desarrollo de la especie, además el procesamiento industrial del aceite de *Salvia sclarea L.* es económicamente viable, aplicando técnicas de fitoremediación.

Por otro lado las investigaciones de Obeso (2017), sobre la fitoremediación en suelos contaminados, usando *Pelargonium zonale* para remover metales como arsénico, cadmio y cobre, dan cuenta que las especies vegetales tienen la capacidad de absorber metales pesados, acumulando en la raíz, tallo y hojas principalmente.

Aguilar, Ruiz (2018) Su objetivo se centró en la distinción y reseñar la valoración de los metales pesados, con la finalidad de percatarse el peligro que conlleva la acumulación de los mismos; encontradas en su zona de estudio (Atahualpa-Puno).

La metodología que utilizó el investigador se centró en la estrategia de caracterizar los metales predominantes de la zona estudio (Atahualpa-La Rinconada-San Antonio de Putina-Puno). Para ello basó su estudio en un patrón meramente de la estación ambiental, asumiendo sus parámetros fundamentales: Relaveras Geza, Sermental y Seis Diamantes); con duplicidad de reincidencia, considerando el muestreo al azar. Utilizaron recipientes de plástico limpios y recipientes de polietileno pesado, Conservados a 4°C, las que llevó a su laboratorio para su investigación. Para la exploración de los especímenes recolectados utilizó el método EPA METHOD 200,7 Espectrometría de emisión.

Llegó a la conclusión de que existe aglutinación de metales pesados en la ganga de su lugar de investigación, por lo que indica que los 3 puntos de muestreo son relevantes en altas aglomeraciones de arsénico, con un estimado de 573,200 mg/kg.

Apunta, de igual manera que, el mercurio, se halla en superiores parámetros de concentración estimando en un valor superior a los 573,200 mg/kg., por lo tanto, infiere que, en un lapso menor, se haría considerable influencia en la biología y ecología, relacionados al río comprendido en su área de estudio.

El plomo, lo considera elevado, acorde a los estándares de calidad, acorde a las legislaciones del Perú; por lo que concluye que, en el futuro, esencialmente la zona de estudio, ha de ser afectada en todo lo que está inmerso su medio ambiente.

En cuanto al riego, de la zona de estudio, debido a las elevadas concentraciones de arsénico, mercurio y plomo (hallados), concluye que, existirá un colapso de los cenagales de residuos del lugar donde se elaboró el análisis, produciéndose, de esta manera una considerable contaminación en el medio ambiente.

El mundo, afronta en la actualidad unos de sus más grandes problemas, causadas por la contaminación residuos sólidos pesados y no pesados; los mismos que hacen una gran brecha situacional que se inserta en el medio ambiente como consecuencia de ello. En la zona de estudio, el gran problema es la contaminación que la minería ocasiona, deteriorando, no sólo el medio ambiente sino a la población en general. El autor considera que, es necesario ponderar el buen manejo de los remanentes ocasionados por el hombre, concluyendo que las generaciones futuras han de afrontar un gran desbalance medioambiental que, en la actualidad es preciso prevenir. La responsabilidad de cada individuo, así como de las autoridades serán de preponderancia inequívoca, ya que, desde ahora, se necesitan tomar medidas urgentes, sobre todo en la zona de estudio, para que el arsénico, mercurio y plomo - en un futuro cercano - tenían los parámetros

adecuados para la valoración de nuestro habitat. Para ello, aún contamos con recursos que nos permitirían afrontar el futuro, uno de ellos es la prevención, relacionada al mejor y buen uso de los remanentes sólidos, pudiendo volverlos no contaminantes, ideando la reutilización y/o reciclaje, considerando que, en la actualidad, existen maquinas que permiten tales fines.

Álvarez Artega (2018), Sus objetivos de su investigación se basan en tres aspectos fundamentales: 1.- Desarrollar el cálculo de la capacidad de metales pesados en el agua y establecer su polución y explicación en el Centro de Ingeniería Hidrológica - Sistema de Análisis Fluvial (HECRAS) del río Ramis ámbito Crucero- San Antón. 2.- Resolver las aglomeraciones de metales pesados en el agua del Ramis, sector Crucero-San Agustín y estimar su polución. 3.- Elaborar un sistema de caracterización en razón a la acumulación de metales en el Rio Ramis ámbito Crucero y su uso en el Centro de Ingeniería Hidrológica - Sistema de Análisis Fluvial (HECRAS).

Para una mejor evaluación, el investigador tuvo que utilizar la siguiente metodología:

En su campo de investigación se halla la sub cuenca del Río Crucero, identificando cinco marcas parra la toma de sus muestras, comprendidas del puente Crucero hasta San Antón, apreciando un sistema de muestras de modelo de la estación ambiental, tomados al azar y con repetición duplicada.

Para la obtención de muestras se usaron recipientes plásticos limpios y con etiquetas, conservados, en un aproximado de 4°C. Los análisis de las evidencias que tuvo se realizaron en el Laboratorio Analítico del Sur (Arequipa), utilizando la metodología de experimentación: Resolución de metales, componentes de diseño en agua común y con residuos, usando la técnica de espectroscopia de emisión atómica de plasma acoplado por inducción (ICP-AES).

La existencia del Cadmio se logró hallar dentro de los 3 (de cinco) puntos de análisis, considerando que existe un alto índice de superioridad

admitida en el estándar de calidad del medioambiente. La presencia del Cadmio es de alta concentración en el agua: 0,00429 mg/l. Consideró que, la minería influye en demasía para que el elemento químico mencionado, iniciada en la calidad de vida de los pobladores (dentro de la zona de estudio), así como se hallaron plomo y cromo.

Estas conclusiones ameritaron inducir, al investigador que, existirán severas modificaciones en el amplio contexto medioambiental, influyendo con ello a que, existirán presencias nocivas que perjudicarán, no sólo al medioambiente, sino a todo ser viviente que esté inmerso en él.

Cabe resaltar que utilizando el análisis del Sistema de Análisis Fluvial (HECRAS) se aprecia que el Cadmio ha de ser un problema exponencial, no tanto, así como el plomo o el cromo; sobre todo en el agua; según el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) categoría N°4 y la Conservación de Ambiente Acuáticos - MINAM 2017.

La existencia de complicaciones de la ecología en el mundo, debido a la polución de metales pesados, es el más riguroso; de manera especial en la zona altiplánica del sur del Perú. La secuencia de esta polución se aprecia en la cadena alimenticia, enfocando su trascendencia en la afectación de sus pobladores, así como de su vida silvestre. La minería juega un rol preponderante, tanto en sus qué haceres de explotación, así como en los residuos pasivos que ha de generar. Cabe resaltar que el Río Ramis es uno de los afluentes del Río Titicaca (Puno) por lo que se asume que dicha polución llega hasta allí afectando de sobremanera a todo sistema viviente de la zona. La determinación del lugar de estudio, por metales, se llevó a cabo con la evaluación de cinco seguimientos como son: Puente Crucero división Limbani, zona Carlos Gutiérrez, Catuyo Grande, Choquesani y Puente San Antón. Dicha investigación permitió, al investigador, considerar que existe una alta concentración de Cadmio, Cromo, Hierro y Zinc, testimoniando, en sus resultados que, dichas presencias (de los metales mencionados) requirieron con suma urgencia dirigir los esfuerzos, tanto de los habitantes de la zona de estudio, así como de las autoridades competentes, el hallazgo de

soluciones a presente y futuro con la finalidad de salvaguardar el medioambiente; esencialmente del Cadmio por ser un metal de alto grado de contaminación.

Apaza Porto (2016), Los objetivos del investigador se basaron en estos fundamentos: Valorar la cantidad de Mercurio en el agua y los sedimentos que deja en el río Suches en la zona de bajo Paria del distrito de Cojata Puno. Para su metodología, la zona que enmarca su investigación fue Cojata, Huancané-Puno. Escogió tres puntos para realizar sus muestras, en los que se acopiaron agua de los 3 puntos diferentes, enfatizando sus análisis en el mercurio. Dichos análisis los hizo en el laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Mayor de San Andrés de la Paz Bolivia, a través de procedimientos de patrones. Para un mejor análisis se utilizaron muestreos al azar, disponiendo de recipientes plásticos limpios, etiquetados debidamente. Se enfardaron en bolsas polietileno (plásticas) para el traslado de la zona de estudio hasta el laboratorio, conservadas con hielo desmenuzado, a 4°C, hasta ser procesadas. Las conclusiones a las que llegó fueron las siguientes: 1.- Las cualidades de Ph normadas como patrones de la nación de calidad ambiental, esencialmente para el agua, es de 6.5 - 8.5, destinadas para regadío y consumo de animales. En el estudio que se realizó, se halla rangos superiores a los normales (7.3 - 7.4), por lo tanto, al encontrarse dentro de los parámetros permitidos por las normas vigentes, se observó que no se halla contaminación de las aguas. 2.- De igual forma, en cuanto a la conductibilidad eléctrica, se observó que el agua destinada para regadío y consumo animal se encuentran dentro de las normas establecidas; teniendo como base que para dicho análisis el agua debería tener una conductibilidad eléctrica mayor a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; encontrándose, en la zona de estudio, valores por debajo de los 422 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Concluyendo que no existe ningún tipo de alteración en las aguas.

Perú y Bolivia comparten la cuenca del río Suches, existiendo mineras que extraen oro; considerando la capacidad económica que se genera en

ambas regiones. Resalto que, el investigador enfoca su análisis en la acumulación de mercurio en las aguas del río mencionado, identificando que se halló una intensificación de mercurio durante los años últimos. Se encontró que, dicho elemento químico es aceptable, ya que está dentro de los límites permisibles, incluso hay lugares donde se hallaron menor concentración de mercurio. Cabe resaltar que dichos análisis fueron acreditados por laboratorios en Bolivia.

La prueba Tukey, es estadística, la que se usa en experimentos que implican un número elevado de comparaciones. Escrito esto, se observa, al investigador, hacer uso de dicha prueba; llegando a la conclusión que "aún" no hay riesgo para el medioambiente.

En relación al incremento del mercurio en los relaves, considera que, existe una gran probabilidad que en el futuro nos enfrentemos a problemas medioambientales, como consecuencia de que el mercurio, en su estructura anaeróbica propende a mutilarse, transformándose en una sustancia orgánica por el ecosistema que lo rodea.

Becerra Aguilar (2020), Los objetivos de su investigación fueron: 1.- Estudiar los diferentes criterios científicos, confirmando que. Los metales pesados de eco-sistemas acuáticos se concentran en los residuos, lo que con lleva a una acumulación biológica de entes acuáticos. 2.- Relacionar los criterios científicos publicados, en los que se expone un alto índice contaminante por metales pesados en residuos de ecosistemas acuáticos. 3.- Resolver los parámetros de acumulación de metales pesados existentes en los residuos de los ecosistemas acuáticos. 4.- Contrastar las conclusiones existentes, relacionadas a su tema de investigación, vinculadas a las normativas canadienses para residuos: Criterios para la evaluación de la calidad de los sedimentos en Quebec y marcos de aplicación: prevención, dragado y remediación. Para la metodología, el investigador se dispuso en realizar un análisis de descripción y de explicación, considerando 25 de ellos, de los que retira metales pesados dentro de los residuos de ecosistemas acuáticos para

así llevar a cabo una contrastación con las normas canadienses para residuos: Criterios para la evaluación de la calidad de los sedimentos en Quebec y marcos de aplicación: prevención, dragado y remediación. Concluye en lo siguiente: 1.- Los análisis hechos dan por hecho que habita contaminación por metales pesados, que están presentes en la aglomeración de los sedimentos de los mismos, afectando el biosistema sobre todo el acuático. 2.- Concluye, de igual manera que, la acumulación de los metales pesados se concentra en los relaves de los sistemas acuáticos. 3.- El Arsénico es el metal que es de mayor concentración, para demostrarlo se basó en las normativas canadienses: Criterios para la evaluación de la calidad de los sedimentos en Quebec y marcos de aplicación: prevención, dragado y remediación (Criteria for the Assessment of Sediment Quality in Quebec and Application Frameworks: Prevention, Dredging and Remediation). Concluyendo que existe un alto grado de contaminación por el Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo, Níquel, mercurio, plomo y Zinc. 4.- Modifica su hipótesis, en razón a que los metales pesados se encuentran dentro de los límites establecidos por las normativas canadienses: Criterios para la evaluación de la calidad de los sedimentos en Quebec y marcos de aplicación: prevención, dragado y remediación (Criteria for the Assessment of Sediment Quality in Quebec and Application Frameworks: Prevention, Dredging and Remediation); por lo que suprime su objeción, aun cuando existen artículos que demuestran lo contrario. Como se nota, la preponderancia del investigador, es hacer notar la contaminación en los residuos de los ecosistemas acuáticos por metales pesados. El método investigador es de carácter de descripción de sus apuntes de campo, así como datos confiables difundidos con anterioridad, los que, a fin de garantizar su confiabilidad se basa en normativas extranjeras, en razón que en nuestro país no existen "aún" normas de las que pueda avalarse. Por ello, resalto que, dichos análisis se hicieron bajo normas canadienses: Criterios para la evaluación de la calidad de los sedimentos en Quebec y marcos de aplicación: prevención, dragado y remediación. (Criteria for the Assessment of Sediment Quality in Quebec and Application Frameworks:

Prevention, Dredging and Remediation.)

Binam (2019), Su objetivo primordial es de precisar los niveles de metales tóxicos (Cd, Pb, Hg, Cu, Ni, Al, Zn y U) en ejemplares de relaves de dos cuencas hidrográficas (Kienke y Tchangue) en el distrito aurífero de Abiete-Toko, al sur de Camerún. Su metodología establece que, sus estudios señalan que las aldeas de Abiete Y Toko (Distrito de Akom II) están ubicadas dentro de las cuencas hidrográficas de su estudio. La cuenca primera, Kienke, se halla en Abiete y la cuenca Tchangue en Toko. Su geografía de red fluvial muy densa y ramificada es una de las características del lugar. La caracterización de su clima ecuatorial, se puede observar una notable afluencia de lluvias a mediana escala, limitada a 1800 mm/año y la media de su temperatura (24.8°C) contribuyen a la expansión de bosques, similares a los del ecuador. Nyong, ubicada en Abiete-Toko, se constituye principalmente de gneises tona líticos a graníticos relacionados con anfibolitas (cinturones de piedra verde) plutonismo sintectónico y rocas meta sedimentarias, endurecidas bajo criterios de metamorfosis. En el lugar de estudio se hallaron rocas máficas y ultramáficas, rocas gabrióicas, anfibolitas, piroxenitas y peridotitas; relacionadas con gneis y cuarcitas. La extracción de oro a menor escala es considerada como su principal actividad económica. Cabe considerar que un 80% de su población depende del trabajo agrícola, utilizando aguas del sub suelo y de la superficie para que haceres del hogar. Como conclusiones de su estudio, el investigador realizó el conteo y evaluación del potencial que la naturaleza le brindó, así como de principios de origen humano o derivado de la actividad del hombre. Vislumbró magnitudes tóxicas y contaminantes de ciertos metales pesados y Uranio en ejemplares de residuos de dos cuencas hidrográficas del complejo aurífero Abiete Toko. Señala que el reparto de metales en los residuos no es equitativo en las cuencas y el reemplazo de la densidad es causado por la exposición de estos metales. Las aglomeraciones de cobre y níquel en la cuenca de Kienke son elevadas, mucho más que el estándar lo permite. Solamente el Níquel alcanza un nivel más alto del estándar. En Tchangue y Kienke se hallan

contaminadas por el Níquel y considerablemente lograrían producir efectos dañinos para el ecosistema del río. De acuerdo a su naturaleza los relaves están contaminados por Níquel y Cobre y no por otros metales. En la zona de estudio la extracción de oro de forma artesanal, la escorrentía agrícola, la litología y otros insumos antropogénicos son fundamentos posibles de esa pequeña contaminación.

El investigador, pretende concientizar a las autoridades competentes a adecuar medidas que garanticen el procedimiento más eficaz para respaldar el uso eficaz de las aguas de residuo y se niegan a utilizar otros métodos que han sido usados de manera generalizada. La investigación sirvió para medir el grado de toxicidad de los metales, materia de estudio, (Cd, Pb, Hg, Cu, Ni, Al, Zn y U) en los relaves de dos cuencas hidroráficas (Kienke y Tchangué- Camerún). Lo tóxico y contaminante es probable en la zona de estudio, demostrados mediante criterios de evaluación de factores de enriquecimiento., así como el índice de geo acumulación (IGEO) y la evaluación de riesgo ecológico (ERA).

Según su criterio, el investigador, considera que hay un alto índice de toxicidad perjudicial para el medioambiente. Considera también que, disminuyendo u obviando el uso de químicos para las labores agrícolas, así como la menor toxicidad al realizar la extracción del oro servirá para la no degradación del ecosistema en general.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación.

La investigación es de tipo aplicada, ya que se pretende ampliar los conocimientos, el mismo que no tiene relación con aspectos prácticos, aquí la investigación es sistemática, siendo el nivel descriptivo, como refiere Hernández, *et al*, (2016), busca determinar las particularidades, para construir la explicación.

3.2 Categorías, subcategorías y matriz de caracterización apriorística

Tabla1. Matriz apriorística

Objetivos Específicos	Problemas Específicos	Categoría	Subcategoría	Unidad de análisis
Identificar las principales plantas fitoremediadoras que absorben metales pesados	¿Cuáles son las principales plantas fitoremediadoras que absorben los metales pesados?	Plantas	Especies vegetales Especies vegetales con capacidad de absorción.	Análisis documental de basada en una revisión bibliográfica.
Identificar las técnicas que influyen en la absorción de metales pesados	¿Cuáles son las principales técnicas en la fitorremediación que influyen en la absorción de metales pesados?	Comparación de técnicas de fitoremediación	Fitoestabilización Fitoextracción	Análisis documental de basada en una revisión bibliográfica.
Identificar la efectividad de las plantas fitoremediadoras en la absorción de metales pesados	¿Cuál es la efectividad de las principales plantas fitoremediadoras en la absorción de metales pesados?	Efectividad entre las técnicas de fitoremediación y especies vegetales	Selección de especies Especies bioacumuladoras	Análisis documental de basada en una revisión bibliográfica.

3.3 Escenario de estudio.

El escenario está limitado al análisis e interpretación documental, considerando una revisión sistemática selectiva de artículos científicos, bibliografía y revistas especializadas, donde se analiza las técnicas y métodos de fitoremediación para absorber metales pesados de suelos contaminados.

3.4 Participantes.

En esta investigación se consideró documentos confiables de investigaciones previas a nivel nacional e internacional, seleccionados de bases de datos académicas como: Google Académico, Science Direct, Scopus, Web of Science, Ebsco y Redalylt. Además del uso de base de datos del repositorio de la Universidad Cesar Vallejo, así como del repositorio de universidades nacionales e internacionales.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica usada en esta investigación es el análisis documental. Según Lugardo, (2016) el análisis documentario es una agrupación de operaciones que buscan reemplazar un documento y su contenido así cambiar el documento de su forma original con el propósito de mejorar y actualizar con los últimos hechos la investigación utilizando fichas bibliográficas donde resalta lo más importante de cada artículo y revistas recopiladas.

3.6 Procedimiento.

El procedimiento para la investigación, fue recopilando información de artículos científicos en páginas confiables, para ello se utilizó las palabras claves para realizar la búsqueda, se identificó las fuentes de

información, se utilizó criterios de inclusión y exclusión, basados en los últimos cinco años de publicación, basados en temas relacionados con el tema de investigación y finalmente verificando la veracidad del documento.

3.7 Rigor científico.

Se consideraron criterios de Validez, Credibilidad, Confirmabilidad y Transferibilidad, el rigor científico, pues permite proteger su autenticidad y soltura a través del cumplimiento de estos criterios

El siguiente trabajo tiene suficiente rigor científico, porque asegura su autenticidad y confiabilidad al cumplir con los siguientes criterios de coherencia o dependencia lógica, confianza; Transferibilidad y confirmabilidad como se muestra a continuación

En este estudio, la información se recopiló y analizó en un orden lógico para que los resultados pudieran compararse con otros investigadores. Según Elizalde, (2017) la consistencia o dependencia lógica se refiere a la medida en que diferentes investigadores recopilan datos similares en el campo y realizan los mismos análisis y producen resultados equivalentes (página 2). En otras palabras, se trata de la estabilidad de los datos y los resultados, no de la replicación del estudio. Por otro lado, este trabajo es honesto, ya que cada artículo revisado por pares proviene de revistas indexadas. Para Treharne y Riggs (2015), la fiabilidad se refiere a resultados veraces obtenidos de autores que han realizado estudios iguales o similares, así como de aquellos que han explicado con éxito el problema de investigación (p.58).

Ahora, para confirmar este trabajo, se ha identificado e interpretado cada resultado obtenido, lo que le permite servir de referencia para futuros estudios. Así Treharne y Riggs (2015) sugieren que la validación para analizar e interpretar los datos obtenidos por varios investigadores y diferentes personas puede seguir adelante y encontrar similitudes (p.58). Finalmente, este estudio es transferible, porque existen estudios

elaborados por investigadores sobre los tratamientos botánicos de suelos contaminados por metales pesados. Al respecto, Noreña et al. (2012) afirman que la portabilidad; también conocida como aplicabilidad de los resultados, intenta transferir los resultados de la investigación a otros estudios (p. 267). La transferibilidad se refiere al hecho de que los fenómenos estudiados se relacionan con situaciones contextuales y participantes del estudio, es decir, los resultados de la investigación cualitativa no pueden generalizarse. , que son transferibles según el contexto en el que se apliquen. .

3.8 Método de análisis de datos.

La información recabada se organiza para su revisión a través de los objetivos específicos descritos en este trabajo, divididos en categorías y subcategorías, con el objetivo de acceder a información bibliográfica referente a aspectos relevantes y actuales en el uso y gestión del tema principal de investigación. Es decir, una revisión sistemática de los métodos de tratamiento de plantas en suelos contaminados con metales pesados como se muestra en la Tabla 1. Sobre esta base, se mostrarán las similitudes o diferencias entre los métodos de tratamiento de suelos contaminados por metales pesado, así como las especies vegetales utilizadas en este proceso, se detallarán en la sección de resultados. El método utilizado en este análisis es parecido al descrito por Cilleros y Gómez (2016).

3.9 Aspectos Éticos.

Esta investigación, contiene aportes de fuentes confiables, ya que es el producto de la recopilación y recolección de datos obtenidos de diferentes autores acerca de los tratamientos vegetales utilizados para tratar suelos contaminados por metales pesados. Asimismo, la información adicional extraída ha sido respaldada por citas bibliográficas de acuerdo con las normas ISO 690 UCV, conforme a la resolución del Consejo Universitario n ° 0103 2018 de la UCV, resolución rectoral 0089

- 2019 de la UCV.que contiene orientación sobre la guía de los productos observables y los autores del artículo que contribuyeron a este estudio; Estos han sido citados de acuerdo con la norma ISO 690. Por todo ello, se han respetado de igual forma los valores morales y éticos. Se respeta la propiedad intelectual de los autores utilizando toda la información facilitada, extraída de fuentes fiables; proporcione las citas adecuadas para garantizar la calidad de este estudio.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

En relación a la identificación de plantas que absorben metales pesados, podemos decir que estas tienen como característica principal la propiedad de ser hiperacumuladoras, absorbiendo en la raíz y el tallo. Los metales pesados que son absorbidos son Pb, Cd, Zn y Cu.

Las plantas identificadas que absorben Pb son: *Brassica juncea*, *Acacia Farnesiana*, *Phaseolus vulgaris*, *Amarantus Hybridus*, *Beta Vulgaris*, Las plantas que absorben Cd son: *Ambrosia Ambrosioides*, *Helianthus Annuss* y *Brassica Rapa*. Las plantas que absorben Zn son: *Brassica Napus L.*, *Lycopersicon esculentum L.*, *Brachiaria Spp* y *Brassica Rapa*. Las plantas que absorben Cu son: *Ambrosia Ambrosioides* y *Acacia Saligna*.

Las técnicas que influyen en la absorción de metales pesados, son técnicas reportadas por el análisis de los autores, considerando el elemento potencial toxico. Con las técnicas de la fitoestabilización y la fitoextracción se puede lograr una alta capacidad de remoción y de eficacia de los metales pesados como Pb, Cu, Cd, Zn entre otros.

Con la técnica de la fitoestabilización, las plantas que mejor desempeño fueron: *Brassica juncea*, *Amarantus Hybridus*, *Acacia Saligna* y *Brachiaria Spp*, estas plantas principalmente tienen una alta capacidad de remoción del Pb, Cd y Cu, (Figura 1)

Con la técnica de la fitoextracción, las plantas que mejor desempeño fueron: *Acacia Farnesiana*, *Amarantus Hybridus*, *Brassica Rapa*, *Acacia Parviflora*, *Brachiaria Spp* y *Brassica Napus L.*, estas plantas tienen una alta capacidad de remoción del Pb, Cd, Zn, y As (Figura 2)

La eficiencia de remoción de metales pesados, usando técnicas de

fitoremediación se muestran la tabla adjunta:

Tabla 2. Eficiencia de remoción de metales pesados

Técnicas	% eficiencia de remoción	Metales removidos	Plantas
Fitoestabilización	46	Pb	<i>Brassica juncea</i>
Fitoextracción	50	Pb	<i>Acacia Farnesiana,</i>
Fitoestabilización y Fitoextracción	75	Pb	<i>Amarantus Hybridus,</i>
Fitoimmobilización y Fitoextracción	100	Pb, Cd y Zn	<i>Brassica Rapa,</i>
Fitoestabilización	87	Cu	<i>Acacia Saligna,</i>
Fitovolatilización y Fitoextracción	40	As y Zn	<i>Acacia Parviflora,</i>
Fitoestabilización y Fitoextracción	41	Pb, Cd	<i>Brachiaria Spp</i>
Fitoextracción	46	Pb, Cd	<i>Brassica Napus L.,</i>

Figura 1. Fitoestabilización para la remoción de metales pesados

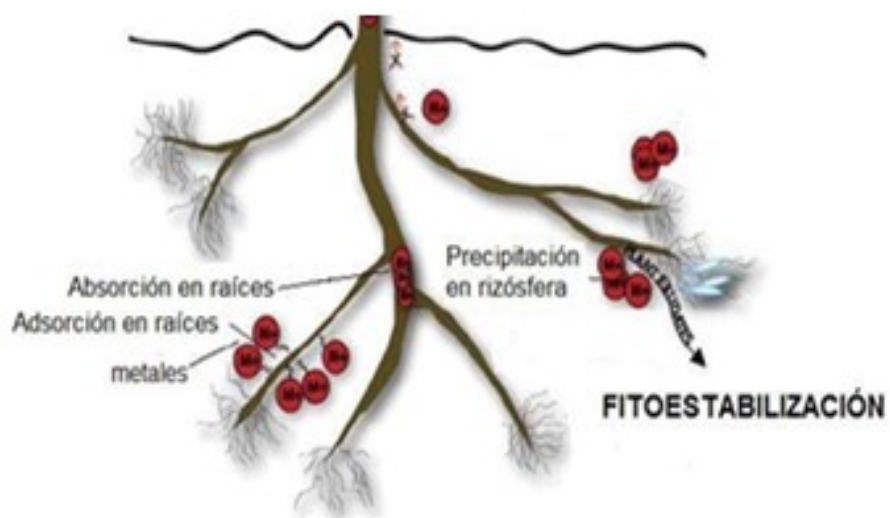
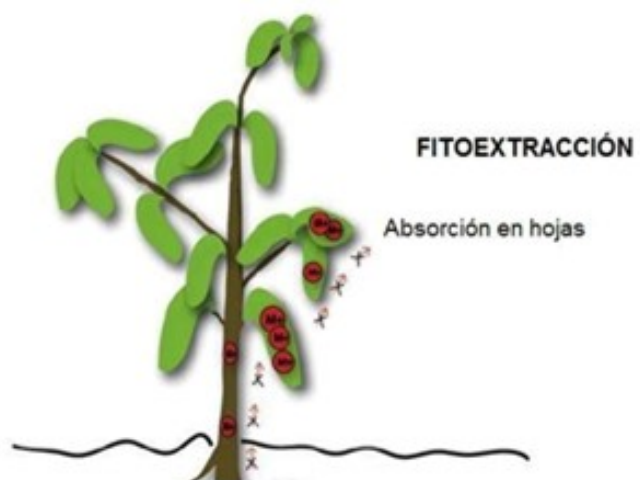


Figura 2. Fitoextracción para la remoción de metales pesados



V. CONCLUSIONES

Después de identificar cada método, se investigó cuál fue el más utilizado en la recuperación de tierras; Se trata de fitoextracción y fitoestabilización, por su eficacia en la absorción de metales como As, Zn, Ni, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Cd y Ca; se empleó el espectrofotómetro de plasma de inducción y también la espectrometría de absorción atómica por sus ventajas para determinar la concentración de metales pesados como el cobre, ya que no producen ningún tipo de efectos negativos.

Los tratamientos botánicos más comunes utilizados para la extracción de metales pesados fueron la fitoextracción y la fitoestabilización, que eliminan metales pesados como el cobre y el plomo. Esto se debe al amplio espectro de los métodos, que permite crear mecanismos que funcionan de manera más eficiente y, por lo tanto, extraer mayores cantidades de metales más pesados.

Especies como *Brassica juncea*, *Acacia Farnesiana*, *Amarantus Hybridus*, *Brassica Rapa*, *Acacia Saligna*, *Acacia Parviflora*, *Brachiaria Spp* y *Brassica Napus L.*, remueven entre un 50% y un 60 %, de metales pesados.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda identificar otros métodos de fitoremediación con mayor efectividad de remoción de acuerdo a escenarios particulares de suelos contaminados.

Se recomienda ampliar el espectro de plantas con capacidades de fitoremediación, en la remoción de metales pesados.

Se recomienda inventariar plantas fitoremediadoras por pisos altitudinales o por regiones naturales, esto generar un banco de información para el país.

Se recomienda ampliar las investigaciones en temas de fitoremediación y en la aplicación de técnicas.

REFERENCIAS

AMEZCUA, Alma., HERNÁNDEZ-ACOSTA, Elizabeth. y DÍAZ, Procoro. Fitorremediación de residuos de minas contaminados con metales pesados. *Revista Iberoamericana de Ciencias* [en línea]. 2020, 7(1):80-91, [fecha de Consulta 8 de febrero de 2021]. Disponible en ISSN 2334-2501.

ANGELOVAA, Violina. [et al.] Potencial de Rapeseed (*Brassica napus* L.) para fitorremediación de suelos contaminados con metales pesados. *Revista de Protección Ambiental y Ecología* [en línea]. 2017, 18(2): 468–478, [fecha de Consulta 7 de enero de 2021]. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/319507512>

ARÉVALO, Enrique, [et al.]. Metales pesados en suelos de plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en tres regiones del Perú. *Ecología Aplicada*, [en línea]. 2016,15(2), p. 81-89, [fecha de Consulta 5 de febrero de 2021]

ARPASI Curasi, Danitza. Determinación de metales pesados en la especie *Baccharis sp* que crece en el ámbito del proyecto minero “estela” – Ananea– provincia de San Antonio de Putina – Puno. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Ambiental). Perú: Universidad Privada San Carlos, 2019. Disponible en http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/4552/Danitza_Marili_ARPASI_CURASI.pdf?sequence=1&isAllowed=y

AZAB, E. y HEGAZY, Ahmad. Monitoreo de la Eficiencia de *Rhazya stricta* L. Plantas en Fitoremediación de Suelos Contaminados con Metales Pesados. *Plantas*, [en línea]. 9(1057). 2020, 2-15. [Fecha de consulta: 06 de febrero de 2021]. doi:10.3390/plants9091057.

AGBESHIE, Alex [et al]. Municipal waste dumpsite: Impact on soil properties and heavy metal concentrations, Sunyani, Ghana. *Scientific African* [en línea]. vol. 8, Julio 2020. [Fecha de consulta: 05 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227620301289#bib0045> ISSN: 2468-2276

ALABOUDI, Khalid, AHMED, Berhan y BRODIE, Graham. Phytoremediation of Pb and Cd contaminated soils by using sunflower (*Helianthus annuus*) plant. *Annals of Agricultural Sciences* [en línea]. vol. 63, Junio 2018. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0570178318300174> ISSN: 0570-1783

AL-JOBORI, Kamil M. y KADHIM, Athar K. Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) for phytoremediation of lead contaminated soil. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* [en línea]. vol. 11, 2019. [Fecha de consulta: 6 de julio de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/332378207_Evaluation_of_sunflower_Helianthus_annuus_L_for_phytoremediation_of_lead_contaminated_soil ISSN: 0975-1459

ALI, Amjad [et al]. Mycoremediation of Potentially Toxic Trace Elements—a Biological Tool for Soil Cleanup: A Review. *Pedosphere* [en línea]. vol. 27, n. 4, 2017. [Fecha de consulta: 4 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1002016017603114> ISSN: 1002-0160

ANGELOVA, V.R. [et al]. Potential of Rapeseed (*Brassica napus* L.) for phytoremediation of soils contaminated with heavy metals. *Journal of environmental protection and ecology* [en línea]. n. 2, 2017. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/319507512_POTENTIAL_OF_RAPESEED_Brassica_napus_L_FOR_PHYTOREMEDIATION_OF_SOILS_CONTAMINATED_WITH_HEAVY_METALS

ISSN: 1311-5065

ASHRAF, Sana [et al]. Phytoremediation: Environmentally sustainable way for reclamation of heavy metal polluted soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*[en línea]. vol. 174, 2019. [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651319302271>

ISSN: 0147-6513

AYESA, S.A., CHUKWUKA, K.S. y ODEYEMI, O.O. Tolerance of *Tithonia diversifolia* and *Chromolaena odorata* in heavy metal simulated-polluted soils and three selected dumpsites. *Toxicology Reports* [en línea]. vol. 5, 2018. [Fecha de consulta: 6 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214750018300660>

ISSN: 2214-7500

BARBOSA, Bruno [et al]. Phytoremediation of Heavy Metal-Contaminated Soils Using the Perennial Energy Crops *Miscanthus* spp. and *Arundo donax* L. *BioEnergyResearch* [en línea]. vol. 8, n. 4, 2015. [Fecha de consulta: 6 de julio de 2020]. Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=110860570&lang=es&site=ehost-live>

ISSN: 1939-1234

BIELECKA, Aleksandra y KROLAK, Elzbieta. Solidago canadensis as a bioaccumulator and phytoremediator of Pb and Zn. *Environmental Science and Pollution Research* [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 6 de julio de 2020]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-019-06690-x#citeas> ISSN: 0944-1344

BUSTAMANTE, Nirma y MACIAS, Wendy. Retained Lumbar Bullet: A Case Report of Chronic Lead Toxicity and Review of the Literature. *The Journal of Emergency Medicine* [en línea]. vol. 51, Julio 2016. [Fecha de consulta: 24 de junio de 2020]. Disponible en:

[https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736467916](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736467916001517)

001517 ISSN: 0736-4679

COPAT, Chiara [et al]. Trace elements in seafood from the Mediterranean Sea: An exposure risk assessment. *Food and Chemical Toxicology* [en línea]. vol. 115, Mayo 2018. [Fecha de consulta: 04 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691518301406>

ISSN: 1873-6351

CRISTALDI, Antonio [et al]. Phytoremediation of contaminated soils by heavy metals and PAHs. A brief review. *Environmental Technology and Innovation* [en línea]. vol. 8, 2017. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2020]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352186417300330>

ISSN: 2352-1864

DAI, Yuanyuan [et al]. Fire Phoenix facilitates phytoremediation of PAH-Cd co-contaminated soil through promotion of beneficial rhizosphere bacterial communities. *Environment International* [en línea]. vol. 136, 2020. [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019341443?via%3DiHub>

ISSN: 0160-4120

DERAKHSHAN, Zahra, CHAE, Myung y HYUN, Ki. Remediation of soils contaminated with heavy metals with an emphasis on immobilization technology. *Environmental Geochemistry and Health* [en línea]. Abril 2017. [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/316501848_Remediation_of_soils_contaminated_with_heavy_metals_with_an_emphasis_on_immobilization_technology ISSN: 1573-2983

DHIMAN, Saurabh [et al]. Metal accumulation by sunflower (*Helianthus annuus* L.) and the efficacy of its biomass in enzymatic saccharification.

Plos One [en línea]. Abril 2017. [Fecha de consulta:

19 de mayo de 2020]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/316443809_Metal_accumulation_by_sunflower_Helianthus_annuus_L_and_the_efficacy_of_its_biomass_in_enzymatic_saccharification

ISSN: 1932-6203

DURUMIN, Naseer [et al]. Accumulation and Translocation of Heavy Metals by *Acalypha wilkesiana* Parts in the Phytoextraction of Contaminated Soil. *Indonesian Journal of Chemistry* [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/327415090_Accumulation_and_Translocation_of_Heavy_Metals_by_Acalypha_wilkesiana_Parts_in_the_Phytoextraction_of_Contaminated_Soil

ansloc

ation_of_Heavy_Metals_by_Acalypha_wilkesiana_Parts_in_the_Phytoextraction_of_Contaminated_Soil

ISSN: 1411-9420

EISSA, Mamdouh [et al]. Phytoextraction of Nickel, Lead and Cadmium from Metals Contaminated Soils Using Different Field Crops and EDTA. *World Applied Sciences Journal* [en línea]. 2014. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en: [http://www.idosi.org/wasj/wasj32\(6\)14/8.pdf](http://www.idosi.org/wasj/wasj32(6)14/8.pdf)

ISSN: 1818-4952

FAKHRI, Yadolah [et al]. Systematic review and health risk assessment of arsenic and lead in the fished shrimps from the Persian gulf. *Food and Chemical Toxicology* [en línea]. vol. 113, Marzo 2018. [Fecha de consulta: 5 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691518300462>

ISSN 1873-6351

FIORENTINO N. [et al]. Giant reed growth and effects on soil biological fertility in assisted phytoremediation of an industrial polluted soil. *Science of The Total Environment* [en línea]. vol. 575, Enero 2017. [Fecha de consulta: 3 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969716321507>

ISSN 0048-9697

FUMAGALLI, Pietro [et al]. The rotation of white lupin (*Lupinus albus* L.) with metal-accumulating plant crops: A strategy to increase the benefits of soil phytoremediation. *Journal of Environmental Management* [en línea]. vol. 145, Diciembre 2014. [Fecha de consulta: 6 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479714002941>

ISSN: 1095-8630

HASHEMI, Seyed y TABIBIAN, Sahar. Application of Mulberry nigra to absorb heavy metal, mercury, from the environment of green space city. *Toxicology Reports* [en línea]. vol. 5, Mayo 2018. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214750018302646>

ISSN: 2214-7500

HUANG, Suzhen [et al]. Damage of heavy metals to *Vallisneria natans* (*V. natans*) and characterization of microbial community in biofilm. *Aquatic Toxicology* [en línea]. vol. 225, Agosto 2020. [Fecha de consulta: 11 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166445X20302654> ISSN: 0166-445X

KUMAR, Brajesh, SMITA, Kumari y FLORES, Luis. Plant mediated detoxification of mercury and lead. *Arabian Journal of Chemistry* [en línea]. vol. 10, Mayo 2017. [Fecha de consulta: 4 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535213002712#!>

ISSN: 1878-5352

LI, Xiong, YANG, Yongping. Preliminary study on Cd accumulation characteristics in *Sansevieria trifasciata* Prain. *Plant Diversity* [en línea]. Junio 2020. [Fecha de consulta: 26 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S246826592030038X#bib17> ISSN: 2468-2659

LIANG, Lichen [et al]. Phytoremediation of heavy metal contaminated saline soils using halophytes: current progress and future perspectives.

Environmental Reviews[en línea]. vol. 25, n. 3, Septiembre 2017. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/er-2016-0063#.XvmCPkVKjIU>

ISSN: 1181-8700

LIU, Lianwen [et al]. Remediation techniques for heavy metal-contaminated soils: Principles and applicability. *Science of The Total Environment* [en línea]. vol. 633, 2018. [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718309215>

ISSN: 0048-9697

LONDOÑO, Luis, LONDOÑO, Paula y MUÑOZ, Fabián. Risk of heavy metals in human and animal health. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*[en línea]. vol. 14, n. 2, Diciembre 2016. [Fecha de consulta: 01 de julio de 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>

ISSN: 1692-3561

MA, Yongjiao [et al]. Assessment of heavy metal pollution and the effect on bacterial community in acidic and neutral soils. *Ecological Indicators* [en línea]. vol. 117, Octubre 2020. [Fecha de consulta: 11 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X2030563>
X

ISSN: 1470-160X

MADRIGAL, Jessica [et al]. Association of heavy metals with measures of pulmonary function in children and youth: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). *Environment International* [en

línea]. vol 121, Diciembre 2018. [Fecha de consulta: 30 de junio de 2020].
Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412018310134>

ISSN: 1873-6750

MAHARDIKA, G., RINANTI, A. y FARCHRUL M. F. Phytoremediation of heavy metal copper (Cu²⁺) by sunflower (*Helianthus annuus* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2020]. Disponible en:
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/106/1/012120/pdf>

ISSN: 1755-1315

MAHARJAN, Bijesh, DAS, Saurav y ACHARYA, Bharat. Soil Health Gap: A concept to establish a benchmark for soil health management. *Global Ecology and Conservation* [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2020]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989420305680>

ISSN: 2351-9894

MAILAFIYA, Maryam [et al]. Curcumin-loaded cockle shell-derived calcium carbonate nanoparticles: A novel strategy for the treatment of lead-induced hepato-renal toxicity in rats. *Saudi journal of Biological Sciences* [en línea]. vol. 27, n. 6, Junio 2020. [Fecha de consulta: 11 de julio de 2020]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X20300851#!>

ISSN: 1319-562X

MALIK, Amna [et al]. Lead tolerant endophyte *Trametes hirsuta* improved the growth and lead accumulation in the vegetative parts of *Triticum aestivum* L. *Heliyon* [en línea]. vol. 6, n. 7, Julio 2020. [Fecha de consulta: 20 de junio

de 2020]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402031032X#bib9> ISSN 2405-8440

MANOJ, Srinivas [et al]. Understanding the molecular mechanisms for the enhanced phytoremediation of heavy metals through plant growth promoting rhizobacteria: A review. *Journal of Environmental Management* [en línea]. vol. 254, 2020. [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719314975>
ISSN: 1095-8630

MANZANO, Rebeca. Plant and amendment selection fo multicontaminated mine soil recovery. Tesis (Doctorado). España: Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias, 2013. 14pp. Disponible en:
<http://hdl.handle.net/10486/660300>

MORAR, F., IANTOVICS, L.B. y GLIGOR, A. Analysis of Phytoremediation Potentialof Crop Plants in Industrial Heavy Metal Contaminated Soil in the Upper Mures RiverBasin. *Journal of Environmental Informatics* [en línea]. vol. 31, Marzo 2018. [Fechade consulta: 29 de junio de 2020]. Disponible en:
<http://www.jeionline.org/index.php?journal=mys&page=article&op=view&path%5B%5D=201700383>
ISSN: 1726-2135

MUNIVE, Rubén [et al]. Phytoremediation with corn (*Zea mays* L.) and Stevia compost on soils degraded by contamination with heavy metals. *Scientia Agropecuaria* [en línea]. vol. 9, n. 4, 2018. [Fecha de consulta: 11 de julio de 2020]. Disponible

en:

https://www.researchgate.net/publication/330210237_Phytoremediation_with_corn_Zea_mays_L_and_Stevia_compost_on_soils_degraded_by_contamination_with_heavy_metals

ISSN: 2077-9917

NAPOLI, Marco [et al]. Phytoextraction of copper from a contaminated soil using arable and vegetable crops. *Chemosphere* [en línea]. vol. 219, Marzo 2019. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653518323397>

ISSN: 0045-6535

NSANGANWIMANA, F. [et al]. Arundo donax L., a Candidate for Phytomanaging Water and Soils Contaminated by Trace Elements and Producing Plant-Based Feedstock. A Review. *International journal of phytoremediation* [en línea]. vol. 16, n. 10, Febrero 2014. [Fecha de consulta: 04 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15226514.2013.810580>

ISSN 1522-6514

RIZWAN, Muhammad [et al]. Phytomanagement of heavy metals in contaminated soils using sunflower – A review. *Critical reviews in environmental science and technology* [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2020]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/308995325_Phytomanagement_of_Heavy_Metals_in_Contaminated_Soils_Using_Sunflower_-_A_Review

ISSN: 1064-3389

SAAD-ALLAH, Khalil y ELHAAK, M.A. Hyperaccumulation activity and metabolic responses of *Solanum nigrum* in two differentially polluted growth

habitats. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* [en línea]. vol. 16, n. 3, 2017. [Fecha de consulta: 6 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X15300291>

ISSN: 1658-077X

SARWAR, Nadeem [et al]. Phytoremediation strategies for soils contaminated with heavy metals: Modifications and future perspectives. *Chemosphere* [en línea]. vol. 171, Marzo 2017. [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653516318574>

ISSN: 0045-6535

SATPATHY, D. y REDDY, M.V. Phytoextraction of Cd, Pb, Zn, Cu and mn by Indian mustard (*Brassica juncea* L.) grown on loamy soil amended with heavy metal contaminated municipal solid waste compost. *Applied Ecology and Environmental Research* [en línea]. 2013. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/274182784_Phytoextraction_of_Cd_Pb_Zn_Cu_and_mn_by_Indian_mustard_Brassica_juncea_L_grown_on_loamy_soil_amended_with_heavy_metal_contaminated_municipal_solid_waste_compost

ISSN: 1785-0037

SEROJA, Romi, EFFENDI, Hefni y HARIYADI, Sigid. Tofu wastewater treatment using vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) and zeliac. *Applied Water Science* [en línea]. vol. 8, n. 1, 2018. [Fecha de consulta: 11 de julio de 2020]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=138751473&lang=es&site=ehost-live>

ISSN: 2190-5487

SHAH, Vijendra y DAVEREY, Achlesh. Phytoremediation: A multidisciplinary approach to clean up heavy metal contaminated soil. *Environmental Technology and Innovation* [en línea]. vol. 18, 2020. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352186419308107>
ISSN: 2352-1864

SOLIMAN, Wagdi y SUGIYAMA, Shu-Ichi. Phytoremediation and tolerance capacity of Moringa to cadmium and its relation to nutrients content. *Pollution Research* [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/309637907_Phytoremediation_and_tolerance_capacity_of_Moringa_to_cadmium_and_its_relation_to_nutrients_content ISSN: 0257-8050

SOTO, Carolina y JIMENEZ, Wilber. Potential Phytoremediator of Native Species in Soils Contaminated by Heavy Metals in the Garbage Dump Quitasol-Imponeda Abancay. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems* [en línea]. vol. 7, 2019. [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/333213459_Potential_Phytoremediator_of_Native_Species_in_Soils_Contaminated_by_Heavy_Metals_in_the_Garbage_Dump_Quitasol-Imponeda_Abancay
ISSN: 1848-9257

SUTHAR, Vishandas, MEMON, Kazi y MAHMOODULHASSAN, Muhammad. EDTA-enhanced phytoremediation of contaminated calcareous soils: heavy metal bioavailability, extractability, and uptake by maize and sesbania. *Environmental Monitoring and Assessment* [en línea]. vol. 186, n. 6, 2014. [Fecha de consulta: 6 de julio de 2020]. Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cmedm&AN=24515546&lang=es&site=ehost-live>

ISSN: 1573-2959

SWIERCZ, Anna [et al]. Possible use of halloysite in phytoremediation of soils contaminated with heavy metals. *Journal of Elementology* [en línea].

2016. [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en:

<http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.agro-99192e3d-34c4-4cdf-a022-2fc1b1ffb80a>

ISSN: 1644-2296

SYAM, Netty [et al]. Effect of Accumulator Plants on Growth and Nickel Accumulation of Soybean on Metal-Contaminated Soil. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* [en línea]. vol. 9, 2016. [Fecha de consulta: 6

de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210784316301097>

ISSN: 2210-7843

TARIQ, Saadia y ASHRAF, Azka. Comparative evaluation of phytoremediation of metal contaminated soil of firing range by four different plant species. *Arabian Journal of Chemistry* [en línea]. vol. 9, Noviembre

2016. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535213003225>

ISSN: 1878-5352

TRAN, Khanh [et al]. Fuel characterization and thermal degradation kinetics of biomass from phytoremediation plants. *Biomass and Bioenergy* [en línea].

vol. 134, Marzo 2020. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953420300039#>

bib5 ISSN 0961-9534

TURKER [et al]. Constructed Wetlands as Green Tools for Management of Boron Mine Wastewater. *International Journal of Phytoremediation* [en línea]. Diciembre 2013. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/262979258_Constructed_Wetlands_as_Green_Tools_for_Management_of_Boron_Mine_Wastewater
ISSN: 1522-6514

UDIBA, Ugumanim, ANTAI, Ekpo y AKPAN, Ekom. Assessment of Lead (Pb) Remediation Potential of *Senna obtusifolia* in Dareta Village, Zamfara, Nigeria. *Journal of Health and Pollution* [en línea]. vol. 10, n. 25, Marzo 2020. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338833889_Assessment_of_Lead_Pb_Remediation_Potential_of_Senna_obtusifolia_in_Dareta_Village_Zamfara_Nigeria ISSN: 2156-9614

VARGAS, Claudia [et al]. State of art; the use of Eichhornia Crassipes in the industrial wastewater phytoremediation. *Ingenio Magno* [en línea]. vol. 9, n. 2, 2018. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7021685>
ISSN 2422-2399

VIJAYAN, Divya y SUSHAMA, P.K. Heavy Metal Contamination of Dumpyard Soils and its Phytoremediation with Vetiver Grass (*Chrysopogon zizanioides*). *Nature Environment and Pollution Technology* [en línea]. vol. 16, n. 1, 2017. [Fecha de consulta: 6 de julio de 2020]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=121724582&lang=es&site=ehost-live> ISSN: 0972- 6268

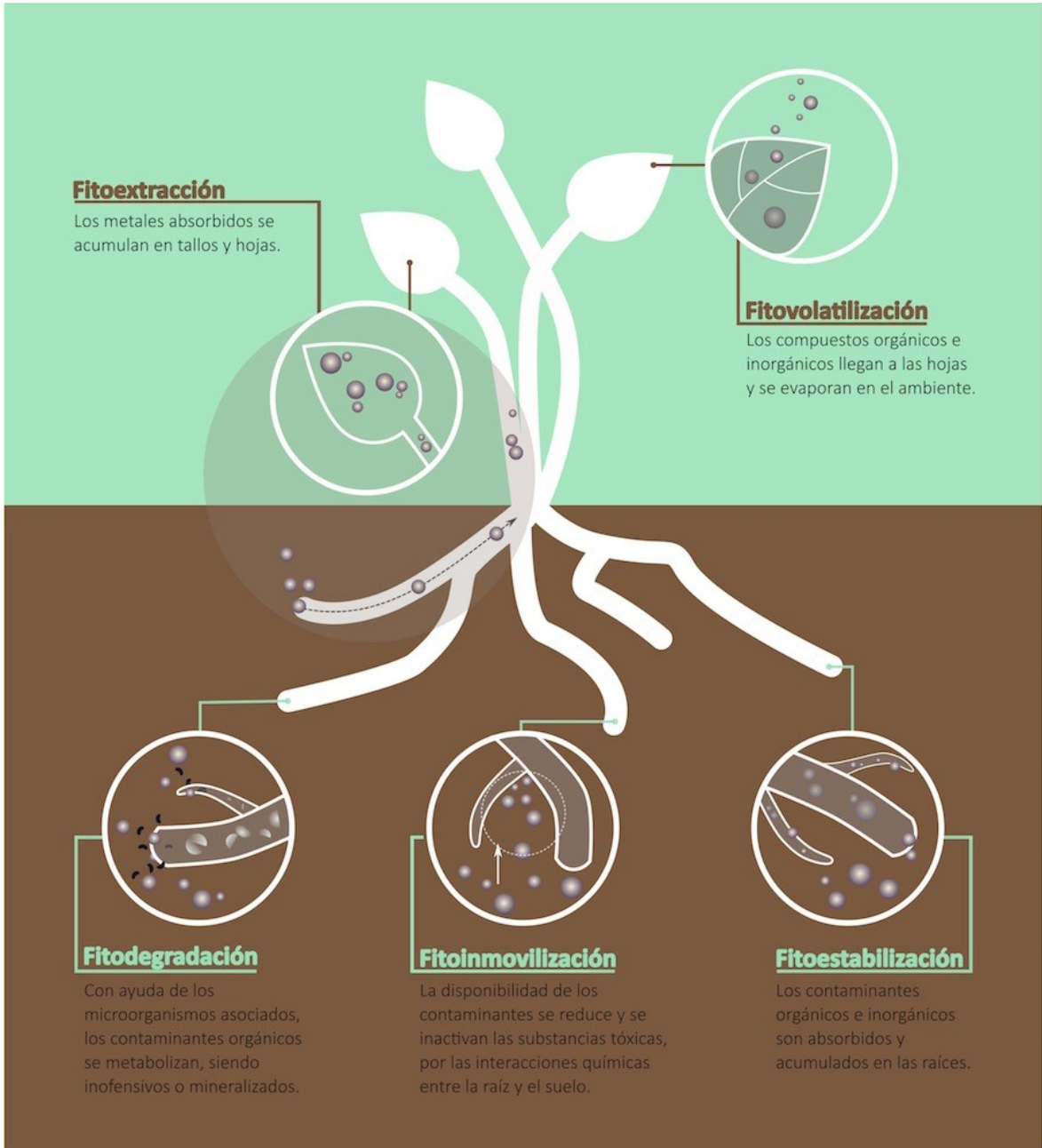
XU, Wumei [et al]. Closely-related species of hyperaccumulating plants and their ability in accumulation of As, Cd, Cu, Mn, Ni, Pb and Zn. *Chemosphere* [en línea]. vol. 251, Julio 2020. [Fecha de consulta: 11 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653520305270>
ISSN: 0045-6535

YANG, Chongyang [et al]. Long-term effectiveness of microbe-assisted arsenic phytoremediation by *Pteris vittata* in field trials. *Science of The Total Environment* [en línea]. vol. 740, Octubre 2020. [Fecha de consulta: 11 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720336585>
ISSN: 0048-9697

ZEHRA, Afsheen [et al]. Assessment of sunflower germplasm for phytoremediation of lead-polluted soil and production of seed oil and seed meal for human and animal consumption. *Journal of Environmental Sciences* [en línea]. vol. 87, Enero 2020. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1001074218334880#!>
ISSN: 1001-0742

ANEXOS

Anexo n°1



Anexo n°2

Tabla1. Matriz apriorística

Objetivos Específicos	Problemas Específicos	Categoría	Subcategoría	Unidad de análisis
Identificar las principales plantas fitoremediadoras que absorben metales pesados	¿Cuáles son las principales plantas fitoremediadoras que absorben los metales pesados?	Plantas	Especies vegetales Especies vegetales con capacidad de absorción.	Análisis documental de basada en una revisión bibliográfica.
Identificar las técnicas que influyen en la absorción de metales pesados	¿Cuáles son las principales técnicas en la fitorremediación que influyen en la absorción de metales pesados?	Comparación de técnicas de fitoremediación	Fitoestabilización Fitoextracción	Análisis documental de basada en una revisión bibliográfica.
Identificar la efectividad de las plantas fitoremediadoras en la absorción de metales pesados	¿Cuál es la efectividad de las principales plantas fitoremediadoras en la absorción de metales pesados?	Efectividad entre las técnicas de fitoremediación y especies vegetales	Selección de especies Especies bioacumuladoras	Análisis documental de basada en una revisión bibliográfica.



Acta de Sustentación de Tesis

Siendo las 9:30 horas del 22 de noviembre de 2021, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis titulado: "Absorción de metales pesados mediante Técnicas de Fitorremediación: Revisión Bibliográfica".

Presentado por los autores Suarez Chulla Richard Wenton, Yucra Quillca Roxana estudiantes de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

Autor	Dictamen
Suarez Chulla Richard Wenton	Unanimidad

Se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado:

Dr. Fernando Antonio Sernaque
Aucahuasi
PRESIDENTE

Mgtr. César Francisco Honores Balcázar
SECRETARIO

Mgtr. Samuel Carlos Reyna Mandujano
VOCAL (ASESOR)



Acta de Sustentación de Tesis

Siendo las 9:30 horas del 22 de noviembre de 2021, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis titulado: "Absorción de metales pesados mediante Técnicas de Fitorremediación: Revisión Bibliográfica".

Presentado por los autores Suarez Chulla Richard Wenton, Yucra Quillca Roxana estudiantes de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

Autor	Dictamen
Yucra Quillca Roxana	Unanimidad

Se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado:

Dr. Fernando Antonio Sernaque
Auccahuasi
PRESIDENTE

Mgtr. César Francisco Honores Balcázar
SECRETARIO

Mgtr. Samuel Carlos Reyna Mandujano
VOCAL (ASESOR)



Autorización de Publicación en Repositorio Institucional



Nosotros, Suarez Chulla Richard Wenton, Yucra Quillca Roxana, identificados con DNI N°45203062, 70923084, respectivamente estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, autorizamos (X), no autorizamos () la divulgación y comunicación pública de nuestro Tesis: "Absorción de metales pesados mediante Técnicas de Fitorremediación : Revisión Sistemática".

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según lo estipulada en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

.....
.....

Lima 16 de enero de 2022

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
Suarez Chulla Richard Wenton DNI: 45203062 ORCID: 0000-0002-7599-7410	Firma 
Yucra Quillca Roxana DNI: 70923084 ORCID: 0000-0002-5137-9618	Firma 



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**


Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Reyna Mandujano Samuel Carlos, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, Asesor de la Tesis titulada: "Absorción de metales pesados mediante Técnicas de Fitorremediación: Revisión Bibliográfica" , de los autores, Suarez Chulla Richard Wenton, Yucra Quillca Roxana constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Lima, 16 de enero de 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
Reyna Mandujano Samuel Carlos DNI: 31662440 ORCID 0000-0002-0750-2877	




Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, Suarez Chulla Richard Wenton, Yucra Quillca Roxana estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "Absorción de metales pesados mediante Técnicas de Fitorremediación: Revisión Bibliográfica", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico otítulo profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 16 de enero de 2022

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
Suarez Chulla Richard Wenton DNI: 45203062 ORCID: 0000-0002-7599-7410	
Yucra Quillca Roxana DNI: 70923084 ORCID: 0000-0002-5137-9618	