



Universidad **César Vallejo**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Revisión bibliográfica del uso de plantas fitorremediadoras
en la recuperación de suelos contaminados con metales
pesados.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR(ES):

Mercado Chinchay, Susana (ORCID: 0000-0002-5411-587X)
Morales Palacios ,Gustavo Leonardo (ORCID: 0000-0003-4686-4835)

ASESOR:

Msc. Ordóñez Sánchez, Luis Alberto (ORCID: 0000-0003-3860-4224)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

Lima – Perú

2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo a toda mi familia, en especial a mis padres, Juana y Elías, a mis hermanos Ruth, David, Roxana, y aún más a mi hermano ,Josué por su apoyo incondicional a lo largo de mi toda vida y de toda mi carrera universitaria.

Mercado Chinchay Susana.

Dedico este trabajo a mis padres Hermino y Luz, a mi hermana Elizabeth por su apoyo constante a lo largo de mi carrera universitaria, por ser el soporte dentro de mi vida y no dejarme caer en el intento por ser profesional.

Morales Palacios Gustavo Leonardo.

Agradecimientos

A DIOS...

A mi asesor, mi familia, a la Universidad por permitirme estudiar una maravillosa carrera, a mis profesores ya que a lo largo de estos años me ha transmitido sus conocimientos y más que nada sus experiencias profesionales. A mis compañeros, ahora colegas con los que he compartido muchas experiencias.

Mercado Chinchay Susana.

Agradezco a mi asesor por el soporte brindado también a mi familia por los recursos dados a mi persona a lo largo de los años por último a la universidad por formarme desde mis inicios por lo cual estaré eternamente agradecido.

Morales Palacios Gustavo Leonardo.

Índice de contenido

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	3
III.MÉTODOLOGÍA	13
3.1 Tipo y diseño de investigación	13
3.2 Categorías, subcategorías y matriz de caracterización apriorística	13
3.3 Escenario de estudio.....	14
3.4 Participantes.	14
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. RESULTADO	18
V. DISCUSIÓN	18
VI. CONCLUSIONES	25
VII.RECOMENDACIONES	26
REFERENCIAS	
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas de fitorremediación y diversas especies vegetales.....	16
Tabla 2. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos.....	18
Tabla 3. Fuentes de contaminación y efectos en la salud.....	20
Tabla 4. Resumen de criterio de búsqueda.....	22
Tabla 5. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística.....	51
Tabla 6. Ficha de recolección de datos.....	52
Tabla 7. Especies vegetales y familias correspondientes.....	57
Tabla 8. Especies vegetales y técnicas fitorremediación.....	58
Tabla 9. Investigaciones de plantas fitorremediadoras en suelos contaminados con metales pesados.....	66

Índice de figuras

Figura 1. Técnicas de fitorremediación.....	5
Figura 2. Familias botánicas de las especies vegetales de recuperación de suelos.....	25
Figura 3. Técnicas utilizadas en la fitorremediación.....	26
Figura 4. Investigaciones publicadas en los últimos 10 años.....	27
Figura 5. Eficiencia de las principales especies vegetales.....	28

RESUMEN

La contaminación de suelos por metales pesados genera gran preocupación por el grado de afectación que ocasiona en los ecosistemas y diferentes especies , llegando a ser un problema para nuestro medio ambiente y el ser humano así mismo la fitorremediación es una técnica que logra la recuperación de suelos contaminados a bajo costo , resultados satisfactorios y sin efectos secundarios , en el presente trabajo de investigación se propuso identificar cuáles son las principales técnicas de fitorremediación que ayudan a mejorar un suelo contaminado por metales pesados como Cd , Cr, Pb , Ar. La presente investigación bibliográfica es del tipo narrativo y enfoque cualitativo, donde se busca describir y evaluar las investigaciones realizadas por distintos autores nacionales y extranjeros para así poder generar resultados significativos en cuanto al estudio de técnicas de fitorremediación. Como resultado, las técnicas de Fitoextracción seguido de la Fito degradación obtuvieron mejor porcentaje de remoción pertenecientes a la familia Pocaceae y Fabaceae las cuales alcanzaron remoción de Pb, Cu, Cr, Ar y Cd con porcentajes de remoción de 35% a 80 %.Se concluye que la técnica de fitorremediación es adecuada, rentable accesible y eficiente cuando se encuentra a la especie indicada.

Palabras clave: Fitorremediación, Suelos, rehabilitación suelos.

ABSTRACT

The contamination of soils by heavy metals generates great concern due to the degree of affectation that it causes in the ecosystems and different species, becoming a problem for the human being. Phytoremediation is a technique that achieves the recovery of contaminated soils at low cost, satisfactory results and without secondary effects, in this research work it was proposed to identify which are the main phytoremediation techniques that help to improve a soil contaminated by heavy metals such as Cd, Cr, Pb, Ar. Bibliographic research is of the narrative type and qualitative approach, where it seeks to describe and evaluate the research carried out by different national and foreign authors in order to generate significant results in terms of the study of phytoremediation techniques. As a result of all the phytoremediation techniques collected, the ones that had the highest percentage of removal and investigations were Phytoextraction followed by Phytodegradation belonging to the Poaceae and Fabaceae families which achieved removal of Pb, Cu, Cr, Ar and Cd with removal percentages of 35% to 80%. It is concluded that the phytoremediation technique is adequate, profitable, accessible and efficient when the indicated species is found.

Keywords: Phytoremediation, soils, soil rehabilitation.

I. INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento demográfico, conjuntamente con la industrialización, han traído como consecuencia un impacto negativo en nuestro medio ambiente, por la invasión de los espacios naturales, la explotación desmesurada de minerales, efluentes industriales que contribuyen a aumentar los niveles de metales pesados que, generalmente, pueden contenerse en pequeñas cantidades en el suelo, trayendo como consecuencia un grave desequilibrio en la vegetación y reino animal, así como la salud de la población (Quispe et al, 2019, p.84). En nuestro país los daños que ocasionan los metales pesados son uno de los grandes problemas ambientales durante muchos años, suelos localizados en la sierra y selva peruana, relacionados al sector minero están siendo afectados (Díaz, 2016, p.104) casos que se han podido evidenciar, se encuentran localizados en la ciudad de la Oroya con una elevada concentración de metales pesados en el suelo como, plomo, cadmio y arsénico (Arce y Calderón, 2017 et al 2020, p.2) donde la concentración de plomo ha llegado a detectarse entre 3000 a 16000 mg/kg superando el límite máximo permitido de 800 mg/kg en suelos industriales (MINAM, 2017, p.3) afectando a la salud de los pobladores, medio ambiente, seres vivos provocando conflictos socio ambientales (Rodríguez, 2017, p.2). Si bien es cierto las plantas necesitan metales pesados esenciales como zinc (Zn), níquel (Ni), manganeso (Mn) y hierro (Fe), etc., para realizar diversas funciones fisiológicas y bioquímicas (Mekassa y Singh, 2015, p.1), por el contrario los metales pesados no esenciales como el Arsénico (As) Cadmio (Cd) Cobre (Cu) Cromo (Cr) Níquel (Ni) Plomo (Pb), zinc (Zn) y el mercurio (Hg), etc., (Viehweger, 2014, p.2) dan como resultado la retención de su crecimiento, daños a la estructura, una disminución de las actividades fisiológicas y bioquímicas, en efecto no tienen ningún papel fisiológico y se adentran en el sistema de los seres humanos, a través de la cadena alimentaria causando daños a la salud (Arevalo, 2016, p.2).

Es conocido que la contaminación del suelo es originada por la concentración de diversas sustancias tóxicas, por lo cual para poder distinguir el tipo de tecnología específica que se debe utilizar para su recuperación se debe determinar la concentración y el tipo de contaminante por tal motivo se realizaron diversas investigaciones y propuestas para poder reducir los metales pesados en las

extensiones del suelo, no obstante a pesar de ser eficientes, algunos resultan métodos costosos, como ejemplo de tipos de restauración de suelos tenemos a los tratamientos físico y químicos el cual consiste en la adición de fosfatos o sustancias altamente adsorbentes que tienen limitaciones económicas y de riesgo, (Jara,2018,p.38 recopilado de Evans,1989,p.23) otro tipo de descontaminación de suelo tenemos a las tecnologías biológicas en el cual se utilizan organismos vivos y microorganismos, no causan daños al ambiente pero su aplicación en la remoción de EPTs (elementos potencialmente tóxicos) como los metales pesados y metaloides su tratamiento no es muy efectivo (Muñoz et al, 2019, p.3). Entre las tecnologías que están en investigación durante los últimos años, tenemos a la fitorremediación una técnica que es efectiva para la rehabilitación de sitios contaminados debido a su rentabilidad, ventajas estéticas y aplicabilidad a largo plazo con un enfoque. En tal sentido la fitorremediación resulta ser un método una alternativa positiva, que involucra el uso de plantas para acumular, metabolizar, absorber, limpiar o volatilizar los contaminantes presentes en el agua o suelo (Nedjimi,2021,p.2).

De acuerdo con lo expuesto, el proyecto plantea preguntas ¿Cuáles son las condiciones para que se logre la eficiencia de la fitorremediación en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados ?, para luego conocer ¿ Cuáles son las principales especies vegetales en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados ?, ¿ Cuáles son las principales técnicas en la fitorremediación que mejoran los suelos contaminados en metales pesados y finalmente conocer ¿Cuáles el avance de investigaciones científicas de libre acceso referentes uso de plantas fitorremediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados?. El presente trabajo de investigación tiene como **objetivo general** : Identificar las condiciones que logren la eficiencia de la fitorremediación en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados y como **objetivos específicos** : Identificar cuáles son las principales especies vegetales en la recuperación de los suelos contaminados con metales pesados , **Identificar** cuáles son las principales técnicas en la fitorremediación que mejoran los suelos contaminados en metales pesados; **Investigar** el avance de investigaciones científicas de libre acceso referentes uso de plantas fitorremediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados. La investigación

pretende abarcar el vacío de conocimientos mediante la recopilación y el análisis de diversas investigaciones, con información relevante acerca del tema, que permitan a futuros investigadores ampliar su visión de estudio e información en el tratamiento y restauración de suelos contaminados con metales pesados, mediante el uso de plantas fitorremediadoras.

I. MARCO TEÓRICO

La presente investigación presenta las teorías relacionadas a la capacidad de la fitorremediación de distintas especies vegetales en suelos contaminados con metales pesados, en el cual se complementará con el fundamento teórico de distintos autores con la finalidad de poder ampliar y dar un mejor sustento teórico en el tema de fitorremediación.

La fitorremediación implica el uso de especies vegetales para extraer y eliminar contaminantes, se puede aplicar en cualquier lugar donde el ambiente de suelo esté contaminado o esté sufriendo una contaminación crónica continua por contaminantes como metales, pesticidas, solventes, petróleo crudo y sus derivados como el aceite usado, entre otros contaminantes (Ziham et al 2021, p.1). En ese mismo contexto, el proceso de fitorremediación utiliza diversos tipos específicos de plantas y árboles que tienen raíces capaces de absorber, retener, reducir los contaminantes presentes en el suelo (Mathiyazhagan et el, 2021, p.2).

Los factores que influyen para la selección de las especies vegetales para el proceso de Fitorremediación van a depender de su genética, el clima y la concentración de metales en el medio, estos elementos van a influir en el crecimiento de especie vegetal y su capacidad para poder acumular los metales contaminados es su estructura (Razmi et al 2021, p.2) así mismo una gran parte de las especies vegetales tienen la capacidad de absorber metales del suelo, pero en distintos grados, para poder identificar que especie es más tolerante a otra va estar representada por la habilidad de sobrevivir en un suelo que es tóxico a otras plantas, así mismo incluirá su capacidad de absorber y captar el metal (Vijendra y Achlesh, 2020,p.2).

El transporte de los metales pesados en la planta se da por la captura de los metales

a través de las raíces que ingresan a las células vegetales y se distribuyen en distintos compartimentos subcelulares de la especie vegetal, el metal una vez dentro de la raíz su capacidad de movilizarse va a depender de su característica y las condiciones de la especie vegetal en el momento de la exposición, (Delgadillo, 2011 et al, p.2). Las especies vegetales pueden adoptar distintas concentraciones de metales pesados, los cuales pueden producir daños a la planta y su posterior muerte o los mecanismos adaptativos que lograra la resistencia al metal (Zapata,2012, p.22).

Es importante señalar , que entre las desventajas que puede tener la técnica de la Fitorremediación es el proceso de espera que pueda tardar, va requerir un tiempo para el crecimiento de las plantas y los microorganismos incorporados en caso sea necesario (Farriji,2016,p.71), la sobrevivencia de las plantas en esta técnica muchas veces se ven perjudicadas por el grado de toxicidad de los contaminantes, otro tipo de dificultades que pueden presentarse son los efectos negativos en los consumidores primarios y secundarios de dichas plantas ,debido a la acumulación de contaminantes pueden alterar sus organismos (Vijendra y Achlesh,2020,p.3).

Entre las ventajas de la técnica de fitorremediación, podemos recalcar que su aplicación no requiere energía eléctrica y no producen contaminantes, constituyen los métodos de descontaminación de menor impacto ambiental y su aplicación resalta por su menor coste económico a diferencia de otros métodos convencionales de descontaminación que se utilizan (Farraji, 2016, p.72). Conociendo cuales son las ventajas que nos ofrece la Fito remediación en adelante detallaremos las diversas técnicas, así mismo en la figura N. ° 1 se mostrará el proceso de cada técnica.

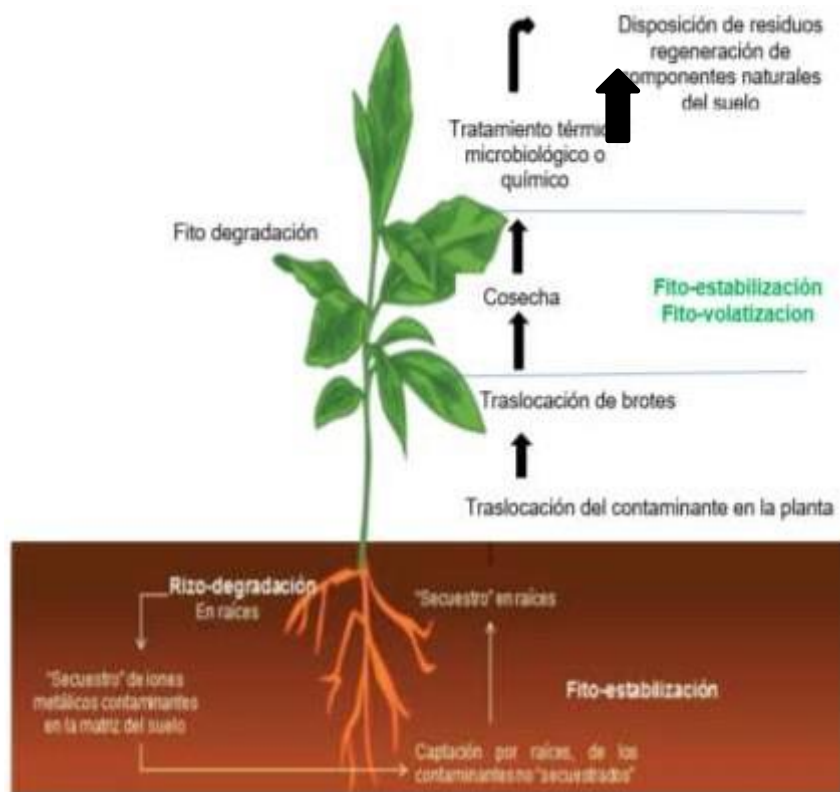


Figura 1. Técnicas de Fitorremediación.

Fuente: *Elaboración propia adaptada de Cifuentes y Novillo, 2016, p.3.*

La fitoextracción es un proceso continuo que utiliza plantas con hiperacumulación de metales o plantas de crecimiento rápido en un proceso inducido que utiliza productos químicos para desarrollar biodisponibilidad de los metales pesados en el suelo, la fitoextracción continua se basa en la capacidad de ciertas plantas para acumular gradualmente contaminantes principalmente metales en su biomasa, algunas plantas pueden hiperacumular metales sin efectos tóxicos (Antenzio, 2021, p.2).

Por lo cual las características que debería presentar las plantas para una correcta fitoextracción son; una eficiente producción de biomasa, facilidad para la recolección y aglomerar metales en sus partes recolectables, la relación es directamente proporcional entre la tasa de capacidad de crecimiento de la planta y la tasa total de metal fito extraído, quiere decir a mayor volumen de la planta mayor será la remediación, sin embargo no se conoce una planta que cumpla con

todos los atributos por tal motivo se ha venido utilizando el uso de plantas modificadas genéticamente para obtener las condiciones esperadas. (Xiao, .2021, p.1).

La Fitoestabilización es una técnica que se basa en la estabilización química de metales pesados, utilizando diversos aditivos de suelo orgánicos e inorgánicos en relación con especies de plantas elegidas adecuadamente (Sikkana et al, 2019, p.2).

Se deben seleccionar especies que sean resistentes a condiciones específicas presentes en el suelo, como pH bajo y altas concentraciones de metales pesados, además, no deben acumular metales pesados en sus partes aéreas, impidiendo así su paso a elementos posteriores de la cadena alimentaria, y deben caracterizarse por un rápido aumento de la biomasa, asegurando una buena cobertura del área en un corto período de tiempo, (Ozeni et al 2020,p.7) así mismo implica el establecimiento de una cubierta vegetal en la superficie de los sitios contaminados con el objetivo de minimizar la movilidad de contaminantes dentro de la zona vadosa por acumulación por raíces o inmovilización dentro de la rizosfera , reduciendo así la contaminación fuera del sitio (Zgorelec et al, 2016, p.18). Para la obtención de mejores resultados se puede mejorar mediante el uso de enmiendas en el suelo que inmovilizan metales combinados con especies de plantas que son tolerantes a altos niveles de contaminantes en suelos o relaves de baja fertilidad (Wiszniewska et al , 2016, p.1).

Fito volatilización es una técnica que implica la absorción del contaminante por la raíz de la planta realizando una conversión a un estado gaseoso y su liberación a la atmósfera, este proceso es impulsado por la evapotranspiración de las plantas, las plantas que tienen una alta tasa de evapotranspiración son buscadas en la Fitovolatilización , los contaminantes orgánicos, especialmente los compuestos orgánicos volátiles (COV), son volatilizados pasivamente por las plantas (Montenegro et al, 2020, p.21).

Las plantas pueden interactuar con una variedad de compuestos orgánicos y, por lo tanto, afectar el destino y el transporte de contaminantes, los compuestos orgánicos volátiles pueden volatilizarse de los tallos u hojas a esta acción le denominamos Fito volatilización directa, (Ozeni et al 2020, p.4) cuando es del

suelo debido a las actividades de las raíces de las plantas es Fito volatilización indirecta, los flujos de contaminantes que se volatilizan desde las plantas son importantes en escalas, que van desde derrames de contaminantes locales hasta un flujo de gran cantidad de metano que se emanan de ecosistemas (Quing et al, 2020, p.3).

La rizo filtración es el proceso de absorción de los contaminantes presentes en la rizosfera hacia el sistema de raíces de las plantas, este proceso de remediación se utiliza para descontaminar ecosistemas utilizando plantas acuáticas o terrestres, durante la utilización de este proceso las plantas se cultivan en el sitio contaminado (in situ) (Parra, 2017, p.42). Asimismo, las plantas se cultivan en la zona contaminada, donde las raíces en ese punto absorben el agua y los contaminantes se deshacen en ella (Gonzales, 2010, p.14) muchas especies de plantas realmente absorben metales sustanciales y suplementos de abundancia por una variedad de razones: secuestro, resistencia a la estación seca, transferencia por abscisión de hojas, obstrucción con diferentes plantas, y protección contra patógenos y herbívoros (Valderrama et al, 2016, p. 2).

La Fito degradación de compuestos orgánicos puede tener lugar dentro de la planta o dentro de la rizosfera de la planta, diferentes contaminantes ambientales pueden ser eliminado por este método, incluyendo disolventes en aguas subterráneas, petróleo y compuestos aromáticos en suelos (Pawlik et al, 2020, p.2). Esta tecnología también se denomina transformación de plantas, que incluye la selección y el uso de plantas que tienen la capacidad de degradar los contaminantes absorbidos, en el proceso de degradación las enzimas especiales que poseen ciertas plantas pueden hacer que las moléculas de compuestos contaminantes se descomponen, convirtiéndose así en moléculas más pequeñas, no tóxicas o menos tóxicas (Pawlik, 2020, p.1). Las plantas también pueden mineralizar los contaminantes en compuestos simples y absorbibles como agua y dióxido de carbono como ejemplos de tales enzimas son deshalogenasas y oxigenasas, el primero es bueno para eliminar halógenos de compuestos y el segundo es bueno para oxidar especies.

Tabla 1. Técnicas de fitorremediación y diversas especies vegetales.

Autor	Técnica de Fitorremediación		Especies – Nombre Científico	Especies – Nombre Común
Munive et al 2018 Khan et al 2019 Khalid et al ,2018 Lei xu et al 2020 Antenzio, 2021, p.2	Fito extracción	Consiste en la absorción de metales mediante la Raíz de la planta acumulando gradualmente en sus hojas y tallos.	<i>Zea mays L</i>	Mostaza de abisinia.
			<i>Rininus communis</i>	Planta de mostaza
			<i>Helianthus Annus</i>	Jacinto de agua
			<i>Solanum nigrum</i>	Nabos
Muga,2017 Hai Lin et al 2021 Steliga y kluk,2020 Pawlik et al, 2020, p.2	Fito degradación	Implica la degradación de contaminantes mediante la utilización de microorganismos, en este proceso los contaminantes presentes son metabolizados dentro de los tejidos vegetales.	<i>Brassica juncea</i>	Álamos
			<i>Trifolium repens L</i>	Sauce negro
			<i>Festuca arundinacea</i>	Totoras
Miranda et al 2020 Cifuentes y Novillo ,2016 Montenegro et al, 2020, p.21	Fito volatilización	Implica la absorción de contaminantes por las raíces de las plantas y su conversión a un estado gaseoso y su liberación a la atmósfera, pasivamente por las plantas.	<i>Arundo donax</i> <i>Cucumis sativus</i>	Enano de agua Mostaza de la china

(Ginocchio y Leon,2011. p.18, Domingues,2015, p.1).	Fito estabilización	Se produce a medida que las especies vegetales en su crecimiento absorben agua junto con los contaminantes presentes, el cual mediante su proceso este contaminante llega hasta las hojas y se evaporan o volatilizan a la atmósfera.	<i>Populus</i>	Árbol de álamo.
			<i>Salix</i>	sauce
			<i>Secale cereale</i>	centeno
			<i>Festuca</i>	-----
Ying Li et al 2018	Rizo filtración	Es el proceso de absorción de los contaminantes presentes en la rizosfera hacia el sistema de raíces de las plantas, en este proceso las raíces absorben el contaminante y cuando se saturan se cosechan y se disponen.	Neyraudia reynaudiana	Valderrama et al, 2016, p. 2
			Pistia Stratiotes L. Bougainvillea spectabilis Willd	Raí et al 2019

Fuente: Elaboración propia. Recopilación bibliográfica

Es importante señalar que un proceso de fitorremediación va ser eficiente dependiendo del especie vegetal que sea utilizada y el tipo de contaminante (Darabi et al 2016, p.2) realizando cualquiera de los mecanismos mencionados anteriormente y cumpliendo con dos requerimientos importantes la capacidad de acumulación (Detoxificación, secuestro y absorción) y la tolerancia a los metales se malogrará un proceso eficaz (Yu , 2021.p.3). El grado de tolerancia de la planta al metal pesado va ser uno de los aspectos por el cual un proceso de fitorremediación es considerado exitoso, ya que esto determinará la capacidad de acumulación de metales que la planta pueda absorber (Ozeni et al 2020, p.7).

Por otro lado, los estudios de investigación sobre la toxicidad del suelo han demostrado claramente la importancia de los parámetros fisicoquímicos tales como la capacidad de intercambio catiónico en función de la orgánica materia, pH, contenido de agua, temperatura entre otros (Mendoza et el, 2016, p.3). Del mismo modo estos parámetros, permiten una rápida, rentable y temprana evaluación de suelos enriquecidos con metales pesados (Sun et al, 2021, p.2).

Los metales pesados son elementos naturales que se localizan generalmente como componentes en concentraciones mínimas, nombrados metales esenciales (p.ej.: Cu, Fe, Ni y Zn) y metales no esenciales (Cd, Ar, Ni, Hg y Pb) de la corteza terrestre, sin embargo las actividades humanas han llevado a una distribución generalizada de metales pesados en los ecosistemas, lo que plantea riesgos para la salud humana y ecológica (Navarro et al , 2018,p.1). Otras fuentes de metales pesados incluyen minería, producción industrial (fundiciones, refinerías de petróleo, plantas petroquímicas, producción de pesticidas, industria química), lodos de aguas residuales sin tratar y fuentes difusas como tuberías metálicas, tráfico y subproducto de combustión de centrales eléctricas de carbón (Londoño,2016,p.2).

El efecto de la toxicidad de los metales pesados sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas difiere según el metal pesado particular para ese proceso, metales como Pb, Cd, Hg y As que no desempeñan ningún papel beneficioso en el crecimiento de las plantas, han registrado efectos adversos hasta en concentraciones muy bajas produciendo efectos tóxicos en la especie vegetal (Aprile y Bellis, 2020, p1), además de producir efectos tóxicos comunes en las plantas, como baja acumulación de biomasa, clorosis, inhibición del crecimiento y

la fotosíntesis, alteración del equilibrio hídrico y asimilación de nutrientes, que finalmente causan la muerte de la especie vegetal (Mahdavian ,2021, p.1).

Del mismo modo, en la Tabla N ° 02, se presentan los estándares de calidad ambiental para suelos, es importante conocer su límite máximo permitido para un mejor entendimiento en el proceso de fitorremediación de suelos contaminados por este tipo de metales.

Tabla 2. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos.

Parámetros	(Límite máximo mg/kg)
Arsénico (As)	50
Cadmio (Cd)	1,4
Cromo (Cr)	0,4
Plomo (Pb)	70

Fuente: MINAM, 2017, p.6.

La toxicidad de los metales pesados va a depender de la concentración y el período de exposición, si bien es cierto que algunos metales son beneficiosos para el proceso biológico humano va a depender de su dosis para producir efectos peligrosos en la salud según la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer) declaró que metaloides como el arsénico, cromo hexavalente, cadmio y níquel están completamente probados como metales cancerígenos (Briffa et al 2020, p.5).

En tal sentido, es importante seguir conociendo las consecuencias que provocan estos contaminantes (Ar, Cd, Cr, Hg, Pb) a la salud humana; para conocer mucho más a fondo de los efectos, presentamos la siguiente tabla:

Tabla 3. Fuentes de contaminación y efectos en la salud.

METALES PESADOS	FUENTE DE CONTAMINACIÓN	EFEECTO SOBRE LA SALUD
Cd	Plantas electrónicas, fundiciones, fabricación de aleaciones, pigmentos, plástico, pilas y procesos de refinación.	Irritación grave del estómago, lo que produce vómitos y diarrea, daño en los riñones, en ciertas ocasiones la muerte.
Cr	Lo producen la galvanoplastia, la fabricación de colorantes y pigmentos.	Erupciones cutáneas malestares, de estómago y úlceras, problemas respiratorios, debilitamiento del sistema inmune.
Pb	Minería, producción de cloro, soda cáustica, policloruro, espuma de poliuretano.	Dolores de estómago y efectos adversos en la sangre, los riñones o bronquitis crónica y alteraciones del pulmón.
As	Las actividades mineras proporcionan fuentes de contaminación ambiental por arsénico	Es cancerígeno y se asocia a enfermedades con trastornos cardíacos y órganos reproductivos, etc.

Fuente : Azeh et al, 2019, Yin et al 2021, p.1, Londoño, 2017, p.5, Rodriguez,2017, p.3.

Por consiguiente, en la siguiente en el Anexo 5, se visualizará una revisión de trabajos previos que se asemejen a nuestro trabajo de investigación, para una mejor ampliación de conocimientos nuevos se dará de una recopilación de diferentes autores, que han realizado estudios referentes al tema de eficiencia de plantas fitorremediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.

III.MÉTODOLÓGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación:

3.1.1 Tipo de investigación.

Esta investigación es del tipo básica o denominada teórica, ya que facilitara la recopilación de información científica y ayuda a construir nuevas fronteras de conocimientos del tema de estudio propuesto mediante bases teóricas para contribuir a futuras investigaciones. Asimismo (Herbas y Rocha 2018, p.2) expresa que este tipo de investigación se distingue porque surge mediante la revisión exhaustiva del marco teórico, incrementando los conocimientos científicos.

3.1.2 Diseño de investigación.

El diseño del estudio es narrativo, que según (Del Rosario y Sánchez 2019, p.4) define como un estudio de sucesión de hechos, situaciones, eventos y procesos para finalmente armar una narrativa. La investigación se clasifica como narrativos tópicos, ya que permite al investigador estudiar problemas con la recopilación de datos permitiendo entender y capturar los puntos de vista de otros investigadores. (Rubilar 2017, p.2).

3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística:

El presente trabajo cuenta con una matriz de categorización apriorística, en la que se incluye las categorías y subcategorías (Ver anexo N ° 1).

3.3 Escenario de estudio

La investigación es de tipo básica, ya que, se trata de una revisión bibliográfica ; por ende, no cuenta con escenario de estudio específico.

3.4 Participantes.

Para la investigación, en este trabajo de investigación se precisa como se ha realizado el muestreo de documentos tales como: artículos de revistas indexadas, libros, capítulos de libro, guías, considerando búsqueda de determinadas palabras clave en base de datos académicos como: Ebsco, Google académico, ProQuest,, Scopus, scielo y repositorio de diferentes universidades nacionales e

internacionales considerando además una antigüedad no mayor de 10 de años y el uso de las palabras claves en idioma inglés, portugués, turco, español, etc., dependiendo de la naturaleza de la investigación que se está realizando.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.5.1 Técnicas.

La técnica aplicada en la presente investigación fue el análisis documental, el cual nos permitió extraer información científica analizarla y plasmarla de manera distinta a la original basándose en un contexto específico (Dulzaides y Molina, 2004, p.2).

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos.

Se elaboró una ficha de recolección de datos que es mostrada en el anexo II, la cual incluye la siguiente información: Autor, tipo de contaminante a tratar, plantas usadas, técnicas de Fitorremediación (Fitoextracción, Fitoestabilización, Fito volatilización, Fito degradación, Rizo filtración) aplicación, parámetros (Tiempo, pH, dosis, temperatura).

3.6 Procedimientos.

Con la finalidad de obtener información, en la siguiente tabla se detalló la búsqueda en la base de datos, apoyado con las palabras claves para poder implementar los criterios de inclusión y exclusión, así obtener la cantidad final de documentos que serán empleados para el presente estudio.

La primera fase se realizó una revisión sistemática de referencias, en las siguientes bases de datos: ResearchGate, Scielo, Google académico ProQuest, Sciencedirect, Scielo, se iniciará con un muestreo de trabajos de investigación para la recolección de información mediante palabras claves del tema a analizar, a través de datos anteriormente ya mencionadas priorizando las investigaciones extranjeras por el amplio trabajo de investigación.

Para la búsqueda de artículos se realizaron combinaciones de palabras claves tales como: (" Phytoremediation techniques, efficiency, assisted by microbes, contaminated soils, parameter metals, "); (Phytoremediation, assisted by

microbes); (phytoremediation in soils) obteniéndose un total de 1176 documentos.

La segunda fase consistió en hacer una filtración de información para escoger y seleccionar la información más compatible y que más aporte tenga al tema de investigación obteniendo la mayor cantidad posible de documentos por analizar.

Los criterios de búsqueda de la información incluyeron solo artículos del periodo 2016-2021 , de tipo experimental y del idioma inglés y español, llegando a recopilar artículos científicos de las siguientes fuentes ; ProQuest (ingles : 102 , español : 35) , ScienceDirect: (ingles : 57 , español : 16), Scielo (ingles : 20 , español : 2) , Researchgate (ingles : 3 , español : 4) , obteniéndose en total de **2155** artículos

, luego se hizo una revisión de artículos repetidos o duplicados , seleccionando artículos en base a títulos y resúmenes relevantes , descartando (**n= 2085**). De esta manera se quedaron disponibles **70** los cuales fueron leídos de manera completa y evaluada mediante criterios de exclusión, quedando finalmente **31** artículos para ser analizados en los resultados.

Tabla 4. Resumen de criterio de búsqueda.

Tipo de documento	Palabras Claves	Base de datos	Criterios inclusión	Fuentes
Artículo científico	(Contaminated soils, Phytoremediation techniques, Rehabilitation of contaminated soils, Phytoextraction of contaminated soils, advances in phytoremediation)	Google académico: 2120	Tipo de trabajo: Artículo de investigación experimental Fecha de publicación : 2016 -2021 Idioma: Inglés Información irrelevante. (lectura de resúmenes) Duplicados	ProQuest :(n=15) ScienceDirect:(n=11) Scielo: (n=2) google book:(n=20) ResearchGate: (n=2)
		ProQuest: 102		
		Science Direct :57		
		Scielo : 20		
		ResearchGate : 3		
		Subtotal:		

Artículos en español				
(Suelos Contaminados, Fitorremediación técnicas, rehabilitación de suelos contaminados, Fitoextracción de suelos contaminados suelos)	Google académico : 35	Tipo de trabajo: Artículo de investigación experimental	ProQuest :(n=3) ScienceDirect:(n=11) Scielo: (n=2) google academico:(n=5) ResearchGate: (n=2) Scientific report: (n=1)	
	ProQuest: 10	Fecha de publicación : 2016 -2021		
	Science Direct :16	Idioma: Inglés		
	Scielo : 2	Información irrelevante. (lectura de resúmenes) Duplicados		
	ResearchGate:4			
Sub -total			20	
Total : 70 artículos				

Fuente : *Elaboración propia del investigador 2021.*

3.7 Método de análisis de información.

La presente investigación cuenta con rigor científico ya que esta cumple con criterios básicos que establecen la validez de esta, como la credibilidad, ya que esta establece veracidad en la totalidad del escrito (Vasconcelos et al ,2016 p.1). la transferencia la cual se refiere a plantear información clara que permita comparar estos con otras investigaciones y teniendo en cuenta también la capacidad de confirmación ya que los conceptos hallazgos y resultados establecidos son neutrales y se pueden determinar cómo razonables y justos (Varela y Vives, 2016, p. 3).

3.8 Método de análisis de información.

La búsqueda se realizó en diversos medios digitales de diversos países, para ello se consideró los diversos artículos científicos, sobre los cuales hicieron las investigaciones revisadas de manera general, como sustento para la investigación que se está realizando. El escenario de estudio o llamado también escenario de caso es una herramienta fundamental para la investigación, que analiza diversos

temas actuales, fenómenos o contemporáneos que representan algún tipo de problema real, utilizando diversos datos o fuentes (Guevara, 2016, p.1).

3.9 Aspectos éticos

En esta investigación se tuvo en consideración las normas éticas relacionadas con el respeto a las citas y referencias relacionadas con los autores de los diversos artículos científicos. Respetando la resolución del Consejo Universitario César Vallejo-Campus Lima este, N. ° 0262-2020 /UCV Código de Ética. Además, se consideró las normas emanadas de la Universidad César Vallejo en relación a la ética investigativa. Para una demostración de autoría propia, el documento finalizado será llevado al programa Turnitin el cual podrá determinar el porcentaje de similitud que se presenta con otras obras e investigaciones. Dicho porcentaje no podrá exceder el 25%.

Respecto a la propiedad intelectual, la información de este proyecto fue citada y referida con la norma ISO 690. Según (International Organización for Standardization, 2013), brinda directrices para la elaboración de referencias bibliográficas y citas de diferentes recursos. Respecto a la investigación, fue desarrollado de acuerdo a los lineamientos instituidos por la Universidad César Vallejo.

IV.- RESULTADOS

De las revisiones realizadas se arribaron a los siguientes resultados:

Identificar las principales especies vegetales en la recuperación de los suelos contaminados con metales pesados.

4.1 Se encontraron 9 familias botánicas de las 53 especies vegetales (Anexo 3) de recuperación de suelos: typhaceae, fabaceae, solanaceae, poaceae, malvaceae, solanaceae, solanaceae, bracicaceae, asteraceae, pteridaceae, que participan en la recuperación de los suelos contaminados con metales pesados (Figura 2).

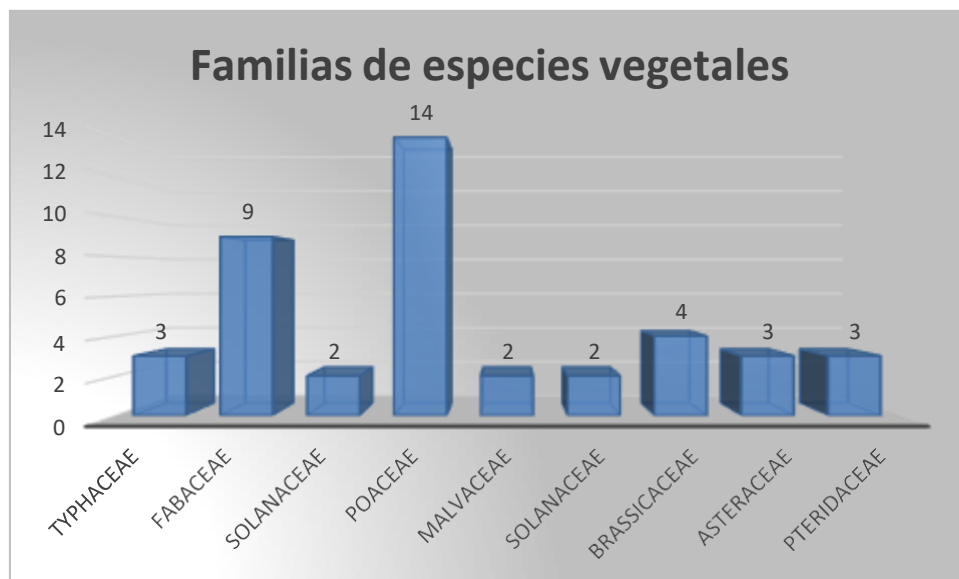


Figura 2. Familias botánicas de las especies vegetales de recuperación de suelos.
Fuente : *Elaboración propia de los investigadores 2021.*

Interpretación: Las plantas de la familia Poaceae son las que muestran mejores aptitudes de recuperación de suelos contaminados con metales pesados (Cr, Pb, Cd, Ar), seguidas de las plantas de la familia Fabaceae.

Identificar cuáles son las principales técnicas en la fitorremediación que mejoran los suelos contaminados en metales pesados.

4.2. Se identificaron las diferentes técnicas aplicadas en la fitorremediación (anexo III), en la recuperación de suelos: Fito extracción, Fito estabilización, Fito degradación, Rizo filtración, Fito volatilización, que participan en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados. (Figura 3).

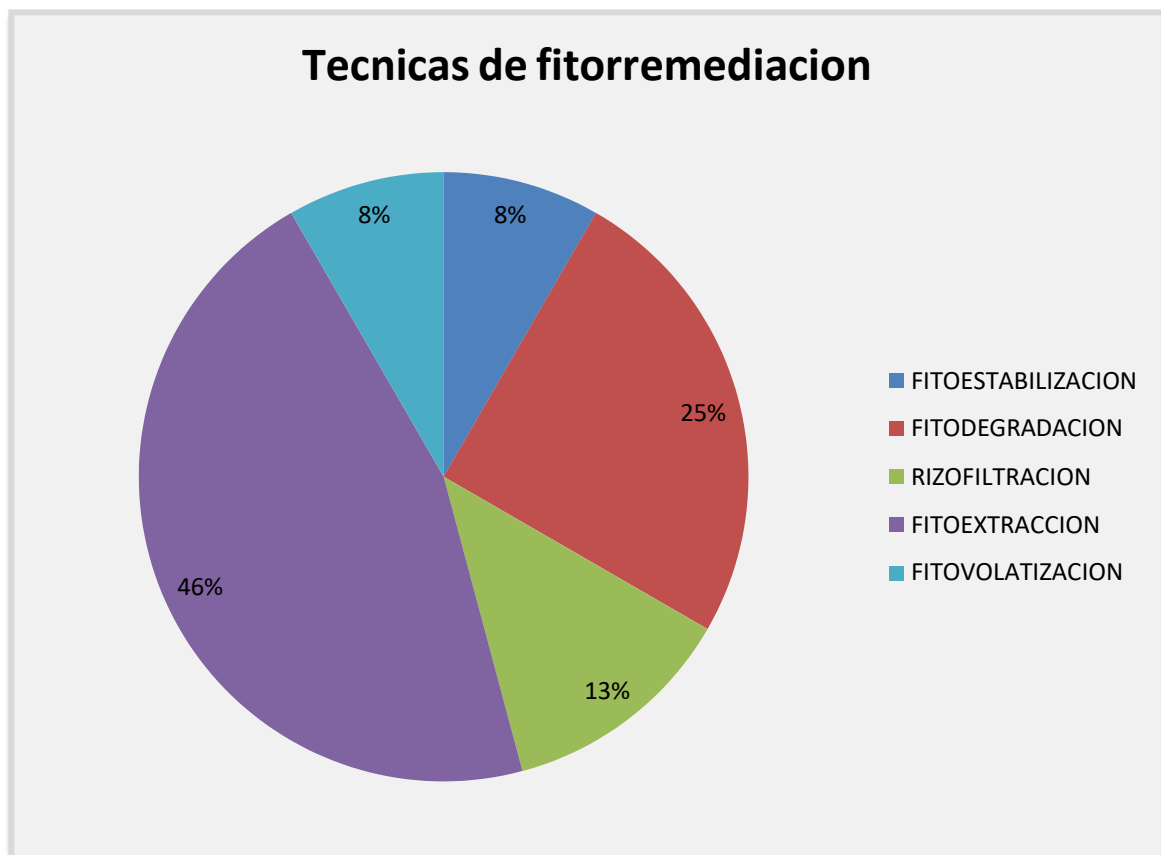


Figura 3. Técnicas de fitorremediación.
Fuente : *Elaboración propia de los investigadores 2021.*

Interpretación: Las técnicas más frecuentes utilizadas para la recuperación de suelos contaminados por metales pesados fueron la técnica de Fitoextracción seguidamente de Fito degradación llegando a representar el 46 % y 25% de todas las investigaciones recopiladas. Estas técnicas son utilizadas por su capacidad de remoción y eficacia en la eliminación de metales pesados como Pb, Cr, Ar, Cu, entre otros contaminantes.

Investigar el avance de investigaciones científicas de libre acceso referentes uso de plantas fitorremediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.

4.3 Luego de realizar una búsqueda , se logró identificar un total de 1895 artículos científicos sin aplicar ningún criterio de inclusión , los cuales luego de procesar y ordenar según el año de publicación , mostraron el siguiente resultado:



Figura 4. Investigaciones publicadas en los últimos 10 años.

Fuente: *Elaboración propia de los investigadores 2021.*

Interpretación: En el año 2009 se encontró un total de 91 publicaciones científicas , así mismo se ha podido evidenciar que cada año el número de investigaciones científicas ha ido en crecimiento logrando en la actualidad un total de 1895 publicadas referentes al uso de plantas fitorremediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.

Identificar las condiciones que logren la eficiencia de la fitorremediación en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.

4.1 Se seleccionaron 11 especies vegetales con mayor porcentaje de remoción de suelos contaminados con metales pesados: *Rininus cmmunis* , *Helianthus Annus* , *Hibiscus Cannabinus* , *Arundo donax* , *Neyraudia reynaudiana* , *Lobularia maritima*, *Pteris vittata L* , *Zea mays L* , *Brassica juncea* , *Tagetes erecta* (Figura 5).

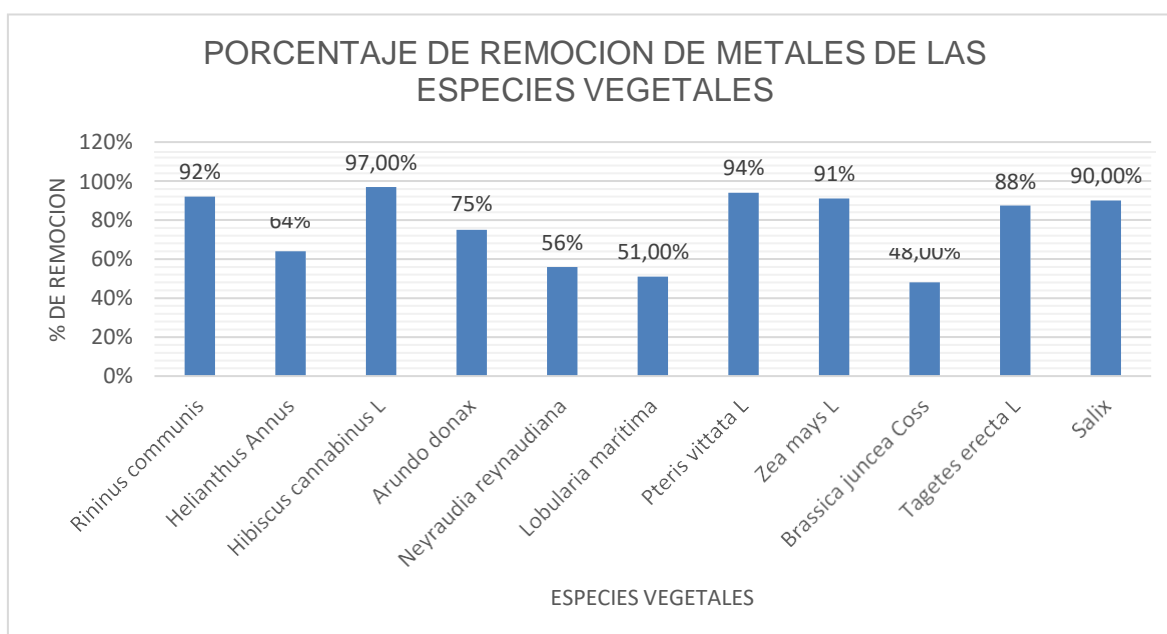


Figura 5. Porcentaje de remoción de metales de las especies vegetales.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores 2021.

Interpretación: Las especies vegetales *Hibiscus Cannabinus* y *Pteris vittata L* son las que muestran mejores aptitudes de recuperación de suelos contaminados con metales pesados, el porcentaje de remoción fue de 97 % y 94 % .(Anexo V) Los altos porcentajes de remoción de metales pesados , según nos menciona el autor (Barbaro et al ,2011) surgen debido a condiciones de pH , materia orgánica, conductividad eléctrica.

V. DISCUSIÓN.

Existen identificadas 53 especies vegetales de 9 familias de plantas que participan en la recuperación de los suelos contaminados con metales pesados, dentro de las cuales, las plantas de la familia Poaceae son las que muestran mejores aptitudes de recuperación de suelos contaminados con metales pesados (Cr, Pb, Cd, Ar), seguidas de las plantas de la familia Asteraceae; por su parte, (Valencia ., et al 2017 , p.3) , obtuvo como resultado un total de 40 especies, distribuidas en 18 familias y 33 géneros; sin embargo, coincide con nuestra investigación, en el sentido que las familias con mayor representación fueron Poaceae (8 especies) y Asteraceae (6 especies). Del mismo modo, (Chan et al 2021) comenta en su trabajo de revisión bibliográfica, que se registraron 53 familias botánicas con un total de 174 especies, de estas 126 son nativas y 48 introducidas; allí también marca coincidencia, que las familias más representativas con un mayor número de especies fueron Poaceae, seguida de la Fabaceae.

Nuestros resultados con comparables con el trabajo de investigación realizado por (Valencia ., et al 2017 , p.3) realizo una investigación el cual dio como resultado un total de 40 especies, distribuidas en 18 familias , las familias con mayor representación fueron Poaceae (8 especies) y Asteraceae (6 especies). Las especies más frecuentes fueron *Calotropis procera*, *Hyptis suaveolens*, *Aristida setifolia*, *Cyperus aggregatus*, *Passiflora foetida*, *Chromolaena odorata*, *Pavonia varians*, *Borreria repens* y *Waltheria*.

De acuerdo a la presente investigación se encontraron diferentes técnicas de fitorremediación para recuperar suelos contaminados por metales pesados , según nuestra búsqueda de información y por los autores citados de acuerdo al cuadro 04 (Anexo1) entre las que más destacan es la Fitoextracción , seguido de la Fito degradación, llegando a representar el 46 % y 25% de todas las investigaciones recopiladas. Del mismo modo el autor (Khan et del 2019,p.2) en su artículo científico realizo una investigación con la especie vegetal *Rininus commu* , la muestra de suelo presentaba contaminación con *Cr* y *Pb* el cual se logró la reducción en Cr de 86% y en Pb de 91.68% corroborando que mediante la técnica de Fitoextracción se logra una mejor calidad del suelo , del mismo modo el autor (Thalikulangara et al 2021,p.8) investigo la técnica de Fitoextracción mediante la

especie vegetal *Tagetes erecta L.* la cual obtuvo resultados exitosos de un 52% de extracción del metal contaminante Cd. Al hacer un análisis comparativo con el trabajo de investigación de (Hegedusova y col , 2015,p.3) nos redacta que las técnicas de fitorremediación más utilizadas son la Fitoextracción y Fitoestabilización, (Delgadillo et al 2021) nos comenta que en la técnica de la Fito volatilización, puede estar considerada entre las técnicas más controvertidas, ya que es probable que el contaminante que ha quedado aglomerado en las hojas de la especie vegetal pueden ser liberados una vez más al ambiente causando una problemática ambiental.

De acuerdo a la revisión bibliográfica (Tabveer , 2015 . p. 3) en su trabajo científico redacta que mediante la técnica de la Fitoextracción se puede realizar un aprovechamiento de la biomasa de la especie vegetal, el cual dentro de las posibles aprovechamientos es su conversión a un biocombustible. Así mismo (Yan et al , 2020 , p.3) describe que a diferencia de la Fitoextracción , la técnica de la Fitoestabilización las plantas solo contienen temporalmente los metales pesados, y estos metales aún permanecen bajo tierra, en comparación a la Fitoextracción absorbe el contaminante del suelo o el agua , traslada y acumula en su biomasa aérea (Salt et al., 1995 ; Jacob et al., 2018). Esta técnica es una solución permanente para la eliminación de metales pesados del suelo contaminado.

Se ha podido evidenciar que el número de investigaciones publicadas respecto a la fitorremediación ha crecido considerablemente en los últimos años , respecto a la siguiente información el autor (Zimicz , 2016 ,p.8) comenta que los avances de investigación relacionados a la técnica de fitorremediación están relacionados a diversos factores entre los cuales menciona: El aumento de contaminación en suelos por diversos contaminantes tóxicos que afecta la salud del ser humano y el ecosistema , avances en el conocimiento de los técnicas de fitorremediación , intereses políticos y económicos entre otros (Delgadillo , et al 2011,p.2) el autor nos indica que aunque existan diversas técnicas para la recuperación de suelos se ha podido evidenciar que algunos tratamientos resultan muy costosos y dejan efectos secundarios en el ecosistema por lo contrario la técnica de fitorremediación resulta menos costosa y muy amigable con nuestro medio ambiente. Por otro lado Chin ,2003 ,p.2) indica que para investigaciones se deben centrar en buscar y

seleccionar especies vegetales hiper acumuladoras comprobando la eficiencia en la eliminación de metales pesados mediante investigaciones de laboratorio.

Se identificó 2 especies vegetales con altos porcentajes de remoción las cuales tenían un pH entre 7 a 7.5 , evidenciando que el pH es un factor importante en la eficiencia de recuperación de suelos contaminados mediante plantas fitorremediadoras del mismo modo según (Buendía, et al 2014,p.2) concuerda con nuestros resultados , indicando que las características para que un suelo contaminado sea recuperado va a depender del pH , así mismo indica que la temperatura, humedad , potencial redox , composición iónica , materia orgánica , condiciones medioambientales son factores que van a contribuir en lograr la eficiencia de la fitorremediación.

Así mismo no todos los organismos de una especie vegetal va tener la capacidad de absorción en sus raíces , el cual es el principal órgano de entrada y acumulación del metal , por tal motivo, según (Martínez et al , 2005 ,p. 4) recomienda la interacción de microorganismos en la técnicas de fitorremediación porque contribuye significativamente en el crecimiento de la planta y facilita la absorción de nutrientes para su fortalecimiento y absorción de un contaminante. Para mejorar la eficiencia de la técnica de Fitoestabilización el autor comenta que se pueden agregar enmiendas al suelo contaminado por metales pesados , (Alvarenga et al., 2009), del mismo modo el autor (Ali et al ,. 2013.p.3) redacta que la eficiencia de la técnica de Fitoextracción va depender de algunos factores , como la especie vegetal no consumible ,el autor menciona , que los metales pesados pasan a acumularse en las partes comestibles de la planta y por lo tanto podría ingresar a la cadena alimentaria por consumo animal o consumo humano lo que generaría una grave intoxicación.

VI. CONCLUSIONES

Se identificaron 53 especies vegetales de 9 familias de plantas que participan en la recuperación de los suelos contaminados con metales pesados (Cr, Pb, Cd, Ar).

Se identificó cuál es la técnica de fitorremediación más usada en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados; estos fueron la técnica de Fitoextracción y la Fitoestabilización, según la revisión bibliográfica lograron recuperar suelos contaminados con As, Zn, Ni, Cu, Cd y Ca, debido a la versatilidad de los métodos, lo cual ha permitido generar mecanismos de acción más eficiente, y como resultado la mayor extracción de metales contaminantes.

Analizar la eficiencia de las técnicas de fitorremediación en relación a la especie vegetal para la recuperación de suelos contaminados con metales pesados el cual va a depender de diversos factores tales como, capacidad de absorción del contaminante, transporte del contaminante.

Las especies vegetales *Hibiscus Cannabinus* y *Pteris vittata L* son las que muestran mejores aptitudes de recuperación de suelos contaminados con metales pesados, el porcentaje de remoción fue de 97 % y 94 %, el cual demostró que el pH es un factor primordial para la recuperación de suelos metales pesados.

VII. RECOMENDACIONES

A los investigadores de suelos, tomar en cuenta en la recuperación de los suelos contaminados con metales pesados (Cr, Pb, Cd, Ar), las plantas de las 53 especies vegetales de las 10 familias.

A los investigadores, indicar que el problema de contaminación de suelos contaminados por metales pesados en nuestro país es uno de los graves problemas de contaminación, por tal motivo se recomienda seguir estudiando nuevas especies vegetales mediante trabajos experimentales referentes a las técnicas de Fitoextracción y Fitodegradación las cuales mostraron mejor capacidad de remoción de todas las investigaciones recopiladas.

Para los investigadores de revisión bibliográfica se deben crear una base de datos más extensos que contenga los métodos de fitorremediación relacionados con la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.

A los investigadores de revisión bibliográfica, referente a tipos de especies vegetales asistidas por microorganismos, mejorar la eficacia en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ALI, Hazrat; KHAN, Ezzat y SAJAD, Muhammad. Phytoremediation of heavy metals - Concepts and applications. Cremosphre, 2013.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.01.075>

ALVARENGA, Marcus [et al]. Superparasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) y comportamiento de defensa de dos hospederos. Revista Colombiana de Entomología, 2009.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882009000100012&lng=en&tlng=es.

ANTENOZIO, M. [et al]. Phytoextraction efficiency of *Pteris vittata* grown on a naturally as-rich soil and characterization of as-resistant rhizosphere bacteria. Scientific Reports Nature Publisher Group, 2021.

<https://doi.org/10.1038/s41598-021-86076-7>

APRILE, Alessio y DE BELLIS Luigi. Heavy Metals Accumulation, Toxicity, and Detoxification in Plants. International Journal of Molecular Sciences. 2020.

<https://www.proquest.com/docview/2412751648/7CBCEF4D7D694459PQ/1?accountid=37408>

ARCE, Siles, CALDERON, Marilu. Suelos contaminados con plomo en la Ciudad de La Oroya- Junín y su impacto en las aguas del Río Mantaro, 2017.

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/14389>

AREVALO, Enrique [et al]. Metales pesados en suelos de plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en tres regiones del Perú. *Ecol. Apl*, 2016. ISSN 1726-2216

<http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v15n2/a03v15n2.pdf>

ARNAUD, Jacobs [et al]. Phytoremediation of urban soils contaminated with trace

metals using *Noccaea caerulescens*: comparing non-metallicolous populations to the metallicolous 'Ganges' in field trials. *Environ Sci Pollut Res Int.*, 2017.

<https://www.proquest.com/docview/1986210423/DA16C5F71BE64E4BPQ/6?accountid=37408>

AZABACHE, Andrés [et al]. Enmiendas orgánicas y fitorremediación de cadmio y plomo por lechuga (*Lactuca sativa* L.) en un suelo agrícola contaminado. *Agroindustrial Science*, 2021.

<https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.03.06>

BONANSEA, Sebastián [et al]. *Brassica carinata* L. como alternativa de cultivo invernal: fecha de siembra y arreglo espacial, 2020.

http://www.eemac.edu.uy/cangué/images/revistas/revista_43/Cangué%2043_4NT2.pdf

BRIFFA, Jesica, SINAGRA, Emmanuel y BLUNDELL, Renald. Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 2020. ISSN: 2405-8440.

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691>

BUENDÍA RÍOS, Hildebrando [et al]. Fitorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos de petróleo. *Alma máter Segunda época*, 2014.

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/alma/article/view/11873>

CARVAJAL de la Haza, Sheila. Efecto de la aplicación de ramnolípido en la fitoextracción de cobre por plantas de *Hordeum vulgare* L. y *Brassica juncea* L. en suelos contaminados artificialmente. Tesis (Grado en Ingeniería Agrícola). Sevilla: Instituto de recursos naturales y agrobiología de Sevilla, 2016. Disponible en:

https://digital.csic.es/bitstream/10261/164770/1/Efecto_aplicaci%C3%B3n_ramnol%C3%ADpido_2016_Fin_de_Grado.pdf

CHEN, Li [et al]. Phytoextraction of cobalt (co)-contaminated soils by sweet alyssum

(*Lobularia marítima* (L.) Desv.) is enhanced by biodegradable chelating agents. *Journal of Soils and Sediments*, 2020.

<https://www.proquest.com/scholarly-journals/phytoextraction-cobalt-co-contaminated-soils/docview/2379349590/se-2?accountid=37408>

CHEN, Li [et al]. Effect of biodegradable chelators on induced phytoextraction of uranium and cadmium contaminated soil by *Zebrina pendula* Schnizl. *Sci Rep*, 2019.

<https://doi.org/10.1038/s41598-019-56262-9>

CHENJING, Liu [et al]. Endophyte *Pseudomonas putida* enhanced *Trifolium repens* L. growth and heavy metal uptake: A promising in-situ non-soil cover phytoremediation method of nonferrous metallic tailing. *Chemosphere*, 2021. ISSN: 0045-6535.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004565352100285X>

CHLEBEK, Daria y HUPERT-KOCUREK, Katarzyna. Endophytic bacteria in the phytodegradation of persistent organic pollutants. *Advancements of Microbiology*, 2019.

https://www.researchgate.net/publication/334255359_ENDOPHYTIC_BACTERIA_IN_THE PHYTODEGRADATION_OF_PERSISTENT_ORGANIC_POLLUTANTS/citation/download

CIFUENTES, Paola y NOVILLO, Fernando. Uso de plantas de pepinillo (*Cucumis sativus*) para fitorremediar suelos contaminados con cromo. *Química Central*, 2017.

https://www.researchgate.net/publication/336067607_Uso_de_plantas_de_pepinillo_Cucumis_sativus_para_fitorremediar_suelos_contaminados_con_cromo

DADA, Ebenezer [et al]. A review of current techniques of Physico-chemical and biological remediation of heavy metals polluted soil. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, 2015.

https://www.researchgate.net/publication/282526664_A_review_of_current_techniques_of_Physico-chemical_and_biological_remediation_of_heavy_metals_polluted_soil/link/5837e3dd08ae3a74b49b321a/download

DARABI, S, ALMODARES, A y EBRAHIMI, M. Phytoremediation Efficiency of *Sorghum bicolor* (L.) Moench in Removing Cadmium, Lead and Arsenic. Open J Environ Biol, 2016. ISSN: 2690-0777

<https://doi.org/10.17352/ojeb.000001>

DEL ROSARIO, Mirando y SANCHEZ, Ivonne. El método biográfico-narrativo. Una herramienta para la investigación educativa, 2019.

<http://www.scielo.org.pe/pdf/educ/v28n54/a11v28n54.pdf>

DELGADILLO-LOPEZ, Angélica [et al]. Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. Trop. subtrop. agroecosyt., 2021. ISSN: 1870-0462.

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

DIAZ, Walter. Estrategia de gestión integrada de suelos contaminados en el Perú. Revista Del Instituto De Investigación De La Facultad De Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica Y Geográfica, 2016.

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/13575>

DULZAIDES, María y MOLINA, Ana. Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. ACIMED, 2004. ISSN:1024-9435.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011&lng=es&nrm=iso

EZE, Valentine y HARVEY, Adam. Extractive recovery and valorisation of arsenic from contaminated soil through phytoremediation using *Pteris cretica*, Chemosphere, 2018. ISSN: 0045-6535

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.06.027>

FARRAJI, Hossein [et al]. Advantages and disadvantages of phytoremediation A concise review. International Journal of Environmental & Technological science,2016.

https://www.researchgate.net/publication/306543535_Advantages_and_disadvantages_of_phytoremediation_A_concise_review

GARCIA, Damarys [et al]. Agroecosystems with Probable Health Risks Due to Heavy Metal Contamination. Rev Cub Quim, 2016. ISSN: 2224-5421

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212016000100004&lng=es&nrm=iso

GARBISU, Itziar. Phytoextraction: a cost-effective plant-based technology for the removal of metals from the environment, Bioresource Technology, Volume 77, Issue 3, 2001, ISSN 0960-8524,

[https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00108-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00108-5)

GHADIRI, S., FARPOOR, M. y HEJAZI, M. Phytoremediation of soils polluted by heavy metals using Vetiver grass and Tall Fescue. Department of Soil Science, 2018.

<https://doi.org/10.22059/jdesert.2018.66367>

GODWILL, Engwa [et al]. Mechanism and Health Effects of Heavy Metal Toxicity in Humans, 2019.

<https://DOI.org/10.5772/intechopen.82511>

GOLDA, Sylwia & KORZENIOWSKA, Jolanta. Comparison of phytoremediation potential of three grass species in soil contaminated with cadmium. Environmental Protection and Natural Resources, 2016.

<https://doi.org/10.1515/oszn-2016-0003>

GONZÁLEZ, Águeda [et al]. Fitorremediación asistida por compostaje de suelos contaminados con As. *Journal of Soils and Sediments*, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11368-019-02284-9>

GOYAL, Deepika [et al]. Effect of Heavy Metals on Plant Growth: An Overview, *Contaminants in Agriculture*, 2020.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-41552-5_4

GUARINO, Francesco [et al]. (2020). Arsenic phytovolatilization and epigenetic modifications in *Arundo donax* L. assisted by a PGPR consortium. *Chemosphera*, 2020.

https://www.researchgate.net/publication/339548006_Arsenic_phytovolatilization_and_epigenetic_modifications_in_Arundo_donax_L_assisted_by_a_PGPR_consortium/citation/download

GUEVARA, Ragnhild. El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos?, 2016. ISSN: 0123-4870r

<http://www.scielo.org.co/pdf/folios/n44/n44a11.pdf>

HAI, Lin [et al]. *Trifolium repens* L. regulated phytoremediation of heavy metal contaminated soil by promoting soil enzyme activities and beneficial rhizosphere associated microorganisms. *Journal of Hazardous Materials*, 2021. ISSN: 0304-3894.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389420318185>

HEGEDUSOVA, Alzbeta [et al]. Influence of Cadmium Contamination of Soil to Quality of Carrot (*Daucus carota* L.). XI. Carpathian basin environmental science conference, 2015.

https://www.researchgate.net/publication/292150820_Influence_of_Cadmium_Contamination_of_Soil_to_Quality_of_Carrot_Daucus_carota_L

HERBAS, Boris y ROCHA, Erick. Metodología científica para la realización de investigaciones de mercado e investigaciones sociales cuantitativas.

Perspectivas. 2018. ISSN: 1994-3733.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332018000200006&lng=es&nrm=iso

HERNÁNDEZ-VALENCIA, Ismael [et al]. Plantas asociadas a suelos contaminados adyacentes a fosas petroleras ubicadas en los llanos orientales de Venezuela. Acta Botanica Venezuelica, 2017.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86254887002>

JARA, Julio. Desarrollo de una metodología de recuperación de suelos altamente contaminados con metales pesados utilizando remediación fisicoquímica y fitorremediación. Tesis (Grado de Magister en Biotecnología). Viña del Mar: Universidad Andrés Bello, 2018. Disponible en:

http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/7954/a122072_Jara_J_Desarrollo%20de%20una%20metodologia%20de%20recuperacion%20de_2018_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

JEREZ, Jose y ROMERO, Rosaura. Evaluation of Cajanus cajan (pigeon pea) for phytoremediation of landfill leachate containing chromium and lead. International Journal of Phytoremediation, 2016.

<https://doi.org/10.1080/15226514.2016.1186592>

KHALID, Alaboudi, BERHAN, Ahmed y GRAHAM, Brodie. Phytoremediation of Pb and Cd contaminated soils by using sunflower (*Helianthus annuus*) plant. Annals of Agricultural Sciences, 2018.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0570178318300174#t0015>

KHAN, M. [et al]. Evaluation of Phytoremediation Potential of Castor Cultivars for Heavy Metals from Soil. Planta Daninha, 2019.

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582019000100170

KANG, Xia [et al]. A reduction in metal absorption for *Leucaena leucocephala* grown

in mine tails and metal contaminated soils. Revista Frontiers in Microbiology, 2018.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01853>.

LEBLEBICI, Zeliha, DALMIS, Esra y ANDEDEN Enver. Determination of the potential of Pistia Stratiotes L. in removing nickel from the environment by utilizing its rhizofiltration capacity. Braz Arch Biol Technol, 2019.

falta

LEI, Xu [et al]. Optimal voltage and treatment time of electric field with assistant Solanum nigrum moh020. ISSN: 0045-6535

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126575>

LONDONO, Franco [et al]. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. Rev.Bio.Agro, 2016. ISSN 1692-3561.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612016000200017

LONE, Mohammad [et al]. Phytoremediation of heavy metal polluted soils and water: progresses and perspectives. Journal of Zhejiang University. Science, 2008.

<https://doi.org/10.1631/jzus.B0710633>

LOPEZ, Sugely [et al]. Mecanismos de fitorremediación de suelos contaminados con moléculas orgánicas xenobióticas. Revista internacional de contaminación ambiental, 2005.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992005000200091&lng=es&nrm=iso

MAHDAVIAN, Kobra. Effect of citric acid on antioxidant activity of red bean (Phaseolus calcaratus L.) under Cr+6 stress, South African Journal of Botany, 2021, ISSN: 0254-6299,

<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.02.002>

MAKAROVA, Anna [et al]. Potential of S-containing and P-containing complexones in improving phytoextraction of mercury by *Trifolium repens* L. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2021. ISSN: 1319-562X

<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.045>

MADANAN, Minisha [et al]. Application of Aztec Marigold (*Tagetes erecta* L.) for phytoremediation of heavy metal polluted lateritic soil. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 2021. ISSN: 2590-1826.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259018262030031X>

MAGUIÑA Castillo, Fernanda. Determinación de la capacidad fitorremediadora de *Lupinus mutabilis* Sweet “chocho o tarwi” en suelos contaminados con cadmio. Tesis. (Licenciada en Biología). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2017. Disponible en:

http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/910/Magui%c3%b1a_lf.pdf?s equence=1&isAllowed=y

MARCHAND, Charlotte [et al]. Effect of *Medicago sativa* L. and compost on organic and inorganic pollutant removal from a mixed contaminated soil and risk assessment using ecotoxicological tests. *International Journal of Phytoremediation*, 2016.

<https://doi.org/10.1080/15226514.2016.1186594>.

MATHIYAZHAGAN, Narayanan [et al]. Phytoremediation competence of short-term crops on magnesite mine tailing. *Chemosphere*, 2021. ISSN: 0045-6535.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128641>

MASAYUKI, Sakakibara [et al]. Phytoextraction and phytovolatilization of

arsenic from As-Contaminated soils by *Pteris vittata*. Proceedings of the annual international conference on soils, sediments, water and energy, 2010.

<https://scholarworks.umass.edu/soilsproceedings/vol12/iss1/26>

MEDINA, Leonida [et al], Fitorremediación de cromo en efluente de curtiembre empleando *Eichhornia crassipes*. Rep. cient. FACEN, 2019. ISSN: 2222-145X

http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2222-145X2019000100025&lng=en&nrm=iso

MENDOZA, Yoma [et al]. Fitorremediación como alternativa de tratamiento para aguas residuales domésticas de la ciudad de Riohacha (Colombia). Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia, 2016. ISSN: 0254-0770.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702016000200004&lng=es&nrm=iso

MEKASSA, Birhanu y CHANDRAVANSI, Singh. Levels of selected essential and non essential metals in seeds of korarima (*Aframomum corrorima*) cultivated in Ethiopia. Braz. J. Food Technol, 2015. ISSN 1981-6723.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232015000200102&lng=en&nrm=iso

MINAM. Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo”.

<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-003-2017-minam/>

MIRANDA, Antonio [et al]. Arsenic phytovolatilization and epigenetic modifications in *Arundo donax* L. assisted by a PGPR consortium, Chemosphere, 2020. ISSN: 0045-6535.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126310>

MOHAMMAD, Taleei y GHOMI, Narjessadat. Arsenic Removal of

Contaminated Soils by Phytoremediation of Vetiver Grass, Chara Algae and Water Hyacinth. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 2019.

<https://doi.org/10.1007/s00128-018-2495-1>.

MOJIRI, Amin. The Potencial of Corn (*Zea mays*) for Phytoremediation of Soil Contaminated with Cadmium and Lead. Journal of Biological and Environmental Sciences, 2018.

<https://www.researchgate.net/publication/225285964> The Potential of Corn *Zea mays* for Phytoremediation of Soil Contaminated with Cadmium and Lead

MONTENEGRO, Sandra, PULIDO, Sandra y CALDERON, Luisa. Prácticas de biorremediación en suelos y aguas. Cadena ambiental, 2020.

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/notas/article/view/3451>

MORALES, Eli [et al]. Efecto del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en la depuración del agua residual del colector Santa Lucía- Chachapoyas, 2019.

<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/2673>

MORENO, Manuel & MARRUGO, Jose. Phytoremediation potential of Cd and Pb-contaminated soils by *Paspalum fasciculatum* Willd. ex Flüggé. International Journal of Phytoremediation, 2020.

<https://doi.org/10.1080/15226514.2019.1644291>

MUGA, Paredes, Jose. Fitoextracción de cadmio en el suelo por medio del cultivo de cosmos (*Cosmos bipinnatus*), del distrito de Corcona, Huarochirí 2017. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21686/Muga_P_J..pdf?sequence=1&isAllowed=y

MUSHTAQ, Muhammad [et al]. Enhanced uptake of Cd, Cr, and Cu in *Catharanthus roseus* (L.) G. Don by *Bacillus cereus*: application of moss and

compost to reduce metal availability. Environmental Toxicology and Risks Associated with Human Health, 2020.

<https://doi.org/10.1007/s11356-020-08839-5>

MUNIVE, Rubén [et al]. Fitorremediación con maíz y compost de Stevia en suelos degradados por contaminación con metales pesados, 2018.

<http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v9n4/a11v9n4.pdf>

MUNOZ, Loyer [et al]. Microorganismos tolerantes a metales pesados del pasivo minero Santa Rosa, Jangas (Perú). Rev. peru biol, 2019.

<http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v26i1.15912>

MUÑOZ Chavarria, Cinthia. Adaptación del girasol a suelos contaminados con gasolina y tratados con estiércol. Tesis (Ingeniero en procesos industriales) Torreón: Universidad Autónoma Agraria, 2016.

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8281/CINTHIA%20MARISOL%20MU%C3%91OZ%20CHAVARRIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MUGA Paredes, Jose. Fitoextracción de cadmio en el suelo por medio del cultivo de cosmos (Cosmos bipinnatus), del distrito de Corcona, Huarochirí 2017. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21686/Muga_P_J..pdf?sequence=1&isAllowed=y

NAVARRO, Jose [et al], Trace Metal Content and Availability of Essential Metals in Agricultural Soils of Alicante (Spain), Sustainability, 2018.

<http://dx.doi.org/10.3390/su10124534>

NEDJIMI, Bouzid. Phytoremediation: a sustainable environmental technology for heavy metals decontamination. SN Appl. Sci. 3, 2021.

<https://doi.org/10.1007/s42452-021-04301-4>

NIDHI, Rai, NIRMAL, Sharma y ANIL, Panchal. Heavy metal accumulation by selected plant species along the national highway: a case study of Udaipur, Rajasthan, India. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 2019.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03067319.2019.1616703?journalCode=geac20>

NGANWIMANA, Florian [et al]. Potentials of *Miscanthus x giganteus* for phytostabilization of trace element-contaminated soils: Ex situ experiment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2021. ISSN: 0147-6513.

<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112125>.

PARRA Gallegos, Fernando. Rizofiltración de aguas de riego agrícola contaminados por metales pesados en comunidades del municipio de Atlixco, Puebla. Tesis (Grado de maestro en ciencias ambientales). Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2017. Disponible en:

<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/967>

PAWLIK, Malgorzata [et al]. Comparison of two inoculation methods of endophytic bacteria to enhance phytodegradation efficacy of an aged petroleum hydrocarbons polluted soil. *Agronomy*, 2020.

<http://doi.org/10.3390/agronomy10081196>

PENG, Zeng [et al]. Phytostabilization potential of ornamental plants grown in soil contaminated with cadmium. *International Journal of Phytoremediation*, 2018.

<http://doi.org/10.1080/15226514.2017.1381939>

PENG, Zeng [et al]. Response to cadmium and phytostabilization potential of *Platycladus orientalis* in contaminated soil. *International Journal of Phytoremediation*, 2018.

<http://doi.org/10.1080/15226514.2018.1501338>

PEÑA, Enrique [et al]. Bioprospección de plantas nativas para su uso en procesos de biorremediación: caso Heliconia Psittacorum (heliconiaceae). *Rev. acad. colomb. cienc. exact. fis. nat.* 2013. ISSN 0370-3908.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082013000400004&lng=en&nrm=iso.

PUTRI, Maharani y MOERSIDIK, Setyo, Effectiveness of typha latifolia for phytoremediation of cadmium in acid mine drainage. Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020. ISSN: 17551307

<http://doi.org/10.1088/1757-899X/875/1/012025>

PHUSANTISAMPAN, Theerawutet [et al]. Phytostabilization potential of two ecotypes of Vetiveria zizanioides in cadmium-contaminated soils: greenhouse and field experiments. Environmental Science and Pollution Research, 2016.

<https://doi.org/10.1007/s11356-016-7229-5>

QING, Zhang [et al]. Uptake, phytovolatilization, and interconversion of 2,4-dibromophenol and 2,4-dibromoanisole in rice plants. Environment International, 2020. ISSN: 0160-4120.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105888>

QUISPE, Raúl Estefanía [et al]. Concentración de metales pesados: cromo, cadmio y plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, Perú. *Rev. Bol. Quim*, 2019. ISSN: 0250-5460.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602019000200003&lng=es&nrm=iso

RABELO, Flávio y BORGIO, Lucélia. Changes caused by heavy metals in micronutrient content and antioxidant system of forage grasses used for phytoremediation: an overview. *Cienc. Rural*, 2016.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782016000801368&lng=en&nrm=iso

RADZIEMSKA, Maja. Insight into metal immobilization and microbial community structure in soil from a steel disposal dump phytostabilized with composted, pyrolyzed or gasified wastes. *Chemosphere*, 2021.

RAMIREZ, Ricardo [et al]. Potencial fitorremediador de la chicura (Ambrosia ambrosioides) en suelos contaminados por metales pesados. *Rev. Mex. Cienc. Agríc*, 2019. ISSN 2007-0934

<https://doi.org/10.29312/remexca.v10i7.1731>.

RAZMI, B. [et al]. Investigation of factors affecting phytoremediation of multi-elements polluted calcareous soil using Taguchi optimization. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2021. ISSN: 0147-6513.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651320311520?via%3Dihub>

RODRIGUEZ H., Dunia. Intoxicación ocupacional por metales pesados. *MEDISAN*. 2017, vol.21, n.12, pp.3372-3385. ISSN 1029-3019.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017001200012&lng=es&nrm=iso

RUBILAR, Gabriela. Narrativas y enfoque biográfico. Usos, alcances y desafíos para la investigación interdisciplinaria, 2017. ISSN:1688-8375.

<http://doi.org/10.22235/ech.v6iespecial.1453>

SHEHATA, Sherine, BADAWEY, Reham Y ABOULSOUD, Yasmin. Phytoremediation of some heavy metals in contaminated soil. *Bull Natl Res Cent*, 2019.

<https://doi.org/10.1186/s42269-019-0214-7>

SIKANNA, Rismawaty, SUTRIONO, Dede y PRISMAWIRYANTI, Prismawiryanti. *The phytostabilization of mercury (hg) in ipomoea reptans poir plants from polluted soil*. Makassar: European Alliance for Innovation (EAI), 2019.

<https://doi.org/10.4108/eai.2-5-2019.2284696>

SUMAN, Jachym [et al]. Phytoextraction of Heavy Metals: A Promising Tool for Clean-Up of Polluted Environment?. *Frontiers in Plant Science*, 2018. ISSN=1664-462X

<https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01476>

SUN, Xiaoxu [et al]. Root associated (rhizosphere and endosphere) microbiomes of the *Miscanthus sinensis* and their response to the heavy metal contamination. *Journal of Environmental Sciences*, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.12.019>

STELIGA, Teresa y KLUK, Dorota. Application of *Festuca arundinacea* in phytoremediation of soils contaminated with Pb, Ni, Cd and petroleum hydrocarbons. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2020. ISSN: 0147-6513,

<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110409>.

THALIKULANGARA, Madanan [et al]. Application of Aztec Marigold (*Tagetes erecta* L.) for phytoremediation of heavy metal polluted lateritic soil. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 2021. ISSN: 2590-1826.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259018262030031X>

UDDIN, Nizam [et al]. Phytoremediation Potential of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), Mesta (*Hibiscus sabdariffa* L.), and Jute (*Corchorus capsularis* L.) in Arsenic-contaminated Soil. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 2016.

<https://www.e-sciencecentral.org/articles/SC000017173>

VALDERRAMA, Aly [et al]. Accumulation capacity of cadmium and copper and their effects on photosynthetic performance in *Azolla filiculoides* Lam. under induced rhizofiltration. *Gayana Bot*, 2016. ISSN: 0016-5301.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432016000200283>

VASCONCELOS, Sonia [et al]. Rigor científico y ciencia abierta: desafíos éticos y metodológicos en la investigación cualitativa. SciELO en Perspectiva, 2021.
<https://blog.scielo.org/es/2021/02/05/rigor-cientifico-y-ciencia-abierta-desafios-eticos-y-metodologicos-en-la-investigacion-cualitativa/>

VARELA, Margarita y Tania VIVES, Tania. Autenticidad y calidad en la investigación educativa cualitativa: Multivocalidad, 2016. ISSN: 2007-5057.
<https://doi.org/10.1016/j.riem.2016.04.006>

VIEHWEGER, Katrin. How plants cope with heavy metals. Botanical Studies, 2014.
<https://doi.org/10.1186/1999-3110-55-35>

VIJENDRA, Shah y ACHLESH, Daverey. Phytoremediation: A multidisciplinary approach to clean up heavy metal contaminated soil. Environmental Technology & Innovation, 2020. ISSN: 2352-1864.
<https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.100774>

VISCONTI, Donato [et al]. Use of Brassica juncea and Dactylis glomerata for the phytostabilization of mine soils amended with compost or biochar. Chemosphere, 2020. ISSN: 0045-6535.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127661>

XIAO, F. [et al]. Phytoremediation of potentially toxic elements in a polluted industrial soil using Poinsettia. Physiol Mol Biol Plants, 2021.
<https://doi.org/10.1007/s12298-021-00980-w>

XIANG, Dongfang [et al]. Surfactants Enhanced Soil Arsenic Phytoextraction Efficiency by Pteris vittata L. Bull Environ Contam Toxicol, 2020.
<https://doi.org/10.1007/s00128-019-02777-w>

YEPU, Li [et al]. Urea-enhanced phytoremediation of cadmium with willow in pyrene and cadmium contaminated soil, 2021.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389420322470>

YIN, Naiyi [et al]. Effect of gut microbiota on in vitro bioaccessibility of heavy metals and human health risk assessment from ingestion of contaminated soils. *Environmental Pollution*, 2021. ISSN:0269-7491.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116943>.

YING, Li [et al]. Improvement of the phytoremediation efficiency of *Neyraudia reynaudiana* for lead-zinc mine-contaminated soil under the interactive effect of earthworms and EDTA. *Sci Rep* 8, 6417 (2018).

<https://www.nature.com/articles/s41598-018-24715-2>

YU, Xiumei [et al]. Long term phytoremediation using the symbiotic *Pongamia pinnata* reshaped soil micro-ecological environment. *Science of The Total Environment*, 2021. ISSN: 0048-9697.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145112>.

ZGOLEREC, Zeljka [et al]. Cadmium and mercury phytostabilization from soil using *Miscantus x giganteus*. *Scientific Reports (Nature Publisher Group)*, 2020.

<https://doi.org/10.1038/s41598-020-63488-5>

ZHANG, Yaping [et al]. Enhanced phytoextraction for co-contaminated soil with Cd and Pb by Ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2019.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105888>

ZIHAN, Wei [et al]. A review on phytoremediation of contaminants in air, water and soil. *Journal of Hazardous Materials*, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123658>

ZIMICZ Celia, Carolina. Las plantas y su capacidad para remediar sitios contaminados. Instituto de Bio y Geociencias del NOA, 2016.

<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/48535>

ZAPATA Valladolid, Jean. Contenido de metales pesados en vegetación alrededor de una mina cerrada en la región Piura. Tesis (Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas). Lima: Universidad de Piura, 2019. Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4052/ING_627.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO I


Tabla N ° 5: Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística.

Objetivos Específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría	Unidad de Analisis
Identificar cuáles son las principales especies vegetales en la recuperación de los suelos contaminados con metales pesados.	¿Cuáles son las principales especies vegetales en la recuperación de los suelos contaminados con metales pesados.?	Técnica de Fitorremediación	<ul style="list-style-type: none"> • Fitoestabilización • Fitoextracción • Fitovolatilización • Fitodegradación • Rizofiltración 	<ul style="list-style-type: none"> · Visconti,2020 · Chen et al 2020 · Miranda et al 2020 · Muga ,2017 · Ying Li et al 2018
Identificar cuáles son las principales técnicas en la fitorremediación que mejoran los suelos contaminados en metales pesados	¿Cuáles son las principales técnicas en la fitorremediación que mejoran los suelos contaminados en metales pesados?	Parámetros fisicoquímicos	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura (T ° C) • pH (Und) 	<ul style="list-style-type: none"> • Willscher et al 2017. • Poma y Valderrama,2014.
Investigar el avance de investigaciones científicas de libre acceso referentes uso de plantas fitorremediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.	¿Cuál es el avance de investigaciones científicas de libre acceso referentes uso de plantas fitorremediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.?	Especies Empleadas	<ul style="list-style-type: none"> • Brassica juncea • Lobularia marítima • Sauce • Trifolium repens L • Arundo donax. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visconti,2020 • Chen et al 2020 • Yepu Li, et al 2021 • Hai Lin et al 20 • Miranda et al, 2020

Fuente: Elaboración Propia del Investigador.

ANEXO II

Tabla N °6: Ficha de recolección de datos

	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	1
<i>Título:</i>		
<i>AUTOR (ES):</i>		<i>AÑO DE PUBLICACIÓN:</i>
<i>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</i>		<i>PARTICIPANTE:</i>
<i>DOI:</i>		
<i>FAMILIA:</i>		
<i>PLANTA:</i>		
<i>TÉCNICA:</i>		
<i>METAL:</i>		
<i>PARÁMETROS:</i>		

FUENTE : *Elaboración propia del investigador.*

ANEXO III

Tabla N ° 7: Especies vegetales y familias correspondientes.

ESPECIES VEGETAL	FAMILIA	CONTAMINANTE PRESENTE	Autor
Plantas de pepinillo (<i>Cucumis sativus</i>)	<i>Cucurbitaceae</i>	Cr	(Cifuentes y Novillo ,2016)
Recino (<i>Rhinus communis</i>).	<i>Euphorbiaceae</i>	Cr,Pb	(Khan et del 2019)
Girasol (<i>Helianthus Annus</i>)	<i>Asteraceae</i>	Pb Cd	(Khalid et al , 2018)
Camalote (<i>Paspalum fasciculatum</i>)	<i>Poaceae</i>	Cd ,Pb	(Moreno y Marrugo,2020)
<i>Poa pratensis</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Festuca rubra</i>	<i>Poaceae</i>	Cd	(Golda y Korzeniowska , 2016)
Vetiver (<i>Vetiveria zizanioides</i>).	<i>Poaceae</i>	Cd	(Phusantisampan , 2016)
Trigo (<i>Tritium aestivum</i>) Albares Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	<i>Poaceae</i>	As	(Gonzales et al, 2019)
Vinca de Madagascar (<i>Catharanthus roseus</i> (L.)	<i>Apocynaceae</i>	Cd,Cr, Cu	(Mushtaq et al 2020)
Hierba de Pollo (<i>Zebrina pendula</i> Schniz)	<i>Commelinaceae</i>	Cd	(Chen et al 2019)
(Trebol Blanco) <i>Trifolium repens</i> L.	<i>Faboideae</i>	Cd Pb Cr	(Chenjing et al 2021)
Kenaf, (<i>Hibiscus cannabinus</i> L.) Mesta (<i>Hibiscus sabdariffa</i>) Yute (<i>Corchorus capsularis</i>)	<i>Malvaceae</i>	Ar	(Uddin et al,2016)

Caña Común (Arundo donax)	Poaceae	Ar	(Guarino et al 2020)
Caña de Birmania (Neyraudia reynaudiana)	Poaceae	Zn , Pb	(Ying Li et al 2018.)
Hierba Mora (Solanum nigrum)	Solanaceae	Cd	(Lei xu et al 2020)
Hierba de Pollo (Zebrina pendula Schniz)	Commelinaceae	Cd	(Chen et al 2019)
Aliso marítimo (Lobularia marítima)	Brassicaceae	Cd	(Chen et al 2020)
Helecho (Pteris vittata L.)	Pteridaceae	Ar	(Xiang et al 2020)
Aliso marítimo (Lobularia marítima).	Brassicaceae	Cd	(Chen et al 2020)
Helecho (Pteris vittata L.)	Pteridaceae	Ar	(Xiang et al 2020)
Chara (C. vulgaris), Pasto vetiver (V. zizanioides) Jacinto de agua (H. orientalis)	Ranunculaceae	Ar	(Mohammad y Ghomi,2019)
Alfalfa (Medicago sativa L)	Fabaceae	Co, pb	(Marchand et al 2016)
Pasto Vetiver, Festuca Alta	Poaceae	Cd,Cu, Zn	(Ghadiri, S et al 2018)
Maíz (Zea mays L).	Poaceae	PbCd.	(Munive et del 2018)
Altramuz (Lupinus mutabilis sweet)	Fabaceae	Cd	(Maguiña,2017)

Helecho Chino (<i>Pteris vittata</i>)	Pteridaceae	Ar	(Masayuki et al 2011)
Mostaza de hoja (<i>Brassica juncea</i> Coss)	Brassicaceae	Cd Pb	(Muga ,2017)
Guandú (<i>Cajanaus cajan</i>)	Fabaceae	Cd Pb	(Jerez y Romero 2016)
<i>Osmanthus fragrans</i> , <i>Ligustrum vicaryi</i> , <i>Cinnamomum</i> , <i>Loropetalum chinense</i> , <i>Euonymus japonicas</i> .	Oleaceae	Cd	(Peng et al, 2018).
Tuya oriental (<i>Platyclusus orientalis</i>)	Cupressaceae	Cd	Zeng et al 2018
Guandú (<i>Cajanaus cajan</i>)	Fabaceae	Cd Pb	(Jerez y Romero 2016)
Pasto Eulalia (<i>Miscanthus</i>)	Poaceae	Pb	(Nsanganwimana et al ,2021)
Mostaza Castaña (<i>Brassica juncea</i>)	Brassicaceae	As Cd Pb	(Visconti,2020)
Festuca Alta (<i>Festuca arundinacea</i>)	Poaceae	Pb cd	(Steliga y kluk,2020)
(Damasquina) <i>Tagetes erecta</i> L.	Asteraceae	Fito Extracción	(Thalikulangara et al 2021)
Sauce (<i>Salix</i>)	Salicaceae	CD	(Yepu Li , et al 2021)
Mangle blanco (<i>Avicennia germinans</i>)	Acanthaceae	HP	García-López et al. 2006
Azumiate (<i>Baccharis salicifolia</i>)	Asteraceae	As, Pb, Cu	Flores-Tavizón et al. (2003)

Banderilla (<i>Bouteloua curtipendula</i>)	Poaceae	Cd, Cu, Ni, Pb, Zn	Hernández-Acosta et al. (2009)
Tepozán (<i>Buddleja cordata</i> Kunth)	Scrophulariaceae	HP	Rodríguez-Vázquez et al. (2016)
<i>Brachiaria humidicola</i>	Poaceae	HP	Zavala-Cruz et al. (2005)
<i>Crotalaria incana</i> L.	Fabaceae	HP	Vázquez-Luna et al. (2016)
<i>Dalia obovatifolia</i> Ort.	Fabaceae	Cd, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn	Hernández-Acosta et al. (2019)
<i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitchc.	Poaceae	HP; Cd, Zn	Rivera-Cruz y Trujillo-Narcía (2004)
<i>Glycine max</i> (L.)	Fabaceae	HP	Chan-Quijano et al. (2016)
<i>Hymenocallis littoralis</i>	Amaryllidaceae	Cd, Cr, Ni, V, Zn	García-López et al. (2006)
<i>Jatropha curcas</i> L.	Euphorbiaceae	HP, Hg	Agamuthu et al. (2010)
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Fabaceae	HP	García-López et al. (2016)
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	Solanaceae	HP	Martel-Valles et al. (2014)

Mimosa pigra L.	Fabaceae	HP	Rivera-Cruz y Trujillo-Narcía (2004)
Nicotiana glauca Graham	Solanaceae	Pb, Cd	Flores-Guzmán (2008)
Pontederia sagittata C. Presl	Pontederiaceae	Cr, Ni, V, Zn	Mendoza-Carranza et al. (2016)
Sida rhombifolia L.	Malvaceae	HP	Rodríguez-Vázquez et al. (2016)
Typha domingensis Pers.	Typhaceae	HP; Cr, Mn, Ni, Pb, Se, V, Zn	Olguín et al. (2007)
Zea mays L.	Poaceae	HP; As, Pb, Cd, Cr, Ni, V, Zn, Cu, Mn, Fe, Co, Al, Ti, Ab, Hg, Se	Rivera-Cruz y Trujillo-Narcía (2004),

ANEXO IV.**Tabla 8.** Especies vegetales y técnicas fitorremediación.

Plantas	Elemento	Técnica	Eficiencia
Rininus communis	Cromo Plomo	Fito extracción	91.68%.
Helianthus Annus	Plomo Cadmio	Fito extracción	76.60% 64.30%
Hibiscus cannabinus L.	Arsénico	Fito extracción	96,67%
Arundo donax.	Arsénico	Fito volatilización	75%
Neyraudia reynaudiana	Plomo	Rizo filtración	56.3 %
Lobularia marítima	Cadmio	Fito extracción	50,87%
Pteris vittata L.	Arsénico	Fito extracción	94,2%.
Zea mays L	Plomo Cadmio	Fito extracción	91%
Pteris vittata	Ar	Fito extracción	90%
Brassica juncea Coss	Cd Pb	Fito degradación	48,7%
Brassica juncea	cd	Fito estabilización	63%
Tagetes erecta L.	Cd	Fito extracción	87.5 %
Salix	pb Cd	Rizo filtración	89,5%

FUENTE: *Elaboración propia*

ANEXO V.

TABLA 9 : Investigaciones de plantas fitorremediadoras en suelos contaminados con metales pesados.

Planta Utilizada	Metal	Técnica	Metodología	Resultados	Auto r
Plantas de pepinillo (<i>Cucumis sativus</i>)	Cr	Fitoestabilización y Fito volatilización	Muestra: Suelos agrícolas contaminados con Cr. Aplicación: Los datos fueron estudiados mediante un análisis de varianza y prueba de Dunnett. Tiempo: 3 meses. pH : < 0.05.	El contenido de cromo en el suelo disminuyó a los 80 días con un porcentaje de 38 %.	(Cifuentes y Novillo, 2016)
Recino (<i>Rhinus communis</i>).	Cr Pb	Fitoextracción	Muestra: Suelos agrícolas contaminadas con Cr y pb 40 mg. Aplicación: Se dispuso el experimento de maceta utilizando un diseño completamente aleatorio. Tiempo: 12 meses. pH: 7.96.	El contenido de metales disminuyó en ambos cultivares, resultando en una mejor calidad del suelo. La reducción de metales pesados fue en el Cr de 86% y en Pb de 91.68%.	(Khan et del 2019)
Girasol (<i>Helianthus Annus</i>)	Pb Cd	Fitoextracción	Muestra: Suelos contaminados con relave minero, en concentraciones de 200 mg kg. Aplicación: La concentración. Tiempo: 8 semanas.	La planta disminuyó significativamente en brote en 76.60% y 64.30% y en raíz en 88.51% y 80.80% cuando las plantas crecieron en suelo modificado con 200 mg kg ⁻¹ de suelo de Pb y Cd, respectivamente.	(Khalid et al , 2018)
Camalote (<i>Paspalum fasciculatum</i>)	Cd Pb	Fitoestabilización y Fitoextracción	Muestra: Suelos contaminado de una mina de oro Aplicación: La concentración de cada metal fue de (15,30 y 50 mg kg.) Tiempo: 6 meses Temperatura: 27 a 30°C-	La planta <i>Paspalum fasciiculatum</i> es un buen candidato para considerarse en la técnica de Fitoextracción debido a su alta captación del metal Pb.	(Moreno y Marrugo, 2020)

Planta Utilizada	Metal	Técnica	Metodología	Resultados	Autor
- <i>Poa pratensis</i> - <i>Lolium perenne</i> - <i>Festuca rubra</i>	Cd	Fitoestabilizacion Y Fitoextracción	Muestra: Suelos contaminado de una mina de oro. Aplicación: El suelo se contaminó con tres dosis de Cd - 30, 60 y 120 mg · kg Tiempo: 6 meses Temperatura: 27 a 30°C	La investigación realizada mostró la idoneidad de las gramíneas ensayadas para la Fito estabilización. <i>L. perenne</i> se caracterizó por la menor disminución de biomasa y la mayor acumulación de Cd en raíces a la dosis más baja de CD.	(Golda y Korzeniowska , 2016)
-Vetiver (Vetiveria zizanioides).	Cd	Fito estabilización	Muestra: Suelos contaminados con Cd (Experimentos de campo y de invernadero). Asistida: Los suelos se modificaron con estiércol de vaca, estiércol de cerdo, estiércol de murciélago y un fertilizante orgánico. Tiempo: 6 meses pH: 7.1	El estiércol de cerdo se desempeñó mejor en estudios de campo y de invernadero en términos de aumento de <i>V. zizanioides</i> total en su producción de biomasa. La concentración más alta de Cd en la raíz del eco tipo de Sri Lanka (71,3 mg kg ⁻¹) fue consistente con la mayor absorción de Cd.	(Phusantis ampan , 2016)
-Trigo (<i>Triticum aestivum</i>) cv Albares -cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	As	Fito extracción	Muestra: Suelo agrícola de Alcalá de Henares (Madrid), contaminado artificialmente con As a dos dosis, 40 y 80 mg / kg (40 y 80). Asistida : Compost de lodos de depuradora compostados con residuos de poda. Tiempo: 48 días.	La cebada sería una opción interesante para la Fitoextracción debido a su alta biomasa y mayor translocación de As cuando se aplica compost a suelos contaminados con As. La cebada en suelos modificados con compost mostraron una translocación mejorada de As a partes aéreas.	(Gonzales et al, 2019)
- Vinca de Madagascar (Catharanthus roseus (L.)	Cd, Cr Cu	Fitodegradacion	Muestra: Se realizaron experimentos en macetas en <i>Catharanthus roseus</i> (L.) Asistida : Endófito bacteriano (<i>Bacillus cereus</i>) y enmiendas orgánicas (musgo y compost al 5%). El compost fue de desechos de jardín verde. Tiempo: 10 semanas	La Fitoextracción asistida por microbios podría ser un método potencial para la eliminación de Cd, Cr y Cu, mientras que las enmiendas orgánicas pueden mejorar significativamente el crecimiento de las plantas en presencia de metales pesados. En la presente investigación se observó una mejor captación de Cd en las hojas de la especie vegetal <i>Catharanthus roseus</i> (L.)	(Mushtaq et al 2020)

Planta Utilizada	Metal	Técnica	Metodología	Resultados	Autor
- (Trebol Blanco) Trifolium repens L.	Cd Pb Cr	Fito extracción.	Aplicación :Asistida con Pseudomonas putida Repeticiones : 5 repeticiones Tiempo : 3 meses. Temperatura : 20°C y 25 °. pH : 7	<i>Trifolium repens</i> L. creció y se desarrolló con éxito en colas oligotróficas, contaminadas con metales pesados y con desequilibrio de pH. Mejoró la absorción de Cd y Pb en un 52% y 20%.	(Chenjing et al 2021)
- Kenaf, (Hibiscus cannabinus L.) - Mesta (Hibiscus sabdariffa) - Yute (Corchorus capsularis)	Ar	Fito extracción.	Muestra : Suelos contaminados. Aplicación : Se tomaron diez kilogramos de suelo procesado y secado al aire en una maceta de plástico y se humedecieron al 70% del nivel de capacidad de campo, con agua desionizada libre de As. Tiempo : 4 meses. pH : 6.5.	La mayor germinación (96,67%) se encontró en esta cv. Samu-93, seguido de kenaf cv. HC-3 (93,33%), y la menor germinación (73,33%) se registró en yute.	(Uddin et al ,2016)
- Caña Comun (Arundo donax.)	Ar	Fito Volatilización	Muestra : Suelo contaminado con Arsénico. Aplicación : Se utilizaron 3 cepas bacterianas para una mejor tolerancia de la especie vegetal.	El Arsénico permaneció en la arena y 0.15% se acumuló en la planta, mientras que el 75% restante se volatilizó por transpiración.	(Guarino et al 2020)
- Caña de Birmania (Neyraudia reynaudiana)	Zn Pb	Rizo filtración	Muestra : Suelos contaminados con Zn y Pb. Aplicación : El suelo se inoculó con lombrices de tierra y se mezcló con un agente quelante ácido etilendiaminotetraacético. Tiempo : 3 meses. Temperatura : Iluminación 25 ° C,oscuridad a 22 ° C.	La inoculación de lombrices en la tierra aumentó significativamente la absorción de metales pesados por la especie vegetal con un 56.3 % de remoción.	(Ying Li et al 2018.)

Planta Utilizada	Metal	Técnica	Metodología	Resultados	Autor
- Hierba Mora (Solanum nigrum)	Cd	Fito extracción	Muestra: Tierra de la ciudad de Shenyang, China. Aplicación: Se realizó campos eléctricos Tiempo: 120 días. pH: 6,5 y 6,75. Temperatura: 26°C	La concentración de cadmio en las raíces de la planta fue de 48.1 %.	(Lei xu et al 2020)
- Hierba de Pollo (Zebrina pendula Schniz)	Cd	Fito extracción	Muestra: Suelos Contaminados Con Cadmio Aplicación: Combinación con Quelantes. (Ácido Nitrito (OA) Y Ácido Oxálico (CA)). Tiempo: 90 Días. pH: 6.88 T°: 25 ° C	Se observó la absorción de Cadmio con 5 mmol · kg ⁻¹ con CA, y 7,5 mmol · kg ⁻¹ OA, respectivamente, por lo cual los tratamientos con OA llegó a tener una menor absorción. Se logro un 32.03% y 22,22% en la recuperación del suelo mediante el uso de la Zebrina pendula Schniz.	(Chen et al 2019)
- Aliso marítimo (Lobularia marítima)	Cd	Fito extracción	Muestra: Suelos Contaminados con Cadmio Aplicación: 18.74 kg.mg de Cd en el suelo. Asistida : Combinación Con Agentes Quelantes (EDDS,NTA,CA Y OA). Tiempo: 90 Días. pH: 7.03 T°: 20-25 ° C.	Se demostró que el mejor agente quelante para el crecimiento rápido de la planta es el CO, en brotes y raíces se logró una recuperación del 50,87% de Cadmio.	(Chen et al 2020)
- Helecho (Pteris vittata L.)	Ar	Fito extracción	Muestra: Suelos Contaminados Con Cadmio Aplicación: Combinación Asistida Bioactiva dores Químicos. Tiempo: 120 Días. pH: 7.2	La capacidad de acumulación de Ar mediante el uso de activadores como el Span 80 es de un 94,2%.	(Xiang et al 2020)
- Chara (C. vulgaris), - Pasto vetiver (V. zizanioides) - Jacinto de agua (H. orientalis)	Ar	Fito extracción	Muestra: 3 tipos de plantas sembradas en maceteros de muestras correspondientes a Humedales. Aplicación: 3 plantas y 4 concentraciones utilizadas 10, 40, 70 y 110 mg / L. Asistida: No fue asistida. Tiempo: 60 Días.	El Jacinto de agua eliminó el porcentaje de concentración de As más que las algas Chara y ambas más que el pasto Vetiver también)	(Mohammad y Ghomi,2019)

Planta Utilizada	Metal	Técnica	Metodología	Resultados	Autor
- Alfalfa (Medicago sativa L)	Co pb	Fito extracción	Muestra: El área estudiada fue un depósito de chatarra de automóviles ubicado en la ciudad de Nybro, en el sur de Suecia. Se recolectaron aleatoriamente tres muestras compuestas independientes (50 kg). Asistida : Suelo enmendado con compost a una tasa del 30%. Aplicación: El tratamiento consistió en 5 kg de suelos sin tratar de cada compuesto, mientras que el tratamiento con 30% de C se realizó con 3,5 kg de suelos sin tratar de cada compuesto mezclado con 1,5 kg de compost. Las semillas se esterilizaron y se sembraron en las macetas. Tiempo: 5 meses.	Durante esta prueba de fitorremediación de 5 meses, el Pb total del suelo disminuyó significativamente en el suelo enmendado y compostado cultivado con M. sativa . Después del período de crecimiento de 5 meses, la tasa de supervivencia de M. sativa sembrada en el suelo modificado con compost fue significativamente mayor que en el suelo no modificado.	(Marchand et al 2016)
- Pasto Vetiver, - Festuca Alta	Cd, Cu Zn		Muestra: Festuca en suelos contaminados en Laboratorios. Aplicación: 3 plantas 591, 298 y 356 mg kg Asistida: No fue asistida. Tiempo: 60 Días.	Los resultados mostraron la mayor capacidad de Vetiver en comparación con Festuca para la remediación de ambientes contaminados con pb, las concentraciones de Pb disminuyeron en un 56 % en el suelo contaminado.	(Ghadiri, S et al 2018)
- Maíz (Zea mays L).	Pb Cd.	Fito extracción	Aplicación : Se colocaron 5 semillas por maceta, se evaluó la altura de planta por semanas, al momento de realizar la cosecha se separaron las hojas, tallos, raíces, y se tomaron las lecturas respectivas. Tiempo : 4 meses Temperatura : T ° 14,6 ° C a 28,7°C. pH: 7.30	La planta de maíz logró capturar concentraciones de Pb, en raíces al 80 %, hojas 15 % y tallos 5%, en el caso del Cd se logró una extracción de 91 % en las raíces, hojas, 6 %, tallos 3%.	(Munive et del 2018)

- Altramuz (Lupinus mutabilis sweet)	Cd	Rizo filtration	Muestra : Suelos con relave minero. Aplicación : La concentración de cadmio en la planta se obtuvo mediante espectrofotometría de absorción atómica en llamas. Temperatura : 25°C 30.5 ° C Tiempo : 50 días.	La mayor acumulación de cadmio fue de 3.13 mg/kg en las raíces, 0.15 mg/kg en tallo y 0.13 mg/kg en foliolos donde se evidenció la eficacia en la reducción de cadmio.	(Maguiña, 2017)
Planta Utilizada	Metal	Técnica	Metodología	Resultados	Autor
- Helecho Chino (Pteris vittata)	Ar	Fitoextracción Y Fito volatilización.	Muestra : Suelos contaminados. Aplicación : La concentración de arsénico en las muestras se midió mediante ICP-MS y la especiación de arsénico se analizó utilizando el sistema HPLC. Tiempo : 18 meses. Temperatura : 45°C de día y 25 ° C de noche. PH : 6.5.	Se logró la absorción aproximadamente del 90% As de suelos contaminados del invernadero.	(Masayuki et al 2011)
- Mostaza de hoja (Brassica juncea Coss)	Cd Pb	Fito degradación	Muestra : Suelos contaminados con metales pesados. Aplicación : Asistida por Microbios (Streptomyces Pactum) Combinado con Compost. Tiempo : 30 Días. pH: 7.7	Mejoró la biomasa en brotes en 103,8% Cd y 48.7% Pb debido al aumento de la biomasa, el efecto con la aplicación de microorganismos aumentó en 60.4 %Cd, 19.2% Pb en las raíces.	(Muga ,2017)
- Guandú (Cajanus cajan)	Cd Pb	Rizofiltración	Aplicación : Se utilizaron matrices de suelo que contenían lixiviados de vertederos. Tiempo : 8 semanas pH : 6	Las plantas también eliminaron el 34,7% del cromo del suelo de regadío, pero no pudieron reducir el contenido de plomo.	(Jerez y Romero 2016)
Osmanthus fragrans , Ligustrum vicaryi , Cinnamomum, Loropetalum chinense , Euonymus japonicas.	Cd	Fito extracción	Muestra : Suelos Contaminados con metales no ferrosos de la provincia de Hunan, China. Aplicación : 5 plantas ornamentales. Tiempo : 203 días. pH : 7.76.	El cadmio se depositó especialmente en las raíces y hojas, este el presente estudio se estableció que la especie vegetal Osmanthus fragrans tuvo mayor acumulación de Cadmio en sus raíces y hojas bajo un concentración de Cadmio de 24.6 kg.	(Peng et al, 2018).

- Tuya oriental (Platycladus orientalis)	Cd	Fito estabilización	<p>Muestra: Suelos Contaminados por cadmio (cd) se estudiaron usando un experimento de invernadero.</p> <p>Aplicación: El contenido de cadmio en cada maceta fue de 3.6 mg · kg⁻¹.</p> <p>Asistida: Fertilizantes.</p> <p>Tiempo: 203 días.</p> <p>PH: 7.76</p> <p>Temperatura: La temperatura se controló entre 22 ° (noche) y 30 ° C de día.</p>	La planta no alcanzo problemas en su crecimiento y no presento síntomas tóxicos P.orientalis por el Cd en el suelo. El Cadmio estuvo predominante en las raíces y podría alcanzar hasta los 41,45 mg · kg ⁻¹ .	Zeng et al 2018
Planta Utilizada	Metal	Técnica	Metodología	Resultados	Auto r
Pasto Eulalia (Miscanthus)	Pb	Fito estabilización	<p>Muestra: Suelos del horizonte arado de Francia.</p> <p>Aplicación: No se utilizaron fertilizantes y pesticidas.</p> <p>Tiempo: 93 días.</p> <p>PH: 7.2</p>	Las concentraciones de Pb disminuyeron en un 56 %.	(Nsanga nwimana et al ,2021)
Mostaza Castaña (Brassica juncea)	As Cd Pb	Fitoestabilizacion	<p>Muestra: Suelos mineros de Cartagena (España).</p> <p>Aplicación: Suelos modificados con compost y biochar.</p> <p>Tiempo : 8 semanas</p> <p>pH: 6</p>	Se redujo las concentraciones de Cd, Pb y Zn (en un 20%, 63% y 45%, respectivamente.)	(Visconti ,2020)
Festuca Alta (Festuca arundinacea)	Pb cd	Fito degradación	<p>Muestra: Suelos contaminados del suroeste de Polonia.</p> <p>Aplicación: Combinación Asistida con abono mineral al suelo</p> <p>Tiempo: 6 meses.</p> <p>pH: 5.8 a 6.1</p> <p>T ° : 25 ° C.</p>	El porcentaje de absorción de Pb fue de 25,1% y 40 % en Cd.	(Stelig a y kluk,2 020)
(Damasquina) Tagetes erecta L.	Cd pb	Fito Extracción	<p>Aplicación: Se utilizó el espectrofotómetro de absorción para todos los análisis de metales.</p> <p>Tiempo:12 semanas.</p> <p>pH: 7</p> <p>T ° : 20-25 ° C.</p>	El porcentaje de absorción de Cd fue de 87.5 % y 66.7 % en Pb.	(Thalik ulanga ra et al 2021)

Sauce (Salix)	Cd	Rizo filtración	<p>Muestra: Tierra de cultivo en la ciudad de Nanjing, China.</p> <p>Aplicación: fitorremediación con sauce a base de aplicación de urea.</p> <p>Tiempo: 60 Días.</p> <p>pH: 7.78</p>	Se observó las tasas de remoción del 77,1 al 89,5% de cadmio presente en el suelo.	(Yepu Li , et al 2021)
------------------	----	-----------------	---	--	-------------------------

- FACULTAD DE INGENIERÍA
- AUTOR(ES):
- ASESOR:
- LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
 - INTRODUCCION
 - MARCO TEÓRICO
 - III.METODOLOGÍA.
 - Tipo y diseño de investigación:
 - Categorías, subcategorías y ...
 - Escenario de estudio
 - Procedimientos.
 - 3.7 Método de análisis de infor...
 - IV.- RESULTADOS
 - CONCLUSIONES
 - VI. RECOMENDACIONES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Título de la Tesis

Revisión bibliográfica del uso de plantas fitorremediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR(ES):

Mercado Chinchay, Susana : (0000-0002-5411-587X)

Morales Palacios Gustavo : (0000-0003-4686-4835)

ASESOR:

Msc. Ordóñez Sánchez, Luis Alberto (ORCID: 0000-0003-3860-4224)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de recursos naturales

Tarapoto – PERÚ

Turnitin Draft Coach

Details Similarity Citations Grammar

22%

Overall Similarity

Last checked: Dec 10 10:33 PM -05

What should I do with my score?

1	repositorio.ucv.edu.pe	INTERNET	10%
2	documents.mx	INTERNET	1%
3	Universidad Cesar Vallejo...	SUBMITTED_WORK	1%
4	vsp.info	INTERNET	1%
5	Universidad Cesar Vallejo...	SUBMITTED_WORK	1%
6	Universidad Cesar Vallejo...	SUBMITTED_WORK	1%

You can run 2 more similarity checks.

Run New Similarity Check

View Full Report



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, MERCADO CHINCHAY SUSANA, MORALES PALACIOS GUSTAVO LEONARDO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Revisión bibliográfica del uso de plantas fitorremediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada 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 publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título 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 la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
GUSTAVO LEONARDO MORALES PALACIOS DNI: 70027606 ORCID 0000-0003-4686-4835	Firmado digitalmente por: GLMORALES el 23-12-2021 13:13:18
SUSANA MERCADO CHINCHAY DNI: 75104269 ORCID ORCID: 0000-0003-4686-48	Firmado digitalmente por: SMERCADOC el 23-12-2021 13:08:19

Código documento Trilce: TRI - 0244395



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ORDOÑEZ SANCHEZ LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Revisión bibliográfica del uso de plantas fitorremediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.", cuyos autores son MERCADO CHINCHAY SUSANA, MORALES PALACIOS GUSTAVO LEONARDO, 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, 23 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ORDOÑEZ SANCHEZ LUIS ALBERTO DNI: 00844670 ORCID 0000-0003-3860-4224	Firmado digitalmente por: LORDONEZS el 23-12- 2021 12:49:14

Código documento Trilce: TRI - 0244393



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Siendo las 11:00 horas del 18/12/2021, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis titulada: "Revisión bibliográfica del uso de plantas fitorremediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.", presentado por los autores MERCADO CHINCHAY SUSANA, MORALES PALACIOS GUSTAVO LEONARDO 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
GUSTAVO LEONARDO MORALES PALACIOS	Mayoría

Firmado digitalmente por: JLRUIZA el
27 Dic 2021 22:00:29

JUAN LUIS RUIZ AGUILAR
PRESIDENTE

Firmado digitalmente por: KLMENDOZAM
el 27 Dic 2021 16:58:30

KARLA LUZ MENDOZA LOPEZ
SECRETARIO

Firmado digitalmente por: SVERGARA16 el 28
Dic 2021 12:55:16

ANA NOEMI SANDOVAL VERGARA
VOCAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Siendo las 11:00 horas del 18/12/2021, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis titulada: "Revisión bibliográfica del uso de plantas fitorremediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.", presentado por los autores MERCADO CHINCHAY SUSANA, MORALES PALACIOS GUSTAVO LEONARDO 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
SUSANA MERCADO CHINCHAY	Mayoría

Firmado digitalmente por: JLRUIZA el
27 Dic 2021 22:00:29

JUAN LUIS RUIZ AGUILAR
PRESIDENTE

Firmado digitalmente por: KLMENDOZAM
el 27 Dic 2021 16:58:30

KARLA LUZ MENDOZA LOPEZ
SECRETARIO

Firmado digitalmente por: SVERGARA16 el 28
Dic 2021 12:55:16

ANA NOEMI SANDOVAL VERGARA
VOCAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Autorización de Publicación en Repositorio Institucional

Nosotros, MERCADO CHINCHAY SUSANA, MORALES PALACIOS GUSTAVO LEONARDO identificados con DNIs N° 75104269, 70027606, (respectivamente) estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, autorizamos (X), no autorizamos () la divulgación y comunicación pública de nuestra Tesis: "Revisión bibliográfica del uso de plantas fitorremediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados."

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

Fundamentación en caso de NO autorización:

LIMA, 23 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
MERCADO CHINCHAY SUSANA DNI: 75104269 ORCID ORCID: 0000-0003-4686-48	Firmado digitalmente por: SMERCADOC el 23-12-2021 13:06:08
MORALES PALACIOS GUSTAVO LEONARDO DNI: 70027606 ORCID 0000-0003-4686-4835	Firmado digitalmente por: GLMORALES el 23-12-2021 13:13:13

Código documento Trilce: TRI - 0244391



Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, MERCADO CHINCHAY SUSANA, MORALES PALACIOS GUSTAVO LEONARDO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL USO DE PLANTAS FITORREMEDIADORAS EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON METALES PESADOS.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada 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 publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título 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 la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
MORALES PALACIOS GUSTAVO LEONARDO DNI: 70027606 ORCID 0000-0003-4686-4835	Firmado digitalmente por: GLMORALES el 23-12-2021 13:13:18
MERCADO CHINCHAY SUSANA DNI: 75104269 ORCID ORCID: 0000-0003-4686-48	Firmado digitalmente por: SMERCADOC el 23-12-2021 13:08:19

