



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados
con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero,
Zapatero 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Paredes García, Leidy Laura (ORCID: 0000-0001-8076-8949)

Pinedo García, Joner Edú (ORCID: 0000-0003-2841-3627)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

TARAPOTO — PERÚ

2021

DEDICATORIA:

El presente trabajo está dedicado a nuestros padres por su apoyo incondicional, a nuestros amigos y tíos por los consejos de superación constante que nos dieron, también a la universidad por su apoyo en la búsqueda de información que siempre nos brindaban el acceso; a las personas que anteriormente investigaron temas con relación a nuestro trabajado y finalmente a nuestro docente por el asesoramiento y comprensión.

AGRADECIMIENTO:

Queremos dar gracias a Dios por permitirnos estar presentes y haber llegado hasta aquí con vida, a nuestros padres por ser nuestros guías en cada momento de nuestro crecimiento, a nuestros tíos por habernos ayudado con la elaboración de nuestras parcelas, nuestros amigos por estar con nosotros cuando los necesitamos, a los ingenieros por sus palabras de motivación, al docente por su paciencia, comprensión y enseñanzas.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. Introducción.....	1
II. Marco Teórico	4
III. Metodología.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra y muestreo	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos éticos.....	29
IV. Resultados.....	30
V. Discusión	33
VI. Conclusión	38
VII. Recomendaciones.....	40
Bibliografía.....	41
ANEXOS	47

Índice de Tablas:

Tabla 1: Características químicas del suelo, ex botadero Zapatero, 2021	30
Tabla 2: Remediación de <i>Vetiveria zizanioides</i> en el suelo del ex botadero Zapatero después de 30 días, 2021	30
Tabla 3: Remediación de <i>Lolium perenne</i> en el suelo del ex botadero Zapatero después de 30 días, 2021	30
Tabla 4: Medidas biométricas de la especie <i>Vetiveria zizanioides</i> en el suelo del ex botadero Zapatero, 2021	31
Tabla 5: Medidas biométricas de la especie <i>Lolium perenne</i> en el suelo del ex botadero Zapatero, 2021.....	31
Tabla 6: Características químicas del suelo, ex botadero Zapatero, 2021	32

Índice de Figura	
Figura 1: Elaboración de solicitud para autorización.....	14
Figura 2: Ficha Muestreo de Suelo	15
Figura 3: Ficha Muestreo de las Plantas	15
Figura 4: Selección de plantas (<i>Vetiveria zizanioides</i> – <i>Lolium perenne</i>).....	16
Figura 5: Mapa de Ubicación.....	17
Figura 6: Cotización del Laboratorio	18
Figura 7: Diseño de las parcelas.....	19
Figura 8: Recolección de 108 plantas (<i>Vetiveria zizanioides</i> – <i>Lolium perenne</i>) .	19
Figura 9: Transporte de las plantas y tierra perteneciente al ex botadero.....	20
Figura 10: Relleno de las parcelas.....	20
Figura 11: Trasplante de las especies (<i>Vetiveria zizanioides</i> – <i>Lolium perenne</i>)	21
Figura 12: Toma del pre muestreo de suelo.....	22
Figura 13: Toma de post muestreo del suelo.....	23
Figura 14: Medidas Biométricas pre de las plantas.....	24
Figura 15: Medidas Biométricas post de las plantas.....	24
Figura 16: Monitoreo de los parámetros de campo.....	25
Figura 17: Resultados del laboratorio	26
Figura 18: Comparación de los resultados con los ECA del DS N° 011-2017	
MINAN.....	27
Figura 19: Elaboración gráficos y tablas.....	28
Figura 20: Redacción de informe final.....	28
Figura 21: Gráficos de barra Eficiencia de la <i>Vetiveria zizanioides</i> y <i>Lolium perenne</i>.....	32

RESUMEN:

La contaminación del suelo por metales pesados es un tema actual en el panorama mundial y sobre todo local, que afecta directamente al cambio climático, a lo largo del tiempo logran concentrarse en grandes cantidades de elementos químicos (metales pesados); este trabajo de investigación tiene como objetivo general, evaluar la eficiencia de la fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021; utilizando una metodología experimental, la que se puede identificar y observar las diferentes causas en los cambios que se dan en las respuestas; como resultado de la investigación se obtuvo que en la fitorremediación de metales pesados, en el suelo del ex botadero Zapatero, la especie *Lolium perenne*, ha demostrado ser el más eficiente, en dos tipos de metales pesados, bajando el contenido de As en 51 % y Pb en 27 % en 30 días; pero, la especie *Vetiveria zizanioides*, solo ha demostrado ser el más eficiente, en Cd bajando en 73 % el contenido durante 30 días, entonces se puede concluir que la especie *Lolium perenne* es la más eficiente. (tabla 6).

Palabras claves: fitorremediación, especie, metales pesados.

ABSTRACT:

Soil contamination by heavy metals is a current issue on the global and especially local scene, which directly affects climate change, over time they manage to concentrate in large amounts of chemical elements (heavy metals); The general objective of this research work is to evaluate the efficiency of soil phytoremediation for the reduction of heavy metals with *Vetiveria zizanioides* and *Lolium perenne* from the former dump, Zapatero 2021; Using an experimental methodology, which can identify and observe the different causes in the changes that occur in the responses; As a result of the research, it was obtained that in the phytoremediation of heavy metals, in the soil of the former Zapatero dump, the *Lolium perenne* species has proven to be the most efficient, in two types of heavy metals, lowering the As content by 51% and Pb in 27% in 30 days; But, the *Vetiveria zizanioides* species has only proven to be the most efficient, in Cd, the content decreasing by 73% during 30 days, then it can be concluded that the *Lolium perenne* species is the most efficient. (table 6).

Keywords: phytoremediation, species, heavy metals.

I. INTRODUCCIÓN:

Los contaminantes químicos como los metales pesados son una problemática ambiental muy importante por lo que han sido fuente de investigación de varias personas interesadas en el tema medioambiental, esto se debe a que a pesar de sus bajas concentraciones pueden tener efectos muy tóxicos y dañinos. Además, si esto se acumula de manera excesiva en el suelo, su ingreso en el ecosistema, etc., será un peligro para la salud de las personas y de la cadena trófica. Por todo lo expuesto en lo anterior, las leyes europeas asumen como obligaciones recuperar los suelos degradados mediante técnicas remediadoras que permitan minimizar el daño, extrayendo, controlando los contaminantes. Existen muchas técnicas que pueden ayudar en la recuperación del suelo, pero dentro de ellas existen una que utiliza a las plantas y se llama fitorremediación, pero como es una técnica que aún está en fase experimental tiende a tener limitaciones, es por ello que tarda y es difícil de ser utilizado y llegar a la práctica, las últimas investigaciones se dirigen específicamente a los genes de las plantas las que son autores que codifican el hiper acumulación de los metales específicos. Si las investigaciones siguen avanzando serán de mucha importancia, ya que se dará una posibilidad de crear plantas transgénicas que convienen características deseables en un solo tipo de especie vegetal, pero lamentablemente no existen muchos estudios que permitan probar su viabilidad. Los diferentes contaminantes químicos como son los metales pesados pueden estar presentes en el suelo de diferentes formas: disueltos en el suelo, como iones de intercambio con los coloides que son parte del complejo de cambio, formando así complejos de la materia orgánica, que se absorben en los óxidos hidróxidos que son parte de los minerales del suelo. (Bayón Sanz, y otros, 2015). Como se sabe existe mucha contaminación del suelo, por lo que, es un tema que tiene que ser estudiado de diferentes maneras con la finalidad de desarrollar soluciones para mejorar su estado en el ambiente. Los diferentes impactos y el deterioro que tienen los diferentes tipos de suelos en sus diferentes usos ya sea para ganadería o agrícola en las que se utilice métodos que a corto plazo permitan mejorar la calidad y de igual manera reduzcan los contaminantes. Para buscar alternativas que puedan favorecer la descontaminación es necesario que

cuenten con la estructura física y de las mismas propiedades del suelo, también se debe tener en conocimiento del tipo de contaminante al que se hace frente; y las condiciones de la tierra y el terreno en general. En esta parte de la investigación los autores hacen referencia a los metales pesados tóxicos los que están generando daños en el ambiente de acuerdo a las zonas que van a ser estudiados, en la ganadería y la agricultura; además pueden estar perjudicando la salud de las personas de manera indirecta. (CORDERO CASALLAS, 2015). La conservación del suelo es un tema actual en el panorama mundial y sobre todo local, que afecta directamente al cambio climático y al medio ambiente, lo cual da respuesta a la constante degradación del suelo a consecuencia de las diferentes actividades antropogénicas como el arrojado excesivo de todo tipo de residuos en lugares no apropiados, acumulando sus desechos en el suelo, lo que conlleva que a lo largo del tiempo concentran grandes cantidades de elementos químicos (metales pesados), muchos de ellos dañinos para el planeta. Ante esta situación, una de las mejores alternativas de solución es la fitorremediación de plantas, estas cuentan con una gran capacidad de absorber y acumular metales pesados, por lo que es muy utilizada para la recuperación y posterior conservación del suelo. Dentro de nuestro proyecto de investigación el **problema general** que vamos a abordar es ¿Cuán eficiente será la fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021? Como **problemas específicos** se presentan los siguientes, ¿Cuáles son las características químicas del suelo pre y post tratamiento del ex botadero, Zapatero 2021?, ¿Cuál es las características biométricas de las especies *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* en el ex botadero, Zapatero 2021?, como **objetivo general** tenemos que Evaluar la eficiencia de la fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021. Donde los **objetivos específicos** son estudiar las características químicas del suelo pre y post tratamiento del ex botadero, Zapatero 2021. Evaluar las medidas biométricas de las especies *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021. En este proyecto se investigará y desarrollará la Fitorremediación de metales pesados, con la siembra de *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne*, del ex botadero de Zapatero esto nos lleva a tener **hipótesis**, H0: La siembra de *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* no permite

la fitorremediación de metales pesados en el suelo, del ex botadero, Zapatero 2021. y; H1: La siembra de *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* permite la fitorremediación de metales pesados en el suelo, del ex botadero, Zapatero 2021. **Justificación**, Como se sabe, hoy en día la contaminación del suelo a causa de botaderos informales e improvisados que tienen muchos lugares, en especial el ex botadero del distrito de zapatero, constituye un problema que incluye a la población como fuente generadora, es por eso que la investigación y temática de este proyecto está vinculada y relacionada a la Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* en el ex botadero, Zapatero; lo cual se realiza con la finalidad de recuperar el suelo degradado que surge gracias a la acumulación excesiva de metales pesados por la acumulación de residuos sólidos urbanos desechados por los pobladores que lo habitan, afectando así la economía y el desarrollo del distrito, ya que el suelo al ser degradado, no podrá ser utilizada para las actividades cotidianas como es la agricultura (sembrío de alimentos) y la crianza de animales generadoras de alimentos, esto a su vez generaría el atraso en el comercio y la economía.

II. MARCO TEÓRICO:

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se hizo una exhaustiva revisión bibliográfica de diferentes artículos científicos. Según **GONZÁLEZ-Chávez, Ma. del Carmen Ángeles, 2016** en su artículo señala que, existen muchas evidencias de plantas que gracias a sus raíces absorbedoras tiene la capacidad de hacer fitorremediación, es importante decir que existe una gran relación entre las plantas y los microorganismos por lo que es muy importante seguir indagando para poder hacer estudios que ayuden a mejorar la recuperación de suelo contaminados por metales pesados. Donde que **MARRERO-Coto Jeannette, Díaz-Valdivia Arelys y Coto-Pérez Orquídea, 2012**. En su artículo dice que la elevada presencia de los metales pesados en los suelos representa un problema considerable ya que de manera negativa estaría contribuyendo a la creación de nuevos genotipos microbianos que alargarán la vida y permanencia de los metales pesados. Entonces **VULLO, Diana L., 2018** en su artículo de investigación argumenta que la constante aglomeración de los desechos, en áreas no sugeridas como son: zonas urbanas, helechos de aguas, etc. Hace que los diferentes compuestos químicos que genera la basura se filtren y se dispersen por el suelo. El rol que cumplen los microorganismos es de suma importancia ya que ayuda en la biorremediación de los desechos y cuidado del ambiente. **BERNAL, M. Pilar. 2019**. Dice que en el suelo la fitorremediación de contaminantes se basa en el uso de plantas, las que tienen capacidad de absorber metales químicos lo que ayuda a eliminar, retener o disminuir la intensidad de toxicidad que tiene el contaminante en el suelo; la ventaja que tiene es que se puede realizar sin generar muchos gastos económicos, no utiliza reactivos peligrosos, y no afecta las características del suelo. Se llegó a la conclusión que se está realizando un gran avance en la recuperación de suelo con la ayuda de biotecnologías que serán de suma importancia en el cuidado del medio ambiente. Por ende, **MONTAÑO, Noé Manuel. 2017**. Indica que en la actualidad la mayoría de las actividades que realizan las personas generan de manera directa la contaminación la causa de estas es a causa de los plaguicidas, minería, fertilizantes sintéticos, los cuales son elementos que son considerados tóxicos que se pueden dispersarse y acumularse en el medio ambiente, esto puede generar una contaminación que

afectaría a todo el ecosistema. La fitorremediación, son tolerantes para las plantas, es decir, las plantas pueden hacer uso de su capacidad fitorremediadora para ayudar en la remediación de suelo, agua incluso el ecosistema. La utilización de hongos son también un medio natural por el que se puede realizar la fitorremediación los cuales absorben, así como las plantas, los metales pesados. **M.P. BERNAL, R. Clemente, S. Vázquez, D.J. Walker. 2018.** señala a partir de la problemática sobre el cambio climático y sus diferentes consecuencias, es ahí donde se reconoció que es muy importante cuidar la ecología y la economía, ya que estos tienen una estrecha relación. Entregando el desarrollo estadístico y el consumo natural, ya que si no causa una variación en diferentes formas de aprovechar y de manejar la naturaleza; el problema ambiental será más amenazantes, fatales y las consecuencias gravísimas. **MARRERO-Coto, Jeannette, Díaz-Valdivia, Arelys y Coto-Pérez, Orquídea. 2017,** hay una opción muy factible para ver suelos contaminantes y esto es la fitorremediación de metales / metaloides y compuestos orgánicos. Mientras el último período, cuantiosos artículos demostraron que su potencial para enmendar los suelos; esto pueden destacar sus prohibiciones que es significativo extender realizando exploración. De alianza con peculiaridades contaminantes de área a conocerse, esto sucede con variados procesos. Los contaminantes orgánicos matizan la fitodegradación como también la biorremediación, la fitoextracción y fitoestabilización para estos metales se localizan en escasas opciones. Siendo así, **MARRERO-Coto, Jeannette, Díaz-Valdivia, Arelys y Coto-Pérez, Orquídea. 2017.** Nos da a conocer que los metales pesados son contaminantes que necesitan particular cuidado ya que pertenecen a varias décadas en el suelo. La fitorremediación es un desnivel de la biorremediación que surge últimamente como opción ante esta problemática ambiental. **PRIETO Méndez, Judith, y otros. 2018. Indica el permanente señales de metales;** por ejemplo, el plomo, cadmio, níquel y manganeso, están en los suelos y aguas negras, esto se utiliza para el baldeo agrario. La toxicidad que ejercen sobre los cultivos puede resultar sumamente peligrosa. **GERMÁN Rueda, Saa, Rodríguez Victoria, Jenny Alexandra y Madriñán Molina, Raúl. 2017.** Nos habla sobre los problemas ambientales que generan los metales pesados con su carácter tóxico cuando se llegan a acumular. En este reportaje se reconoce variados instrumentos relacionados con el nivel de metales pesados

que existen en los suelos agrícolas y la ocasión de las singularidades edafológicas en su recogida. **PEÑA-Salamanca, Enrique J., y otros. 2017.** Indica que el método de fitorremediación da origen al tratamiento que hay en la vegetación de la contaminación de suelo, aire y agua. En los últimos años se observó que las especies nativas emplean con el caso de Heliconias, lo cual es más conocido como en la ornamentación. **M. DEL R. Peralta-Pérez y T.L. Volke-Sepúlveda, 2017.** Se trata sobre la Fitorremediación una gran opción para tratar en los suelos contaminados con metales y algunos compuestos orgánicos. En distintos estudios que hicieron demostraron que hace una remediación de estos suelos. Según los diferentes contaminantes y sitios a tratar se dan en diferentes procesos. **LUIGGI Méndez, Williams Rojas, Jesús Torres, Roberto Torres, Mariana Rada y Rubén Calderas, 2018.** *“Indican que el único de las investigaciones más practicadas por la ingeniería en estos últimos años para la mitigación de movimientos y equilibrios de declives es el uso de la bioingeniería por ser de escasez precio y estético atractivo. Este método es muy factible porque la raíz de la planta Vetiver sirve para reforzar el suelo.* **BRICEÑO, L. y Bolívar, F. 2017.** Indican que demuestra eficientemente las barreras vivas de vetiver, Se realizó un trabajo con duración en dos años, lo propio se mide el deterioro frívolo acuático que hay en el suelo. “La técnica que empleamos fue el Altimétrico lo cual ha sido evaluado sobre el desgaste de los suelos por diferentes medios de nivel en la superficie”. **DUILIO Torres Rodríguez, Adriana Cumana, Odalis Torrealba y Diana Posada, 2017.** Se examinó el uso de la planta *Vetiveria zizanioides* para la fitorremediación en charcos residual de las industrias de curtiduría que muestra altos valores (21000 mg kg⁻¹), *“El trabajo se centró en un experimento completamente al azar, se evaluó los siguientes: T1= lodos contaminados sin plantas de la especie vetiver; T2= lodo contaminado + plantas de vetiver; T3= lodos corrompidos + abono orgánico + plantas de vetiver; T4= abono orgánico + plantas de vetiver. después de 15 y 45 días de sembrado el vetiver, se estimó la concentración de cromo en el lodo y en la planta”* **POSADA Ochoa Sandra; 2019.** Indica que la siembra de Lolium puede ser restringida por la falta de exportaciones de ganado. “Este estudio tiene como objetivo de valorar el establecimiento de tres plantas la cuales son ryegrass (Lolium sp.) en pastos de kikuyo (Pennisetum clandestinum) con la siembra en cero labranzas” “El primer estudio agronómica de ryegrass se hizo 60 días

después de la siembra y luego 35 días hasta el cuarto pastoreo” **HERNÁNDEZ-Garay Alfonso, 2019**. Indica que se realizaron tres repeticiones de cortes (2, 4 y 6 semanas) que se repartieron en diferentes parcelas de 4 x 4 m, que se dividieron en bloques al azar con cuatro repeticiones. *“Se observaron: su rendimiento de las hojas, cantidad de crecimiento diario, altura de planta, composición botánica y valor nutritivo, las que se expresarán en valores estacionales y en cada año”*. Las habilidades de manejo de praderas en cuanto a intensidad, frecuencia y oportunidad de uso, ya sea por corte o pastoreo, tienen influencia directa sobre la composición botánica, rendimiento y calidad de las especies forrajeras. **LEONARDO Cardona Juan, 2019**. Muestra que el artículo analiza tres vegetales de ryegrass (*Lolium perenne*) con algunas vacas. En Colombia, hay dos localidades: Pasto (PAS) y Cumbal (CUM). “En las localidades se usaron 9 vacas, en la zona de (3x3) con tratamientos de tres, esto corresponde en evaluar cada cultivo: T1: ryegrass Columbia, T2: ryegrass samson, T3: ryegrass Ohua. No se usó el consumo de materia seca (CMS) y la leche en producción (PL). Al finalizar se dieron las muestras para el análisis: grasas, proteínas, sólidos totales y nitrógeno ureico en leche (MUN). (MUN)”. **AGUDELO Betancur, Lina Marcela; Macias Mazo, Karina Isabel; Suárez Mendoza, Alfredo José 2018**. Señalan que el proceso que realizan las plantas como son la absorción y todos sus metabolismos internos ayudan de manera positiva en la absorción de las sustancias químicas (metales pesados) del suelo. *“La fitorremediación (phyto = planta y remediación = mal por corregir), es un proceso que utiliza plantas para remover, transferir, estabilizar, concentrar y/o destruir contaminantes (orgánicos e inorgánicos) en suelos, lodos y sedimentos, y puede aplicarse tanto in situ como ex situ”* **BERNAL Figueroa Andrea Angélica, 2016**. Argumenta que la pérdida de fertilidad del suelo y sus propiedades de nutrición que esta tiene, se lo llamada degradación y este problema se debe principalmente a causas antropogénicas por las acciones inadecuadas como son la ganadería, agricultura, las actividades industriales, el tránsito vehicular y la eliminación de residuos sólidos. *“Está dada principalmente por la utilización del hombre y sus acciones inadecuadas o excesivas, a través de actividades agrícolas, forestales, ganaderas, agroquímicas o riego, o por acciones indirectas como actividades industriales, eliminación de residuos y transporte”* **VELASCO-Zebadúa, Ma. Eugenia; Hernández-Garay, Alfonso;**

González-Hernández, Víctor A. (2015). Esta investigación se realizó con el propósito de conocer en qué parte del corte la especie *Lolium perenne* proporciona mayor rendimiento de absorción y el valor nutritivo más alto, se realizaron 3 cortes para el análisis. “*Se distribuyeron en parcelas de 4 x 4 m, con un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron: rendimiento de forraje, tasa de crecimiento diario, altura de planta, composición botánica y valor nutritivo, las que fueron expresadas en valores estacionales y anuales. Los resultados mostraron que la mayor acumulación de forraje (6,000 kg MS ha-1 año-1) se obtiene al cosechar entre 4 y 6 semanas*”. **TORRES Rodríguez Duilio, Adriana Cumana, Odalis Torrealba y Diana Posada, 2016).** En este artículo se hace referencia a la especie *Vetiveria zizanioides* como captadora de un metal pesado lo cual cumple una función de filtración en el lodo como una propiedad de la planta. “*En este estudio se evaluó el uso del vetiver (Vetiveria zizanioides) para la fitorremediación de lodo residual de la industria curtiembre que presenta altos valores de cromo (21 000 mg kg⁻¹), dado que durante el proceso de curtiembre se utilizan grandes cantidades de cromo para evitar la descomposición del cuero; el cual posee atributos que mejoran las condiciones edáficas para el desarrollo de vetiver*”. **WELBRY Delince, Dr.C. Ramiro Valdés Carmenate, Ing. Olivia López Morgado, Dr.C. Fernando Guridi Izquierdo, Dr.C. María I. Balbín Arias 2015.** En este artículo “*Los procesos tecnológicos productivos donde se destacan el uso no controlado de agroquímicos contribuyen a que exista alto riesgo y vulnerabilidad en los agroecosistemas*”. Los metales pesados en altas concentraciones son dañinos para el suelo y la producción. **GUZMÁN-Morales Ambar Rosa, Orestes Cruz-La Paz, Ramiro Valdés-Carmenate, 2019.** “*Elementos traza que pueden presentarse en concentraciones elevadas en estos suelos son tóxicos alimentarios y sus efectos negativos sobre la salud se manifiestan a largo plazo*”. Debido a esto en los últimos tiempos se ha incrementado diferentes enfermedades por ingerir alimentos y aguas contaminadas. **ROMERO Ledezma, Karla Pamela 2017.** El metal pesado es una sustancia conveniente a la naturaleza de un peso molecular alto, diferentes a muchos casos muy útiles, por ejemplo, la sustancia plomo que usa mucho de la tubería. Hablando de la contaminación estos metales tienen efectos en la salud y destruyen diferentes órganos ya sea del cuerpo humano o también del cuerpo animal: **GUEVARA García, Paulina, 2018.** En el Ecuador ha

incitado un aumento del uso de metales pesados en los diferentes procesos de recolección de residuos. Los residuos pueden llevar contaminantes, los mismos que toman contacto con el suelo. Los mismos dominan diferentes compuestos químicos que pueden producir contaminación en el suelo del complejo. **MEJÍA Domínguez, Maura Cecilia, 2017.** Debido a la diversidad de las fuentes que puedan dar contenido a lo que son los metales pesados en suelos agrícolas, estos solicitan estudios que evalúen el contenido de distribución de metales pesados en las distintas áreas geográficas, para controlar la calidad del ambiente y así poder evitar su continuo deterioro. El estudio de metales pesados en cultivos agrícolas permitirá evaluar la calidad de una parte de los alimentos consumidos. **LÓPEZ de Mesa Joaquín Benavides, 2019.** El inadecuado manejo de residuos ha creado una inconveniente contaminación en escala mundial del suelo con las que produjeron las causas de metales pesados en todos los países. Estos metales afectaron durante los últimos años a los suelos y son perjudicados por la actividad humana. En el suelo los metales pesados impiden que crezcan variedad de nutrientes que necesita este, como también cambia la textura, color, olor del suelo. **LORA Silva, Rodrigo, 2017.** La contaminación en suelos de metales pesados tóxicos como cadmio y cromo, causan peligro hacia los animales como también hacia las personas. Hacen una remediación para estos suelos, analizando muestras de 0 a 20 cm de profundidad al suelo, mostrando un contenido de Cd y Cr que indican un medio alto de contaminación. Cerca al Río Bogotá se hizo un bioensayo con uno de los metales para ver el efecto de remediación en condiciones de casa de mallas, con las plantas lechuga y pasto ryegrass. **BERNAL, María Pilar. 2016.** La fitorremediación muestra una cadena de condiciones para la situación de los contaminantes que están cerca a la rizosfera, el contextos físicos y químicos en el suelo (el pH, salinidad, contexto de nutrientes y limitaciones de crecimiento vegetal) el conjunto de contaminantes los cuales deben estar en límites tolerables para qué planta pueda crecer; para así no tener peligro de lixiviaciones.

III. METODOLOGÍA:

3.1. Tipo y diseño de investigación:

3.1.1. Tipo de investigación:

Para el presente trabajo se consideró realizar un tipo de investigación aplicada ya que pretenden solucionar el problema de la falta de implementación de procesos de recuperación de suelo debido al acumulación de residuos sólidos en el ex botadero zapatero *“La investigación aplicada se centró en la resolución de problemas en un contexto determinado, buscando la aplicación o utilización de estos conocimientos, con el propósito de implementarlos de forma práctica para satisfacer necesidades concretas, proporcionando una solución a problemas del sector social o productivo”* (LOZADA J 2016).

3.1.2. Diseño de investigación:

El diseño que se utilizó en esta investigación es experimental, *“El Diseño Experimental viene siendo una prueba o varias pruebas donde pueden existir cambios en las variables de un proceso o sistema, en la que se puede identificar y observar las diferentes causas en los cambios que se dan en las respuestas.* (Uday, 2017)

3.2. Variables y operacionalización:

3.2.1. Operalización de variables:

3.2.1.1. Variable independiente: *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne*.

Definición conceptual:

“Plantar es colocar una planta (helechos, árboles...) en el suelo, las cuales son usualmente pequeñas o jóvenes”. (GIRALDO Gómez, 2018)

Definición operacional:

Se observó las diferentes características de las plantas esto se realizó con dos evaluaciones: uno fue a los 01 días y el segundo a los 30 días.

Dimensiones: “cobertura foliar y tamaño”

Indicadores: mediciones de plantas

Altura, Grosor de tallo, Largo de raíces,

Unidad de medida: cm; cm, cm.

Razón.

3.2.1.2. Variable dependiente: Fitorremediación de metales pesados.

Definición conceptual:

Aprovecha la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos como: metales pesados. (DELGADILLO López, y otros, 2011).

Definición operacional:

Se evaluó la cantidad de absorción de los metales pesados, estará comparado con la metodología de análisis (Cuadro de división de frecuencias), lo cual será comparado con los ECA del Decreto Supremo N° 011-2017 MINAM, a través de gráficos y tablas.

Dimensiones: Tiempo de remediación / Metales pesados

Indicadores: N° de días y medición química

Días: 30, Metales pesados: Cd, Pb, As.

Escala de medición: Días - mg/kg

Intervalo

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

En el presente proyecto de investigación se trabajó como población la cantidad de 108 plantas entre *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne*.

“La población de una investigación está compuesta por todos los elementos (personas, objetos, organismos, historias clínicas) que participan del fenómeno que fue definido y delimitado en el análisis del problema de investigación”. (Díaz de León, 2019).

Criterios de inclusión: Que las plantas sean parte de la especie, *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne*

Criterios de exclusión: Las plantas presentan deterioro en su estructura y que no sean parte de una de las dos especies estudiadas.

Los expertos y conocedores del tema darán una opinión juiciosa sobre el instrumento.

3.3.2. Muestra

Para el caso de nuestra muestra, se trabajó con 38 plantas seleccionadas de la población, entre *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne*.

“Conjunto de unidades o elementos de análisis sacados del marco muestral o directamente de la población”. (Díaz de León, 2019).

3.3.3. Muestreo

El muestreo que se realizó en el siguiente trabajo es probabilístico ya que se seleccionó al azar un pequeño grupo de la muestra

*“Es requisito que todos y cada uno de los elementos de la población tengan la misma probabilidad de ser seleccionados (azar).”
(ESPINOZA Salvado, 2016)*

3.3.4. Unidad de análisis:

Fitorremediación de metales pesados.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos:

Para nuestro estudio se aplicaron las siguientes técnicas:

Observación: Gracias a esto pudimos identificar las condiciones iniciales de las muestras y durante la ejecución del proyecto.

Toma de muestra: a través de ellos se tomaron una muestra de la planta lo cual fue usado para ser analizado y poder determinar la capacidad de absorción de materiales pesados.

Análisis a nivel de laboratorio: aquí se analizaron todo lo que se tomó en la muestra. Esto se realizó en el laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional de San Martín (UNSM).

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos:

En este proyecto de investigación se utilizaron instrumentos como:

- Fichas de observación (ficha)
- Metodología de análisis (Cuadro de división de frecuencia)
- Análisis de resultados

3.4.3. Validez:

Los instrumentos que se utilizaron en este estudio fueron verificados por expertos y profesionales en el tema los que indicaron si estos son aptos para ser desarrollados en el trabajo.

“La validez en una investigación se determina por la revisión de la presentación del contenido, el contraste de los indicadores con los ítems (preguntas) que miden las variables pertinentes”. (Moreno Galindo, 2017)

3.5. Procedimientos:

Para la ejecución del proyecto de investigación se realizó:

Etapa 1: gabinete inicial:

- Se solicitó autorización debida a la municipalidad del distrito para realizar la investigación.

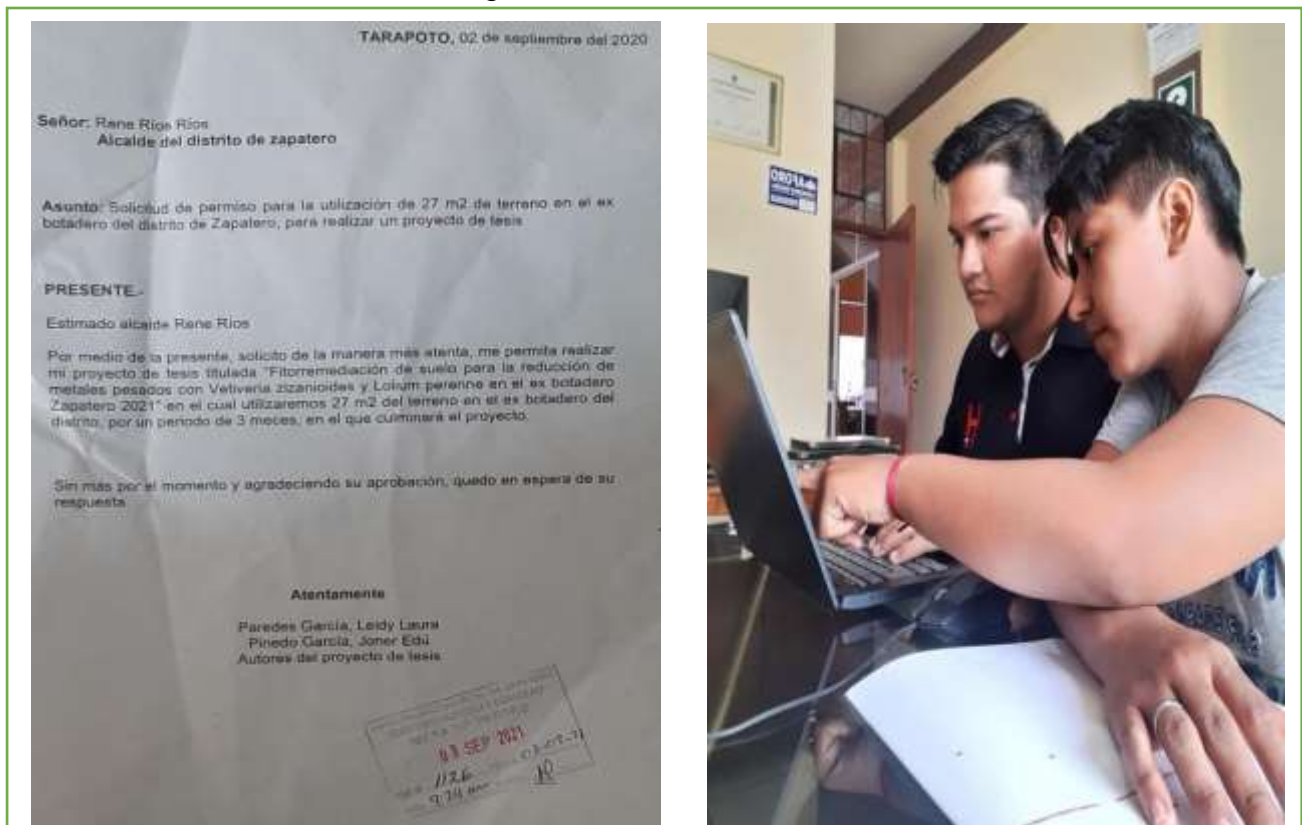


Figura 1: Elaboración de solicitud para autorización.

- Se elaboró e imprimió la ficha a utilizar (Guías de observación).

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Ficha de Muestreo de Suelo	
Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con <i>Vetiveria zizanioides</i> y <i>Lolium perenne</i> del ex botadero, Zapatero 2021			
DATOS GENERALES:			
Nombre del sitio en el estudio:		Departamento:	
Distrito:		Provincia:	
Nombre del muestreador:		Fecha:	
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO:			
Nombre del punto de muestreo:		Instrumentos usados:	
Coordenadas:	X:	Materiales:	
	Y:	Altitud:	
Descripción de la superficie:		Especie de Planta:	
DATOS DE LAS MUESTRAS:			
Metales Pesados	Cd	Pb	Ar
Clave de la muestra:			
Hora:			
Profundidad de Muestreo:			
Color:			
Comentarios:			

Figura 2: Ficha Muestreo de Suelo

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Ficha de Muestreo de las Plantas	
Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con <i>Vetiveria zizanioides</i> y <i>Lolium perenne</i> del ex botadero, Zapatero 2021.			
DATOS GENERALES:			
Nombre del sitio en el estudio:		Departamento:	
Distrito:		Provincia:	
Nombre del muestreador:		Fecha:	
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO:			
Nombre del punto de muestreo:		Instrumentos usados:	
Coordenadas:	X:	Materiales:	
	Y:	Altitud:	
Descripción de la superficie:			
DATOS DE LAS MUESTRAS:			
Plantas	Vetiveria zizanioides	Lolium perenne	
Altura (cm)			
Grosor de Tallo (cm)			
Largo de Raíces (cm)			
Comentarios:			

Figura 3: Ficha Muestreo de las Plantas

- Se seleccionaron las especies de plantas que se utilizaron en el proyecto (*Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne*).



Figura 4: Selección de plantas (*Vetiveria zizanioides* – *Lolium perenne*)

- Se reconoció el área de estudio para elaborar el mapa de ubicación y realizó las parcelas en una vivienda para un mejor desarrollo del trabajo.





Figura 5: Mapa de Ubicación

- Finalmente se cotizó el presupuesto del laboratorio para realizar el análisis de las muestras de suelo.

Cotización del Laboratorio	
A CONTINUACIÓN LES PRESENTO LA COTIZACIÓN SOLICITADA:	
CONCEPTO:	PRECIO:
Metal Pesado:	Soles:
1.- Cadmio (Cd)	50.00
2.- Plomo (Pb)	50.00
3.- Arsénico (Ar)	50.00
TOTAL:	150.00

Figura 6: Cotización del Laboratorio

Etapa 2: campo

- Para iniciar el proyecto se realizó el diseño de las parcelas en la vivienda donde se realizó el estudio con la tierra del ex botadero, los cuales fueron delimitados con estacas, rafias y cañabrava para visualizar cada una de las dos parcelas con la cual vamos a trabajar. Cada una de las parcelas tendrán una medida de 3 m². En cuanto a la muestra del testigo se sacará directamente del ex botadero.





Figura 7: Diseño de las parcelas

- Se recolectaron las 108 plantas de manera cuidadosa y con las herramientas adecuadas, las cuales se utilizaron para el estudio (*Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne*). La recolección se hizo en el mismo distrito, ya que las muestras se encuentran allí.



Figura 8: Recolección de 108 plantas (*Vetiveria zizanioides* – *Lolium perenne*)

- Transporte de las plantas recolectadas y de la tierra perteneciente al ex botadero hacia la vivienda donde están las parcelas.



Figura 9: Transporte de las plantas y tierra perteneciente al ex botadero.

- Se realizó el relleno de las dos parcelas, cada una con siete sacos de tierra los cuales quedaron con una altura de 70 centímetros de grosor aproximadamente.



Figura 10: Relleno de las parcelas.

- Al realizar el trasplante de las especies, de manera cuidadosa y ordenada cada una de las especies fueron trasplantadas a 0.25 m entre plantas y líneas. En cada parcela se sembró una especie de planta diferente y contuvieron 38 unidades. La evaluación del suelo fue a los 30 días después de la plantación. Lo cual cada evaluación fue anotada en las fichas de observaciones.



Figura 11: Trasplante de las especies (*Vetiveria zizanioides* – *Lolium perenne*)

- Se tomaron muestras del suelo pre y post tratamiento para su posterior análisis.

PRE:



Figura 12: Toma del pre muestreo de suelo.

POST:



Planta: *Lolium perenne*



Planta: *Vetiveria Zizanioides*

Figura 13: Toma de post muestreo del suelo

- Se tomaron las medidas biométricas pre y post de las plantas.

PRE:

Lolium perenne



Vetiveria zizanioides



Figura 14: Medidas Biométricas pre de las plantas

POST:

Lolium perenne



Vetiveria zizanioides



Figura 15: Medidas Biométricas post de las plantas.

- Como proceso final en la etapa de campo se realizó el monitoreo de los parámetros de campo.

UNIVERSIDAD EZRA VILLAZ
 Ficha de Muestra de Suelo

Fitoremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Viburnum chinensis* y *Lobelia peruviana* del ex botánico, Zapotero 2021.

DATOS GENERALES:

Nombre del sitio en el estudio:	Ex Botánico del Estado de Veracruz	Departamento:	Veracruz
Ciudad:	Zapotero	Provincia:	Zapotero
Nombre del investigador:	Alfonso Rodríguez - I. G. P. - U. V.	Fecha:	11/07/21

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO:

Nombre del punto de muestreo:	1	Instrumento usado:	
Coordenadas:	N: 19° 25' 33"	Altitud:	1010 msnm
Descripción de la superficie:	1	Uso de Suelo:	1

DATOS DE LAS MUESTRAS:

Parámetro	Viburnum chinensis	Lobelia peruviana
Alcance (cm)		
Gravedad de Suelo (cm)		
Longitud de Raíces (cm)		
Comentarios:		

UNIVERSIDAD EZRA VILLAZ
 Ficha de Muestra de Suelo

Fitoremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Viburnum chinensis* y *Lobelia peruviana* del ex botánico, Zapotero 2021.

DATOS GENERALES:

Nombre del sitio en el estudio:	Ex Botánico del Estado de Veracruz	Departamento:	Veracruz
Ciudad:	Zapotero	Provincia:	Zapotero
Nombre del investigador:	Alfonso Rodríguez - I. G. P. - U. V.	Fecha:	11/07/21

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO:

Nombre del punto de muestreo:	2	Instrumento usado:	
Coordenadas:	N: 19° 25' 33"	Altitud:	1010 msnm
Descripción de la superficie:	1	Uso de Suelo:	1

DATOS DE LAS MUESTRAS:

Metales Pesados	Cd	Pb	As
Clase de la muestra:			
Marca:			
Profundidad de Muestra:			
Color:			
Comentarios:			

UNIVERSIDAD EZRA VILLAZ
 Ficha de Muestra de Suelo

Fitoremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Viburnum chinensis* y *Lobelia peruviana* del ex botánico, Zapotero 2021.

DATOS GENERALES:

Nombre del sitio en el estudio:	Ex Botánico del Estado de Veracruz	Departamento:	Veracruz
Ciudad:	Zapotero	Provincia:	Zapotero
Nombre del investigador:	Alfonso Rodríguez - I. G. P. - U. V.	Fecha:	11/07/21

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO:

Nombre del punto de muestreo:	3	Instrumento usado:	
Coordenadas:	N: 19° 25' 33"	Altitud:	1010 msnm
Descripción de la superficie:	1	Uso de Suelo:	1

DATOS DE LAS MUESTRAS:

Metales Pesados	Cd	Pb	As
Clase de la muestra:			
Marca:			
Profundidad de Muestra:			
Color:			
Comentarios:			

Figura 16: Monitoreo de los parámetros de campo

Etapa 3: Gabinete final:

- Se recibieron los resultados del laboratorio.



Figura 17: Resultados del laboratorio

- Se interpretó los resultados del análisis del suelo, a través del método (Cuadro de división de frecuencia), lo cual fue comparado con los ECA del Decreto Supremo N° 011-2017 MINAM, para el desarrollo del proyecto de investigación.

Universidad Nacional de San Martín - Tarma
 Jr. Amorica Cdra. 3
 Ciudad Universitaria- Laboratorio de Suelos - FCA
 Morales - San Martín
 Telef. 985600927
cverde@unsm.edu.pe

INFORME DE ENSAYO METALES PESADOS - 2021/LSFCA-UNSM-T

Testistas : Edo Pineto Garcia / Laura Paredes Garcia
 Provincia : Lamas
 Distrito : Zapatero
 Presentación : Bolsa plástica rotulada
 Cantidad de muestra : 1000 g
 Fecha de muestreo : 20/10/2021
 Fecha de reporte : 29/10/2021

SUELO			
Muestra	As (ppm) (mg/kg)	Cd (ppm) (mg/kg)	Pb (ppm) (mg/kg)
Muestra inicial	23,2	0,78	32,5

Vetiveria zizanioides			
Muestra	As (ppm) (mg/kg)	Cd (ppm) (mg/kg)	Pb (ppm) (mg/kg)
Muestra Final	17,32	0,21	26,3

Lolium perenne			
Muestra	As (ppm) (mg/kg)	Cd (ppm) (mg/kg)	Pb (ppm) (mg/kg)
Muestra Final	15,63	0,32	23,63

Parámetros	Estándares de calidad (ECA) para suelos agrícolas Niveles (mg/kg / ppm P5)		
	Bajo	Medio	Alto
Arsénico (As)	0 - 20	20 - 50	> 50
Cadmio (Cd)	0 - 0.5	0.5 - 1.40	> 1.40
Plomo (Pb)	0 - 35	35 - 70	> 70

Figura 18: Comparación de los resultados con los ECA del DS N° 011-2017 MINAM

- Se elaboraron gráficos y tablas; en lo cual se compararon a los dos grupos del muestreo del suelo.

Tabla 1: Características químicas del suelo, ex botadero Zapatero, 2021.

Muestra	As (ppm) (mg/kg)	Cd (ppm) (mg/kg)	Pb (ppm) (mg/kg)
T0	23.2	0.78	32.5

Fuente: Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con Vetiveria zizanioides y Lolium perenne del ex botadero, Zapatero 2021

Interpretación: Los niveles de As, Cd y Pb en el botadero Zapatero se encuentran en nivel medio, en comparación al ECA de suelos agrícolas.

Tabla 6: Características químicas del suelo, ex botadero Zapatero, 2021.

Muestra	As (ppm) (mg/kg)	Cd (ppm) (mg/kg)	Pb (ppm) (mg/kg)
T0	23.2	0.78	32.5
V. zizanioides	17.32	0.21	26.3
L. perenne	15.63	0.32	23.63

Fuente: Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021

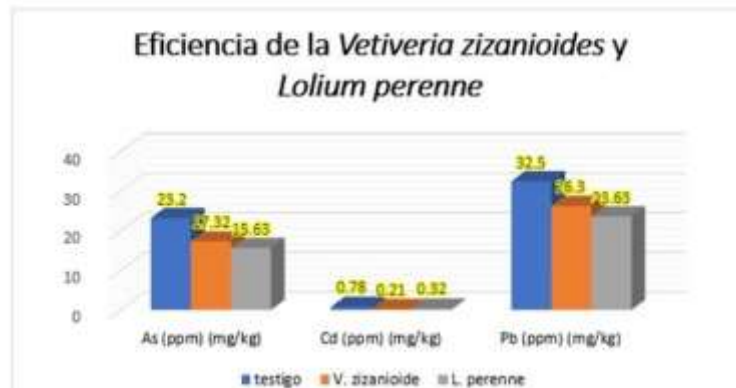


Figura 19: Elaboración gráficos y tablas.

- Luego se redactó el informe final.



Figura 20: Redacción de informe final

3.6. Método de análisis de datos:

Para el procesamiento de datos, se ejecutó de acuerdo a los análisis de las variables y objetivos. Se utilizaron herramientas estadísticas como el Microsoft Excel 2016, SPSS, que son herramientas básicas de procesamiento de datos.

3.7. Aspectos éticos:

El presente trabajo de investigación se realizó de acuerdo con la guía de la Universidad César Vallejo; además es un producto original de los autores, que se desarrolló respetando el formato establecido para los estudios de este tipo y citando a los autores mencionados. Cabe recalcar, que los resultados que se obtuvieron fueron presentados sin ninguna alteración; los instrumentos utilizados en esta investigación fueron verificados por personas expertas en el tema y los datos obtenidos en el laboratorio han sido interpretados por los autores de la tesis con las recomendaciones dadas por su asesor.

IV. RESULTADOS

Estudiar las características químicas del suelo pre y post tratamiento del ex botadero, Zapatero 2021.

4.1. El suelo del ex botadero Zapatero ostenta 23,2 mg/kg de As; 0,78 mg/kg de Cd y 32,5 mg/kg de Pb (tabla 1).

Tabla 1: Características químicas del suelo, ex botadero Zapatero, 2021.

Muestra	As (ppm) (mg/kg)	Cd (ppm) (mg/kg)	Pb (ppm) (mg/kg)
T0	23.2	0.78	32.5

Fuente: Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021

Interpretación: Los niveles de As, Cd y Pb en el botadero Zapatero se encuentran en nivel medio, en comparación al ECA de suelos agrícolas.

4.2. El suelo del ex botadero Zapatero tiene 17,32 mg/kg de As; 0,21 mg/kg de Cd y 26,3 mg/kg de Pb, luego de 30 días de remediación con la presencia de *Vetiveria zizanioides* (tabla 2)

Tabla 2: Remediación de *Vetiveria zizanioides* en el suelo del ex botadero Zapatero después de 30 días, 2021.

Muestra	As (ppm) (mg/kg)	Cd (ppm) (mg/kg)	Pb (ppm) (mg/kg)
Muestra Final	17.32	0.21	26.3

Fuente: Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021

Interpretación: Los niveles de As, Cd y Pb en el botadero Zapatero, luego de la remediación de *Vetiveria zizanioides*, en 30 días, ha bajado del nivel medio al nivel bajo, en comparación al ECA de suelos agrícolas.

4.3. El suelo del ex botadero Zapatero tiene 15,63 mg/kg de As; 0,32 mg/kg de Cd y 23,63 mg/kg de Pb, luego de 30 días de remediación con la presencia de *Lolium perenne* (tabla 3).

Tabla 3: Remediación de *Lolium perenne* en el suelo del ex botadero Zapatero después de 30 días, 2021.

Muestra	As (ppm) (mg/kg)	Cd (ppm) (mg/kg)	Pb (ppm) (mg/kg)
Muestra Final	15.63	0.32	23.63

Interpretación: Los niveles de As, Cd y Pb en el botadero Zapatero, luego de la remediación de *Lolium perenne*, en 30 días, ha bajado del nivel medio al nivel bajo, en comparación al ECA de suelos agrícolas.

Evaluar las medidas biométricas de las especies *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021.

4.4. La especie *Vetiveria zizanioides* al primer día del trasplante midió de 34 cm en altura promedio; grosor promedio de tallo 2.7 cm; largo de raíces entre 7.5 cm; y, a los 30 días, la especie *Vetiveria zizanioides* midió 67.5 cm de altura promedio; grosor promedio de tallo 8.7 cm; largo de raíces 17.5 cm. promedio (tabla 4)

Tabla 4: Medidas biométricas de la especie *Vetiveria zizanioides* en el suelo del ex botadero Zapatero, 2021.

Medidas biométricas	<i>Vetiveria zizanioides</i>	
	1er día	30 días
Altura (cm)	34	67.50
Grosor de tallo (cm)	2.7	8.7
Largo de raíces (cm)	7.5	17.5

Fuente: Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021

Interpretación: La especie *Vetiveria zizanioides* en 30 días después del trasplante creció en altura el 98,53 %; el tallo aumentó en un mes el 222,22 %; las raíces en 30 días incrementaron su tamaño en 133 %.

4.5. La especie *Lolium perenne* presenta altura de 25 a 28 cm; grosor de tallo promedio 1.8 cm; y, largo de raíces entre 5 a 10 cm. Después de los 30 días, tiene altura de 47 a 50 cm; grosor de tallo en promedio 6.4 cm; y, largo de raíces entre 15 a 20 cm. (tabla5)

Tabla 5: Medidas biométricas de la especie *Lolium perenne* en el suelo del ex botadero Zapatero, 2021.

M. Biométricas	<i>Lolium perenne</i>	
	1er día	30 días
Altura (cm)	26.5	48.5
Grosor de tallo(cm)	1.8	6.4
Largo de raíces(cm)	7.5	17.5

Fuente: Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021

Interpretación: La especie *Lolium perenne* en 30 días después del trasplante creció en altura el 83.02 %; el tallo aumentó en un mes el 255,56 %; las raíces en 30 días incrementaron su tamaño en 133.33 %.

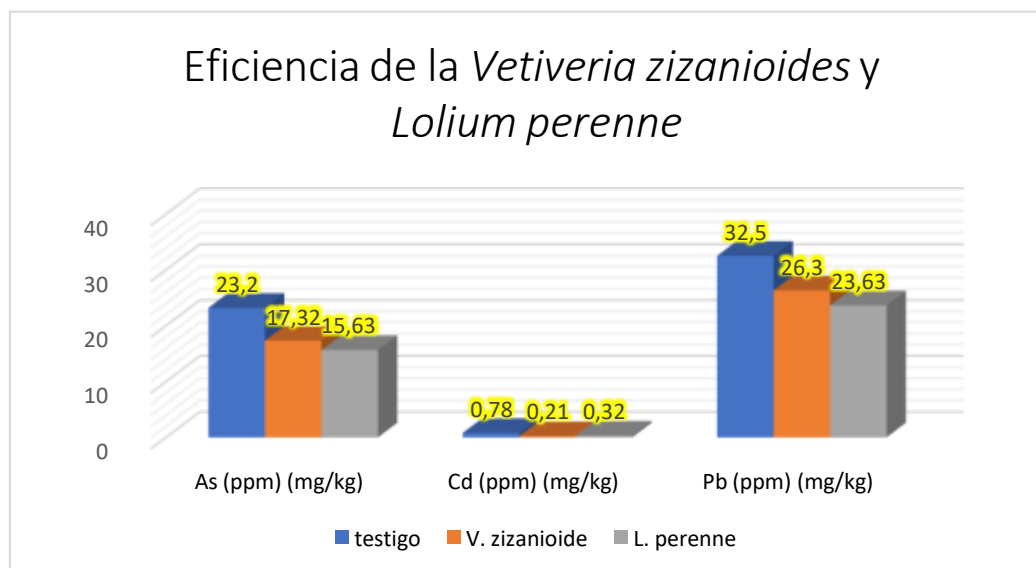
Determinar la eficiencia de la *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* como plantas fitorremediadora de metales pesados en el suelo del ex botadero, Zapatero 2021.

4.6. En la fitorremediación de metales pesados, en el suelo del ex botadero Zapatero, la especie *Lolium perenne*, ha demostrado ser el más eficiente, bajando el contenido de As en 51 % en 30 días. La especie *Vetiveria zizanioides*, ha demostrado ser el más eficiente, bajando el contenido de Cd en 73 % en 30 días. La especie *Lolium perenne*, ha demostrado ser el más eficiente, bajando el contenido de Pb en 27 % en 30 días (tabla 6).

Tabla 6: Características químicas del suelo, ex botadero Zapatero, 2021.

Muestra	As (ppm) (mg/kg)	Cd (ppm) (mg/kg)	Pb (ppm) (mg/kg)
T0	23.2	0.78	32.5
<i>V. zizanioides</i>	17.32	0.21	26.3
<i>L. perenne</i>	15.63	0.32	23.63

Figura 21: Gráficos de barra Eficiencia de la *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne*



Fuente: Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021

V. DISCUSIÓN:

El suelo del ex botadero Zapatero ostenta 23,2 mg/kg de arsénico; 0,78 mg/kg de cadmio y 32,5 mg/kg de plomo (tabla 1). Lo que evidencia que existe una contaminación media de acuerdo a los límites máximos permisibles del ECA en el sector agrícola del suelo; esto se debe a la acumulación de desechos en áreas no autorizadas por lo que, VULLO, Diana L., 2018 en su artículo de investigación argumenta que la constante aglomeración de los desechos, en áreas no sugeridas como son: zonas urbanas o lugares desolados; hace que los diferentes compuestos químicos que genera la basura se filtren y se dispersen por el suelo. Al igual que MARRERO-Coto Jeannette, Díaz-Valdivia Arelys y Coto-Pérez Orquídea, 2012, señala que la elevada presencia de los metales pesados en los suelos representa un problema considerable, ya que de manera negativa estaría contribuyendo a la creación de nuevos genotipos microbianos que alargarán la vida y permanencia de los metales pesados, entonces el suelo del ex botadero del distrito de zapatero debido a las concentraciones de As, Cd y Pb no podrá ser utilizado para actividades agrícolas.

Luego de 30 días de remediación con la presencia de *Vetiveria zizanioides*, el suelo del ex botadero Zapatero tiene 17,32 mg/kg de Arsénico; 0,21 mg/kg de Cadmio y 26,3 mg/kg de Plomo. (tabla 2), a comparación con el primer resultado esta ha disminuido considerablemente, por la presencia de la planta como parte del estudio, realizando el proceso de fitorremediación, el resultado es apoyado por BERNAL, M. Pilar. 2019. Donde señala que la especie *Vetiveria zizanioides* tienen capacidad de absorber metales químicos lo que ayuda a eliminar, retener o disminuir la intensidad de toxicidad que tiene el contaminante en el suelo; la ventaja que tiene es que se puede realizar sin generar muchos gastos económicos, no utiliza reactivos peligrosos, y no afecta las características del suelo. Se llegó a la conclusión que se está realizando un gran avance en la recuperación de suelo con la ayuda de biotecnologías que serán de suma importancia en el cuidado del medio ambiente, su capacidad fitorremediadora en el suelo es tan eficiente,

económica y fácil de realizar por cualquier persona incluso en terrenos muy secos, por lo que de manera positiva los niveles de As, Cd y Pb en el botadero Zapatero, luego de la remediación de *Vetiveria zizanioides*, en 30 días, ha bajado del nivel medio al nivel bajo, en comparación al ECA de suelos agrícolas.

Con la presencia de la especie *Lolium perenne* en el suelo del ex botadero Zapatero, los metales pesados que están presente tiene los siguientes resultados 15,63 mg/kg de Arsénico; 0,32 mg/kg de Cadmio y 23,63 mg/kg de Plomo, en el que MARRERO-Coto, Jeannette, Díaz-Valdivia, Arelys y Coto-Pérez, Orquídea. 2017, argumenta que hay una opción muy factible para ver suelos contaminantes y esto es la fitorremediación de metales / metaloides y compuestos orgánicos con la utilización de ryegrass *Lolium perenne* en el último período, cuantiosos artículos demostraron que su potencial para enmendar los suelos era inmenso; en esto pueden destacar sus prohibiciones que es significativo extender realizando alianza con peculiaridades contaminantes de área a conocerse, esto sucede con variados procesos. Los contaminantes orgánicos matizan la fitodegradación como también la biorremediación, la fitoextracción y fitoestabilización para estos metales se localizan en escasas opciones, de acuerdo con este estudio en 30 días de remediación los niveles de As, Cd y Pb en el botadero Zapatero con *Lolium perenne*, ha bajado del nivel medio al nivel bajo, en comparación al ECA de suelos agrícolas. (tabla 3). En cambio, PEÑA-Salamanca, Enrique J., y otros. 2013. Indica que el método de fitorremediación da origen al tratamiento que hay en la vegetación de la contaminación de suelo, aire y agua. En los últimos años se observó que las especies nativas emplean con el caso de Heliconias, lo cual es más conocido como en la ornamentación.

La especie *Vetiveria zizanioides* al primer día del trasplante midió de 34 cm en altura promedio; grosor promedio de tallo 2.7 cm; largo de raíces entre 7.5 cm; y, a los 30 días, la especie *Vetiveria zizanioides* midió de 67.5 cm en altura promedio, grosor promedio de tallo de 8.7 cm, largo de raíces entre 17.5 cm. promedio (tabla 4). En lo que respecta a las medidas biométricas de esta especie, LUIGGI Méndez, Williams Rojas, Jesús

Torres, Roberto Torres, Mariana Rada y Rubén Calderas, 2018. “Indican que la biometría del ryegrass vetiver dentro de las investigaciones más practicadas por la ingeniería en estos últimos años se han utilizado también para la mitigación de movimientos y equilibrios de declives en el uso de la bioingeniería por ser de escasez precio y estético atractivo. Este método es muy factible porque la raíz de la planta Vetiver sirve para reforzar el suelo como reten natural. Además de tener propiedades fitorremediadora las medidas biométricas que esta especie llega a tener en un corto tiempo son muy favorables para la compactación natural del suelo, por lo que los resultados obtenidos en esta investigación fueron que en 30 días después del trasplante La especie *Vetiveria zizanioides* creció en altura el 98,53 %; el tallo aumentó en un mes el 222,22 %; las raíces en 30 días incrementaron su tamaño en 133 %; contando con un desarrollo favorable y óptimo.

La especie *Lolium perenne* presenta una altura de 25 a 28 cm, en el grosor de tallo un promedio de 1.8 cm y el largo de raíces entre 5 a 10 cm. después de los 30 días, esta tiene una altura de 47 a 50 cm, en el grosor de tallo un promedio de 6.4 cm y el largo de raíces entre 15 a 20 cm. (tabla5). VELASCO-Zebadúa, Ma. Eugenia; Hernández-Garay, Alfonso; González-Hernández, Víctor A. (2015). En su investigación señalan que lo realizó con el propósito de conocer en qué parte del corte la especie *Lolium perenne* proporciona mayor rendimiento de absorción y el valor nutritivo más alto, se realizaron 3 cortes para el análisis. “Se distribuyeron en parcelas de 4 x 4 m, con un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron: rendimiento de forraje, tasa de crecimiento, altura de planta, composición botánica y valor nutritivo, las que fueron expresadas en valores estacionales y anuales. Los resultados mostraron que la mayor acumulación de forraje (6,000 kg MS ha⁻¹ año⁻¹) se obtiene al cosechar entre 4 y 6 semanas”. Con respecto a nuestra investigación se muestra que en 30 días después del trasplante la especie *Lolium perenne* creció en altura el 83.02 %; el tallo aumentó en un mes el 255,56 %; las raíces en 30 días incrementaron su tamaño en 133.33 lo que

presenta una biometría capaz de tener una buena absorción y valor nutritivo dentro de las 4 semanas.

En la fitorremediación de metales pesados, en el suelo del ex botadero Zapatero, la especie *Lolium perenne*, ha demostrado ser el más eficiente, bajando el contenido de Arsénico en 51 % y de Plomo en 27 % en 30 días. Al igual que LORA Silva, Rodrigo, 2017. En su investigación argumenta que la contaminación en suelos de metales pesados tóxicos como Arsénico y cromo, causan peligro hacia los animales como también hacia las personas. Se hizo una remediación para estos suelos, analizando muestras de 0 a 20 cm de profundidad al suelo, mostrando un contenido de As y Cr que indican un medio alto de contaminación. Cerca al Río Bogotá se hizo un bioensayo con uno de los metales para ver el efecto de remediación en condiciones de casa de mallas, con las plantas lechuga y pasto ryegrass perenne donde se obtuvo resultados del 88% de absorción para As y 90% en Cr en un periodo de 7 semanas. En cambio, en nuestra investigación se obtuvieron resultados más satisfactorios ya que en periodo de 4 semanas la especie *Lolium perenne* fue capaz de disminuir dos de los metales evaluados 15.63 (ppm) (mg/kg) en As y 23.63 (ppm) (mg/kg) de Pb a comparación con la planta vetiver que solo tuvo mayor efectividad en cadmio.

La especie *Vetiveria zizanioides*, ha demostrado ser el más eficiente, bajando el contenido de Cadmio en 73 % en 30 días. (tabla 6). Pero TORRES Rodríguez Duilio, Adriana Cumana, Odalis Torrealba y Diana Posada, 2016). Afirma que la *Vetiveria zizanioides* es más eficiente como captadora de un metal pesado lo cual cumple una función de filtración en el lodo como una propiedad de la planta. “En este estudio se evaluó el uso del vetiver (*Vetiveria zizanioides*) para la fitorremediación de lodo residual de la industria curtiembre que presenta altos valores de cromo (21 000 mg kg⁻¹), dado que durante el proceso de curtiembre se utilizan grandes cantidades de cromo para evitar la descomposición del cuero; el cual posee atributos que mejoran las condiciones edáficas para el desarrollo de vetiver”. Complementando esta información podemos decir que el vetiver es una especie que es eficiente tanto para suelo y aguas ya que

en nuestra investigación también tuvo resultados positivos reduciendo un 26.3 (ppm) (mg/kg) de plomo mucho más que la especie *Lolium perenne* demostrando ser la más eficiente con este metal pesado.

VI. CONCLUSIONES:

Tras el análisis realizado en este proyecto de investigación para estudiar las características químicas del suelo en su etapa inicial (pre) y final (post) tratamiento del suelo del ex botadero, Zapatero, se pudo concluir que el contenido de metales pesados de este suelo es de un nivel medio en sus inicios; al ser comparado con los límites máximos permisibles que se establecen en el ECA del suelo para la actividad agraria, resulta inapropiado para esta actividad, teniendo 23,2 mg/kg de As; 0,78 mg/kg de Cd y 32,5 mg/kg de Pb; pero, después de haber realizado el tratamiento de fitorremediación con las dos especies de plantas: *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne*, estas hicieron que la cantidad de cada metal pesado presentes en el suelo, bajara considerablemente después de los 30 días de remediación; lo que resultó ser bajo de acuerdo al ECA de suelo; que resultaría ser apto para actividades agrarias.

Sobre las medidas biométricas de las especies *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne*, la especie *Vetiveria zizanioides* creció 98,53 % en altura en 30 días; el tallo aumentó el 222 %; las raíces incrementaron su tamaño en 133 %. En cuanto al *Lolium perenne* creció en 30 días, en altura el 83.02 %; el tallo aumentó 255,56 %; las raíces en 30 días incrementaron su tamaño en 133.33 %.

La eficiencia de la fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero; en base al análisis realizado durante la ejecución de este proyecto de investigación, se puede concluir que la especie *Lolium perenne* es la más eficiente, ya que logro bajar el contenido de Arsénico en un 51% conteniendo 15.63 (mg/kg); y de plomo 27% con un contenido de 23.63 (mg/kg) en el suelo analizado, que se efectuó en 30 días, a comparación de la *Vetiveria zizanioides* que solo tuvo mayor efectividad en Cadmio bajándolo en un 73% durante las 4 semanas conteniendo solo 0.21 (mg/kg) de este metal pesado presente en el suelo.

La fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* del ex botadero, Zapatero 2021, es

posible con especies *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne*, aceptando así la H1: La siembra de *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* permite la fitorremediación de metales pesados en el suelo, del ex botadero, Zapatero 2021, y rechazando la H0: La siembra de *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* no permite la fitorremediación de metales pesados en el suelo, del ex botadero, Zapatero 2021.

VII. RECOMENDACIONES:

Los futuros investigadores, deben abordar de manera más profunda sobre otros aspectos relacionados al tema de fitorremediación de suelos con otras plantas y con mayor tiempo de estudio, para así poder verificar si llegarán a ser aptos para las diferentes actividades que se utiliza al suelo. Además, las investigaciones continuas y con mayor tiempo de evaluación podrán establecer nuevos datos que ayuden a mejorar la eficiencia de estas plantas para la fitorremediación en la recuperación de los suelos.

A los futuros investigadores que se interesen en este tipo de proyectos de investigación sería que utilicen otros tipos de metales pesados para ser evaluados como Boro, Zinc, pH, etc.; ya que, estos son causantes de la degradación continua del suelo más aún si tienen un largo periodo de estar presentes allí.

Para los profesionales que realizan sus trabajos usando de alguna manera el elemento tierra también deben investigar sobre los beneficios que puede tener la biometría de las especies *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* para el suelo; ya que, durante la investigación de este proyecto se vio que en un corto tiempo estas plantas llegan a desarrollarse de manera correcta aun teniendo la presencia de metales pesados y sus raíces son muy resistentes.

Bibliografía

M.P. BERNAL, R. Clemente, S. Vazquez, D.J. Walker. 2018. 2, Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2018, Vol. XVI. 1697-2473. Aplicación de la fitorremediación a los suelos contaminados por metales pesados en Aznalcóllar. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas>

MONTAÑO, Noé Manuel. 2017. 2, Mexico : Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa., 2017, Vol. XXXI. 0188-4999. Biorremediación de suelos y aguas. <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/46598>

BERNAL, M. Pilar. 2019. 2, Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2019, Vol. V. 1697-2473. Claves de la fitorremediación: fitotecnologías para la recuperación de suelos. <https://www.redalyc.org/pdf/540/54016201.pdf>

OCHOA, Sandra Posada. 2019. 1, Colombia: Universidad CES, 2019, Vol. VIII. 1900-9607. Evaluación del establecimiento de ryegrass (*Lolium* sp.) en potreros de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) usando la metodología de cero labranzas. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072013000100003

CARDONA, Juan Leonardo. 2019. 2, Colombia: Pastos y Forrajes, 2019, Vol. XLII. 0864-0394. Evaluation of three *Lolium perenne* L. cultivars with dairy cows, in the high tropic of Nariño-Colombia. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2691/269161217009/269161217009.pdf>

M. DEL R. Peralta-Pérez¹ y T.L. 2016. 2, Mexico : Universidad Autónoma de Chihuahua, 2016, Vol. XI. 1665-2738. La defensa antioxidante en las plantas: Una herramienta clave para la fitorremediación. Volke-Sepúlveda². http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100006

MARRERO-Coto, Jeannette, Díaz-Valdivia, Arelys y Coto-Pérez, Orquídea. 2017. 1, La Habana: Centro Nacional de Investigaciones Científicas, 2017, Vol. XLI. 0253-5688. Mecanismos moleculares de resistencia a metales pesados en las bacterias y sus aplicaciones en la. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181221644010>

VULLO, Diana L. 2018. 3, Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires, 2018, Vol. II. 1666-7948. Microorganismos y metales pesados: una interacción en beneficio del medio ambiente. <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v2n3/vullo.pdf>

GONZÁLEZ-Chávez, Ma. del Carmen Ángeles. 2016. 1, México: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, 2016, Vol. XXIII. 2395-8030. Recuperación de suelos contaminados con metales pesados utilizando plantas y microorganismos. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57323104.pdf>

HERNÁNDEZ-Garay, Alfonso. 2019. 2, Mexico : Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2019, Vol. XLIII. 0040-1889. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. <https://www.redalyc.org/pdf/613/61343211.pdf>

PEÑA-Salamanca, Enrique J., y otros. 2013. 145, colombia : Acad. Colomb. Cienc., 2013, Vol. XXXVII. 0370-3908. bioprospeccion de plantas nativas para su uso en procesos de biorremediacion: caso heliconia, 2013. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0370-39082013000400004&script=sci_abstract&tlng=es

PRIETO Méndez, Judith, y otros. 2018. 1, mexico : Universidad Autónoma de Yucatán, 2018, Vol. X. 1870-0462. Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93911243003.pdf>

FLORES-Santiago, E.J, y otros. 2018. 5, mexico : s.n., 2018, Vol. XI. dinamica de tallos de pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.), solo y asociado con ryegrass perenne (*Lolium perenne* L.) y trèbol blanco (*Trifolium repens* L.) 2018. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/364>

BOLÍVAR, F. y Briceño, L. 2017. cojedes : Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Campus Cojedes, 2017, Vol. IV. Evaluación de la eficiencia del vetiver (*Vetiveria zizanioides*) en la conservación de suelo de laderas en parcelas

yuqueras de macapo edo. cojedes, 2017.
<http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/agrollania/article/view/70>

MARRERO-Coto, Jeannette, Amores-Sánchez, Isis y Coto-Pérez, Orquídea. 2012. 3, cuba : Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, 2012, Vol. XLVI. 0138-6204. Fitorremediación, una tecnología que involucra a plantas y microorganismos en el saneamiento.
<https://www.redalyc.org/pdf/2231/223124988007.pdf>

PERALTA-Pérez, M. del R. y Volke-Sepúlveda, T.L. . 2017. 1, mexico : s.n., 2017, Vol. XI. 1665-2738. La defensa antioxidante en las plantas: Una herramienta clave para la fitorremediación.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100006

GERMÁN Rueda , Saa, Rodríguez Victoria, Jenny Alexandra y Madriñán Molina, Raúl. 2017. 3, Colombia : ACTA AGRONÓMICA, 2017, Vol. LX. metodologías para establecer valores de referencia de metales pesados en suelos agrícolas; perspectiva para Colombia.
https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/28821

MÉNDEZ, Luiggi , y otros. 2018. 64, Geominas : Funda Geominas, 2018, Vol. XLII. Resistencia a la tracción del sistema radicular del vetiver (vetiveria zizanioides} plantado en un suelo granular.
<https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/6030>

TORRES Rodríguez, Duilio , y otros. 2017. 2, mexico : Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2017, Vol. I. Uso del vetiver para la fitorremediación de cromo en lodos residuales de una tenería, 2017.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342010000200005&lng=es&nrm=iso

DELGADILLO López, Angélica Evelin , y otros. 2011. www.scielo.org. [En línea] 10 de junio de 2011. [Citado el: 09 de mayo de 2020.]
<http://www.scielo.org.mx/pdf/tsa/v14n2/v14n2a2.pdf>.

BAYÓN Sanz , Sara y Valverde Asenjo , Inmaculada . 2015. [En línea] 2015. [Citado el: 11 de mayo de 2021.] <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/BAY%C3%93N%20SANZ,%20SARA.pdf>.

CORDERO Casallas, Johanna Katerin . 2015. <https://repository.unilibre.edu>. [En línea] 2015. [Citado el: 28 de mayo de 2021.] <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7958/Fitorremediaci%C3%B3n%20in%20situ%20para%20la%20remoci%C3%B3n%20de%20metales%20pesados%20%28plomo%20y%20cadmio%29%20y%20evaluaci%C3%B3n%20de%20sel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

DÍAZ de León, Nefthali Toledo. 2019. Población y Muestra. [En línea] 2019. [Citado el: 20 de mayo de 2021.] <https://core.ac.uk/download/pdf/80531608.pdf>.

ESPINOZA salvadó, Iván . 2016. TIPOS DE MUESTREO. [En línea] marzo de 2016. [Citado el: 21 de mayo de 2021.] <http://www.bvs.hn/Honduras/Embarazo/Tipos.de.Muestreo.Marzo.2016.pdf>.

GIRALDO Gómez, Camila . 2018. red de árboles. [En línea] 05 de agosto de 2018. [Citado el: 10 de mayo de 2021.] <https://www.reddearboles.org/noticias/nwarticle/311/1/sembrar-o-plantar>.

GONZALES, Marta. 2015. Ecured. [En línea] 2015. [Citado el: 02 de octubre de 2020.] <https://www.ecured.cu/Gesti%C3%B3n>.

MORENO Galindo, Eliseo . 2017. tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com. [En línea] 15 de junio de 2017. [Citado el: 29 de mayo de 2021.] <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2017/06/que-es-la-validez-en-una-investigacion.html>.

PALELLA Stracuzzi, Santa y Martins Pestana, Feliberto. 2012. Metodología De La Investigación Cuantitativa . [En línea] 2012. [Citado el: 23 de mayo de 2021.] <https://es.calameo.com/books/000628576f51732890350>.

TABOADA-González, Paúl A. 2016. redalyc.org. [En línea] 2016. [Citado el: 26 de septiembre de 2020.] <https://www.redalyc.org/pdf/3236/323627681002.pdf>.

UDAY, Vinicio. 2017. slideshare.net. [En línea] 12 de junio de 2017. [Citado el: 27 de mayo de 2021.] <https://es.slideshare.net/VinicioUday/conceptos-bsicos-de-diseo-experimental>.

ROMERO Ledezma, Karla Pamela. 2017. 1 *CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS.*, Cochabamba: Rev Cient Cienc Méd, 2017, Vol. XII. 2220-2234. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-74332009000100013

GUZMÁN-Morales, Ambar Rosa, Cruz-La Paz, Orestes y Valdés-Carmenate, Ramiro . 2019. 1 *Efectos de la contaminación por metales pesados en un suelo con uso agrícola.*, Habana : SciELO Analytics, 2019, Vol. XXVIII. 2071-0054. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542019000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es

DELINCE, Welbry , y otros. 2015. 1 *Riesgo agroambiental por metales pesados en suelos con Cultivares de Oryza sativa L y Solanum tuberosum L.*, Habana : Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 2015, Vol. XXIV. 2071-0054. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2071-00542015000100006&lng=pt&nrm=iso

Torres Rodríguez, Duilio , y otros. 2016. *Uso del vetiver para la fitorremediación de cromo en lodos residuales de una tenería.* 2, Mexico : Revista mexicana de ciencias agrícolas, 2016, Vol. I. 2007-0934. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000200005

BERNAL, Maria Pilar. 2016. Users. *Users*. [En línea] 8 de Junio de 2016. [Citado el: 25 de mayo de 2021.] file:///C:/Users/Joe/Downloads/ECO_162_01.pdf.

GUEVARA García, Paulina. 2018. repositorio. *repositorio*. [En línea] 2 de junio de 2018. [Citado el: 14 de mayo de 2021.] <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8481/1/AC-GMA-ESPE-047869.pdf>.




LÓPEZ de Mesa, Joaquín Benavides . 2019. Users. *Users*. [En línea] 3 de Noviembre de 2019. [Citado el: 25 de mayo de 2021.]

file:///C:/Users/Joe/Downloads/Bioremediacion_de_suelos_contaminados_con_hidrocar.pdf.

LORA Silva, Rodrigo. 2017. studylib. *studylib*. [En línea] 6 de Abril de 2017. [Citado el: 25 de mayo de 2021.] <https://studylib.es/doc/5488864/remediacion-de-un-suelo-de-la-cuenca-alta-del-r%C3%ADo>.

MEJÍA Domínguez, Maura Cecilia. 2017. issuu. *issuu*. [En línea] 23 de setiembre de 2017. [Citado el: 25 de mayo de 2021.] <https://issuu.com/adolfosantos3/docs/metales-pesados-en-suelos-y-plantas>.

ANEXOS:

EVIDENCIA		
Nº	Foto Tomada	Descripción
01	 <p style="text-align: right;">25/08/21</p>	Reconocimiento del terreno en el ex botadero del distrito de zapatero
02		Ubicación geográfica del punto en el que se realizó el trabajo de campo.
03		Ex botadero del distrito de zapatero

<p>06</p>	 <p>y <i>Lolium perenne</i>.</p>	 <p><i>Vetiveria zizanioides</i></p>	<p>Se realizó la recolección de las plantas de cada especie <i>Vetiveria zizanioides</i> y <i>Lolium perenne</i>.</p>
<p>04/09/2021</p>			

EVIDENCIA		
Nº	Foto Tomada	Descripción
<p>03</p>		<p>Medición y limitación de cada una de las parcelas.</p>
<p>06/09/21</p>		

ANEXOS: Toma del pre muestro del suelo del ex botadero Zapatero.



ANEXOS: Toma del post muestreo de suelo de *Vetiveria* y *Lolium*



ANEXOS: Muestras del suelo para el ingreso del laboratorio



ANEXOS: Trasplante de las dos especies de plantas



ANEXOS: Rellenado de las parcelas con la tierra del ex botadero Zapatero



ANEXOS: Autorización de aplicación del Instrumento Firmado por las respectivas autoridades.



IV. INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

4.1. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dra. Karla Luz Mendoza López
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo
 Especialidad : Magister en Ecología
 Instrumento de evaluación : Ficha de muestreo de suelo y plantas
 Autor (s) del instrumento (s) : Paredes García, Leidy Laura
 Pinedo García, Joner Edu

4.2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

4.2.1. Ficha de registro de la prueba de test de jarras

CRITERIOS	INDICADORES	MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Eficiencia de Echinopsis pachanoi					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Remoción de la turbidez y sólidos disueltos totales.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Remoción de la turbidez y sólidos disueltos totales				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

46

Tarapoto 29 de setiembre de 2021

Karla Luz Mendoza López
 DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES
 CIP: 122149

4.2.2. Toma de muestras de campo

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)		1	2	3	4	5
CRITERIOS	INDICADORES					
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Eficiencia de <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Opuntia ficus</i>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Eficiencia de <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Opuntia ficus</i>					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Eficiencia de <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Opuntia ficus</i>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

Tarapoto 29 de setiembre de 2021


Karla Luz Mendoza López
 DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES
 CIP: 122149

I. INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

1.1. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: MSc. Karina Milagros Ordoñez Ruiz
 Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martín -Tarapoto
 Especialidad : Magíster
 Instrumento de evaluación : Ficha de muestreo de suelo y plantas
 Autor (s) del instrumento (s) : Paredes García, Leidy Laura
 Pinedo García, Joner Edu

1.2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

1.2.1. Ficha de registro de la prueba de test de jarras

CRITERIOS	INDICADORES	MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACCEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Eficiencia de Echinopsis pachanoi				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Remoción de la turbidez y sólidos disueltos totales.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Remoción de la turbidez y sólidos disueltos totales					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

INSTRUMENTO APLICABLE EN EL PROYECTO

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

45

Tarapoto, 29 de setiembre de 2021



1.2.2. Toma de muestras de campo

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)		1	2	3	4	5
CRITERIOS	INDICADORES					
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Eficiencia de <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Opuntia ficus</i>				X	X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Eficiencia de <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Opuntia ficus</i>					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Eficiencia de <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Opuntia ficus</i>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

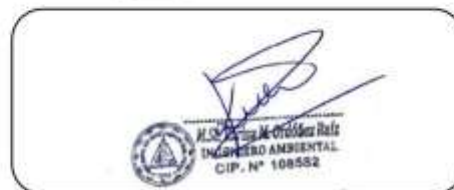
IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

INSTRUMENTO APLICABLE EN EL PROYECTO

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

45

Tarapoto, 29 de setiembre de 2021



I. INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.

4.1. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Dr. Juan Luis Ruiz Aguilar
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo -Tarapoto
 Especialidad: : Doctor en Gestión Pública y Gobernabilidad
 Instrumento de evaluación : Ficha de muestreo de suelo y plantas
 Autor (s) del instrumento (s) : Paredes García, Leidy Laura
 Pinedo García, Joner Edú

4.2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

4.2.1. Ficha de registro de la prueba de test de jarras

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				x	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Eficiencia de Echinopsis pachanoi					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				x	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Remoción de la turbidez y sólidos disueltos totales.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				x	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Remoción de la turbidez y sólidos disueltos totales					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)


III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

INSTRUMENTO APLICABLE EN EL PROYECTO

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

Tarapoto, 08 de diciembre de 2021



Juan Luis Ruiz Aguilar
 SECCION DE GESTION PUBLICA Y GOBERNABILIDAD

4.2. Toma de muestras de campo

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acordes con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <i>Eficiencia de Echinopsis pachanoi y Opuntia ficus</i>					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					x
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <i>Eficiencia de Echinopsis pachanoi y Opuntia ficus</i>					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				x	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <i>Eficiencia de Echinopsis pachanoi y Opuntia ficus</i>					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				x	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)


IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

INSTRUMENTO APLICABLE EN EL PROYECTO

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48

Tarapoto, 08 de diciembre de 2021



Juan Luis Ruiz Aguilar
SECRETARÍA DE GESTIÓN PÚBLICA Y GOBIERNO LOCAL

ANEXOS: Operalización de la variable:

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	NIVEL DE MEDICIÓN
Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados	Aprovecha la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos como: metales pesados. (Delgadillo López, y otros, 2011)	Se evaluará la cantidad de absorción de los metales pesados, estará comparado con la metodología de análisis (Cuadro de división de frecuencia), lo cual será comparado con los ECA del Decreto Supremo N° 011-2017 MINAM, a través de gráficos y tablas.	Tiempo de remediación	Perigonios	01 días
			Metales pesados	Cd	30 días
					Pb
				As	mg/kg
<i>Vetiveria zizanioides</i> y <i>Lolium perenne</i>	Plantar es colocar una planta (helechos, árboles...) en el suelo, las cuales son usualmente pequeñas o jóvenes. (Giraldo Gómez, 2018)	Se observará y evaluará las diferentes características esto se realizará con dos evaluaciones: uno será al 1º día y a los 30 días.	Cobertura foliar y tamaño	Altura	cm
				Grosor de tallo	cm
				Largo de raíces	cm

Fuente: Fitorremediación del suelo para la reducción de metales pesados con *Vetiveria zizanioides* y *Lolium perenne* en el ex botadero, Zapatero 2021.

ANEXOS: Determinación de la muestra

$$n = \frac{(Z)^2(N)(p)(q)}{(e)^2(N - 1) + z^2(p)(q)}$$

Donde:

- n:** es el tamaño de la muestra
- N:** es el tamaño de la población
- Z:** es el nivel de confianza
- p:** es la variabilidad positiva
- q:** es la variabilidad negativa
- e:** es la precisión o el error.

Entonces:

- n** = Tamaño de la muestra
- N** = Plantas 108
- Z** = 90% 1.65
- p** = 0.7 0.7
- q** = 0.3 0.3
- e** = 10% 0.1

$$n = \frac{1.65^2 \times 108 \times 0.7 \times 0.3}{(0.1)^2(108 - 1) + (1.65)^2(0.7)(0.3)}$$
$$n = \frac{(2.7225)(22.68)}{(1.7) + (0.571725)}$$
$$n = \frac{61.7463}{1.64}$$
$$n = 38$$

Elaboración Propia