

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Ambiental

“EFICIENCIA DE LA VETIVERIA (*Chrysopogon zizanioides*) EN LA RIZOFILTRACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS CONTAMINADOS CON METALES, EN EL CASERÍO DE PLAZAPAMPA – DISTRITO SALPO – PROVINCIA OTUZCO – LA LIBERTAD, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Autora:

Brenda Jamaly Sandoval Polo

Asesor:

M. Sc. Marieta Eliana, Cervantes Peralta

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico ante todo a Dios, por darme las fuerzas y soporte cuando he tenido caídas.

A mis padres por su sacrificio para educarme, por su amor, por su paciencia y por siempre estar ahí para brindarme su apoyo tanto moral como económico.

A mi hija por motivarme a salir adelante y luchar por ella.

A mi amigo Víctor que siempre estuvo apoyándome en todo este trayecto del desarrollo de mi tesis.

A mis hermanos por tenerme paciencia y por su disponibilidad para apoyarme.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por su bendición, a mi hija por ser el motivo principal de salir adelante, a mis padres por su apoyo incondicional y a toda mi familia por estar siempre presentes en cada proyecto de vida que realizo.

A mi amigo Víctor por su apoyo, paciencia y apreciación crítica para mejorar el presente trabajo de investigación.

A mi asesora de tesis que me guio para el desarrollo de mi investigación.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Objetivos	18
1.3.1. Objetivo general.....	18
1.3.2. Objetivos específicos.....	18
1.4. Hipótesis.....	18
1.4.1. Hipótesis general.....	18
CAPÍTULO II. METODO.....	19
2.1. Tipo de investigación	19
2.2. Población y muestra.....	19
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	20
2.3.1. Procedimientos de recolección, tratamiento y análisis de datos.	21
2.3.2. Aspectos éticos.....	23
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	24
3.1 Análisis de las muestras de suelo previo al sembrío de vetiveria.....	24
3.2 Análisis de suelos agrícolas luego de la fitorremediación	25
3.3 Porcentaje de fitorremediación de la vetiveria	30
3.4 Eficiencia de fitorremediación.....	31
CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	33
4.1 Discusión.....	33
4.2 Conclusiones.....	37
REFERENCIAS.....	39

ANEXOS 44

**ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN..... 59**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de muestreo de suelos -----	23
Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de los suelos agrícolas de Plazapampa-----	24
Tabla 3. Resultados de fitorremediación en suelos agrícolas-----	25
Tabla 4. Porcentaje de fitorremediación de la vetiveria-----	30
Tabla 5. Porcentaje de fitorremediación promedio de la vetiveria-----	30
Tabla 6. Eficiencia de fitorremediación de la vetiveria -----	32
Tabla 7. Matriz de consistencia -----	54
Tabla 8. Operacionzaliación de variables-----	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de puntos de monitoreo	20
Figura 2 Fitorremediación del arsénico.....	26
Figura 3 Fitorremediación del berilio	26
Figura 4 Fitorremediación del cadmio	27
Figura 5 Fitorremediación del cobalto	27
Figura 6 Fitorremediación del cromo	28
Figura 7 Fitorremediación del plomo	28
Figura 8 Fitorremediación del talio	29
Figura 9 Fitorremediación del vanadio	29
Figura 10 Porcentaje de fitorremediación de la vetiveria	31
Figura 11 Mapa de puntos de muerteo.....	44

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Porcentaje de fitorremediación.....	22
Ecuación 2: Eficiencia del experimento.....	22

RESUMEN

La presente tesis aplica la tecnología de fitorremediación con vetiveria (*Chrysopogon zizanioides*) para remediar suelos agrícolas del caserío Plazapampa, contaminados por metales, *in situ*. En cuanto a la metodología, el trabajo es experimental cuantitativo continuo y comparativo. El proceso consistió en un análisis de tres muestras de 500 g de los suelos agrícolas de Plazapampa, previo al sembrío de esquejes de vetiveria en un área de 6m². Luego de dos meses del crecimiento de esta planta, se extrajeron 3 muestras más de suelo para determinar la eficiencia de fitorremediación. Los análisis de los resultados de línea base, para la determinación de la calidad actual del suelo agrícola, mostraron una elevada concentración de arsenico, berilio, cadmio, cobalto, cromo, plomo, talio y vanadio. Los resultados finales, luego de la fitorremediación con vetiveria, mostraron que la concentración de todos estos metales había disminuido considerablemente, sobretodo en el cadmio, que tuvo un porcentaje de fitorremediación de 93.27%. En conclusión, la vetiveria es altamente eficiente para fitorremediar suelos agrícolas, la eficiencia más alta fue la del Cd, seguida del Cr.

Palabras clave: *Fitorremediación, Chrysopogon zizanioides, vetiveria, metales, suelos agrícolas.*

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Según García, et al. (2012) el recurso suelo es indispensable, ya que posibilita el desarrollo de las plantas, los animales y el ser humano. Asimismo, es fundamental para que se pueda producir la explotación y aprovechamiento agropecuario y forestal. La producción de alimentos está íntimamente ligado al alto porcentaje del uso que se les da a los suelos; sin embargo, este recurso ha sido afectado por diversas actividades antropogénicas, siendo la minería una de las actividades que más impactan. En la investigación de Sotomayor (2016) se informa que una de las actividades que genera un mayor impacto negativo en el ambiente, sobretodo en el suelo, es la minera, ya que esta actividad produce metales pesado que, al ser dispuestos en el suelo, pueden permanecer por décadas e incluso son capaces de ingresar en la cadena trófica y alterarla. El suelo es considerado un recurso natural no renovable, debido a que resulta costosa su remediación después de haber sido alterado. La contaminación por metales pesados se ha convertido en un serio problema tanto ambiental como en el de salud pública

En el Perú, se cuenta con una gran cantidad de recursos minerales a explotar. Por esta razón, existe contaminación generada por las actividades de explotación. Zapata (2019) menciona que la contaminación en suelos, por metales pesados, genera uno de los impactos ambientales negativos más importantes y preocupantes en el Perú y el mundo, esto se debe a que causa efectos adversos en los seres vivos que se desarrollan en los diferentes recursos. Este tipo de contaminación, relacionada con la minería, ha estado en el centro de los principales problemas de la salud humana, causando conflictos socio

ambientales debido a la generación de sustancias tóxicas que afectan a la agricultura y el ecosistema, por acciones inadecuadas en la operación y cierre de una mina”.

El departamento de La Libertad es una de las áreas más contaminadas e impactadas negativamente. Pertenece a la cuenca del río Moche, donde tanto el agua como el suelo se ve afectado por los metales pesados que son dispuestos en estos recursos y es provocado por la minería ilegal. En la investigación publicada por Huaranga, et al. (2012) se informa que hay presencia de concentraciones ingentes de metales pesados en el suelo, sobretodo en el margen derecho de la cuenca media del río Moche, en estudios realizados en el año 1980, presentándose sobretodo hierro, plomo, cadmio, cobre, zinc y arsénico. Tomando en cuenta la presencia de metales pesados en los cultivos, el hierro fue el que tuvo una mayor predominancia y la yuca es el cultivo donde se presentó mayor cantidad,

La zona de estudio de la presente tesis, se encuentra ubicada en el Caserío Plazapampa, distrito de Salpo – Provincia Otuzco – La Libertad. Los límites políticos de esta localidad se encuentran dentro de la Cuenca Media del Río Moche, por lo que se ve afectada por la polución en suelos que presenta esta cuenca. Según Huaranga, et al. (2012) la mayor contaminación por metales pesados, en suelo, se presenta en la Cuenca Media. Este hecho, afectó a la productividad de los suelos agrícolas y, en alguna medida, a los productos alimenticios.

Por esta razón, es necesario proponer y usar tecnologías limpias para la solución sostenible y sustentable de la contaminación, por metales pesados, en suelos agrícolas. Cordero (2015) señala que la contaminación del recurso suelo es un grave problema que debe ser estudiado de forma indefinida y poniendo énfasis en desarrollar soluciones con el objetivo de mejorar las condiciones del ambiente. El impacto y el nivel de deterioro

de estos tipos de suelo para uso agrícola y ganadería arraiga el uso de las metodologías las cuales permitan que en un periodo relativamente corto se mejore la calidad de este y, de igual forma, se reduzcan los niveles de contaminación del mismo. Entre las diversas tecnologías de remediación existentes, una de las más viables es la fitorremediación. En el artículo de Jara, et al. (2014) se dice que la tecnología llamada fitorremediación trata del uso de diferentes tipos de plantas para remediar suelos de manera *in situ*, así como sedimentos y agua contaminados por desechos orgánicos, nutrientes, metales pesados u otros contaminantes, eliminándolos del ambiente o volviéndolos inocuos.

Por otro lado, es importante cumplir con la normativa existente acerca de los Estándares de Calidad Ambiental para suelos, en donde se establecen los parámetros y las concentraciones máximas de distintos elementos, para garantizar la calidad del suelo, dependiendo del uso que se le da. Estos estándares están aprobados por el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM. Así mismo, se usa la guía de muestreo de suelos publicado por el Ministerio del Ambiente, en donde se establecen los distintos tipos de muestreo y los pasos a seguir para realizarlos.

Existe una gran variedad de artículos y estudios que abarcan el tema de fitorremediación y el uso de la vetiveria (*Chrysopogon zizanioides*) como alternativa de solución para remediar suelos contaminados con metales pesados. Los antecedentes presentes en este apartado, sirven para sustento, información y bases teóricas para lograr comprender las palabras claves y términos mencionados en este estudio.

El trabajo realizado por Torres, et al. (2010) tuvo como objetivo evaluar el uso del vetiver para fitorremediar el cromo en lodos residuales. La metodología que se siguió fue

experimental, completamente al azar con arreglo de tratamientos de tipo factorial. Los resultados de este experimento muestran altas concentración de cromo en el lodo, que superan los valores normalmente permitidos en la legislación internacional, estos resultados ponen de manifiesto, que las concentraciones metálicas presentes en el lodo estudiado, indican su poca viabilidad para la aplicación en suelos agrícolas, ya que pueden causar efectos nocivos cuando los mismos se utilicen como suplemento (órgano mineral) para el acondicionamiento de suelos, lo cual pudiera afectar la calidad tanto del cultivo como del suelo.

Arce, et al. (2013) en su artículo informa que el objetivo de su estudio es determinar la capacidad de la vetiveria para remediar suelos con As y Hg. En la metodología del trabajo se usaron 15 plantas de vetiver con características homogéneas. Se obtuvo como resultado en el periodo de seguimiento, las plantas expuestas a suelos con altos contenidos de mercurio presento el mismo comportamiento en cuanto a crecimiento y follaje en comparación al grupo sembrado con suelos sin contaminantes.

En la tesis realizada por Landinez et al. (2018), se tuvo como objetivo evaluar la eficiencia del *Chrysopogon zizanioides* para la fitorremediación de metales pesados del relleno sanitario la Guaratara del Municipio de Granada Meta. Al implementar el sistema elegido en este estudio, se obtuvieron resultados muy positivos con la disminución de la concentración de los metales aluminio, arsénico, cadmio y zinc.

En el proyecto realizado por Chambi, et al. (2017), se tuvo como objetivo determinar la presencia de Pb, Cd, Zn y As en suelos agrícolas y cultivos en 03 microcuencas del municipio Poopó; divididas en tres partes (alto, medio y bajo). En Quesu Quesuni y Puñaca, que es la parte baja de la microcuenca, la acumulación del arsénico en la alfalfa-hoja es poca, la planta *Hymenoxys robusta* en sus hojas y flores tiene un grado medio de

bioacumulación de este metal pesado. Se concluye que al cultivo del haba se le considera como una planta que puede ser indicadora de ciertos elementos traza, ya que se manifiesta altas concentraciones de arsénico. *Hymenoxys robusta* tiene una acumulación intensa de cadmio, cinc y arsénico, este último de forma moderada, en flores y hojas, debido a que posee esta determinada característica, es posible considerarla como una planta tóxica y peligrosa ante el consumo animal.

En la tesis presentada por Munive (2018), se tuvo como objetivo estudiar la aplicación de compost y vermicompost de *Stevia* para remover metales pesados en suelos agrícolas del Valle del Mantaro. El diseño usado fue al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones para cada una de las localidades. Al momento de interpretar los resultados se procedió a comparar los cultivos de maíz y girasol, tanto para la localidad de Mantaro y la localidad de Muqui; Asimismo, se realizó el estudio con respecto al efecto residual que tienen las enmiendas orgánicas que son el compost y el vermicompost. Para la siembra que se realizó, se usaron los maceteros para que en estos se realicen todos los tratamientos con respecto al cultivo de maíz y realizando rotaciones en los cultivos de maíz – maíz y girasol – maíz. Esto se hizo en los suelos agrícolas de las dos localidades. Los resultados nos indican que suelos con mayores contenidos de plomo y cadmio, que están presentes en Muqui, tienen efectos adversos, es decir, tiene un menor rendimiento de materia seca en hojas, tallos y raíces en el maíz y el girasol, Esto ocasiona que su desarrollo sea más lento.

En la tesis realizada por Muga (2017), se tuvo como objetivo la Fitoextracción de cadmio en el suelo por *Cosmos bipinnatus* en Corcona, Huarochiri. La Fitoextracción realizada por el cosmos, logró reducir el cadmio en los 3 tratamientos, en el T1 en la R1 se obtuvo 3.89 mg/kg en la R2 se tuvo 3.94 mg/kg y en la R3 se logró un total de 3.74 mg/kg, en

el T2 en la R1 se disminuyó a 7.77 mg/kg, en la R2 se logró reducir a 7.9 mg/kg, en la R3 fue de 7.72 mg/kg, en el T3 en la repetición R1 se obtuvo 11.82 mg/kg, en la R2 fue de 11.91 mg/kg, en la R3 se bajó a 12.05 mg/kg. Con respecto al tratamiento 3, este logro remediar la mayor cantidad de cadmio, si se le compara con los otros dos tratamientos. Esto se deba a que había más materia foliar en 10 kg de suelo contaminado con el metal cadmio.

En el proyecto realizado por Zapata (2019), se tuvo como objetivo determinar el contenido de metales en plantas endémicas en el estudio de problemas por metales pesados en el país, para encontrar alternativas de solución a mediano plazo. En esta tesis se obtuvieron resultados que muestran una concentración muy alta de los metales aluminio, hierro y cobre. Estos metales se encuentran presentes de la misma forma que los más tóxicos (plomo y el cadmio), aunque estos están por debajo del límite de detección. Se usó la absorción de metales pesados mediante la fitorremediación con vegetación endémica, es decir, con plantas que crecen y son nativas del lugar de estudio. Se concluye que la *Pteridium arachnoideum*, *Salvia corrugata*, *Baccharis latifolia* y *Pityrogramma tartarea*, *Gardoquia cf. sericea* pueden crecer en suelos con metales pesados que suelen acumularlos en las hojas y en la raíz.

Jara, *et al.* (2014), en su artículo tuvo como objetivo evaluar la capacidad fitorremediadora de cinco especies altoandinas de suelos contaminados con metales pesados. Se usó una maceta de 19 cm de diámetro y 5 kg de capacidad. Se usó suelo sin contaminación por metales pesados ni relave de mina, obtenido en Yani. Luego, se introdujo el suelo en las macetas. Los resultados en la especie *Solanum nitidum* dieron que hay bastante acumulación de plomo, zinc y cadmio en las raíces.

Obeso, et al. (2017) en su tesis tuvo como objetivo evaluar el geranio al remover metales como As, Cd y Cu de suelos. El arsénico, cadmio y cobre disminuyeron bastante en los suelos, cuando se usó geranio. El geranio puede desarrollarse en presencia de suelos con arsénico y disminuye su concentración hasta un 74%, por otro lado, el cadmio y cobre se redujo hasta un 79% y 55%, respectivamente. La fitorremediación es efectiva al momento de remover metales del suelo.

García (2009) en su tesis tuvo como objetivo determinar la capacidad del girasol para remediar plomo. Se tuvo como resultados que las plantas que crecen en 1000 ppm de Pb tuvieron mayor cantidad de plomo en la raíz y menor cantidad en tallo y hojas. A nivel de clorofilas, peso fresco, peso seco, longitud de raíz y longitud de tallo, tuvo valores menores en concentraciones de 0 y 500 ppm de plomo. Se concluye que el *H. annuus L.* bioacumula en la raíz con mayor proporción y que el crecimiento se disminuye en concentraciones mayores a 1000 ppm de plomo.

Pezo y Zavala (2021), en su investigación, tuvo como objetivo estudiar la capacidad de adsorción de cromo (III) por el pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*). Las variables fueron: la concentración inicial de cromo (III) en 2363, 1000 y 500 mgCr/L y el tiempo de exposición entre el pasto vetiver y el efluente por un periodo de 21 días utilizando la técnica de hidroponía. Los ensayos se realizaron en el vivero del Laboratorio de Catálisis y Materiales Adsorbente, los cultivos estuvieron sometidos a las condiciones ambientales naturales. Los resultados obtenidos muestran que, al término del periodo de exposición de 21 días, para el efluente real, el pasto vetiver adsorbió un promedio de 70%, 68% y 92% del cromo presente en concentraciones iniciales de 2363, 1000 y 500 ppm respectivamente.

Con respecto a las definiciones conceptuales, tenemos las siguientes:

Fitorremediación: Uso de plantas, enmiendas y técnicas para disminuir el impacto de los contaminantes en recursos naturales. La fitorremediación es un procedimiento amigable con el ambiente y se usa para remediar diferentes tipos de contaminantes. Es un mecanismo con poca información y resultados, esto debido a que el experimento es largo. Al realizar la fitorremediación, las plantas usadas absorben metales, esto hace que sea una alternativa plausible para remover contaminantes. (Zapata, 2019, p. 10). Una de las especies con un alto porcentaje de fitorremediación, es la vetiveria "*Chrysopogon zizanioides*". Según la investigación de Foncesa (2021) esta planta realiza un tipo de fitorremediación llamado rizofiltración, la cual consiste en almacenar en las raíces los contaminantes absorbidos, translocando en menor medida sustancias a los brotes de la planta. Las raíces sirven como barrera y filtro para lograr que la vetiveria se adapte a medios con una alta concentración de contaminantes.

Suelos agrícolas: Es un suelo con productividad para usarse en cultivos, es decir, para la agricultura. Es un suelo fértil, en donde crece varios cultivos, para posteriormente ser cosechados y usados. (Bembibre, 2011, p. 1).

Metales pesados: Es un elemento químico metálico con una densidad alta, relativamente. Puede ser tóxico en diferentes concentraciones, sin importar que sean bajas. Además, su degradación es sumamente difícil y, de forma natural, suele no darse. Por último, son peligrosos al acumularse en la cadena trófica (Landinez & Cubides, 2018, p. 27).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la eficiencia de la vetiveria (*Chrysopogon zizanioides*) en la fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con metales pesados, en el caserío Plazapampa – Distrito Salpo – Provincia Otuzco – La Libertad, 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia de la vetiveria (*Chrysopogon zizanioides*) en la fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con metales pesados, en el Caserío Plazapampa – Distrito Salpo – Provincia Otuzco – La Libertad, 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la concentración de metales en los suelos agrícolas de Plazapampa.

Determinar el tiempo de fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con metales, usando vetiveria.

Calcular el porcentaje de fitorremediación de la vetiveria, en suelos agrícolas contaminados con metales.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El cultivo de la vetiveria (*Chrysopogon zizanioides*) tiene un porcentaje de fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con metales pesados, mayor al 50%, en el Caserío Plazapampa – Distrito Salpo – Provincia Otuzco – La Libertad, 2021.

CAPÍTULO II. METODO

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental cuantitativa continua. El diseño del experimento es experimental, cuantitativo continuo y comparativo, ya que se cuenta con variables y datos que se modificarán y analizarán para determinar sus efectos. Según Murillo (2012) la investigación experimental manipula una o varias variables de estudio, de tal forma que se pueda estudiar el cambio de esas variables y determinar las consecuencias o efectos de las conductas obtenidas. Dicho de otra forma, en un experimento se realizan cambios en los diferentes valores de una determinada variable (variable independiente) y se estudia y analiza cuál es el efecto producido en la otra variable (variable dependiente). Por otra parte, es cuantitativa, ya que los resultados del experimento pueden ser ordenados de acuerdo a la magnitud de cada uno de ellos y es continua porque cuentan con un grado de precisión que depende del instrumento de medida. Por último, es comparativo, según Goodrick (2014), cuando se realizan investigaciones comparativas se puede comprender y explicar cuál es la influencia de las características del entorno o ambiente en la eficiencia que se logra en cada experimento.

2.2. Población y muestra

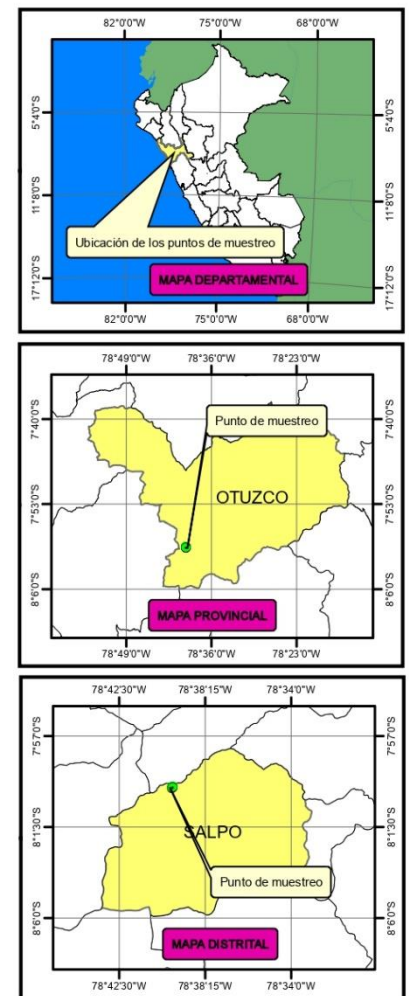
La población está conformada por los suelos agrícolas contaminados con metales pesados, en el caserío Plazapampa.

La muestra son 3 kg de suelo agrícola contaminada por metales, presentes en el caserío Plazapampa, extraído de 3 puntos de muestreo. Esta muestra se determinó usando la observación y determinando que, por su ubicación, estos puntos son representativos para

poder determinar la influencia de la vetiveria (*Chrysopogon zizanioides*), en la fitorremediación de suelos agrícolas contaminados por metales.

Figura 1

Mapa de puntos de monitoreo



2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

En la presente investigación, se usarán las siguientes técnicas, materiales, instrumentos y/o métodos:

- Observación: Esta técnica ayudó a determinar el área en donde se realizará el proceso de fitorremediación.

- Experimental de laboratorio: Se analizaron las muestras de suelo agrícola extraídas del área en donde se realiza el proceso de fitorremediación, para determinar la concentración de metales presentes en el suelo del caserío Plazapampa – Otuzco – La Libertad. Se usaron cadenas de custodia, las cuales se presentan en los anexos.
- Se usó la Guía de Muestreo de Suelos y los ECAs aprobados por el D.S. N° 011-2017-MINAM.

2.3.1. Procedimientos de recolección, tratamiento y análisis de datos.

El procedimiento para la recolección de datos que se usó fue el de muestreo de suelos, siguiendo la guía de muestreo de suelos publicado por el Ministerio del Ambiente. Para ello, se identificó el punto de muestreo y se tomó el punto geodésico en coordenadas UTM WGS 84. Posteriormente, se hizo una calicata de 50 cm de largo, por 50 cm de ancho por 50 cm de profundidad. Se extrajo la cantidad de 500 g de muestra de la calicata, extraído de las paredes y la base de esta. El tipo de suelo es franco arcilloso. Se utilizaron palas y bolsas esterilizadas de la empresa Analytical Laboratory E.I.R.L (ALAB), en donde se almacenaron las muestras.

La muestra se almacenó en una bolsa estéril y fue almacenada en un cooler. Posteriormente fue trasladada a las instalaciones del laboratorio acreditado correspondiente.

El análisis se realizó en las instalaciones del laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. (ALAB), el método de Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos/ determinación de metales y elementos traza en agua y desagües por inducción espectrométrica de emisiones de plasma atómico acoplado. Este laboratorio cuenta con acreditación para analizar metales.

Luego, se procedió a sembrar los esquejes de vetiveria (*Chrysopogon zizanioides*), en un área de 6 m². Se realizaron 2 surcos por cada metro cuadrado, en donde se sembraron 2 esquejes de vetiverias, haciendo un total de 12. El tiempo de crecimiento fue de aproximadamente 2 meses. En este tiempo, se tomaron 3 muestras de suelo previo a la siembra de la vetiveria, usando palas y bolsas estériles otorgadas por ALAB. Después de transcurridos los 2 meses de crecimiento, se realizó el último muestreo para verificar en laboratorio la disminución de la concentración de metales. Finalmente, se usaron fórmulas para determinar el porcentaje de fitorremediación de la vetiveria y la eficiencia del experimento. Según Minaya (2018), la fórmula para determinar el porcentaje de remoción de contaminantes es la siguiente:

Ecuación 1: Porcentaje de fitorremediación

$$Pf = \frac{Ri - Rf}{Ri} \times 100$$

Donde:

Pf es el porcentaje de fitorremediación

Ri es resultado inicial

Rf es resultado final

Según P&A (2016), La fórmula para determinar la eficiencia de un experimento es la siguiente:

Ecuación 2: Eficiencia del experimento

$$\text{Eficiencia} = \frac{(Ra/Cr) \times Ti}{(Re/Ce) \times Te}$$

Donde:

Ra es resultado alcanzado

Cr es costo real

Ti es tiempo invertido

Re es resultado estimado

Ce es costo estimado

Te es tiempo estimado

Tabla 1

Coordenadas de los puntos de muestreo de suelos.

Códigos de los puntos de muestreo	WGS 84 – UTM Zona 17 M	
	Este	Norte
PT-BR-01	0757480	9115864
PT-BR-02	0757407	9115805
PT-BR-03	0757435	9115854

2.3.2. Aspectos éticos.

Los datos obtenidos en laboratorio, de las muestras de suelo extraídas de los suelos agrícolas contaminadas con metales pesados, del caserío Plazapampa, serán usadas únicamente con motivos académicos. El objetivo de la investigación es determinar la eficiencia de la vetiveria (*Chrysopogon zizanioides*) en la fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con metales pesados, en el Caserío Plazapampa – Distrito Salpo – Provincia Otuzco – La Libertad, 2021.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Análisis de las muestras de suelo previo al sembrío de vetiveria

En este apartado se presentan los resultados iniciales, previo al sembrío de vetiveria, de las muestras de suelos pertenecientes el área en donde se realizará el experimento. Este muestreo se realizó el día 22 de mayo del 2021. El método usado por el laboratorio es el EPA 350. En la tabla 2 se observan cuáles son las características de los suelos agrícolas de Plazapampa, con respecto a los metales presentes en estos, los que funcionan como la línea base del proyecto.

Tabla 2

Concentración de metales de los suelos agrícolas de Plazapampa.

Metales	MUESTRA MADRE		
	PT-BR-01	PT-BR-02	PT-BR-03
Arsénico (mg/kg)	5.00	78.20	84.49
Berilio (mg/kg)	0.64	0.21	0.25
Cadmio (mg/kg)	27.05	2.82	3.55
Cobalto (mg/kg)	15.82	8.05	10.55
Cromo (mg/kg)	137.32	14.73	15.48
Plomo (mg/kg)	3.69	84.88	159.66
Talio (mg/kg)	1.05	0.67	0.80
Vanadio (mg/kg)	242.81	89.66	88.76

Fuente: ALAB E.I.R.L

En promedio, la cantidad de arsénico presente en el suelo es de 55.90 ppm; el berilio tiene una concentración de 0.37 ppm; el cadmio está presente con una concentración de 11.14 ppm; el cobalto, tiene una concentración de 11.47 ppm; el cromo, 55.84 ppm; el plomo, 82.74 ppm; el talio, 0.84 ppm; y, el vanadio, 140.41 ppm.

3.2 Análisis de suelos agrícolas luego de la fitorremediación

En este punto se presentan los resultados del análisis de las muestras de suelo obtenidas luego de sembrar, a través de esquejes, la vetiveria. Los análisis de laboratorio se realizaron el 22 de julio del 2021. En total, se dejó a la planta por dos meses, para poder dar a esta especie el tiempo de adaptarse al suelo y de empezar el proceso de fitorremediación. En la tabla 3, se presentan los resultados. Cabe recalcar que se realizaron análisis de diversos metales, muchos de los cuales no se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para suelo estipulado por el MINAM; esto se debe a que los suelos del área del área de estudio están contaminados por una alta variedad de metales, y en esta investigación se desea saber con cuáles interactúa la vetiveria. A su vez, es imperativo que se estudie cómo se disminuye la concentración de metales que no son tomados en cuenta dentro de los ECAs, ya que muchos de estos también son dañinos para la salud y el ambiente. Por lo que, la presente investigación va más allá de limitarse a unos pocos metales.

Tabla 3

Resultados de fitorremediación en suelos agrícolas.

Metales	FITORREMEDIACIÓN			ECA SUELO (D.S. N° 011-2017- MINAM)
	PT-BR-01	PT-BR-02	PT-BR-03	
Arsénico (mg/kg)	<0.30	<0.30	<0.30	50
Berilio (mg/kg)	<0.10	<0.10	<0.10	-
Cadmio (mg/kg)	<0.30	<0.30	<0.30	1.4
Cobalto (mg/kg)	5.43	5.41	6.29	-
Cromo (mg/kg)	1.81	1.52	2.51	-
Plomo (mg/kg)	<3.00	<3.00	<3.00	70
Talio (mg/kg)	<0.30	<0.30	<0.30	-
Vanadio (mg/kg)	46.17	43.77	46.56	-

Fuente: ALAB E.I.R.L

Figura 2

Fitorremediación del arsénico

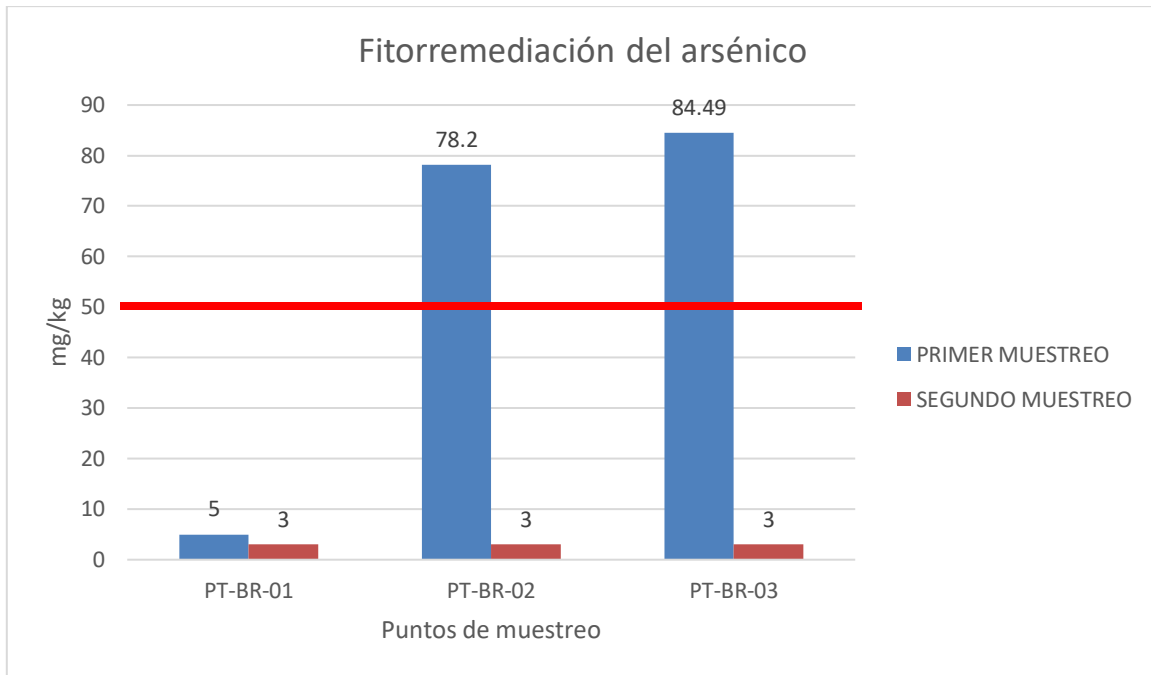


Figura 3

Fitorremediación del berilio

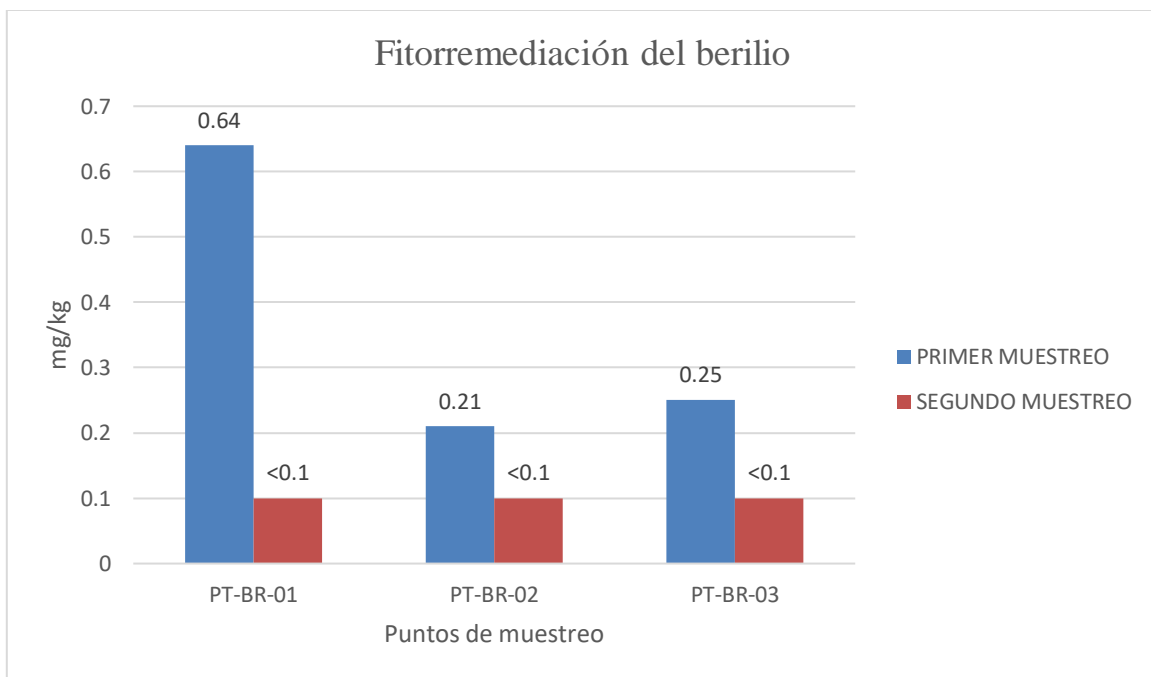


Figura 4

Fitorremediación del Cadmio

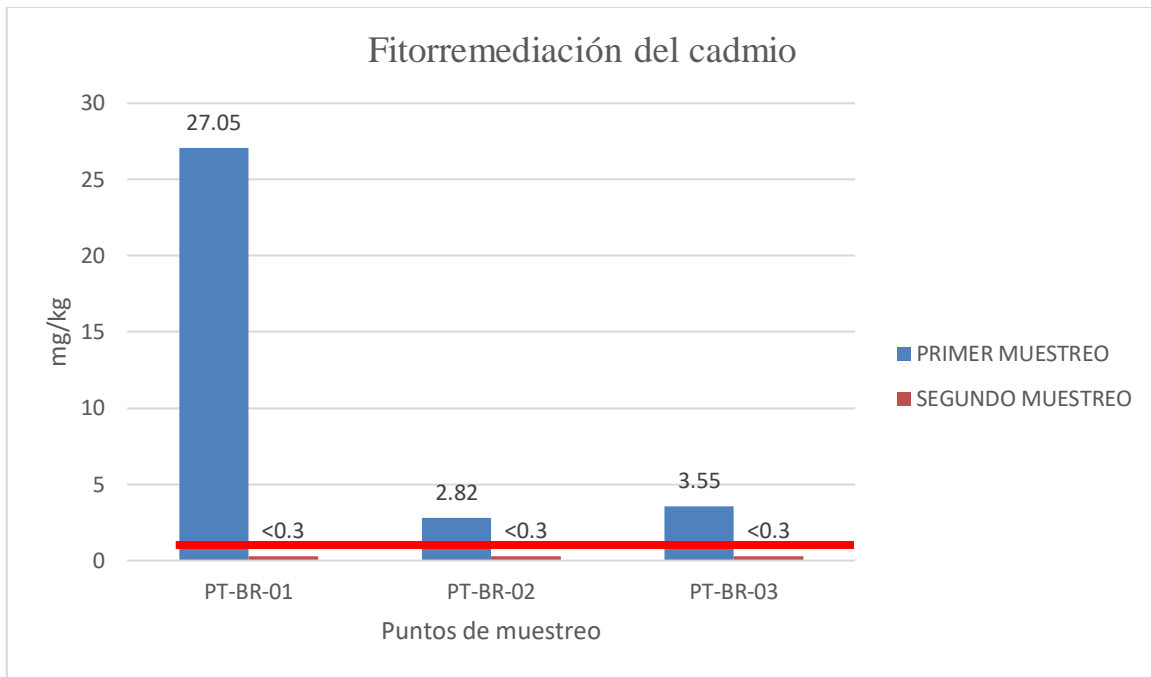


Figura 5

Fitorremediación del Cobalto

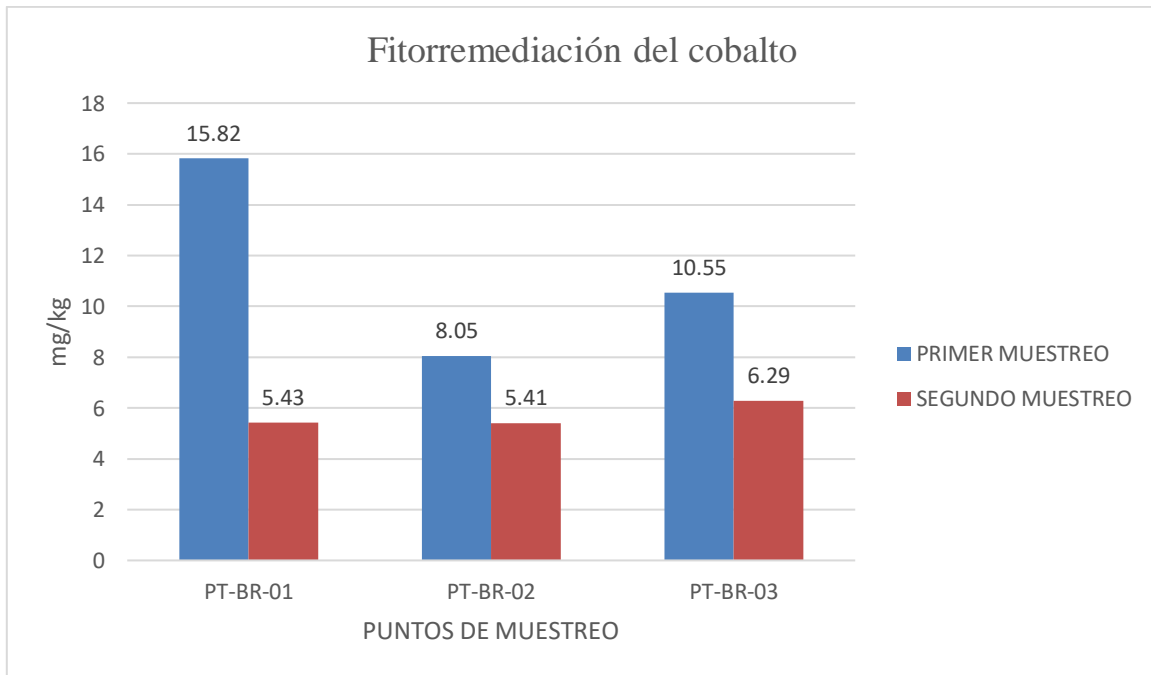


Figura 6

Fitorremediación del cromo

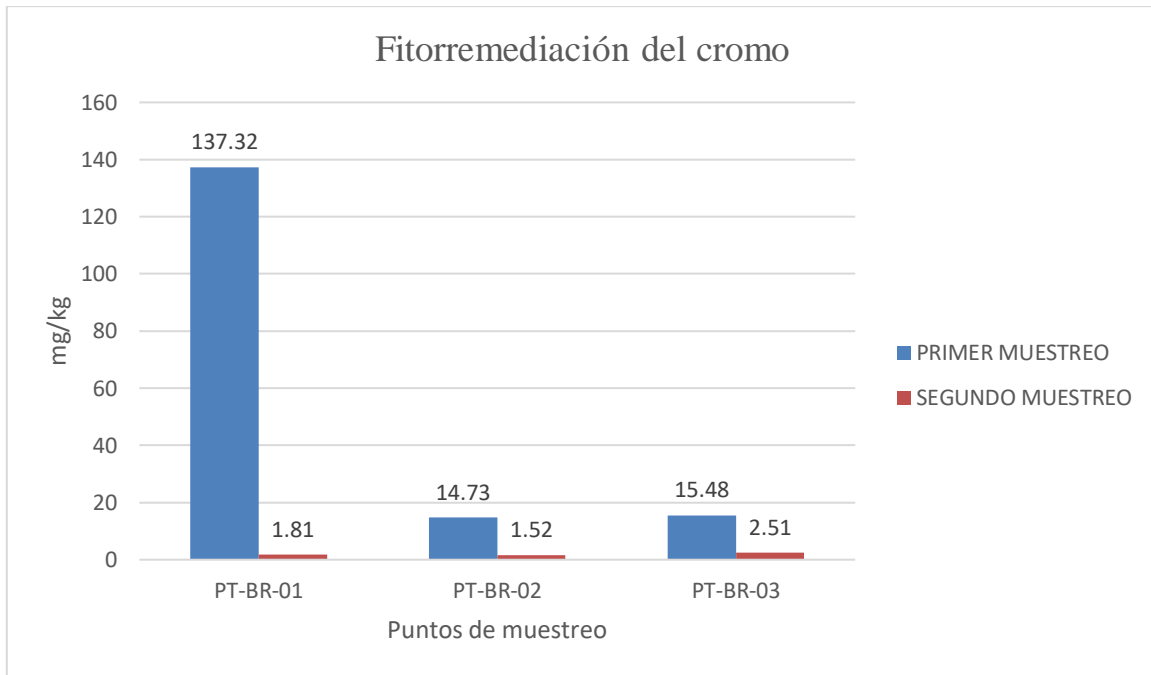


Figura 7

Fitorremediación de plomo

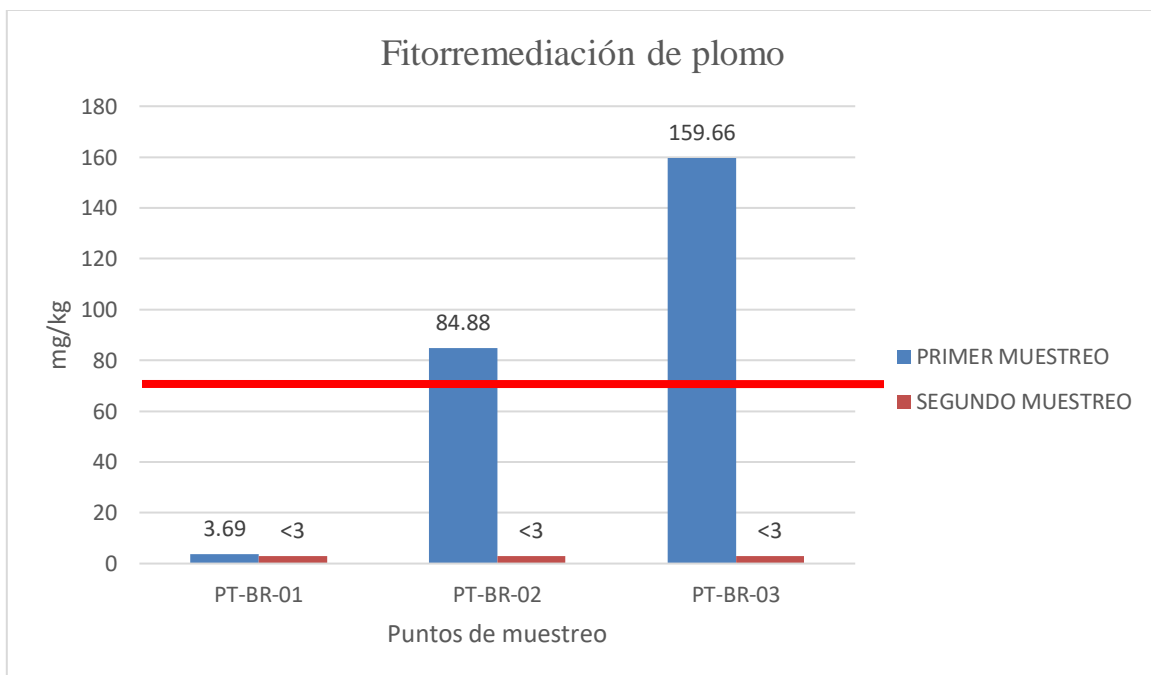


Figura 8

Fitorremediación de talio

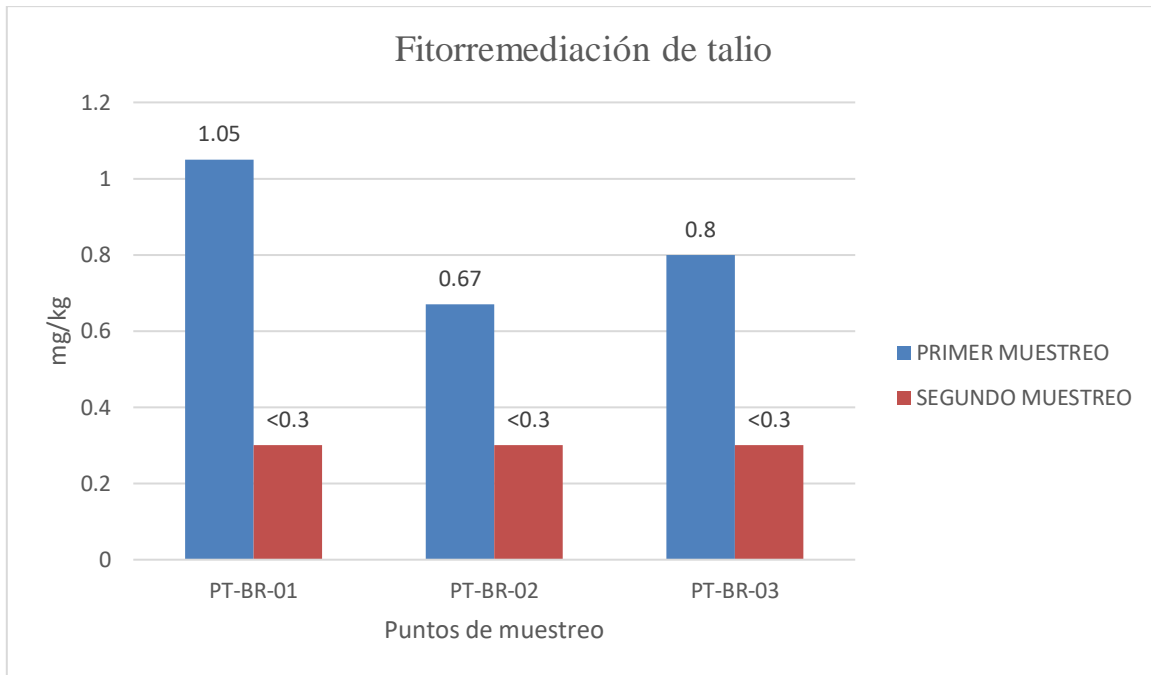
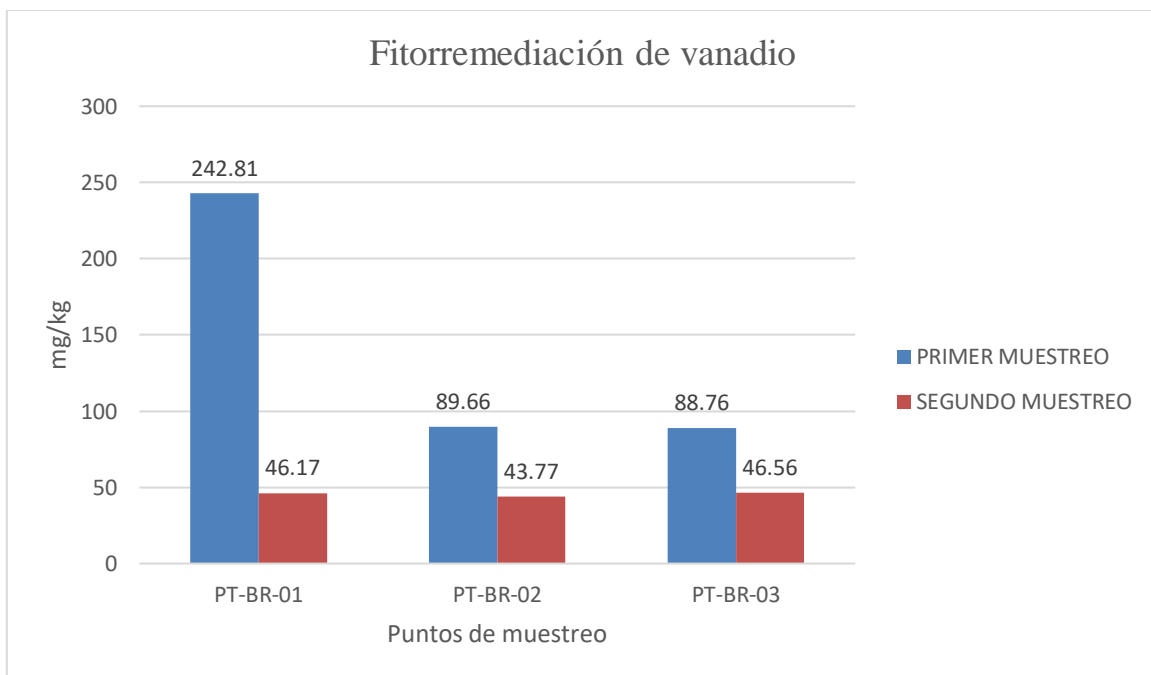


Figura 9

Fitorremediación de vanadio



3.3 Porcentaje de fitorremediación de la vetiveria

Usando la ecuación 1, se calcula el porcentaje de fitorremediación de la vetiveria, en cada metal analizado, en base al resultado inicial y al final.

Tabla 4

Porcentaje de fitorremediación de la vetiveria

Metales	Puntos de muestreo		
	PT-BR-01	PT-BR-02	PT-BR-03
Arsénico	>40.00%	>96.16%	>96.45%
Berilio	>84.375%	>52.38%	>60.00%
Cadmio	>98.89%	>89.36%	>91.55%
Cobalto	65.68%	32.79%	40.38%
Cromo	98.68%	89.68%	83.79%
Plomo	>18.70%	>96.47%	>96.62
Talio	>71.43%	>55.22%	>62.50%
Vanadio	>80.99%	>51.18%	>47.54%

Fuente: ALAB E.I.R.L

Tabla 5

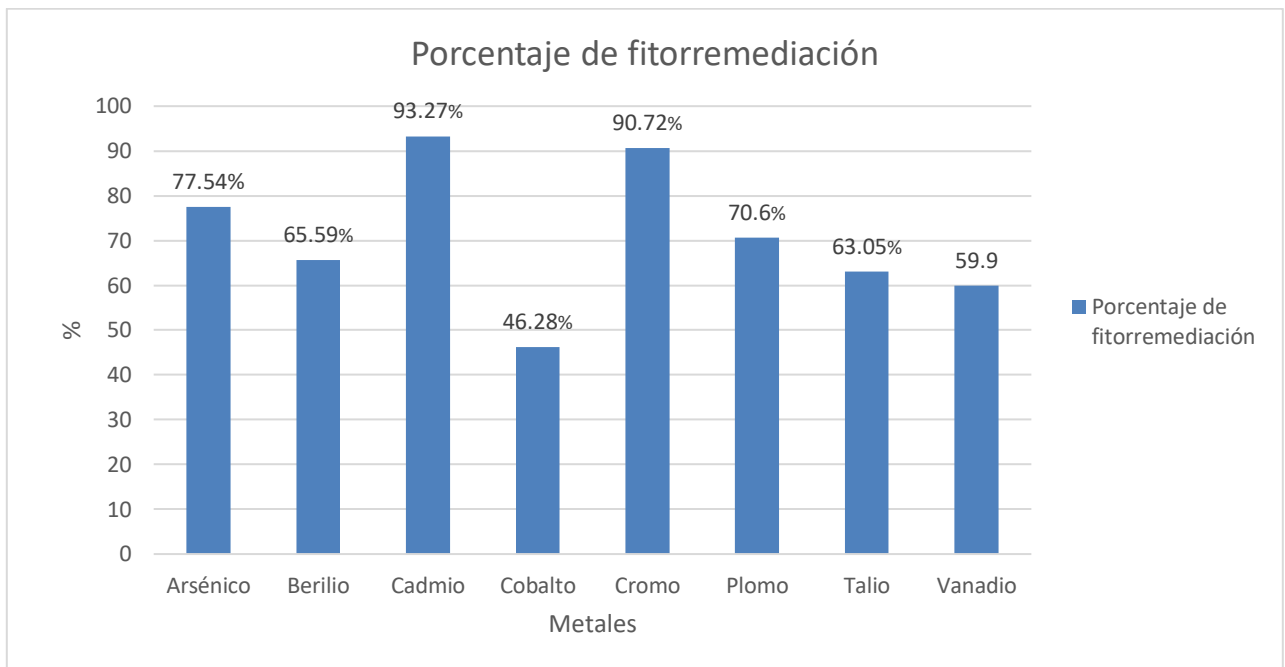
Análisis estadístico del porcentaje de fitorremediación promedio de la vetiveria

Análisis estadísticos	Arsénico	Berilio	Cadmio	Cobalto	Cromo	Plomo	Talio	Vanadio
Fitorremediación promedio	77.54%	65.59%	93.27%	46.28%	90.72%	70.60%	63.05%	59.90%
Desviación Estándar	32.49	16.71	4.99	17.22	7.50	44.94	8.11	18.35
Coefficiente de variación	0.42	0.25	0.05	0.37	0.08	0.64	0.13	0.31
Nivel de significancia	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

Fuente: ALAB E.I.R.L

Figura 10

Porcentaje de fitorremediación promedio de la vetiveria



Al realizar el análisis estadístico, usando el programa IBM SPSS, se observa que, en promedio, los porcentajes de fitorremediación más altos corresponden al cadmio y al cromo, los cuales alcanzaron un 93.27% y 90.72% respectivamente. Por otro lado, el cobalto es el metal que presentó un menor porcentaje de fitorremediación por vetiveria, con solo el 46.28%. Cabe recalcar que los resultados tanto del cadmio como del cromo tienen un coeficiente de variación bajo, de 0.05 y 0.08 respectivamente, lo que demuestra una baja dispersión entre los datos obtenidos.

3.4 Eficiencia de fitorremediación

Usando la ecuación 2, se calcula la eficiencia de fitorremediación de la vetiveria, en los metales analizados. Esta fórmula se basa en la unidad, de tal manera que el indicador será 1. De ser menor a 1, es considerado poco eficiente o ineficiente, de acuerdo a cuan cerca está

el resultado, de la unidad; de ser igual a 1, es considerado eficiente; y, de ser mayor a 1, es considerado muy eficiente.

Tabla 6

Eficiencia de fitorremediación de la vetiveria

Metales	Eficiencia de fitorremediación
Arsénico	1.51
Berilio	1.31
Cadmio	1.87
Cobalto	0.93
Cromo	1.81
Plomo	1.41
Talio	1.26
Vanadio	1.20

Fuente: ALAB E.I.R.L

En la tabla 6 se puede observar que, en promedio, la fitorremediación con vetiveria presenta una alta eficiencia en cuanto a los metales arsénico (As), berilio (Be), cadmio (Cd), cromo (Cr), plomo (Pb), talio (Tl) y vanadio (V), ya que superan la unidad base. Solo en caso del cobalto (Co) el experimento presentó poca eficiencia.

CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En la tabla 2 se observa que los suelos agrícolas del área de estudio ubicada en Plazapampa presentan una alta contaminación provocada por metales. Entre los metales analizados se encuentran el Be, con una concentración de 0.64, 0.21 y 0.25 mg/kg o ppm; Cd, con una concentración de 27.05, 2.82 y 3.55 ppm; Co, con 15.82, 8.05 y 10.55 ppm; Cr, con 137.32, 14.73 y 15.48 ppm; Pb, con 3.69, 84.88 y 159.66 ppm; Tl, con 1.05, 0.67 y 0.80 ppm; y, por último, V con 242.81, 89.66 y 88.76 ppm. Según Sánchez (2016) los metales antes mencionados, sobretodo el cadmio, son peligrosos tanto para el medio ambiente como para la salud humana, ya que pueden ingresar al cuerpo y a la cadena trófica, a través del consumo. Esto afecta gravemente a la salud y a los suelos analizados, los cuales son agrícolas y hay presencia de cultivos que son propenso a contaminarse con estos metales.

Los metales con mayor concentración en los suelos agrícolas de Plazapampa son el As, Cd, Cr, Pb y V. En la tesis de Sánchez (2016), se afirma que estos elementos sufren una movilidad, la cual depende bastante de ciertos factores como la presencia de materia orgánica en el suelo. Esta materia hace que los metales sean absorbidos por las plantas, haciendo que ingresen a la cadena trófica. El Cd y el Pb, son considerados de los metales más tóxicos para el ser humano y para el medio ambiente, por lo que es imperativo que se apliquen tecnologías ambientales para su remediación, las que sean amigables con el ambiente.

En la tabla 3 y en los gráficos del 2 al 9 se observa que la especie *Chrysopogon zizanioides* es capaz de fitorremediar, en diferentes proporciones, los metales presentes en este estudio. Los metales más removidos del suelo agrícola son el As, Be, Cd, Pb y Tl, los cuales alcanzaron el Límite de Cuantificación del Método (LCM) usado para la determinación de

metales en el suelo. Esto significa que la concentración de metales se ha reducido incluso más que este límite, por lo que hay menos cantidad de metales presentes, lo que demuestra que es posible que haya existido una fitorremediación completa, con respecto a estos metales. Sin embargo, por motivos de los resultados de los informes de ensayo, se usan los LCM para calcular el porcentaje de fitorremediación.

En el gráfico 10 se puede apreciar que el porcentaje de fitorremediación promedio supera, en la mayoría de metales, el 50%. Esto significa que más del 50% de la concentración de metales en suelos agrícolas han sido removidos del suelo por la vetiveria. En el caso del As, Be, Cd, Cr, Pb, Tl y V, el porcentaje de fitorremediación es de 77.54%, 65.59%, 93.27%, 90.72%, 70.60%, 63.05% y 59.90%, respectivamente; mientras que, en caso del Co, el porcentaje fue de 46.28%. Estos datos concuerdan con la tesis de Cordero (2015), en donde la vetiveria, en un (01) mes y medio a más, pudo fitorremediar más del 50% de metales. Los resultados de su estudio guardan relación con la presente investigación, siendo que los resultados obtenidos rondan y superan este porcentaje de fitorremediación.

En la tabla 4, 5 y en el gráfico 10 se plasman los porcentajes de fitorremediación por parte de la vetiveria en los metales analizados en el presente estudio. Los metales que tuvieron un mayor porcentaje de fitorremediación son el Cd, el Cr, As y el Pb. En el caso del Cd, se logró disminuir la concentración hasta lograr que esté cumpliendo con los ECAs establecidos para este metal. Según Sánchez (2016), los resultados que denotan un porcentaje bastante alto en cuando a la fitorremediación puede deberse a la característica fisicoquímica ácida de los suelos estudios en esta investigación. En un suelo ácido, el cadmio puede ser más susceptible a ser intercambiable y, por ende, sea más disponible para las plantas que se desarrollan en el suelo, lo que facilita su absorción.

En cuanto al Cr, el porcentaje de fitorremediación fue de 90.72%, en dos meses. Este resultado concuerda con la tesis de Pillai, Girija, Prakash & Koshy (2013), cuyos resultados se encuentran entre el 85% y el 95.25%, en 60 días, en concentraciones de cromo entre 50 y 200 ppm, lo que demuestra la alta eficiencia de la vetiveria para fitorremediar este elemento. En este caso en específico, hay un mayor nivel de fitorremediación en el punto PT-BR-01, en comparación con los otros dos puntos, debido a que hay una mayor concentración de Cr. Según la tesis de Pezo y Zavala (2021) cuando hay mayores concentraciones de cromo, debido al flujo difusional, la gradiente de concentración con respecto a este elemento se ve sometida a una presión difusional, lo que ocasiona que se eleve la adsorción de Cr por parte de la especie *Chrysopogon zizanioides*. Debido a ello, cuando en el medio se presenta una mayor concentración se produce mayor adsorción; de la misma forma, cuando hay menor concentración de este metal, hay menor adsorción, porque existe una menor presión de difusión.

En cuanto al As, se tuvo una fitorremediación del 77.54%. Este nivel de fitorremediación fue suficiente para colocar todos los parámetros dentro de lo establecido en los ECAs, donde se estipula que el As no debe tener más de 50 ppm; gracias al uso de la vetiveria, la concentración de As fue menos que 3 ppm. Este metal aumenta su movilidad cuando hay presencia de materia orgánica, pero también depende del pH del suelo. Según Fernández (2012), con respecto al pH, el arsénico suele tener una mayor adsorción en pH ácido. Este fenómeno se da con mayor fuerza y en mayor cantidad en suelos con estas características físico-químicas. Con respecto a la fitorremediación con vetiver realizado en el arsénico, en el trabajo de Fonseca, *et al.* (2021) se dice que esta planta suele acumular este metal en las raíces, pero tienen muy poca translocación de elementos a los brotes. Por esta razón, se sabe

que la vetiveria realiza la absorción de contaminantes por la vía apoplástica, en donde hay un transporte radial, para luego pasar por el primer filtro de difusión y regulación en la endodermis de la planta.

Con respecto al Pb, el porcentaje de fitorremediación es del 70.60%, logrando cumplir con los ECAs establecidos para el plomo. En la investigación de Bellido (2018), se dice que el Pb puede ser retenido en el recurso suelo cuando hay presencia de arcillas o hidróxidos. Sin embargo, el factor más importante a tener en cuenta es el proceso de movilización que tiene el plomo al formar complejos con la materia orgánica y es el intercambio iónico lo que determina su adsorción por parte de las plantas. Es decir, la vetiveria tiene un alto intercambio catiónico con los átomos de plomo, lo que genera que haya un alto porcentaje de fitorremediación. Sin embargo, cabe recalcar que el plomo es un metal persistente; es decir, que se mantiene por largos periodos de tiempo en algún ambiente. Si bien su movilidad puede aumentar debido a la presencia factores externos, este contaminante suele persistir a lo largo de los años, por eso es importante la aplicación de la vetiveria para extraerla del suelo a través de al rizofiltración.

En cuanto a los Be, Tl, Co y V, si bien el porcentaje de remoción fue medio en un tiempo de dos meses, se puede deducir que, de seguir con el proceso de fitorremediación, la vetiveria hubiese eliminado la concentración de estos metales en el suelo por completo, ya que solo en este corto tiempo se redujo más de la mitad de la presencia de estos metales en el suelo. Además, la vetiveria no presentó desgaste o muerte en este periodo de tiempo, por lo que es posible que el proceso de fitorremediación continúe.

En la investigación hecha por Fonseca, *et al.* (2021), se menciona que el tipo de fitorremediación que realiza la vetiveria es la "rizofiltración". Si bien los contaminantes y

metales presentes en el suelo pueden intervenir y afectar los procesos biológicos, fisiológicos de las plantas y provocar estrés en ellas que pueden inhibir el crecimiento, en el caso de la vetiveria, esta se adapta con facilidad a ambientes con alta concentración de distintos metales. Esta proeza se debe a que la mayor parte de contaminantes absorbidos lo hace por la vía apoplástica, pero reteniéndolos en las raíces, las que actúan como filtro y barrera, realizando una mínima translocación a los brotes a través del xilema con la corriente de transpiración. Es necesario añadir que la etapa fenológica en la que se realiza la rizofiltración es en la etapa de desarrollo. Al terminara la vida de la planta, esta debe ser trasladada por una EO-RS para su disposición final.

Cabe recalcar que, en cuanto al experimento de fitorremediación, la planta vetiveria resultó ser, en su mayoría, altamente eficiente, con respecto a la remoción de metales del suelo. En la tabla 6, se puede apreciar que, en cuanto al As, Be, Cd, Cr, Pb, Tl y V, el proceso de fitorremediación es altamente eficiente, superando la unidad base que se considera en el presente estudio. Mientras que, con el Co, el proceso es poco eficiente, pero se encuentra muy cerca de la unidad, siendo el resultado 0.93, por lo que la eficiencia se hubiese alcanzado en pocas semanas más de fitorremediación por vetiveria. (P&A, 2016)

4.2 Conclusiones

- La eficiencia de fitorremediación de metales presentes en suelos agrícolas, usando vetiveria, es de muy alta en los metales berilio, cadmio, cromo, plomo, talio y vanadio y poco eficiente en el caso del cobalto.
- La concentración promedio de metales en los suelos agrícolas de Plazapampa es, en cuanto al berilio, de 0.37 ppm; en el cadmio, 11.14 ppm; en el cobalto, 11.47 ppm; en el cromo, 55.84 ppm; en el plomo, 82.74 ppm; en el talio, 0.84 ppm; y, en el vanadio, 140.41 ppm.

- El tiempo de fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con metales, usando vetiveria, es de 2 meses.
- El porcentaje promedio de fitorremediación de la vetiveria, en suelos agrícolas contaminados con metales, es de 65.59, en el berilio; de 93.27%, en el cadmio; de 46.28%, en el cobalto; de 90.72%, en el cromo; de 70.60%, en el plomo; de 63.05, en el talio; y, de 59.90%, en el vanadio.
- Se sembraron 12 esquejes de vetiveria en un área de 6 m².

REFERENCIAS

- Arce, S., Azuaje, J., Hernández, A., Marco, L. & Sajo, L. (2013). Uso de *Chrysopogon zizanioides* para la fitorremediación de suelos contaminados por As y Hg. Recuperado de: https://www.vetiver.org/LAICV2F/2%20Environmental%20Protection/E4Sandra_TS.pdf?fbclid=IwAR2fmSeKp420WNzpWFBBCJHbQC4DtA3aYhgOxWy_eZvToEvJWqz43SpXz5xk
- Bellido, V. (2018). Niveles de plomo en los suelos de la urbanización Primavera, distrito de El Agustino. Recuperado de: <https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2251/BELLIDO%20VICENTE%20JESUS%20VIDAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bembibre, C. (2011). Definición de suelo agrícola. Recuperado de: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/suelo-agricola.php>
- Chambi, L., Céspedes, V. & Niura, A. (2017). Evaluación de la presencia de metales pesados en suelos agrícolas y cultivos en tres microcuencas del municipio de Poopó-Bolivia. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182017000100009
- Cordero, J. (2015). Fitorremediación in situ para la recuperación de suelos contaminados por metales pesados (Plomo y Cadmio) y evaluación de Selenio en la Finca Furatena Alta en el Municipio de Utica (Cunidamarca). Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7958/Fitorremediaci%C3%B2n%20in%20situ%20para%20la%20remoci%C3%B2n%20de%20metale>

[s%20pesados%20%28plomo%20y%20cadmio%29%20y%20evaluaci%C3%B2n%20de%20sel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Fernández, I. (2012). Factores que afectan a la movilidad del arsénico en los suelos.

Propuesta de protocolo de actuación para valorar la contaminación de suelos por arsénico. Recuperado de:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=55489#:~:text=La%20movilidad%20del%20ars%C3%A9nico%20en%20los%20suelos%20est%C3%A1%20afectada%20por,o%20retenci%C3%B3n%20de%20este%20metaloides>.

Fonseca, K., Ruiz, J., Espitia, E., Campaña, E. y Moreno, E. (2021). Fitorremediación de aguas contaminadas con arsénico mediante islas flotantes artificiales: revisión bibliográfica. Recuperado de:

https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:cRBi_jpJlr4J:https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/download/34740/36655/+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe

García, L. (2009). Capacidad remediadora y bioacumuladora de los órganos de *Helianthus annuus* L. "girasol" cuando son sometidas a diferentes concentraciones de plomo. Recuperado de:

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4924/TESIS%20MAESTRIA%20-%20Liz%20Garc%C3%ADa%20Zare.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García, Y. Ramírez, W. & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. Recuperado de:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000200001

Goodrick, D. (2014). Estudios de caso comparativos. Recuperado de:

<https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB9ES.pdf>

Huaranga, F., Méndez, E., Quilcat, V. & Huaranga, F. (2012). Contaminación por metales pesados en la Cuenca del Río Moche, 1980 – 2010, La Libertad – Perú.

Recuperado de:

<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/86>

Jara, E., Gómez, J., Montoya, H., Chanco, M., Mariano, M. & Cano, N. (2014). Capacidad fitorremediadora de cinco especies altoandinas de suelos contaminados con metales pesados. Recuperado de:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332014000200004

Landinez, T. & Cubides, E. (2018). Eficiencia del pasto vetiver (*chrysopogon zizanioides*) en la remoción de metales pesados de los lixiviados del relleno sanitario La Guaratara del municipio de Granada – Meta. Recuperado de:

<https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/21125/1/1122130398.pdf>

Minaya, R. (2018). Eficacia de los coagulantes *Linum usitatissimum* y *Salvia hispánica* en la remoción de sedimentos de las aguas residuales de la avícola San Fernando S. A. C. para el uso de riego categoría3. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/18617/Minaya_LRK.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Muga, J. (2017). Fitoextracción de cadmio en el suelo por medio del cultivo de cosmos (*Cosmos bipinnatus*), del distrito de Corcona, Huarochirí 2017. Recuperado de:

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

Munive, R. (2018). Recuperación de suelos degradados por contaminación con metales pesados en el valle del Mantaro mediante compost de stevia y fitorremediación. Recuperado de:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3770/munive-cerron-ruben-victor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Murillo, J. (2012). Métodos de investigación de enfoque experimental. Recuperado de: <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>

Obeso, A., Castillo, A., Gurreonero, J. & Vejarano, R. (2017). Fitorremediación de suelos contaminados con metales pesados mediante cultivo de geranio (*Pelargonium zonale*). Recuperado de: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/9832>

Sánchez, G. (2016). Ecotoxicología del cadmio. Recuperado de: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/GARA%20SANCHEZ%20BARRON.pdf>

Pezo, D. & Zavala, B. (2021). Influencia de la concentración de cromo (III) del efluente de curtiembre sobre la capacidad de adsorción del pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*). Recuperado de: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/17509>

Pillai, S., Girija, N., Prakash, G., & Koshy, M. (2013). Impact of using organic manure to enhance phytoremediation of Vetiver grass in hexavalent chromium contaminated soils. India: Chemistry and Ecology.

P&A. (2016) ¿Cómo se calcula la efectividad, eficacia y eficiencia de una empresa?.

Disponible en: [https://grupo-pya.com/se-calcula-la-efectividad-eficacia-eficiencia-una-empresa/#:~:text=Eficiencia%3D%20\(Resultado%20alcanzado%2FCosto,Coste%20estimado\)*Tiempo%20previsto.](https://grupo-pya.com/se-calcula-la-efectividad-eficacia-eficiencia-una-empresa/#:~:text=Eficiencia%3D%20(Resultado%20alcanzado%2FCosto,Coste%20estimado)*Tiempo%20previsto.)

Sotomayor, B. (2016). Determinación de metales pesados en suelos aledaños a la mina

“La Platosa” en Bermijillo, Durango. Recuperado de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8300/BRIANDA%20SOTOMAYOR%20BORROEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres, D., Cumana, A., Torrealva, O. & Posada, D. (2010). Uso del vetiver para la

fitorremediación de cromo en lodos residuales de una tenería. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000200005

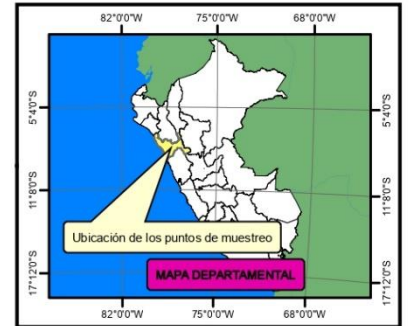
Zapata, J. (2019). Contenido de metales pesados en vegetación alrededor de una mina

cerrada en la región Piura. Recuperado de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4052/ING_627.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Figura 11

Mapa de puntos de monitoreo



UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	EFICIENCIA DE LA VETIVERIA (<i>Chrysopogon zizanioides</i>) EN LA FITORREMEDIACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS CONTAMINADOS CON METALES PESADOS EN EL CASERÍO DE PLAZAPAMPA – DISTRITO SALPO – PROVINCIA OTUZCO – LA LIBERTAD, 2021”	Distrito:	Salpo	Bolsado por Brenda Jamaly, Sandoval Polo	Mapa de monitoreo de suelos	Sistema de coordenadas:	UTM	Escala:	1:3000
		Provincia:	Otuzco			Departamento:	La Libertad	Zona:	17 M
						Fecha:	2021		

Figura 12

Informe de ensayo de las muestras de mayo



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-5486

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: BRENDA JAMALY SANDOVAL POLO
2.-DIRECCIÓN	: NO INDICA
3.-PROYECTO	: EFICIENCIA DE LA VETIVERIA EN LA FITORREMEDIACION DE SUELOS AGRICOLAS CONTAMINADOS CON METALES PESADOS
4.-PROCEDENCIA	: NO INDICA
5.-SOLICITANTE	: BRENDA JAMALY SANDOVAL POLO
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-21-2324
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2021-06-10

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Suelos
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 3
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2021-05-28
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2021-05-28 al 2021-06-10

Gaby Moreno Muñoz
Jefe de Laboratorio
CIP N° 191207

Marco Valencia Huerta
Ingeniero Químico
CIP N° 152207

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Figura 13

Informes de ensayo de las muestras de mayo



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-5486

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Metales Totales ²	EPA Method 3050B - Rev.2 / EPA Method 200.7 - Rev. 4.4	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Solis / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

¹EPA¹ : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

² Ensayo acreditado por el IAS

Figura 14

Informes de ensayo de las muestras de mayo



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-5486

IV. RESULTADOS

ITEM	1		2		3	
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-21-19508		M-21-19509		M-21-19510	
CÓDIGO DEL CLIENTE:	PT-BR-01		PT-BR-02		PT-BR-03	
COORDENADAS:	E:0757480		E:0757407		E:0757435	
UTM WGS 84:	N:9115864		N:9115805		N:9115854	
PRODUCTO:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
FECHA y HORA DE MUESTREO :	22-05-2021 10:00		22-05-2021 10:00		22-05-2021 10:00	
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Metales Totales ²						
Aluminio	mg/Kg MS	2,00	7,00	54,56	15 753,93	13 137,65
Antimonio	mg/Kg MS	0,80	3,00	<3,00	5,81	3,25
Arsénico	mg/Kg MS	0,80	3,00	5,00	78,20	84,49
Bario	mg/Kg MS	0,10	0,30	<0,30	89,99	79,75
Berilio	mg/Kg MS	0,03	0,10	0,64	0,21	0,25
Bismuto	mg/Kg MS	0,70	2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Boro	mg/Kg MS	4,00	10,00	75,10	<10,00	<10,00
Cadmio	mg/Kg MS	0,10	0,30	27,05	2,82	3,55
Calcio	mg/Kg MS	1,00	3,00	<3,00	2 811,34	2 392,28
Cerio	mg/Kg MS	2,00	7,00	9,13	25,05	26,60
Cobalto	mg/Kg MS	0,20	0,70	15,82	8,05	10,55
Cobre	mg/Kg MS	0,30	1,00	24 882,36	166,35	240,94
Cromo	mg/Kg MS	0,40	1,00	137,32	14,73	15,48
Estaño	mg/Kg MS	0,70	2,00	20,42	<2,00	<2,00
Estroncio	mg/Kg MS	0,03	0,10	6,49	23,95	17,92
Fosforo	mg/Kg MS	6,00	20,00	68,35	508,74	624,27
Hierro	mg/Kg MS	3,00	10,00	<10,00	27 457,17	25 536,58
Litio	mg/Kg MS	0,10	0,30	5 425,30	9,84	9,20

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

*-: No ensayado

NA: No Aplica

Figura 15

Informes de ensayo de las muestras de mayo



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-5486

ITEM				1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-21-19508	M-21-19509	M-21-19510
CÓDIGO DEL CLIENTE:				PT-BR-01	PT-BR-02	PT-BR-03
COORDENADAS:				E:0757480	E:0757407	E:0757435
UTM WGS 84:				N:9115864	N:9115805	N:9115854
PRODUCTO:				SUELOS		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA		
FECHA y HORA DE MUESTREO:				22-05-2021 10:00	22-05-2021 10:00	22-05-2021 10:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Magnesio	mg/Kg MS	2,00	7,00	620,25	5 557,48	5 038,01
Manganeso	mg/Kg MS	0,10	0,30	0,65	458,09	1 255,80
Molibdeno	mg/Kg MS	0,40	1,00	246,26	<1,00	1,31
Niquel	mg/Kg MS	0,50	2,00	535,68	6,85	6,59
Plata	mg/Kg MS	0,20	0,70	<0,70	<0,70	<0,70
Plomo	mg/Kg MS	1,00	3,00	3,69	84,88	159,66
Potasio	mg/Kg MS	30,00	99,00	<99,00	3 899,12	3 398,13
Selenio	mg/Kg MS	2,00	7,00	582,73	<7,00	<7,00
Silice	mg/Kg MS	20,00	50,00	<50,00	820,65	828,36
Silicio	mg/Kg MS	42,80	107,00	<107,00	<107,00	<107,00
Sodio	mg/Kg MS	3,00	10,00	<10,00	269,31	268,19
Talio	mg/Kg MS	0,10	0,30	1,05	0,67	0,80
Titanio	mg/Kg MS	2,00	7,00	<7,00	1 319,85	1 220,11
Uranio	mg/Kg MS	1,00	3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Vanadio	mg/Kg MS	0,30	1,00	242,81	89,66	88,76
Zinc	mg/Kg MS	0,20	0,70	<0,70	222,16	271,09

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " $<$ "= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " $<$ "= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Figura 16

Informes de ensayo de las muestras de julio



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-9218

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: BRENDA JAMALY SANDOVAL POLO
2.-DIRECCIÓN	: NO INDICA
3.-PROYECTO	: EFICIENCIA DE LA VETIVERIA EN LA FITORREMEDIACION DE SUELOS AGRICOLAS CONTAMINADOS CON METALES PESADO
4.-PROCEDENCIA	: NO INDICA
5.-SOLICITANTE	: BRENDA JAMALY SANDOVAL POLO
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000003651-2021-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2021-10-21

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Suelos
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 3
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2021-08-02
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2021-08-02 al 2021-10-21

Gaby Moreno Muñoz
Jefe de Laboratorio
CIP N° 191207

Marco Valencia Huerta
Ingeniero Químico
CIP N° 152207

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Figura 17

Informes de ensayo de las muestras de julio



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-9218

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Metales Totales ICPOES ²	EPA Method 3050B - Rev.2 / EPA Method 200.7 - Rev. 4.4	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Solis / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

¹"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

² Ensayo acreditado por el IAS

Figura 18

Informes de ensayo de las muestras de julio



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-9218

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-21-32613	M-21-32614	M-21-32615			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	PT-BR-01	PT-BR-02	PT-BR-03			
COORDENADAS:	E:0757480	E:0757407	E:0757435			
UTM WGS 84:	N:9115864	N:9115805	N:9115854			
PRODUCTO:	SUELOS					
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
FECHA y HORA DE MUESTREO :	22-07-2021 10:00	22-07-2021 10:00	22-07-2021 10:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Metales Totales ICPOES ²						
Aluminio	mg/Kg MS	2,00	7,00	18 190,35	17 648,83	18 260,77
Antimonio	mg/Kg MS	0,80	3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Arsénico	mg/Kg MS	0,80	3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Bario	mg/Kg MS	0,10	0,30	148,61	147,06	241,46
Berilio	mg/Kg MS	0,03	0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Bismuto	mg/Kg MS	0,70	2,00	20,49	24,45	29,71
Boro	mg/Kg MS	4,00	10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Cadmio	mg/Kg MS	0,10	0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Calcio	mg/Kg MS	1,00	3,00	8 528,53	7 932,09	7 299,36
Cerio	mg/Kg MS	2,00	7,00	31,40	28,14	35,43
Cobalto	mg/Kg MS	0,20	0,70	5,43	5,41	6,29
Cobre	mg/Kg MS	0,30	1,00	65,69	80,41	84,49
Cromo	mg/Kg MS	0,40	1,00	1,81	1,52	2,51
Estaño	mg/Kg MS	0,70	2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Estroncio	mg/Kg MS	0,03	0,10	41,06	38,07	36,66
Fosforo	mg/Kg MS	6,00	20,00	853,64	666,78	598,58
Hierro	mg/Kg MS	3,00	10,00	40 561,68	41 595,53	40 204,64
Litio	mg/Kg MS	0,10	0,30	<0,30	<0,30	<0,30

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " \leq "= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " \leq "= Menor que el L.D.M.

"*": No ensayado

NA: No Aplica

Figura 19

Informes de ensayo de las muestras de julio



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-9218

ITEM				1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-21-32613	M-21-32614	M-21-32615
CÓDIGO DEL CLIENTE:				PT-BR-01	PT-BR-02	PT-BR-03
COORDENADAS:				E-0757480	E-0757407	E-0757435
UTM WGS 84:				N:9115864	N:9115805	N:9115854
PRODUCTO:				SUELOS		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA		
FECHA y HORA DE MUESTREO:				22-07-2021 10:00	22-07-2021 10:00	22-07-2021 10:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Magnesio	mg/Kg MS	2,00	7,00	6 342,08	6 722,46	7 264,15
Manganeso	mg/Kg MS	0,10	0,30	847,76	902,50	1 356,24
Molibdeno	mg/Kg MS	0,40	1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Níquel	mg/Kg MS	0,50	2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Plata	mg/Kg MS	0,20	0,70	<0,70	<0,70	<0,70
Plomo	mg/Kg MS	1,00	3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Potasio	mg/Kg MS	30,00	99,00	3 411,55	3 154,45	3 249,54
Selenio	mg/Kg MS	2,00	7,00	<7,00	<7,00	<7,00
Silice	mg/Kg MS	20,00	50,00	773,61	647,36	705,45
Silicio	mg/Kg MS	42,80	107,00	<107,00	<107,00	<107,00
Sodio	mg/Kg MS	3,00	10,00	344,36	319,18	296,34
Talio	mg/Kg MS	0,10	0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Titanio	mg/Kg MS	2,00	7,00	692,49	845,50	1 011,18
Uranio	mg/Kg MS	1,00	3,00	<3,00	<3,00	<3,00
Vanadio	mg/Kg MS	0,30	1,00	46,17	43,77	46,56
Zinc	mg/Kg MS	0,20	0,70	131,89	129,29	119,50

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " $<=$ " Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " $<=$ " Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Figura 20

Siembra de vetiveria



Tabla 7

Matriz de Consistencia

Eficiencia de la Vetiveria (*Chrysopogon zizanioides*) en la Fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con metales pesados, en el Caserío Plazapampa - Distrito Salpo - Provincia Otuzco - La Libertad, 2021.

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLE	METODOLOGIA
¿Cuál es la eficiencia de la vetiveria (<i>chrisopogon zizanioides</i>) en la fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con metales, en el caserío Plazapampa - Distrito Salpo - Provincia Otuzco - La Libertad? 2021?	<p>Hipótesis general: El cultivo de la vetiveria (<i>Chrysopogon zizanioides</i>) es eficiente en la fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con metales, en el Caserío Plazapampa – Distrito Salpo – Provincia Otuzco – La Libertad, 2021.</p>	<p>Objetivo General: Determinar la eficiencia de la vetiveria (<i>Chrysopogon zizanioides</i>) en la fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con metales, en el Caserío Plazapampa – Distrito Salpo – Provincia Otuzco – La Libertad, 2021.</p>	<p>Variable Independiente: Suelos Agrícolas Contaminadas con metales.</p>	<p>Diseño: El diseño del proyecto es experimental, en donde se manipulan las variables de investigación.</p>
	<p>Hipótesis específicas:</p>	<p>Objetivos Específicos:</p>		<p>Población: Suelos agrícolas del Caserío Plazapampa.</p>

<ul style="list-style-type: none"> - El nivel de contaminación de suelos agrícolas presentes en el área de estudio, es alto. - El tiempo de fitorremediación de suelos agrícolas contaminados por metales pesados, usando vetiveria, no es mayor a 2 meses. - El porcentaje de fitorremediación de la vetiveria, en suelos agrícolas contaminados con metales, es mayor al 50%. 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar el nivel de contaminación, por metales, presentes en los suelos agrícolas del área de estudio. - Determinar el tiempo de fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con metales, usando vetiveria. - Evaluar el porcentaje de fitorremediación de la vetiveria, en suelos agrícolas contaminados con metales. 	<p>Variable Dependiente: Eficiencia de la vetiveria (<i>chrysopogon zizanioides</i>) en la fitorremediación.</p>	<p>Muestra: 6 metros cuadrados de suelos agrícolas contaminados por metales, proveniente del caserío Plazapampa.</p> <p>Instrumentos: Experimental de laboratorio.</p> <p>Análisis de datos: Analizar estadísticamente los resultados obtenidos después de la fitorremediación.</p>
--	---	---	--

Tabla 8

Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable Independiente: Suelos Agrícolas Contaminadas con metales pesados.	Son suelos de uso netamente agrícolas, cuyas propiedades han sido alteradas debido a la presencia de contaminantes (metales pesados) que alteran su estructura, composición y/o productividad.	<ul style="list-style-type: none"> - Propiedades, uso y estructura del suelo. - Presencia de metales pesados en el suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de las características fisicoquímicas del suelo. - Análisis de metales (Berilio, Plomo, Cromo, Cadmio, etc.) 	- Análisis de laboratorio por el método de Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos.
Variable Dependiente: Eficiencia de la vetiveria (<i>chrysopogon zizanioides</i>) en la fitorremediación.	La fitorremediación 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, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo.	<ul style="list-style-type: none"> - Características fisiológicas de la vetiveria. - Absorción de metales pesados del suelo. 	- Análisis de metales (Berilio, Plomo, Cromo, Cadmio, etc.)	- Análisis de laboratorio por el método de Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos.

Figura 22

Cadena de custodia

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELO, LODO Y SEDIMENTO										L:	FG-095-27.12.1										
Datos del cliente Razón Social: <u>Brenda Jumaly Sandoual Polo</u> Persona de contacto: <u>Brenda Sandoual Polo</u> Correo / Teléfono: <u>brenda-jumaly@hotmail.com/946051038</u> Nombre del proyecto: <u>Eficiencia de la vetiveria en la fitoremediación de Suelos Agrícolas contaminados</u>												Orden de servicio: <u>2021-3651</u> Plan de Monitoreo: Cadena de custodia: <u>CC-21-9143</u> Pág. ____ de ____ Informe de ensayo: <u>IE-21-9218</u> Procedencia o lugar de muestreo:	R: W:	01 2019-Sep-06									
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				PARAMETROS DE ENSAYO																OBSERVACIONES			
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Ubicación (Coordenadas UTM)	Méguas T.																	
1	Pt-BR-01	32613	F: 22/07/21 H: 10 AM	Suelo	N: 9115864 E: 757480	X																	
2	Pt-BR-02	32614	F: 22/07/21 H: 10 AM	Suelo	N: 9115805 E: 757407	X																	
3	Pt-BR-03	32615	F: 22/07/21 H: 10 AM	Suelo	N: 9115854 E: 757435	X																	
4			F: H:		N: E:																		
5			F: H:		N: E:																		
6			F: H:		N: E:																		
7			F: H:		N: E:																		
8			F: H:		N: E:																		

Descripción de equipos utilizados:		Legenda		Muestreado por:		Cliente:		Recepción de muestra:	
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo		F	H	Tamb	T refr.	E	N
1				Fecha	Hora	Temperatura ambiente	Temperatura de refrigeración	Este	Noite
2						NC	Conforme	No conforme	
3									
4									
5									
6									
7									
8									

Muestreado por:		Cliente:		Recepción de muestra:	
Nombre:	<u>Brenda Sandoual Polo</u>			Fecha/Hora:	<u>22/07/21 hora: 10AM</u>
Firma:	<u>[Firma]</u>				

Condiciones de recepción:		Muestreado por:		Cliente:	
T amb. (°C)	T refr. (°C)	<input type="checkbox"/> ALAB	<input checked="" type="checkbox"/> Cliente	C	NC
Temperatura de conservación:					
Temperatura de conservación:					
Otros:					
Código de equipo de verificación:				C	NC
Embalaje adecuado de muestras:					
Registro correcto de cadena:					

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El asesor Marieta Eliana Cervantes Peralta, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería Ambiental, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo del proyecto de investigación del(os) estudiante(s):

- Brenda Jamaly Sandoval Polo

Por cuanto, **CONSIDERA** que el proyecto de investigación titulado: **“EFICIENCIA DE LA VETIVERIA (*CHRYSOPOGON ZIZANIOIDES*) EN LA FITORREMEDIACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS CONTAMINADOS CON METALES, EN EL CASERÍO DE PLAZAPAMPA – DISTRITO SALPO – PROVINCIA OTUZCO – LA LIBERTAD, 2019”** para aspirar al título profesional por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al(los) interesado(s) para su presentación.

Msc. Marieta Eliana Cervantes Peralta

Asesor