



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Efecto de la dosificación de *Pleurotus ostreatus* en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo Cajamarca”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Reátegui de la Cruz, Kasandra.(ORCID: 0000-0003-4662-4508)

ASESOR:

Ing. Villacorta Gonzáles, Misael Ydilbrando (ORCID: 0000-0002-5346-4824)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales.

Trujillo - Perú

2018

Página del jurado

DEDICATORIA

A nuestras familias, amigos y personas especiales en nuestras vidas que nos acompañaron durante todo el proceso universitario, que me permite hoy en día convertirme en profesional, que es lo que tanto he anhelado, gracias a cada maestro que formó parte de este proceso integral formativo.

AGRADECIMIENTO

Primero, antes de nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecerme e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido soporte y compañía en esta vida universitaria.

Agradecer hoy y siempre a mi familia por el esfuerzo realizado, por el apoyo en mis estudios, de no ser así esto no sería posible. Agradecer a la Universidad César Vallejo por permitirme realizar mi investigación y brindarme su apoyo en todo el proceso.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Reátegui de la Cruz Kasandra con DNI N° 77914332 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se muestran en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Trujillo, 12 de diciembre del 2018.



Kasandra Reátegui de la Cruz.

DNI 77914332

ÍNDICE

Carátula.....	i
Página del jurado.....	ii
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice...	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Formulación del problema	8
1.2. Justificación del estudio	8
1.3. Hipótesis	9
1.4. Objetivos	9
1.4.1. Objetivo General	9
1.4.2. Objetivos Especifico.....	10
II. MÉTODO	11
2.1. Diseño de investigación	11
2.2 Variable y Operacionalización	11
2.2. Población y muestra	13
2.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	14
2.4. Aspectos éticos	15
III. RESULTADOS.....	16
IV. DISCUSIÓN.....	21
V. CONCLUSIONES	22
VI. RECOMENDACIONES.....	23
REFERENCIAS	24
ANEXOS	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.	12
Tabla 2: Coordenadas de los puntos de muestras.	14
Tabla 3: Porcentaje de remoción de metales pesados	16
Tabla 4: Prueba de normalidad.....	17
Tabla 5: Prueba de homogeneidad de varianzas.	17
Tabla 6: Arsénico	17
Tabla 7: Análisis de Varianza de Arsénico	18
Tabla 8: Prueba Post hoc – Tukey para Arsénico.	18
Tabla 9: Cerio.....	19
Tabla 10: Análisis de Varianza Cerio	19
Tabla 11: Prueba Post hoc – Tukey para Cerio.....	19
Tabla 12: Antimonio	20
Tabla 13: Análisis de Varianza de Antimonio	20
Tabla 14: Prueba Post hoc – Tukey para Antimonio.....	20
Tabla 15: Bario.....	35
Tabla 16: Análisis de Varianza de Bario.....	35
Tabla 17: Prueba Post hoc – Tukey para Bario	35
Tabla 18: Cadmio.....	36
Tabla 19: Análisis de Varianza de Cadmio.....	36
Tabla 20: Prueba Post hoc – Tukey para Cadmio.	36
Tabla 21: Cobalto.....	37
Tabla 22: Análisis de Varianza de Cobalto.....	37
Tabla 23: Prueba Post hoc – Tukey para Cobalto.	37
Tabla 24: Cobre.....	38
Tabla 25: Análisis de Varianza de Cobre.....	38
Tabla 26: Prueba Post hoc – Tukey para Cobre.	38
Tabla 27: Plomo	39
Tabla 28: Análisis de Varianza de Plomo	39
Tabla 29: Prueba Post hoc – Tukey para Plomo.	39
Tabla 30: Níquel.....	40
Tabla 31: Análisis de Varianza de Níquel.....	40
Tabla 32: Prueba Post hoc – Tukey para Níquel.....	40
Tabla 33: Estaño.....	41
Tabla 34: Análisis de varianza de Estaño.....	41
Tabla 35: Prueba Post hoc – Tukey para Estaño.	41
Tabla 36: Estroncio	42
Tabla 37: Análisis de Varianza de Estroncio	42
Tabla 38: Prueba Post hoc – Tukey para Estroncio.....	42
Tabla 39: Talio.	43
Tabla 40: Análisis de Varianza de Talio	43
Tabla 41: Prueba Post hoc – Tukey para Talio	43
Tabla 42: Zinc	44
Tabla 43: Análisis de Varianza de Zinc	44
Tabla 44: Prueba Post hoc – Tukey para Zinc.....	44
Tabla 45: Arsénico.....	45

Tabla 46: Análisis de Varianza de Arsénico.....	45
Tabla 47: Prueba Post hoc – Tukey para Arsénico	45
Tabla 48: Níquel.....	46
Tabla 49: Análisis de Varianza de Níquel.....	46
Tabla 50: Prueba Post hoc – Tukey para Níquel.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localización del área de estudio.....	13
Figura 2: Localización de Puntos de Muestreo en el Área de Excavación.....	13
Figura 3: Porcentaje Arsénico	18
Figura 4: Porcentaje Cerio.....	19
Figura 5: Porcentaje de Antimonio.....	20
Figura 6: Porcentaje de Bario.....	35
Figura 7: Porcentaje de Cadmio	36
Figura 8: Porcentaje de Cobalto	37
Figura 9: Porcentaje de Cobre.....	38
Figura 10: Porcentaje de Plomo	39
Figura 11: Porcentaje Níquel.....	40
Figura 12: Porcentajes de Estaño	41
Figura 13: Porcentajes de Estroncio.....	42
Figura 14: Porcentajes de Talio.....	43
Figura 15: Porcentajes de Zinc.....	44

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la instalación de la Universidad César Vallejo. Teniendo como objetivo evaluar el efecto de la dosificación de *Pleurotus ostreatus* en la absorción de metales pesados en suelos contaminados de Shahuindo en la provincia de Cajabamba. El tiempo de cultivo fue de 25 días, se aplicó 4 tratamientos con 3 repeticiones y una muestra en blanco. Se aplicó un diseño experimental unifactorial, en el cual se evaluó 4 tratamientos con 3 repeticiones, haciendo uso de macetas experimentales con capacidad de 1kg. Para la dosificación de cada maceta fue diferente con *Pleurotus ostreatus* y el suelo contaminado en cantidades de 50, 100, 150, y 200 gr. de *Pleurotus ostreatus*, fueron cultivadas en macetas experimentales con capacidad de 1kg. Se evaluó la capacidad de absorción de *Pleurotus ostreatus* en suelos contaminados con metales pesados al comparar los resultados de pre y post tratamiento como también el tejido vegetal donde se llega a la conclusión que el porcentaje promedio de absorción está por encima del 50% en los metales pesados. Los metales como Plata (Ag), Hierro (Fe), Mercurio (Hg), Molibdeno (Mo) y Selenio (Se) no tuvieron variación significativa en cuanto a la absorción. Se logró evaluar la mejor dosificación de *Pleurotus ostreatus* mediante el método estadístico ANOVA, con la aplicación del test HSD de Tukey se concluyó que el mejor tratamiento para la absorción de metales pesados es en el tratamiento A3: 150 gr. de P.o + 850 gr. de Sc., para metales como Arsénico (As) con 78.04% de efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados en la repetición 2. Además, para metales como Cadmio (Cd) con 77.23% en la repetición 2, Cobre (Cu) con 40.07% en la repetición 2, Plomo (Pb) con 68.97% en la repetición 3, Estroncio (Sr) con 69.20% en la repetición 3, Níquel (Ni) con 66% en la repetición 1. Seguido del Tratamiento A4: 200 gr. de P.o + 800 gr. de Sc., para metales como para Cerio (Ce) con 82.73% de efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados en la repetición 3. Además, para metales como Bario (Ba) con 87.60% en la repetición 2, Cobalto (Co) con 87.53% en la repetición 2, Talio (Tl) con 87.37% en la repetición 2, Zinc (Zn) con 84.77% en la repetición 2. Además, se concluyó con el tratamiento A2: 100 gr. de P.o + 900 gr. de Sc., para metales como Antimonio (Sb) con 65.13% de efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados en la repetición 1. Además, para metales como Estaño (Sn) con 69.97% en la repetición 1.

Palabras claves: *Pleurotus ostreatus*, dosificación, metales pesados.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the installation of the Cesar Vallejo University. Aiming to evaluate the effect of the dosage of *Pleurotus ostreatus* on the absorption of heavy metals in contaminated soils of Shahuindo in the province of Cajabamba. The culture time was 25 days, 4 treatments were applied with 3 repetitions and a blank sample. A unifactorial experimental design was applied, in which 4 treatments with 3 repetitions were evaluated, using experimental pots with a capacity of 1kg. For the dosage of each pot was different with *Pleurotus ostreatus* and contaminated soil in amounts of 50, 100, 150, and 200 gr. of *Pleurotus ostreatus*, were cultivated in experimental pots with a capacity of 1kg. The capacity of absorption of *Pleurotus ostreatus* in soils contaminated with heavy metals was evaluated when comparing the results of pre and post treatment as well as the vegetal tissue where it is concluded that the average percentage of absorption is above 50% in metals heavy. Metals such as Silver (Ag), Iron (Fe), Mercury (Hg), Molybdenum (Mo) and Selenium (Se) did not have significant variation in terms of absorption. It was possible to evaluate the best dosage of *Pleurotus ostreatus* by means of the ANOVA statistical method, with the application of the Tukey HSD test it was concluded that the best treatment for the absorption of heavy metals is in the A3 treatment: 150 gr. of P.o + 850 gr. of Sc., for metals such as Arsenic (As) with 78.04% positive effect on the absorption of heavy metals in contaminated soils in repetition 2. In addition, for metals such as Cadmium (Cd) with 77.23% in repetition 2, Copper (Cu) with 40.07% in Repetition 2, Lead (Pb) with 68.97% in Repetition 3, Strontium (Sr) with 69.20% in Repetition 3, Nickel (Ni) with 66% in Repetition 1. Followed by Treatment A4: 200 gr. of P.o + 800 gr. of Sc., for metals as for Cerium (Ce) with 82.73% of positive effect on the absorption of heavy metals in contaminated soils in repetition 3. Also, for metals such as Barium (Ba) with 87.60% in repetition 2, Cobalt (Co) with 87.53% in Repetition 2, Thallium (Tl) with 87.37% in Repetition 2, Zinc (Zn) with 84.77% in Repetition 2. In addition, it was concluded with treatment A2: 100 gr. of P.o + 900 gr. of Sc., for metals such as Antimony (Sb) with 65.13% positive effect on the absorption of heavy metals in contaminated soils in repetition 1. Also, for metals such as Tin (Sn) with 69.97% in repetition 1.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, dosage, heavy metals.

I. INTRODUCCIÓN

La superficie terrestre denominada suelo, es el sustrato donde se desarrollan las plantas vegetales, muy importante por su aporte de nutrientes que permiten su desarrollo, a la superficie del globo terráqueo se le denomina también corteza terrestre, la cual está conformada por minerales, materia orgánica, aire, agua, microorganismos, entre otros, los cuales en su relación con el clima forman ecosistemas terrestres de vital importancia para el desarrollo de la vida animal y vegetal de diferentes especies así como la vida humana.

En el suelo se desarrollan variaciones eco sistémicas, como producción de biomasa, nutriente que permite la existencia la biodiversidad de los ecosistemas en la tierra. Favorece la regulación del clima mediante la absorción de carbono por las plantas y formación de materia orgánica, reduciendo las emisiones de gases. En el suelo se desarrollan una serie de organismos con múltiples funciones que de no existir los ecosistemas colapsarían.

Un suelo productivo es una buena protección contra el cambio climático, aumentar materia orgánica y conservar su estructura son alternativas sostenibles para asegurar la alimentación y reducir gases de efecto invernadero según lo establecido en el tratado de París sobre el cambio climático (Naciones Unidas, 2015).

Se debe hacer cambios culturales en el comportamiento de los seres humanos dirigidos al respeto del suelo, sus componentes y la vida que en el habita (Feller, 2015).

En el mundo el grave problema de contaminación de suelos por metales pesados se (Dos Santos et al., 2016), debido a actividades humanas (Zhang et al., 2019) como el desarrollo de las industrias, población de las ciudades, desarrollo de la agricultura, avance tecnológico y actividades mineras (Dos Santos et al., 2016; Londoño-Franco, 2016). Esta última en su extracción, proceso y refinación constituye la mayor fuente de contaminación de suelos (Dos Santos et al., 2015; Pérez-Sirvent et al., 2017). Esta contaminación de la superficie terrestre ocasiona graves consecuencias a la salud humana y ecosistemas (Doležalová et al., 2019).

El exceso de metales pesados acumulados en el cuerpo, ocasiona graves daños a la salud humana, el arsénico causa lesiones en la piel, afecta vasos sanguíneos, así como al sistema nervioso. Concentraciones elevadas de arsénico causa enfermedades agudas que pueden ser letales. Los síntomas son fiebre, hepatomegalia, melanosis, arritmia cardíaca, neuropatía periférica, anemia y leucopenia. (Londoño L. et al 2016).

PRIETO J. , et al, (2009); Manifiestan que evaluar metales pesados como el cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb) y arsénico (As) es de vital importancia por ser tóxicos, acumulables en el cuerpo, están presentes en nutrientes de la cadena trófica y se transfieren a los eslabones de la cadena alimenticia, constituyéndose en amenaza por sobreexposición en seres humanos.

La contaminación del suelo por metales pesados ocasiona impactos en la ecología de los sistemas en áreas o zonas cercanas a actividades mineras los cuales se movilizan a las fuentes de agua, suelo y aire; se mantienen en los sistemas y son difíciles de degradar (Reyes Y., et al 2016).

La Environmental Protection Agency, EPA, considera contaminantes al: arsénico, cadmio, cobre, níquel, plomo, talio, antimonio, berilio, cromo, mercurio, plata, selenio y zinc; como los más tóxicos, estos elementos con peso atómico mayor el del hierro (55,85g/mol). (Galán E., et al, 2008).

Las actividades mineras en la actualidad son una amenaza al medio ambiente pues contaminan áreas de cultivo agrícola, nuestro país eminentemente minero y soporte principal de nuestra economía representa un grave problema ambiental (Peña F., et al, 2012); Sustenta su apreciación en la contaminación ocasionada por la refinación de metales en La Oroya, Perú; estos contaminantes persisten en el ambiente ocasionando problemas muta génicos y carcinógenos.

OSORES F., (2016); Sustenta que en nuestro país, no existen políticas rigurosas en cuanto a la protección de los seres humanos pese a graves evidencias de casos como en Cerro de Pasco (Pasco), La Oroya (Junín), San Mateo (Lima), entre estas los pasivos mineros. Una muestra ocurre en Espinar (Cusco) donde se realizaron estudios a la población encontrando metales pesados en su organismo, en pastos y fuentes de agua ubicados en la cercanía donde almacenan restos mineros de la minería en Tintaya.

OEFA, 2017, evaluó muestras de agua, sedimentos, comunidades hidrobiológicas, aire, suelo y tejido vegetal, encontrando parámetros superiores a los permitidos por el ECA (Estándar de calidad ambiental) las muestras de agua en las escorrentías, varias Fuentes Naturales, ríos, encontrando contaminación por metales pesados entre ellos plomo, zinc, arsénico, cadmio, cobre; determinando agua tipo A3, no apta para el consumo humano, por pobladores de caseríos colindantes al proyecto minero.

Esta contaminación debido a la explotación de minerales por SHAHUINDO S.A.C ubicado en el valle del Río Condebamba, 80 kilómetros al SE de la región Cajamarca, provincia de Cajabamba, distrito de Cachachi, dedicada a la extracción de oro por lixiviación es preocupación por su impacto en la salud de sus 26,794 pobladores, en la agricultura y ganadería.

PUGA S., et al, (2006); los micro elementos presentes los suelos son anomalías generadas durante la extracción de minerales, siendo dañinos a la fauna, flora; impactando negativamente las funciones de microorganismos del suelo, restringiendo la degradación de materia orgánica; afectando el desarrollo de las plantas.

La provincia de Cajabamba es eminentemente agrícola, ganadera, para consumo de la población o venta pública, ocupa una extensión de 799,81Km², el 44,25% del área total. Presenta diferente ecosistema en cuanto a fauna y flora, con especies endémicas: como “*Sturnira erythromos*”, “*Leptotyphlops teaguei*” y “*Stenocercus huancabambae*”. Existen pasivos ambientales en Algamarca (bocaminas, desmontes, relaves, infraestructuras), pasivos de la actividad minera informal generando áreas contaminadas por escorrentías a las quebradas, con alta contaminación, por Arsénico. Del mismo modo, las quebradas de Shahuindo, y otras aledañas con altas concentraciones de Hierro y Manganeso, (Plan de acondicionamiento territorial. PAT, 2016).

ITURBE R., (2010); Sostiene a la biorremediación como tecnología de descontaminación de suelos de metales pesados utilizando los microorganismos del suelo como, bacterias, actinomicetos, protozoos y algas que allí habitan, y que tienen la capacidad de degradar sustancias químicas tóxicas para organismos vivos mayores, como: derivados del petróleo, entre otros. Esta degradación los transforma en CO₂ y agua, mediante este proceso los microorganismos convierten sustancias peligrosas del suelo en no peligrosas. La mayoría de compuestos orgánicos y algunos inorgánicos se degradan biológicamente si encuentran las condiciones físico-químicas propicias.

Según COELLO J., (2011); entre los microorganismos utilizados en biorremediación están el hongo *Pleurotus ostreatus*, clase *basidiomycete*, que tienen capacidad de degradar la lignina, liberando celulosa y hemicelulosa; mediante la enzima llamada lacasa, que cataliza la reacción de degradación de la lignina, utilizando peróxido de hidrógeno. El hongo *Pleurotus ostreatus* presenta mejores condiciones que las bacterias pues con sus hifas

penetra el suelo contaminado y degrada la materia orgánica. La modificación del arreglo molecular del contaminante por la actividad biológica del *Pleurotus ostreatus* determina cuando se produce la descomposición. Las especies de *Pleurotus ostreatus* requieren baja temperatura para su metabolismo, son resistentes a los organismos nativos del suelo. El vegetativo del hongo, se desarrolla en un medio propicio como puede ser cereales y legumbres etc., Los cultivos de hongo a partir de sus esporas se realiza en agar seguido su desarrollo en granos esterilizados, desarrollando el micelio, e hifas el cual sirve de soporte y absorbe nutrientes del suelo. SIFUENTES E., (2014, pág. 21.)

SIFUENTES E., (2014); Sostiene que la temperatura promedio para el cultivo de *P. ostreatus* esta entre 20 a 28°C, considerando como óptima de 25°C, la colonización del sustrato se lleva a cabo entre los 15-20 días iniciales al cultivo. El pH adecuado para el desarrollo del *Pleurotus* con un óptimo entre 5 y 6. La condición fundamental para la propagación del hongo es la humedad relativa entre 90-100%. Los cultivos de hongos para su utilización en procesos de biorremediación son primordiales obteniendo hongos bien fortalecidos.

De acuerdo a la revisión sistemática de los trabajos previos sobre las Cepas de *Pleurotus ostreatus*, los cuales favorecen los procesos de biorremediación en suelos contaminados con metales pesados, reduciendo el impacto negativo sobre el ambiente; a su escaso gasto de energía y ser biodegradable, podemos afirmar que es una buena alternativa para restaurar suelos contaminados por metales pesados. Las cepas *Pleurotus ostreatus* presentan la habilidad de desintegrar los compuestos orgánicos hasta CO₂ y H₂O. El presente estudio de investigación tiene la finalidad de presentar una alternativa para reducir los impactos ambientales ocasionados por metales pesados. En consecuencia: ¿El efecto de la dosificación de *Pleurotus ostreatus* contribuye en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo Cajamarca?

COELLO J., (2011), En su investigación titulado “Aplicación de Hongo *Pleurotus ostreatus* como alternativa para la biorremediación de suelos contaminados con metales pesados”. Comprobó, los buenos resultados de hongos, como biorremediador utilizando el *Pleurotus ostreatus* en suelos contaminados con metales pesados, y a su vez estudió la remoción de metales en función del tiempo. El desarrollo de su investigación tuvo 12 muestras que se centró en la inoculación de hongos en tubos de ensayo y fueron seleccionadas 6 para el control y 6 para el tratamiento, siendo escogidas 2 para el inicio; 2 para 15 días después y 2

al restante 30 días. Los resultados mostraron la efectividad de la remoción por hongos en distintos metales pesados, así tenemos: Cd a con inicial de 50 mg y final 10 mg con 20% de remoción, en Pb teniendo un 100% de remoción y Cu de 50 a 1.0 mg 2% de remoción mg. Se concluyó que el hongo *Pleurotus ostreatus* ayuda en la sustracción de metales pesados.

LEMACHE E., (2017), Investigación la “Determinación de la capacidad de cadmio y plomo por hongos de la podredumbre blanca *Pleurotus ostreatus* en suelos de la zona el Timbre Cantón Quinde”. Se comprobó la eficiencia del hongo en la absorción de metales en los suelos contaminado, así mismo estudió la efectividad del sustrato mejorado con materia orgánica, considerando el procedimiento del *Pleurotus ostreatus* en la absorción de metales en suelos. Concluyendo que el sustrato con materia orgánica y *Pleurotus ostreatus* presentó efectividad al remover el 90.9% de cadmio y 55% plomo; así comprobó la eficacia en la eliminación de metales, de los hongos y el sustrato orgánico.

URRUTIA B., (2019). En su trabajo de investigación llamado “Tolerancia de *Pleurotus ostreatus* a diferentes concentraciones de plomo”. Buscan utilizar la técnica de biorremediación para reducir los contaminantes de plomo, es por ello que ensayaron técnicas in vitro en placas petri para determinar la tolerancia de la cepa fúngica *Pleurotus ostreatus* a distintas concentraciones de plomo. Se sometieron a distintas concentraciones que fueron de 50ppm, 150ppm, 250ppm, 350ppm y 400ppm, adicionalmente el blanco. Se comprobó así que la cepa de *Pleurotus ostreatus* tolera concentraciones a partir de 50ppm, pero no puede soportar concentraciones de 450ppm.

ZEGARRA R., (2017). En su investigación “Capacidad del hongo *Pleurotus ostreatus* para la biorremediación de suelos contaminados por Plomo (Pb) en el laboratorio – 2017”. Su objeto de estudio fue valorar la capacidad de absorción de *Pleurotus ostreatus* en suelos contaminados con metales pesados, determinar la capacidad de biorremediación y encontrar la dosis correcta. Trabajó con una placa como unidad experimental inoculando el hongo y trigo 3,6 y 9 semillas con suplemento de aserrín a la muestra de suelo contaminado, tomando en cuenta el diámetro del hongo en pleno crecimiento durante 4, 8 y 12 días, llegando a la conclusión de acuerdo al diámetro el hongo, absorbe más plomo, tenemos que el tratamiento 1 es correcto considerando al cuarto día 14.46 mm, al 8 15.92 mm y al 12 con 17.46 mm minimizando la concentración de plomo en 29.4%, considerando que en el hongo se encontró 65.13 mg/kg de plomo, a una humedad de 33% y temperatura de 22°C.

MEJÍA M., (2016). En su tesis titulada “Uso del hongo *Pleurotus ostreatus* para la remoción de Pb en los suelos de Carabayllo -Lima”. Fue una investigación que buscó comprobar la remoción de Pb en los suelos de este distrito, realizaron 6 tratamientos 6%, 12%, 16%, 20%, 24%, 28%, por una fase de 30 días, logrando resultados en el tratamiento al 28%, el cual alcanzó disminuir la cantidad de plomo de 136.3ppm a 90.78ppm lo que representó un 67% de remoción.

JIMÉNES M., (2017). En su investigación “Biorremediación con Inóculos de *Pleurotus ostreatus* para recuperar suelos contaminados con metales pesados en La Florida Cajamarca, 2016”. Investigó organismos vivos que ayuden en la remoción de metales que contaminan el suelo, a diferentes concentraciones tomando 1kg de muestra, al que agregaron 50gr, 100gr y 150gr de *Pleurotus ostreatus* durante un tiempo de 6 meses. Concluyendo que el tratamiento con 150gr de *Pleurotus ostreatus* fue la mejor dosificación disminuyendo la cantidad de 93 mg/kg de plomo a de 65.3 mg/kg un 80% de reducción.

FERRE N., y otros, (2007), Manifiesta que la presencia de metales es natural en la tierra y cumplen un rol importante en las funciones bioquímicas y fisiológicas de los seres vivos. El cobre, manganeso y zinc, son indispensables para el sostenimiento bioquímico de la vida y fundamental para el metabolismo de estos.

La desintoxicación e inmovilización de los metales es el tratamiento básico biológico para tratar los metales, ya que estos no pueden ser degradados. De esta forma se reduce su toxicidad biológica retrasando la dispersión del metal. Los metales pesados presentan la capacidad de alterar las proteínas es por ello que su efecto es tóxico en las células. Dentro de ellos: los oligoelementos o micronutrientes que se necesitan en mínimas proporciones para que se complete el ciclo vital de los organismos, como el zinc, el selenio, el boro, el manganeso. Otros que no tienen función biológica acreditada como, mercurio, níquel, plomo, y otros. La sustracción de metales pesados utilizando microorganismos es fundamental en los ciclos biogeoquímicos. La utilización de estos es beneficioso por dos razones, una es porque no es agresiva con la naturaleza y la segunda es porque es menos costosa.

PUGA S., (2006), Menciona que las actividades mineras modifican el suelo, estas se inician al extraer minerales, aumentando la presencia de macro elementos que generan descomposición en el suelo, ocasionando la degradación física compactando, erosionando y

desertificando, la erosión es ocasionada por el agua o el viento, la degradación química ocasiona la disminución de la fertilidad del suelo haciéndolo inútil permitir el desarrollo de cobertura vegetal, ocasionando un desequilibrio elemental que es ocasionado por vertimiento de compuestos químicos elementales estos devienen en degradación, acidificación y toxicidad; ocasionando la disminución de microfauna y macrofauna afectando las asociaciones de bacterias, algas y macro invertebrados como resultado de la disminución el suelo pierde materia orgánica.

ERÓSTEGUI R., (2009), Manifiesta que las sustancias químicas contaminantes y metales presentan un procedimiento de acción y lugar de acumulación. Así el Plomo afecta al sistema nervioso ocasionando daños irreparables en el cerebro y médula ósea. El Cadmio afecta los riñones, el Arsénico altamente tóxico y destructivo afecta directamente las mitocondrias. Los daños o lesiones siempre son a nivel celular.

PINEDA A., y otros, (2016), Con el desarrollo industrial aumentó la contaminación en las personas por la emisión excesiva de metales pesados al medio ambiente, suelo, agua o aire, la mayoría de alta toxicidad; la minería es una de las industrias que más contamina con metales a través de las aguas residuales del proceso, así como la agricultura con sus pesticidas fosforados, fertilizantes constituyéndose en contaminante por metales pesados en los ecosistemas.

COELLO P., (2011), La contaminación se acumula en el mundo debido a la tecnología especializada para su eliminación la cual tiene costos elevados haciendo inviable para la industria razón por la cual no acepta esta responsabilidad.

CORTON E., y et al, (2006), En su intento de solución de la contaminación ambiental propuso la biorremediación con microorganismos en suelos contaminados, económicamente viables para la industria en la conservación y mantenimiento de las áreas naturales y/o restituirlas al estado inicial, entre estos, hongos, bacterias, protistas y microorganismos heterotróficos los cuales degradan para obtener energía para su metabolismo.

Los hongos ubicados tradicionalmente en el reino vegetal, no poseen clorofila, tejidos especializados, tampoco flores. Los hongos son autótrofos pertenecen al reino Fungí. Están constituidos por quitina, no presentan lignina, tampoco celulosa como las plantas. Son heterótrofos, demandan materia orgánica preformada que usan para obtener energía y carbono para sintetizar sus estructuras celulares. Su estructura rígida no le permite fagocitar

alimentos, descomponiéndolos en unidades simples y solubles por degradación de polímeros complejos utilizando enzimas que liberan al medio. El tallo o cuerpo vegetativo de los hongos está compuesto por filamentos ciliados llamados hifas. Se reproducen mediante esporas, observadas al microscopio son delgadas, cilíndricas y alargadas. COELLO P., (2011).

Los hongos crecen en residuos forestales como: aserrín, papel y pulpa de madera, etc. y de la agricultura: pajas de gramíneas, rastrojo de maíz, desechos de café, cascarilla, pulpa de soya, bagazo de caña de azúcar, etc. A los cuales acceden para su desarrollo LOPEZ R., (2014).

Los *Pleurotus ostreatus* tienen la capacidad para descomponer la lignina hasta CO_2 y H_2O utilizando enzimas lignolíticas. Así mismo, eliminan compuestos xenobióticos con estructura química parecida a la lignina como: aromáticos, nitro aromáticos, herbicidas, detergentes, pesticidas y colorantes, así como polímeros complejos. Presentan características especiales y son utilizados en la Biorremediación en medios contaminados, poseen un sistema oxidativo extracelular muy funcional. Aun cuando el suelo no es su hábitad natural, crecen en los residuos orgánicos, que se añaden a sitios contaminados facilitando la degradación. TORRES G., (2017).

Entre las exigencias nutricionales para el desarrollo de los hongos están, nitrógeno, carbono, fósforo, manganeso, cobre, hierro, molibdeno, zinc y níquel considerados contaminantes del suelo. Entre los metales no esenciales están el cromo, cadmio, plomo, mercurio y plata. MORALES D., (2008).

Producen la enzima extracelular denominada lacasa, responsable de catalizar la degradación de lignina. Los hongos cuentan con un sistema enzimático extracelular con capacidad de romper enlaces y degradar una variedad de compuestos orgánicos. COELLO P., (2011).

1.1. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la dosificación de *Pleurotus ostreatus* en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca?

1.2. Justificación del estudio

Los pasivos mineros contaminan con metales pesados los suelos arrastrados por las aguas de lluvias y escorrentías los cuales no son controlados contaminando suelos, aire y acuíferos.

La contaminación por metales pesados actualmente se constituye en serio problema, los avances tecnológicos permiten aplicar procedimientos de bajo costo en la remediación, razón por la que esta investigación utiliza la biorremediación en la recuperación medioambiental utilizando hongos entre otros seres vivos. La remediación biológica se fundamenta en la reducción o adsorción de metales utilizando microorganismos, estos degradan los productos contaminantes en otros de menor toxicidad, reduciendo el transporte de metales pesados, desechos industriales, recuperando las zonas afectadas. La reducción de la contaminación se debe a la facilidad de algunos organismos vivos en la descomposición de sustancias orgánicas complejas en otras más sencillas de baja toxicidad. La abundante cantidad de microorganismos existentes en la tierra, se presentan como alternativa en la descontaminación del medio ambiente. Despertando el interés de los investigadores quienes orientaron sus estudios a la biorremediación. Las bacterias y hongos primeros organismos existentes, han demostrado capacidad en la degradación del petróleo y sus derivados, pesticidas, herbicidas, entre otros. El uranio, cadmio y mercurio pueden ser reducidos por bacterias haciendo perder su capacidad de solubilizarse en el agua.

A diferencia de las bacterias, los hongos, presentan capacidad de acumular metales pesados esto explica su mayor capacidad de biodegradación.

MEDAURA M., y otros, (2013), Como resultado de su investigación recomienda el tratamiento de suelos empleando *Pleurotus ostreatus*, por su accesibilidad económica y ambientalmente seguros, con resultados favorables contribuyendo de manera sostenible al ambiente.

1.3. Hipótesis

H1: La dosificación de *Pleurotus ostreatus* tiene efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

H0: La dosificación de *Pleurotus ostreatus* NO tiene efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Determinar el efecto de la dosificación de *Pleurotus ostreatus* en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo Cajamarca.

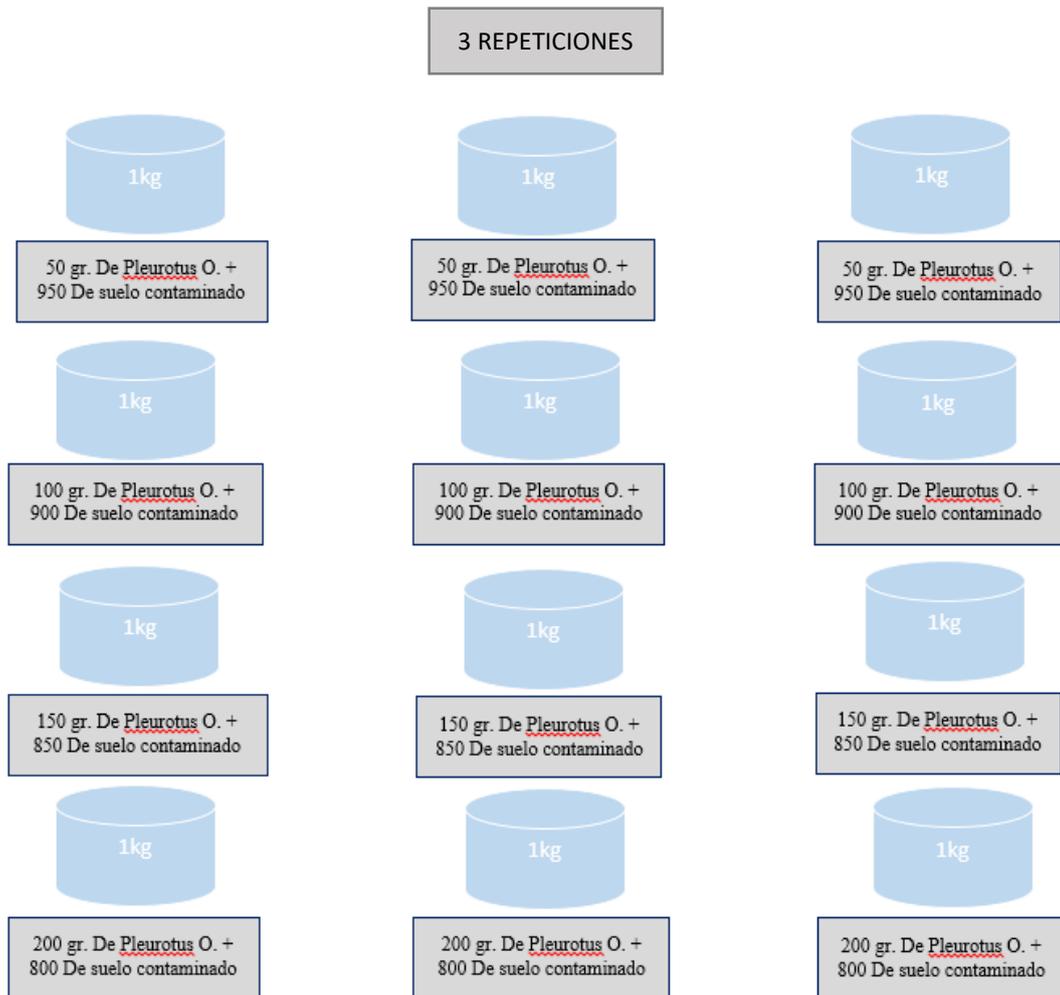
Objetivos Específicos

- Analizar los suelos contaminados con metales pesados en Shahuindo Cajamarca.
- Determinar el porcentaje de absorción de metales pesados.
- Determinar la mejor dosificación de *Pleurotus ostreatus* en la absorción de metales pesados en Shahuindo, Cajamarca.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Se efectuó un esquema experimental unifactorial, se evaluaron cuatro procedimientos con tres repeticiones, en unidades experimentales con un 1kg de muestra y dosificación variada en de *Pleurotus ostreatus* en cada muestra.



2.2 Variable y Operacionalización

✓ **Variables.**

- Variable independiente: Dosificación de *Pleurotus ostreatus*.
- Variable dependiente: Absorción de metales pesados en suelos contaminados.

Tabla N° 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
<p>INDEPENDIENTE: Dosificación de <i>Pleurotus ostreatus</i>.</p>	<p>Cantidad de semillas de <i>Pleurotus ostreatus</i> en las macetas experimentales.</p>	<p>Cada maceta con suelo contaminado con metales pesados, se dosificara con 50, 100, 150 y 200 gr. de <i>Pleurotus ostreatus</i> respectivamente.</p>	<p>Peso</p>	<p>mg/Kg.</p>	<p>Guía de observación</p>
<p>DEPENDIENTE: Absorción de metales pesados en suelos contaminados.</p>	<p>Cantidad de metales absorbidos por <i>Pleurotus ostreatus</i> y removido de los suelos.</p>	<p>Evaluación de la absorción de metales pesados por <i>Pleurotus ostreatus</i> mediante análisis químicos a los suelos contaminados</p>	<p>Absorción de metales pesados.</p>	<p>$Cf - Ci$ $\left(\frac{Ci - Cf}{Ci}\right) \times 100$</p>	<p>Espectrometría de absorción atómica.</p>

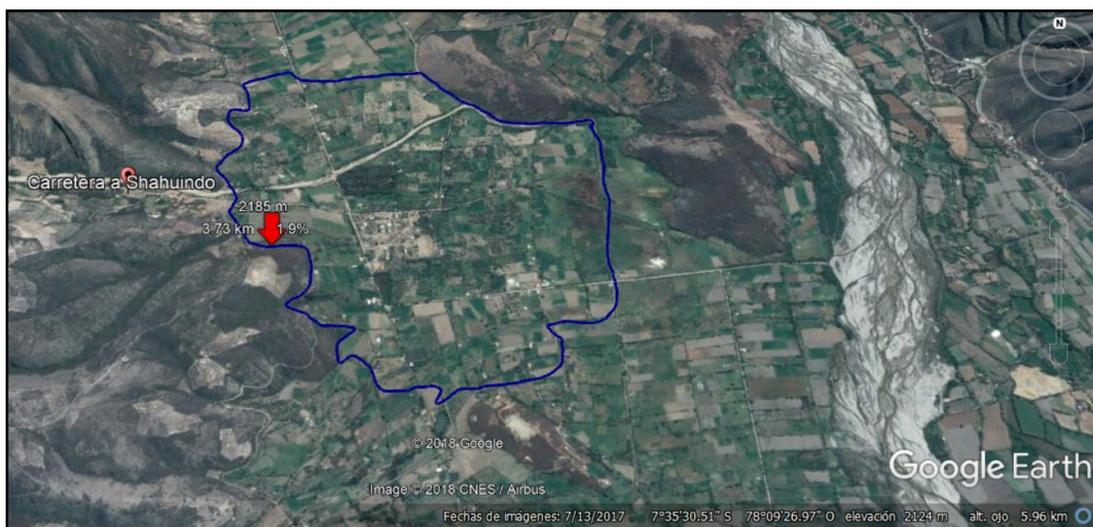
Fuente: Elaboración propia

2.2. Población y muestra

Población:

- 5 hectáreas del área de influencia de los pasivos mineros, Shahuindo.

Figura 1: Localización del área de estudio



Fuente: Google Earth.

Muestra:

- Se consideró 15 kg de tierra.

Figura 2: Puntos de toma de muestras



Fuente: Propia

Localización: 4947m - 7°36'2.98\"S - 78°11'54.90\"O

Tabla 2: Coordenadas de los puntos de muestras.

Muestras	Longitud	Latitud
M1	-78° -11' -35.0423''	-7° -37' -36.9913''
M2	-78° -11' -36.9624''	-7° -37' -37.4916''
M3	-78° -11' -35.4481''	-7° -37' -34.7496''
M4	-78° -11' -35.3738''	-7° -37' -31.1387''
M5	-78° -11' -34.0942''	-7° -37' -32.3989''
M6	-78° -11' -32.351''	-7° -37' -34.762''

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas:

- Se realizó un cuarteo del área para determinar los puntos de muestreo donde se tomaron muestras haciendo hoyos de 15x15x30cm y de cada uno de los puntos se tomaron 2 kg de muestra las que se utilizaron para la investigación.
- Registro de resultados de los análisis químicos de suelo contaminado con metales pesados.

Instrumentos:

- Guía de Observación.
- Análisis espectrofotométrico de absorción atómica (EAA): Determinación de trazas de metales pesados.
- Guía de Muestreo de suelos (MINAM) En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

Métodos de tratamiento de la información

- Se realizó el análisis de varianza para determinar si los tratamientos mostraban diferencias significativas.
- Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk y observar el comportamiento normal de la información en muestras pequeñas ($n < 30$).
- Se aplicó la prueba de Tukey para comparar las diferentes dosis y determinar la más adecuada.

2.4.Aspectos éticos

La veracidad de los resultados en la investigación científica, se garantiza por la responsabilidad de los autores.

Los libros, publicaciones, artículos utilizados serán referenciados nombrando a sus autores.

Se trabajó en condiciones óptimas cuidando no impactar la salud humana y el medio ambiente.

III. RESULTADOS

3.1 Porcentajes de absorción de metales pesados

Tabla 3: Porcentaje de absorción.

METALES	CONCENTRACIÓN INICIAL (Ci) (mg/kg)	CONCENTRACIÓN FINAL DEL TEJIDO VEGETAL(mg/kg)	CONCENTRACIÓN FINAL (Cf)(%)			
			A1	A2	A3	A4
Plata (Ag)	< 0.07	< 0.7	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Arsénico (As)	50.0	26.4	62.2%	71.9%	78.00%	86.0%
Bario (Ba)	41.7	29.2	65.4%	74.4%	78.6%	87.6%
Cadmio (Cd)	2.45	2.02	49.3%	66.7%	77.2%	82.5%
Cerio (Ce)	6.2	4.7	46.7%	58.5%	64.5%	82.7%
Cobalto (Co)	21.49	9.90	51.6%	60.5%	66.6%	87.5%
Cobre (Cu)	69.2	65.9	8.6%	28.2%	40.0%	59.0%
Hierro (Fe)	> 20000	>20000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Mercurio (Hg)	< 0.1	<0.1	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Molibdeno (Mo)	< 0.2	<0.2	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Níquel (Ni)	11.78	10.38	41.7%	50.3%	66.0%	80.5%
Plomo (Pb)	20.14	15.83	61.3%	65.0%	68.9%	78.0%
Antimonio (Sb)	0.9	<0.2	49.6%	65.1%	69.6%	80.6%
Selenio (Se)	< 0.3	<0.3	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Estaño (Sn)	1.1	0.4	58.1%	69.9%	81.4%	87.2%
Estroncio (Sr)	4.4	3.53	52.9%	66.4%	69.2%	80.2%
Talio (Tl)	1.3	0.6	54.5%	67.4%	75.5%	87.3%
Zinc (Zn)	86.6	73.35	58.6%	63.5%	73.4%	84.7%

Fuente: Elaboración propia.

A1: 50 g. P.o. + 950g. Sc.; A2: 100 g P.o. + 900g. Sc.; A3: 150 g. P.o. +850 g. Sc.; A4: 200 g. P.o. + 800 g. Sc

Interpretación: La tabla 3 muestra el promedio final (%) de los 18 metales analizados, se observa que 5 metales no variaron significativamente su concentración, Plata (Ag), Hierro (Fe), Mercurio (Hg), Molibdeno (Mo) y Selenio (Se). En la evaluación de absorción se utilizó la fórmula: $\left(\frac{Ci-Cf}{Ci}\right) \times 100$; (ver anexo 5).

Tabla 4: Prueba de normalidad.

Pruebas de normalidad				
Tratamientos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl.	Sig.
METALES	A1=50 g.	0,953	3	0,582
	A2=100 g.	0,753	3	0,070
	A3=150 g.	0,921	3	0,456
	A4=200 g.	0,996	3	0,880

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La tabla 3, los valores de significancia $p > 0.05$, muestran el comportamiento normal de los resultados.

Tabla 5 Prueba de homogeneidad.

Prueba de varianzas constante				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
METALES	0,594	3	8	0,636

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la tabla se observa el comportamiento homogéneo de los resultados con una significancia $p > 0.05$, asumimos que la varianza es homogénea.

Análisis de varianza ANOVA.

Tabla 6: Arsénico

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
A1	3	186,60	62,20	28,00
A2	3	215,80	71,93	9,33
A3	3	234,11	78,04	4,22
A4	3	258,20	86,07	2,33
R1	4	299,20	74,80	57,47
R2	4	306,31	76,58	95,57
R3	4	289,20	72,30	168,07

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Análisis de Varianza de Arsénico

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	912,479	3	304,160	35,897	0,000	4,757
Repeticiones	36,942	2	18,471	2,180	0,194	5,143
Error	50,839	6	8,473			
Total	1000,260	11				

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El valor $p < 0.05$ obtenido de los tratamientos indica la aceptación de la hipótesis H1, la dosificación de *Pleurotus ostreatus* tiene efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

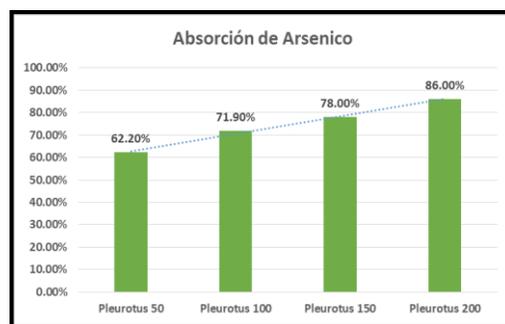
Tabla 8: Prueba Post hoc – Tukey para Arsénico.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
A1	3	62,20		
A2	3		71,93	
A3	3		78,04	78,04
A4	3			86,07
Sig.		1,000	0,188	0,069

Fuente: Propia

Interpretación: La prueba de Tukey referente al Arsénico (As) muestra que no hay variación significativa en los tratamientos A3 y A4. El tratamiento A3 con 78.04% de absorción de metales pesados es el mejor tratamiento.

Figura 3: Porcentaje Arsénico.



Fuente: Propia

Tabla 9: Cerio

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
A1	3	140,20	46,73	10,56
A2	3	175,70	58,57	16,64
A3	3	193,50	64,50	2,56
A4	3	248,20	82,73	0,85
R1	4	249,90	62,48	201,26
R2	4	248,20	62,05	257,51
R3	4	259,50	64,88	231,30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Análisis de Varianza Cerio

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	2027,527	3	675,842	95,014	0,000	4,757
Columnas	18,562	2	9,281	1,305	0,338	5,143
Error	42,678	6	7,113			
Total	2088,767	11				

Fuente: Elaboración propia.

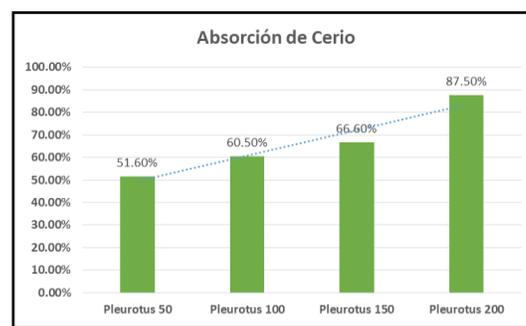
Interpretación: El valor $p < 0.05$ para los tratamientos aceptan la hipótesis H_1 , la dosificación de *Pleurotus ostreatus* tiene efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 11: Prueba Post hoc – Tukey para Cerio.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
A1	3	46,73		
A2	3		58,57	
A3	3		64,50	
A4	3			82,73
Sig.		1,000	,113	1,000

Fuente: Propia

Figura 4: Porcentaje Cerio.



Fuente: Propia

Interpretación: La prueba de Tukey para el Cerio (Ce), muestra los mejores resultados en el tratamiento A4 con 82.73%.

Tabla 12: Antimonio

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
A1	3	148,80	49,60	112,48
A2	3	195,40	65,13	162,66
A3	3	208,80	69,60	3,01
A4	3	242,00	80,67	37,40
R1	4	286,50	71,63	69,74
R2	4	259,80	64,95	122,36
R3	4	248,70	62,18	452,88

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Análisis de Varianza de Antimonio

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	1492,597	3	497,532	6,748	0,024	4,757
Columnas	188,745	2	94,372	1,280	0,344	5,143
Error	442,368	6	73,728			
Total	2123,710	11				

Fuente: Elaboración propia.

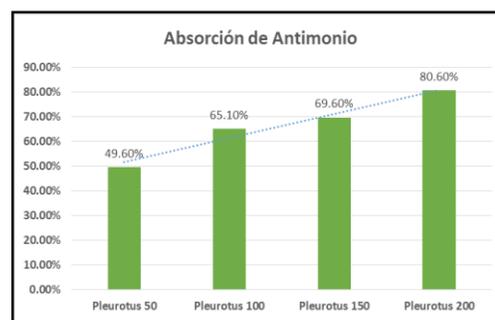
Interpretación: El valor $p < 0.05$ para estos tratamientos aceptan la hipótesis H1 dosificación de *Pleurotus ostreatus* presenta efecto favorable en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 14: Prueba Post hoc – Tukey para Antimonio.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
A1	3	49,60	
A2	3	65,13	65,13
A3	3	69,60	69,60
A4	3		80,67
Sig.		0,094	0,219

Fuente: Propia

Figura 5: Porcentaje de Antimonio.



Fuente: Propia

Interpretación: La prueba de Tukey para el Antimonio muestra que no existe variación significativa entre el tratamiento A2, A3 y A4, el mejor resultado se logra en el tratamiento A2 con un valor de 65.13%

IV. DISCUSIÓN

Los resultados muestran el grado de absorción de metales del *Pleurotus ostreatus*, muestra que la dosificación presenta efecto positivo en el tratamiento de suelos contaminados de Shahuindo, Cajamarca, (ver anexo 7), Coincidiendo con TORRES G., (2017) quien indica que los hongos por la extensión de sus hifas, permiten la colonización del suelo absorbiendo metales pesados.

La tabla 3 muestra los análisis de los 18 metales pesados Ag, As, Ba, Cd, Ce, Co, Cu, Fe, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Sr, Tl, Zn presentes en el tejido vegetal del *Pleurotus ostreatus* y se observa el porcentaje de absorción de metales pesados por encima del 50% (Ver anexo 5).

Los resultados muestran la escasa absorción del *Pleurotus ostreatus* sobre la Plata (Ag), Hierro (Fe), Mercurio (Hg), Molibdeno (Mo) y Selenio (Se) coincidiendo con el trabajo de MORALES D., (2008) quien indica que los micro elementos cromo (Cr), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y plata (Ag) son no en la función enzimática de este.

Los resultados estadísticos ANOVA muestran un valor $p < 0.05$ razón por la cual se acepta la hipótesis alterna H1: la dosificación de *Pleurotus ostreatus* tiene efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo, Cajamarca.

Las condiciones de la investigación, temperatura de 26°C, el tiempo de cultivo 25 días, pH del sustrato 4.86 coincide con el trabajo de SIFUENTES E., (2014) quien precisa que el *Pleurotus ostreatus* se desarrolla a temperatura promedio de 25°C.

Los metales analizados: antes y después del tratamiento revelaron diferencias significativas indicando que el *Pleurotus ostreatus* es efectivo en la remoción de metales pesados. (Ver Anexo 7.)

En la tabla 3 se observa el porcentaje de absorción por *Pleurotus ostreatus*, para Cd 77.23%, Pb 68.97% y Cu 40.07%, coincidiendo con la investigación de COELLO J., (2011) que utilizando el mismo hongo logró absorber Cd un 20%, Pb 100% y Cu 2%, en suelos contaminados como el metal pesado.

JIMÉNES M., (2017) en 12 muestras experimentales a concentraciones de 50, 100, 150 y 200gr de *Pleurotus ostreatus* alcanzó la remover 80% de Plomo (Pb), en la presente investigación la remoción de Plomo (Pb) fue de 68.97%.

V. CONCLUSIONES

El mejor tratamiento fue A3: 150 g. de *P.o* + 850 g. de suelo contaminado, para Arsénico (As) 78.04% de absorción. Así mismo Cadmio (Cd) 77.23%, Cobre (Cu) 40.07%, Plomo (Pb) 68.97%, Estroncio (Sr) 69.20%, Níquel (Ni) 66% respectivamente (Anexo 3).

La prueba de Tukey muestra que el mejor tratamiento fue A4: 200 g. de *P.o* + 800 g. de suelo contaminado, Cerio (Ce) 82.73%, Bario (Ba) 87.60%, Cobalto (Co) 87.53%, Talio (Tl) 87.37%, Zinc (Zn) 84.77% de absorción respectivamente (Anexo 3).

El tratamiento de absorción A2: 100 g. de *P.o* + 900 g. de Sc., fue mejor para el Antimonio (Sb) 65.13%, Estaño (Sn) 69.97%, respectivamente (Anexo 3).

Los metales como Plata (Ag), Hierro (Fe), Mercurio (Hg), Molibdeno (Mo) y Selenio (Se) no fueron absorbidos significativamente.

La dosificación de *Pleurotus ostreatus* mostró que el tratamiento A3: 150 g. de *P.o* + 850 g. de suelo contaminado para, Arsénico (As) 78.04%, Cadmio (Cd) 77.23%, Cobre (Cu) 40.07%, Plomo (Pb) 68.97%, Estroncio (Sr) 69.20%, Níquel (Ni) 66%. Seguido del Tratamiento A4: 200 g. de *P.o* + 800 g. de suelo contaminado, para metales como Cerio (Ce) 82.73%. Así como para Bario (Ba) 87.60%, Cobalto (Co) 87.53%, Talio (Tl) 87.37%, Zinc (Zn) 84.77%.

Así mismo el tratamiento A2: 100 g. de *P.o* + 900 g. de suelo contaminado, para absorción de Antimonio (Sb) 65.13%, Estaño (Sn) 69.97% respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

Repetir la investigación con otras variedades diferentes al *Pleurotus ostreatus*.

Realizar la investigación extendiendo el tiempo de 25 días a más días y analizar como varía la absorción.

Analizar las partes del *Pleurotus ostreatus* después de los tratamientos para conocer en que parte se almacenan los metales pesados.

Se recomienda recoger los *Pleurotus ostreatus* después de la absorción y quemarlos, las cenizas utilizadas en la elaboración de tejas para que los metales queden allí secuestrados.

REFERENCIAS

- BELTRAN, Mayra; Gómez, Alida. Biorremediación de metales pesados cadmio, cromo, y mercurio mecanismos bioquímicos e ingeniería genética. *Ciencias Básicas*, (12): 2016.
- Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. Yucatán, México. Vol. 10 (1). Octubre 2009.
- Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. Bocayá, Colombia. Vol. 16 (2). Diciembre 2016.
- COELLO, Jessica. Aplicación del hongo *Pleurotus ostreatus* como alternativa de la biorremediación de suelos contaminados con metales pesados. Tesis (Biólogo). Guayaquil. Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2011. 56 p.
- CORTON, E.; VIALE, A. Solucionando grandes problemas ambientales con la ayuda de pequeños amigos: las técnicas de biorremediación. *Científica de ecología y medio ambiente*, (15): 2006.
- COELLO, Jessica. Aplicación del hongo *Pleurotus ostreatus* como alternativa para la biorremediación de suelos contaminados con metales pesados. Tesis (título de biólogo). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ingeniería Marítima, ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales. 2011. 59 p.
- Doležalová, H.; Mihočová, S.; Chovanec, P.; Pavlovský, J. 2019. Potential Ecological Risk and Human Health Risk Assessment of Heavy Metal Pollution in Industrial Affected Soils by Coal Mining and Metallurgy in Ostrava, Czech Republic. *International journal of environmental research and public health* 16(22): 4495.
- Dos Santos, V.; Varón-López, J.; Fonsêca, C.; Lopes, P.; Siqueira, J.; de Souza, F. 2016. Biological attributes of rehabilitated soils contaminated with heavy metals. *Environmental Science and Pollution Research* 23: 6735-6748.
- Erostequi, Carlos. Contaminación por metales pesados. *Ciencia Médica*, (1):45-46,2009.
- FAO y GTIS, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. *Estado Mundial del Recurso Suelo (EMRS)*. I edición. Roma, Italia: Alianza mundial por el suelo, 2015. 79 páginas. ISBN 978-92-5-308960-4.

- FELLER, C. 2015. Soil connects nature and culture. IUSS Division 4. IUSS, Vienna, Austria. Bulletin of the International Union of Soil Sciences 127: 30 -31.
- FERRER, Nuria, y otros. Diseño de un software para evaluar los riesgos de la exposición ambiental a través del agua, suelos y aire. *Metales pesados y salud*, (158): 51-52, 2007.
- GALÁN, Emilio. y ROMERO Antonio. Contaminación de suelos por metales pesados. Sevilla, España. Vol. 1 (10). 2008.
- JIMENES, Melissa. Biorremediación con Inóculos de *Pleurotus ostreatus* para recuperar suelos contaminados con metales pesados en La Florida Cajamarca, 2016. Tesis (Titulo en Ingeniera Ambiental). Chiclayo. Universidad Cesar Vallejo, 2017. 96 p.
- LEMACHE, Enitt. Determinación de la capacidad de cadmio y plomo por hongos de la podredumbre blanca *Pleurotus Ostreatus* en suelos de la zona el Timbre Cantón Quinde. TESIS (Ingeniera en Biotecnología Ambiental). Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017. 75 p.
- Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. Medellín, Colombia, 14 (2). Mayo 2016
- LOPEZ, Armando. El género *pleurotus* y su diversificación taxonómica en especies. *Funji cultura*, (14):2014.
- MEDAURA, María., GUIVERNAU, Miriam y BOLDÙ, Francesc. Micorremediación y su aplicación para el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos pesados. Tesis (Técnicas de Agua y del Medio Ambiente). Argentina: UNC, Facultad de ingeniería. 2013. 109 p.
- MEJIA, Martha., Uso del hongo *Pleurotus ostreatus* para la remoción de Pb en los suelos de Carabayllo-Lima. TESIS (Título de Ingeniero Ambiental). Lima. Universidad Cesar Vallejo, 2017. 82 p.
- MORALES, Diana., Determinación de la capacidad de remoción de cadmio, plomo y níquel por hongos de la podredumbre blanca inmovilizados. Tesis (Título de Microbiólogo industrial). Bogotá, D.C. Colombia, Pontificia universidad Javeriana, 2008. 122p.
- Naciones Unidas. 2015. Convención Marco sobre el cambio climático. París. 40 p

- OBSERVATORIO DE CONFLICTOS CAJAMARCA. *Conflicto minería informal Algamarca*. 1ª. ed. Cajamarca, 2013. 8 p.
- OEFA, 2017. Disponible en: <http://www.oefa.gob.pe/noticias-institucionales/oefapresenta-resultados-de-monitoreo-ambiental-participativo-a-los-ciudadanos-del-areade-influencia-social-del-proyecto-minero-shahuindo>
- OSORES, Fernando. Diagnóstico de salud ambiental humana en la provincia de Espinar-Cusco. En: Metales pesados tóxicos y salud pública: El caso de Espinar. Perú. Cooper Acción, Derechos humanos sin fronteras, Instituto de defensa legal y Broederlijk Denle, 2016. pp 186.
- PAT, (Plan de Acondicionamiento Territorial). En: Capítulo VI Propuesta de Acondicionamiento territorial provincial. Cajabamba. Estrategia regional de biodiversidad de Cajamarca, 2016. pp 489 páginas.
- PEÑA, Flor; BELTRÁN Lázaro; ENRIQUE, Moisés. Aplicación de la fitorremediación en suelos contaminados por metales pesados utilizando *Helianthus annuus* L. en la estación experimental el Mantaro. Huancayo. Vol. 1. 2012.
- PUGA, Soraya, y otros. *Contaminación por metales pesados en el suelo provocada por la industria minera*. Ed. N° 5 (1,2). Lima, Perú: Ecología Aplicada, 2006. pp 7. ISBN 1726-2216.
- PUGA, Soraya, y otros. Contaminación por metales pesados en el suelo provocada por la industria minera. *Ecología aplicada*, (5):150-151,2006.
- SIFUENTES, Enith. Producción de inóculo de *Pleurotus ostreatus* para uso en biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo. Tesis (Biólogo). Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina, escuela de Ciencias, 2014. 75P.
- TORRES, Evelyn. Evaluación de la biodegradación de un insecticida piretroide en muestras de suelo de cultivo de papa mediante la adición de trichoderma arceanum y *Pleurotus ostreatus*. Tesis (Ingeniera en biotecnología de los recursos naturales). Quito: Universidad Politécnica Salesiana, escuela de biotecnología de los recursos naturales, 2017. 124p.

- ZEGARRA, Regina. Capacidad del hongo *Pleurotus ostreatus* para la biorremediación de suelos contaminados por Plomo (Pb) en el laboratorio – 2017. TESIS (Título de Ingeniero Ambiental). Lima. Universidad Cesar Vallejo, 2017. 93 p.
- Zhang, Q.; Yu, R.; Fu, S.; Wu, Z.; Chen, H.Y.H.; Liu, H. 2019. Spatial heterogeneity of heavy metal contamination in soils and plants in Hefei, China. *Scientific Reports* 9(1): 1-8.

ANEXOS

ANEXO 1: Fotos

Foto 1: Mina de Shahuindo.



Fuente: Propia



Fuente: Propia

Foto 2: Etiquetado de las muestras del suelo contaminado.



Fuente: Propia



Fuente: Propia

Foto 3: Excavación de calicatas en los alrededores de la mina Shahuindo.



Fuente: Propia

Foto 4: Inóculos de *Pleurotus ostreatus* en germen de trigo de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).



Fuente: Propia



Fuente: Propia

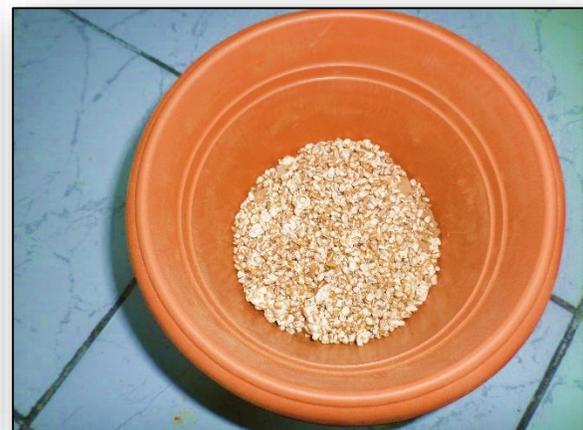


Fuente: Propia

Foto 5: Pesando los inóculos de *Pleurotus ostreatus*.



Fuente: Propia



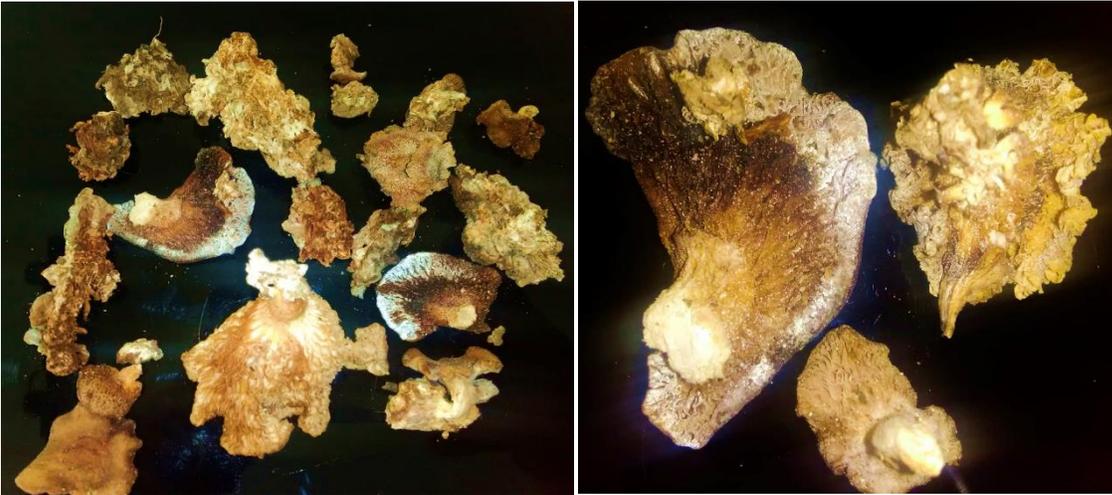
Fuente: Propia

Foto 6: Cultivo y crecimiento de *Pleurotus ostreatus*.



Fuente: Propia

Foto 7: Tejido vegetal seco.



Fuente: Propia



Fuente: Propia



Foto 8:Envío de muestras de suelo a los laboratorios de SAG.



Fuente: Propia



Fuente: Propia



Fuente: Propia

ANEXO 2: Gráficos de Normalidad.

Gráfico Q-Q normal de PORCENTAJE
para TRATAMIENTO= A1

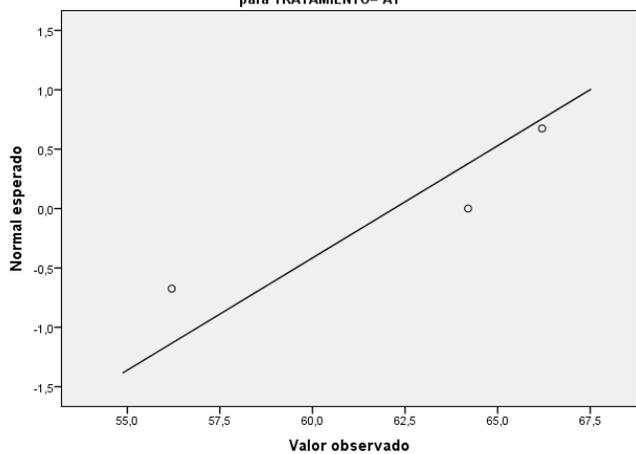


Gráfico Q-Q normal de PORCENTAJE
para TRATAMIENTO= A2

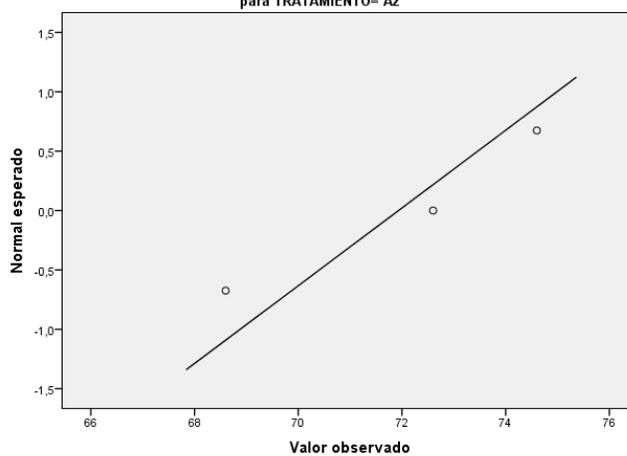


Gráfico Q-Q normal de PORCENTAJE
para TRATAMIENTO= A3

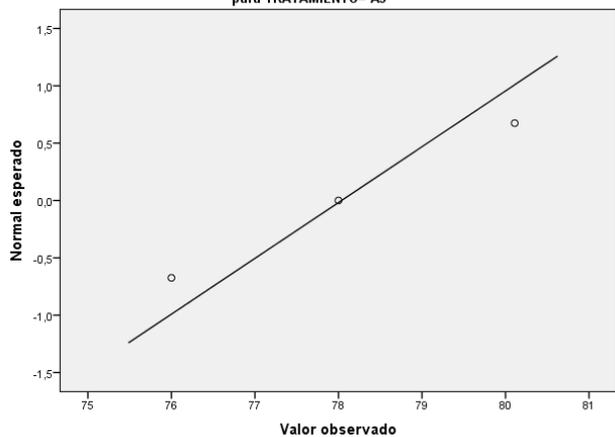
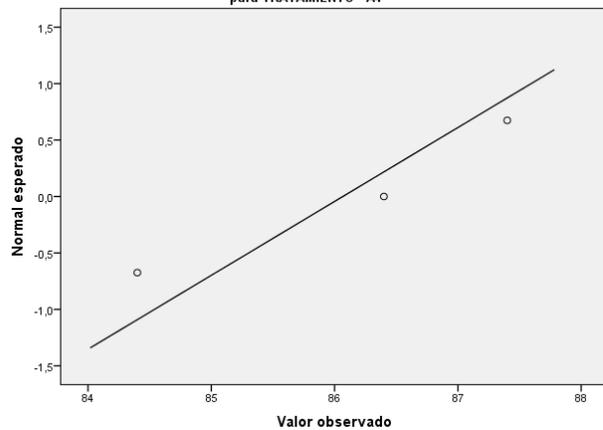


Gráfico Q-Q normal de PORCENTAJE
para TRATAMIENTO= A4



Fuente: Propia

ANEXO 3: Resultados estadísticos ANOVA para cada metal.

Tabla 15: Bario

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
A1	3	196,30	65,43	7,02
A2	3	224,80	74,93	5,33
A3	3	235,80	78,60	2,19
A4	3	262,80	87,60	1,92
R1	4	300,80	75,20	98,88
R2	4	315,20	78,80	75,45
R3	4	303,70	75,93	79,45

Fuente: Propia.

Tabla 16: Análisis de Varianza de Bario

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	757,396	3	252,465	385,280	0,000	4,757
Repeticiones	29,002	2	14,501	22,129	0,002	5,143
Error	3,932	6	0,655			
Total	790,329	11				

Fuente: Propia.

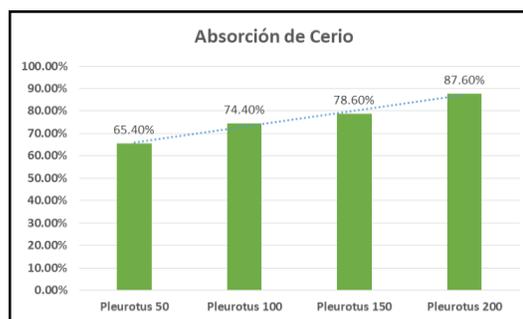
Interpretación: Obteniendo un valor $p < 0.05$ para los tratamientos aceptando así la H1 con un efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 17: Prueba Post hoc – Tukey para Bario.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
A1	3	65,43		
A2	3		74,93	
A3	3		78,60	
A4	3			87,60
Sig.		1,000	,199	1,000

Fuente: Propia

Figura 6: Porcentaje de Bario.



Fuente: Propia

Interpretación: Aplicando la prueba Tukey, se puede observar para Bario (Ba), los mejores resultados fueron obtenidos en el tratamiento A4 con un valor de 87.60% con efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos en la repetición 2.

Tabla 18: Cadmio

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
A1	3	148,10	49,37	4,72
A2	3	200,30	66,77	18,50
A3	3	231,70	77,23	4,05
A4	3	247,60	82,53	4,85
R1	4	272,20	68,05	170,82
R2	4	285,10	71,28	211,44
R3	4	270,40	67,60	269,85

Fuente: Propia.

Tabla 19 Análisis de Varianza de Cadmio

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	1924,176	3	641,392	119,805	0,000	4,757
Repeticiones	32,145	2	16,073	3,002	0,125	5,143
Error	32,122	6	5,354			
Total	1988,443	11				

Fuente: Propia.

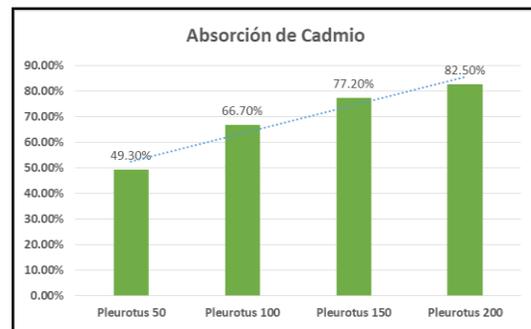
Interpretación: Obteniendo un valor $p < 0.05$ para los tratamientos aceptando así la H1 con un efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 20: Prueba Post hoc – Tukey para Cadmio.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
A1	3	49,37		
A2	3		66,77	
A3	3			77,23
A4	3			82,53
Sig.		1,000	1,000	0,179

Fuente: Propia.

Figura 7: Porcentaje de Cadmio.



Fuente: Propia

Interpretación: Aplicando la prueba Tukey y teniendo en cuenta para Cadmio (Cd) no existe variación significativa entre el tratamiento A3 y A4, los mejores resultados se han obtenido en el tratamiento A3 con un valor de 77.23% de efecto positivo en la absorción de metales pesados en la repetición 2.

Tabla 21: Cobalto

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
A1	3	154,90	51,63	5,82
A2	3	181,70	60,57	7,36
A3	3	199,90	66,63	7,05
A4	3	262,60	87,53	9,04
R1	4	257,80	64,45	212,26
R2	4	276,50	69,13	212,22
R3	4	264,80	66,20	278,78

Fuente: Propia.

Tabla 22: Análisis de Varianza de Cobalto.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	2095,823	3	698,608	300,800	0,000	4,757
Columnas	44,632	2	22,316	9,609	0,013	5,143
Error	13,935	6	2,322			
Total	2154,389	11				

Fuente: Propia.

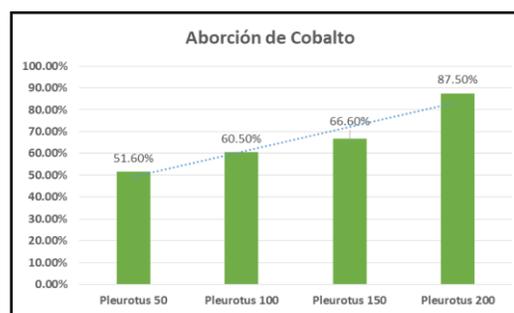
Interpretación: Obteniendo un valor $p < 0.05$ para los tratamientos aceptando así la H1 con un efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 23: Prueba Post hoc – Tukey para Cobalto.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
A1	3	51,63		
A2	3		60,57	
A3	3		66,63	
A4	3			87,53
Sig.		1,000	,095	1,000

Fuente: Propia.

Figura 8: Porcentaje de Cobalto.



Fuente: Propia

Interpretación: Aplicando la prueba Tukey se puede observar para Cobalto (Co), los mejores resultados fueron obtenidos en el tratamiento A4 con un valor de 87.53% con efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos en la repetición 2.

Tabla 24: Cobre

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
A1	3	25,90	8,63	58,00
A2	3	84,60	28,20	55,29
A3	3	120,20	40,07	198,86
A4	3	177,00	59,00	211,71
R1	4	95,60	23,90	333,87
R2	4	164,30	41,08	407,78
R3	4	147,80	36,95	732,15

Fuente: Propia.

Tabla 25: Análisis de Varianza de Cobre

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	4016,729	3	1338,910	19,852	0,002	4,757
Columnas	643,065	2	321,533	4,767	0,058	5,143
Error	404,668	6	67,445			
Total	5064,463	11				

Fuente: Propia.

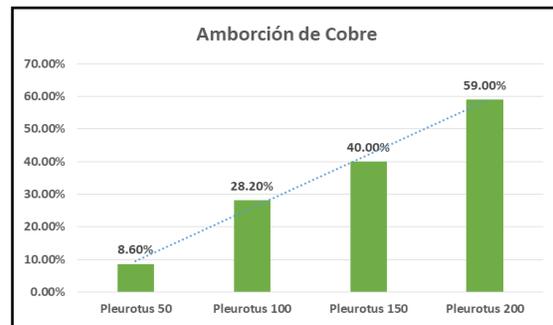
Interpretación: Obteniendo un valor $p < 0.05$ para los tratamientos aceptando así la H1 con un efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 26: Prueba Post hoc – Tukey para Cobre.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
A1	3	8,63		
A2	3	28,20	28,20	
A3	3		40,07	40,07
A4	3			59,00
Sig.		0,234	0,604	0,255

Fuente: Propia.

Figura 9: Porcentaje de Cobre.



Fuente: Propia

Interpretación: Aplicando la prueba Tukey y teniendo en cuenta para Cobre (Cu) no existe variación significativa entre el tratamiento A3 y A4, los mejores resultados se han obtenido en el tratamiento A3 con un valor de 40.07% de efecto positivo en la absorción de metales pesados en la repetición 2.

Tabla 27: Plomo

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
A1	3	184,00	61,33	24,60
A2	3	195,10	65,03	30,33
A3	3	206,90	68,97	0,65
A4	3	234,00	78,00	7,33
R1	4	259,80	64,95	88,66
R2	4	280,00	70,00	18,31
R3	4	280,20	70,05	65,82

Fuente: Propia.

Tabla 28: Análisis de Varianza de Plomo

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	461,207	3	153,736	16,139	0,003	4,757
Columnas	68,687	2	34,343	3,605	0,094	5,143
Error	57,153	6	9,526			
Total	587,047	11				

Fuente: Propia.

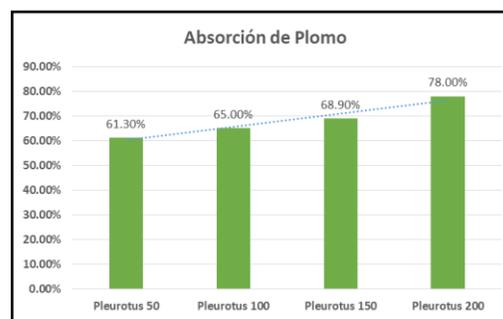
Interpretación: Obteniendo un valor $p < 0.05$ para los tratamientos aceptando así la H1 con un efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 19: Prueba Post hoc – Tukey para Plomo.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
A1	3	61,33	
A2	3	65,03	
A3	3	68,97	68,97
A4	3		78,00
Sig.		0,164	0,090

Fuente: Propia.

Figura 10: Porcentaje de Plomo.



Fuente: Propia

Interpretación: Aplicando la prueba Tukey y teniendo en cuenta para Plomo (Pb) no existe variación significativa entre el tratamiento A3 y A4, los mejores resultados se han obtenido en el tratamiento A3 con un valor de 68.97% de efecto positivo en la absorción de metales pesados en la repetición 3.

Tabla 30: Níquel

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
A1	3	125,30	41,77	79,29
A2	3	151,00	50,33	76,56
A3	3	198,00	66,00	72,25
A4	3	241,70	80,57	122,14
R1	4	264,90	66,23	192,98
R2	4	227,80	56,95	167,22
R3	4	223,30	55,83	670,88

Fuente: Propia.

Tabla 31: Análisis de Varianza de Níquel

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	2653,327	3	884,442	12,063	0,006	4,757
Columnas	260,602	2	130,301	1,777	0,248	5,143
Error	439,898	6	73,316			
Total	3353,827	11				

Fuente: Propia.

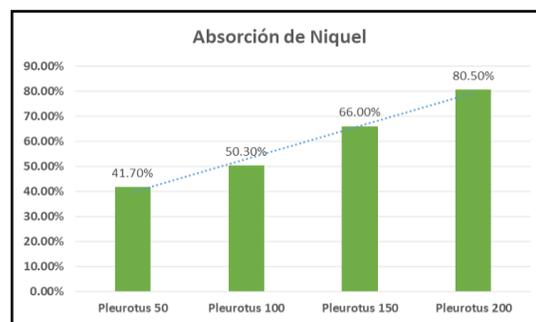
Interpretación: Obteniendo un valor $p < 0.05$ para los tratamientos aceptando así la H1 con un efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 32: Prueba Post hoc – Tukey para Níquel

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
A1	3	41,77	
A2	3	50,33	
A3	3	66,00	66,00
A4	3		80,57
Sig.		0,052	0,298

Fuente: Propia.

Figura 11: Porcentaje Níquel



Fuente: Propia

Interpretación: Aplicando la prueba Tukey, y teniendo en cuenta para el Níquel no existe variación significativa entre el tratamiento A3 y A4, el mejor resultado obtenido es el tratamiento A3 con su valor de 66.00% de efecto positivo en la absorción de metales pesados en la repetición 1.

Tabla 33: Estaño

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
A1	3	176,40	58,80	215,67
A2	3	209,90	69,97	81,90
A3	3	244,40	81,47	11,85
A4	3	261,70	87,23	10,80
R1	4	327,00	81,75	37,92
R2	4	290,10	72,53	147,24
R3	4	275,30	68,83	387,82

Fuente: Propia.

Tabla 34: Análisis de varianza de Estaño

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	1432,927	3	477,642	10,021	0,009	4,757
Columnas	354,462	2	177,231	3,718	0,089	5,143
Error	285,998	6	47,666			
Total	2073,387	11				

Fuente: Propia.

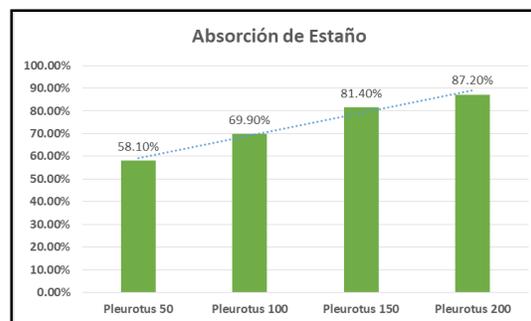
Interpretación: Obteniendo un valor $p < 0.05$ para los tratamientos aceptando así la H1 con un efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 35: Prueba Post hoc – Tukey para Estaño.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
A1	3	58,80	
A2	3	69,97	69,97
A3	3	81,47	81,47
A4	3		87,23
Sig.		0,058	0,162

Fuente: Propia.

Figura12: Porcentajes de Estaño.



Fuente: Propia

Interpretación: Aplicando la prueba Tukey y teniendo en cuenta para Estaño (S_n) no existe variación significativa entre el tratamiento A2, A3 y A4, los mejores resultados se han obtenido en el tratamiento A2 con un valor de 69.97% de efecto positivo en la absorción de metales pesados en la repetición 1.

Tabla 36: Estroncio

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
A1	3	158,90	52,97	1,76
A2	3	199,40	66,47	7,37
A3	3	207,60	69,20	9,99
A4	3	240,80	80,27	53,29
R1	4	258,90	64,73	105,05
R2	4	263,50	65,88	94,76
R3	4	284,30	71,08	195,81

Fuente: Propia.

Tabla 37: Análisis de Varianza de Estroncio

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	1133,583	3	377,861	42,568	0,000	4,757
Columnas	91,580	2	45,790	5,158	0,050	5,143
Error	53,260	6	8,877			
Total	1278,423	11				

Fuente: Propia.

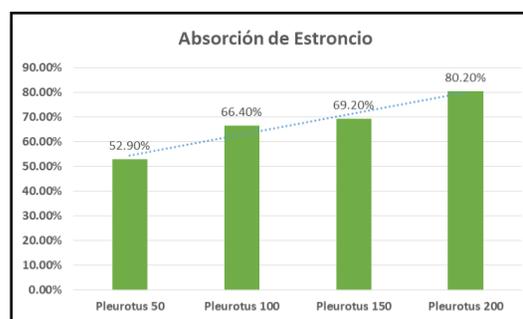
Interpretación: Obteniendo un valor $p < 0.05$ para los tratamientos aceptando así la H1 con un efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 38: Prueba Post hoc – Tukey para Estroncio.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
A1	3	52,97		
A2	3		66,47	
A3	3		69,20	69,20
A4	3			80,27
Sig.		1,000	0,859	0,051

Fuente: Propia.

Figura 13: Porcentajes de Estroncio.



Fuente: Propia

Interpretación: Aplicando la prueba Tukey, y teniendo en cuenta para Estroncio (Sr) no existe variación significativa entre el tratamiento A3 y A4, los mejores resultados se han obtenido en el tratamiento A3 con un valor de 69.20% de efecto positivo en la absorción de metales pesados en la repetición 3.

Tabla 39: Talio.

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
A1	3	163,70	54,57	16,66
A2	3	202,20	67,40	30,88
A3	3	226,70	75,57	17,92
A4	3	262,10	87,37	15,62
R1	4	278,20	69,55	181,37
R2	4	302,10	75,53	169,34
R3	4	274,40	68,60	237,30

Fuente: Propia.

Tabla 40: Análisis de Varianza de Talio

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	1714,603	3	571,534	69,368	0,000	4,757
Columnas	112,745	2	56,372	6,842	0,028	5,143
Error	49,435	6	8,239			
Total	1876,783	11				

Fuente: Propia.

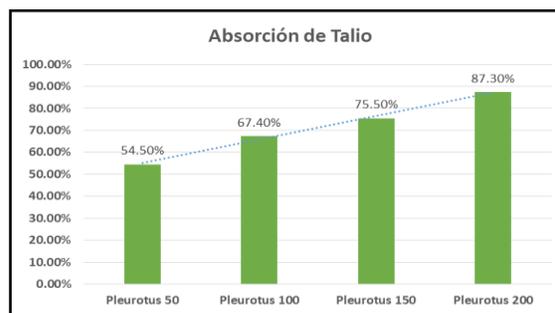
Interpretación: Obteniendo un valor $p < 0.05$ para los tratamientos aceptando así la H1 con un efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 41: Prueba Post hoc – Tukey para Talio.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
A1	3	54,57		
A2	3		67,40	
A3	3		75,57	
A4	3			87,37
Sig.		1,000	,197	1,000

Fuente: Propia.

Figura 14: Porcentajes de Talio.



Fuente: Propia

Interpretación: Aplicando la prueba Tukey se puede observar para Talio (Tl), los mejores resultados fueron obtenidos en el tratamiento A4 con un valor de 87.37% con efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos en la repetición 2.

Tabla 42: Zinc

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
A1	3	175,80	58,60	5,88
A2	3	190,50	63,50	4,75
A3	3	220,40	73,47	5,14
A4	3	254,30	84,77	29,84
R1	4	270,80	67,70	118,95
R2	4	286,30	71,58	134,12
R3	4	283,90	70,98	168,00

Fuente: Propia.

Tabla 43: Análisis de Varianza de Zinc

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	1206,763	3	402,254	42,769	0,000	4,757
Columnas	34,802	2	17,401	1,850	0,237	5,143
Error	56,432	6	9,405			
Total	1297,997	11				

Fuente: Propia.

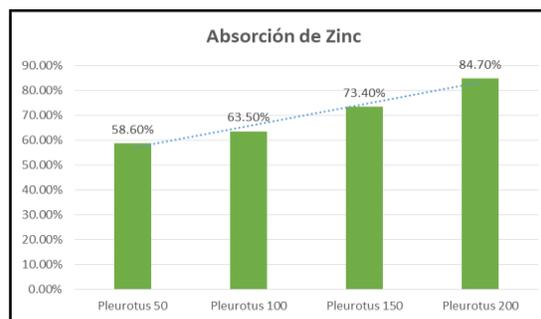
Interpretación: Obteniendo un valor $p < 0.05$ para los tratamientos aceptando así la H1 con un efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 44: Prueba Post hoc – Tukey para Zinc.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
A1	3	58,60		
A2	3	63,50		
A3	3		73,47	
A4	3			84,77
Sig.		,349	1,000	1,000

Fuente: Propia

Figura 15: Porcentajes de Zinc.



Fuente: Propia

Interpretación: Aplicando la prueba Tukey se puede observar para Zinc (Zn), los mejores resultados fueron obtenidos en el tratamiento A4 con un valor de 84.77% con efecto positivo en la absorción de metales pesados en la repetición 2.

ANEXO 4: Resultados de comprobación aplicando el método de Duncan.

Tabla 45: Arsénico

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
A1	3	186,60	62,20	28,00
A2	3	215,80	71,93	9,33
A3	3	234,11	78,04	4,22
A4	3	258,20	86,07	2,33
R1	4	299,20	74,80	57,47
R2	4	306,31	76,58	95,57
R3	4	289,20	72,30	168,07

Fuente: Propia.

Tabla 46: Análisis de Varianza de Arsénico

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	912,479	3	304,160	35,897	0,000	4,757
Repeticiones	36,942	2	18,471	2,180	0,194	5,143
Error	50,839	6	8,473			
Total	1000,260	11				

Fuente: Propia.

Interpretación: Obteniendo un valor $p < 0.05$ para los tratamientos aceptando así la H1 con un efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 47: Prueba Post hoc – Duncan para Arsénico.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
A1	3	62,2000		
A2	3		71,9333	
A3	3		78,0367	78,0367
A4	3			86,0667
Sig.		1,000	0,188	0,069

Fuente: Propia.

Interpretación: Aplicando la prueba Duncan, se puede observar que los mejores resultados se han obtenido en el tratamiento A3 con su valor de 78.03% de efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados en la repetición 2.

Tabla 48: Níquel

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
A1	3	125,30	41,77	79,29
A2	3	151,00	50,33	76,56
A3	3	198,00	66,00	72,25
A4	3	241,70	80,57	122,14
R1	4	264,90	66,23	192,98
R2	4	227,80	56,95	167,22
R3	4	223,30	55,83	670,88

Fuente: Propia.

Tabla 49: Análisis de Varianza de Níquel

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	2653,327	3	884,442	12,063	0,006	4,757
Columnas	260,602	2	130,301	1,777	0,248	5,143
Error	439,898	6	73,316			
Total	3353,827	11				

Fuente: Propia.

Interpretación: Obteniendo un valor $p < 0.05$ para los tratamientos aceptando así la H1 con un efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados, Shahuindo - Cajamarca.

Tabla 50: Prueba Post hoc – Duncan para Níquel.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
A1	3	41,7667	
A2	3	50,3333	
A3	3	66,0000	66,0000
A4	3		80,5667
Sig.		0,052	0,298

Fuente: Propia.

Interpretación: Aplicando la prueba Duncan, se puede observar que los mejores resultados se han obtenido en el tratamiento A3 con su valor de 66.00% de efecto positivo en la absorción de metales pesados en suelos contaminados en la repetición 1.

ANEXO 5: Tabla de los porcentajes de los resultados finales en la absorción de metales.

METALES	RESULTADOS INICIALES	RESULTADOS FINALES			
		A1	A2	A3	A4
Plata (Ag)	0,07	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Arsénico (As)	50.0	66,20%	72.6%	76,00%	84.4%
		64,20%	74.6%	80,00%	87.4%
		56,20%	68.6%	78,00%	86.4%
Bario (Ba)	41.7	62.8%	73.6%	77.6%	86.8%
		68.1%	76,00%	80.3%	89.2%
		65.4%	73.6%	77.9%	86.8%
Cadmio (Cd)	2.45	50.2%	66.9%	75.1%	80,00%
		51,00%	71,00%	79.1%	84,00%
		46.9%	62.4%	77.5%	83.6%
Cerio (Ce)	6.2	50,00%	54.8%	62.9%	82.2%
		43.5%	58,00%	64.5%	82.2%
		46.7%	62.9%	66.1%	83.8%
Cobalto (Co)	21.49	49.6%	59,00%	65.1%	84.1%
		54.3%	63.7%	69.7%	88.8%
		51,00%	59,00%	65.1%	89.7%
Cobre (Cu)	69,2	0,00%	25,00%	26.1%	44.5%
		14.4%	36.7%	54.3%	58.9%
		11.5%	22.9%	39.8%	73.6%
Hierro (Fe)	20000	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Mercurio (Hg)	0,1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Molibdeno (Mo)	0,2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Níquel (Ni)	11.78	50.5%	59.1%	74.5%	80.8%
		42.1%	50.3%	66,00%	69.4%
		32.7%	41.6%	57.5%	91.5%

Plomo (Pb)	20.14	56.2%	58.7%	68.1%	76.8%
		66.1%	68.7%	69.1%	76.1%
		61.7%	67.7%	69.7%	81.1%
Antimonio (Sb)	0.9	60,00%	77.7%	71.1%	77.7%
		50,00%	65.5%	67.7%	76.6%
		38.8%	52.2%	70,00%	87.7%
Selenio (Se)	0,3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Estaño (Sn)	1.1	74.5%	79,00%	85.4%	88.1%
		54.5%	70,00%	80,00%	83.6%
		45.4%	60.9%	79,00%	90,00%
Estroncio (Sr)	4.4	52.2%	63.6%	65.9%	77.2%
		52.2%	66.8%	69.5%	75,00%
		54.5%	69,00%	72.2%	88.6%
Talio (Tl)	1.3	53,00%	64.6%	77.6%	83,00%
		59.2%	73.8%	78.4%	90.7%
		51.5%	63.8%	70.7%	88.4%
Zinc (Zn)	86.6	56.2%	61,00%	75.2%	78.6%
		60.8%	64.5%	74.3%	86.7%
		59,00%	65,00%	70.9%	89,00%

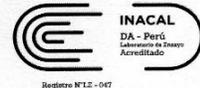
Fuente: Propia.

ANEXO 6: Resultados iniciales de los análisis de suelos.



SAG

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 124790- 2018 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : ANTONELLA ESTEFANÍA PÉREZ DÍAZ
DOMICILIO LEGAL : CAL. RIVA AGÜERO 630 URB. PALERMOLA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
SOLICITADO POR : ANTONELLA ESTEFANÍA PÉREZ DÍAZ
REFERENCIA : ABSORCIÓN DE PLEUROTUS OSTREATUS EN SUELO CONTAMINADOS CON METALES PESADOS SHAHUINDO - CAJAMARCA
PROCEDENCIA : LA LIBERTAD, TRUJILLO, TRUJILLO
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2018-08-23
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 2018-08-23
MUESTREO POR : EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
*Humedad	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 ítem 7.1.5 AS-05 - Método Gravimétrico (31 de Diciembre 2002). Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.	0.10	%
pH	EPA SW-846, Method 9045 D (Rev4) 2004. Soil and waste pH.	---	unidad pH
*Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 ítem 7.1.9 Método AS-09 (31 de Diciembre 2002). Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.	---	%
Metales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cerio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, titanio, Vanadio, Zinc).	Method 200.7 Rev. 4.4 EMMC Version (1994). Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.	---	mg/kg
*Conductividad medido en el extracto de saturación	NOM-021-SEMARNAT-2000 ítem 7.2.5 Método AS-18. Conductividad medido en el Extracto de Saturación. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Materia Orgánica. 2002.	---	dS/m
Materia orgánica	NOM-021-SEMARNAT-2000 ítem 7.1.7 Método AS-07. 2002. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.	0.24	%

L.C.: límite de cuantificación.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Suelo	
Matriz analizada	Suelo	
Fecha de muestreo	2018-08-20	
Hora de inicio de muestreo (h)	11:00	
Condiciones de la muestra	Conservada	
Código del Cliente	AP-01	
Código del Laboratorio	18081648	
Ensayo	Unidad	Resultados
*Humedad	%	7.23
pH	unidad pH	4.86
*Conductividad medido en el extracto de saturación	dS/m	0.157
Materia orgánica	%	<0.24

*El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

Resultados de Suelo reportado en base seca.

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de percibibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 3

Fuente: Resultados del laboratorio de Servicios Analíticos Generales S.A.C

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE-047

INFORME DE ENSAYO N° 124790- 2018 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado		Suelo	
Matriz analizada		Suelo	
Fecha de muestreo		2018-08-20	
Hora de inicio de muestreo (h)		11:00	
Condiciones de la muestra		Conservada	
Código del Cliente		AP-01	
Código del Laboratorio		18081648	
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales			
Plata (Ag)	0.07	mg/kg	<0.07
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	3288.7
Arsénico (As)	0.1	mg/kg	50.0
Boro (B)	0.2	mg/kg	<0.2
Bario (Ba)	0.2	mg/kg	41.7
Berilio (Be)	0.08	mg/kg	0.68
Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	1452.4
Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	2.45
Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	6.2
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	21.49
Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	5.26
Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	193.4
Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	>20000
Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1
Potasio (K)	4.3	mg/kg	597.6
Litio (Li)	0.3	mg/kg	2.8
Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	515.2
Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	1246.13
Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	<0.2
Sodio (Na)	2.3	mg/kg	24.4
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	11.78
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	144.9
Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	20.14
Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	0.9
Selenio (Se)	0.3	mg/kg	<0.3
Estaño (Sn)	0.1	mg/kg	1.1
Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	4.4
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	5.64
Talio (Tl)	0.3	mg/kg	1.3
Vanadio (V)	0.04	mg/kg	8.49
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	86.6

L.D.M.: límite de detección del método.
Resultados de Suelo reportado en base seca.

Quim. Belbeth Y. Fajardo León
C.Q.P. N° 648
Asesor Técnico Químico

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Cod.: FI 02/Version: 09/FE/03/2018

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 2 de 3

Fuente: Resultados del laboratorio de Servicios Analíticos Generales S.A.C

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 124790- 2018 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
Código de cliente	Código de laboratorio	Producto declarado	Matriz analizada	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Condición de la muestra
AP-01	18081648	Suelo	Suelo	2018-08-18	11:00	Conservada

IDENTIFICACIÓN		*ANÁLISIS DE TEXTURA				
Código de cliente	Código de laboratorio	COMPOSICIÓN			Clase Textural	Denominación
		% Arena	% Limo	% Arcilla		
AP-01	18081648	37	33	29	Fr.Ar.	Franco Arcilloso

A= Arena; A.Fr.= Arena franca; Fr.A= Franco arenoso; Fr = Franco; L = Limoso; Fr.L. = Franco limoso; Fr.Ar.A = Franco arcillo arenoso; Fr.Ar. = Franco arcilloso; Fr.Ar.L. = Franco arcillo limoso; Ar.A. = Arcillo arenoso; Ar. = Arcilloso; Ar.L. = Arcillo limoso

* El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL -DA.

Modificadores de Clase Textural	
Contenido de fragmentos %V	Término
< 15	Sin adjetivo
15 a < 35	gravoso, lajoso, pedregoso
35 a < 60	muy gravoso, muy lajoso
60 a < 90	extremadamente gravoso
> 90	(no suelo) grava, laja

Observación: Los modificadores de clase textural se utilizan cuando la muestra analizada por granulometría contiene material gravoso determinado en una porción diferente a la de granulometría. Según su porcentaje se utiliza los adjetivos para dar denominación adicional a la clase textural.

Lima, 10 de Setiembre del 2018.

17025

Quim. Belbeth Y. Fajardo León
C.Q.P. N° 648
Asesor Técnico Químico

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Cod.: FI 02/Revisión: 08/FE-03/2018

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 3 de 3

Fuente: Resultados del laboratorio de Servicios Analíticos Generales S.A.C



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

O.S. 1730B

Página: de

Cliente: Antonella Pérez Díaz contacto: Antonella Pérez Díaz E-mail: a1en16.est@via.com Telef(s) 986056428
 Lugar: La Libertad - Trujillo - Perú Empresa: Antonella Pérez Díaz Planta: Proyecto: Muestra de suelo Shahu
 Carta/Cotización: N° 2018-08WT-37-1-2

PUNTO DE MUESTREO O CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU					ANÁLISIS DE LABORATORIO					N° Informe: 724790-2018	CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES
	FECHA	HORA		Metálicos	pH	Humedad	Textura	Condutividad	M.O							
AA-01	20-08-18	11am	Suelo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	18081648	
Observaciones de Muestreo: Suelo Proveniente de Cjambamba - Shahuindo I de una quebrada cercana.																

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES
RECIBIDO
 23 AGO 2018
 RECEPCIÓN DE MUESTRAS
 SAG

* pH no tiene por sistema el tiempo de porosidad es

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Pérez Díaz Antonella Estefanía Firma(s): Recibido en laboratorio: E.T.
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: Pérez Díaz Antonella Estefanía Firma(s): Día/Hora: 11:10 hr.

ANEXO 7: Resultados finales de los análisis de suelos.

INFORME DE ENSAYO N° 126177-2018 - CON VALOR OFICIAL

RESULTADOS DE LA PRIMERA REPETICIÓN:

Producto declarado			Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Matriz analizada			Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de muestreo			2018-10-25	2018-10-25	2018-10-25	2018-10-25
Hora de inicio de muestreo (h)			12:30	12:30	12:30	12:30
Condiciones de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código del cliente			A1	A2	A3	A4
Código de laboratorio			18101933	18101934	18101935	18101936
Ensayo	L.D.M	unidades	Resultados			
Metales						
Plata (Ag)	0.07	mg/kg	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	1118.5	1105.3	972.5	779.2
Arsénico (As)	0.1	mg/kg	16.9	13.7	12.0	7.8
Boro (B)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Bario (Ba)	0.2	mg/kg	15.5	11.0	9.3	5.5
Berilio (Be)	0.03	mg/kg	0.13	0.9	0.5	0.08
Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	655.3	533.5	402.5	334.8
Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	1.22	0.81	0.61	0.49
Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	3.1	2.8	2.3	1.1
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	10.82	8.8	7.5	3.41
Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	2.46	2.18	1.85	1.0
Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	69.2	51.9	51.1	38.4
Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	>20000	>20000	>20000	>20000
Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Potasio (K)	4.3	mg/kg	297.8	178.3	150.7	124.1
Litio (Li)	0.3	mg/kg	1.33	1.26	1.1	0.7
Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	255.2	173.8	142.8	102.1
Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	685.7	330.8	304.9	206.0
Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Sodio (Na)	2.3	mg/kg	12.3	11.6	8.8	3.2
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	5.82	4.81	3.0	2.26
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	75.1	52.5	46.6	13.3
Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	8.81	8.3	6.42	4.66
Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	0.36	0.2	0.26	0.2
Selenio (Se)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Estaño (Sn)	0.1	mg/kg	0.28	0.23	0.16	0.13
Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	2.1	1.6	1.5	1.0
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	3.33	2.23	1.37	1.0
Talio (Tl)	0.3	mg/kg	0.61	0.46	0.29	0.22
Vanadio (V)	0.04	mg/kg	3.20	2.15	1.98	0.99
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	37.9	33.7	21.4	18.5

L.D.M.: Límite de detección del método

Fuente: Resultados de suelo reportados en base seca del laboratorio de Servicios Analíticos Generales S.A.C

INFORME DE ENSAYO N° 126177-2018 -CON VALOR OFICIAL

RESULTADOS DE LA SEGUNDA REPETICIÓN:

Producto declarado			Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Matriz analizada			Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de muestreo			2018-10-25	2018-10-25	2018-10-25	2018-10-25
Hora de inicio de muestreo (h)			12:30	12:30	12:30	12:30
Condiciones de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código del cliente			A1	A2	A3	A4
Código de laboratorio			18101933	18101934	18101935	18101936
Ensayo	L.D.M	unidades	Resultados			
Metales						
Plata (Ag)	0.07	mg/kg	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	1128.5	1101.5	962.5	765.8
Arsénico (As)	0.1	mg/kg	17.9	12.7	10.0	6.3
Boro (B)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Bario (Ba)	0.2	mg/kg	13.3	10.0	8.2	4.5
Berilio (Be)	0.03	mg/kg	0.14	0.8	0.4	0.06
Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	635.3	521.7	395.5	234.5
Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	1.2	0.71	0.51	0.39
Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	3.5	2.6	2.2	1.1
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	9.82	7.8	6.5	2.4
Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	2.26	2.08	1.85	1.0
Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	59.2	43.8	31.6	28.4
Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	>20000	>20000	>20000	>20000
Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Potasio (K)	4.3	mg/kg	275.8	165.3	138.7	124.1
Litio (Li)	0.3	mg/kg	1.3	1.22	1.12	0.5
Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	230.2	163.8	132.8	82.5
Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	655.7	320.5	288.9	205.5
Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Sodio (Na)	2.3	mg/kg	10.3	9.3	7.8	3.6
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	6.82	5.85	4.0	2.0
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	65.1	42.9	38.6	15.3
Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	6.81	6.3	6.22	4.8
Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	0.45	0.31	0.29	0.21
Selenio (Se)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Estaño (Sn)	0.1	mg/kg	0.50	0.33	0.22	0.18
Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	2.1	1.46	1.34	1.1
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	2.8	2.23	1.37	1.21
Talio (Tl)	0.3	mg/kg	0.53	0.34	0.28	0.12
Vanadio (V)	0.04	mg/kg	3.1	2.11	1.78	1.0
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	33.9	30.7	22.2	11.5

L.D.M.: Límite de detección del método

Fuente: Resultados de suelo reportados en base seca del laboratorio de Servicios Analíticos Generales S.A.C

INFORME DE ENSAYO N° 126177-2018 -CON VALOR OFICIAL

RESULTADOS DE LA TERCERA REPETICIÓN:

Producto declarado			Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Matriz analizada			Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de muestreo			2018-10-25	2018-10-25	2018-10-25	2018-10-25
Hora de inicio de muestreo (h)			12:30	12:30	12:30	12:30
Condiciones de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código del cliente			A1	A2	A3	A4
Código de laboratorio			18101933	18101934	18101935	18101936
Ensayo	L.D.M	unidades	Resultados			
Metales						
Plata (Ag)	0.07	mg/kg	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	1025.5	1111.5	983.5	755.7
Arsénico (As)	0.1	mg/kg	21.9	15.7	11.0	6.8
Boro (B)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Bario (Ba)	0.2	mg/kg	14.4	11.0	9.2	5.5
Berilio (Be)	0.03	mg/kg	0.24	0.7	0.4	0.02
Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	621.3	481.7	355.5	214.5
Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	1.3	0.92	0.55	0.40
Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	3.3	2.3	2.1	1.0
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	10.52	8.8	7.5	2.2
Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	2.36	2.28	1.99	1.0
Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	61.2	53.3	41.6	18.2
Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	>20000	>20000	>20000	>20000
Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Potasio (K)	4.3	mg/kg	265.4	135.3	128.3	114.4
Litio (Li)	0.3	mg/kg	1.33	1.17	1.1	0.3
Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	240.5	186.5	122.5	62.5
Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	675.8	310.8	268.5	205.5
Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Sodio (Na)	2.3	mg/kg	8.3	6.3	5.5	2.3
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	7.92	6.87	5.0	1.0
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	61.1	41.5	36.6	18.5
Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	7.7	6.5	6.1	3.8
Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	0.55	0.43	0.27	0.11
Selenio (Se)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Estaño (Sn)	0.1	mg/kg	0.60	0.43	0.23	0.11
Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	2.0	1.36	1.22	0.5
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	2.5	2.13	1.3	1.1
Talio (Tl)	0.3	mg/kg	0.63	0.47	0.38	0.15
Vanadio (V)	0.04	mg/kg	3.0	2.31	1.88	1.0
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	35.5	30.3	25.2	9.5

L.D.M.: Límite de detección del método

Fuente: Resultados de suelo reportados en base seca del laboratorio de Servicios Analíticos Generales

S.A.C

ANEXO 8: Resultados de los análisis del tejido vegetal.

INFORME DE ENSAYO N° 126177-2018 CON -VALOR OFICIAL

RESULTADOS:

Producto declarado			Tejido Vegetal
Matriz analizada			Tejido Vegetal
Fecha de muestreo			2018-10-25
Hora de inicio de muestreo (h)			12:30
Condiciones de la muestra			Refrigerada
Código del cliente			B1
Código del Laboratorio			18101937
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados
*Metales Totales			
Plata (Ag)	0.07	mg/kg	<0.07
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	2638.7
Arsénico (As)	0.1	mg/kg	26.4
Boro (B)	0.2	mg/kg	4.9
Bario (Ba)	0.2	mg/kg	29.2
Berilio (Be)	0.03	mg/kg	0.20
Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	8377.2
Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	2.02
Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	4.7
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	9.90
Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	3.89
Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	65.9
Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	>20000
Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1
Potasio (K)	4.3	mg/kg	8463.2
Litio (Li)	0.3	mg/kg	3.4
Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	4250.8
Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	495.83
Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	<0.2
Sodio (Na)	2.3	mg/kg	619.4
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	10.38
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	>6000
Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	15.83
Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	<0.2
Selenio (Se)	0.3	mg/kg	<0.3
Estaño (Sn)	0.1	mg/kg	0.4
Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	3.53
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	8.88
Talio (Tl)	0.3	mg/kg	0.6
Vanadio (V)	0.04	mg/kg	7.34
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	73.35
Uranio (U)	0.7	mg/kg	<0.7

L.D.M.: Límite de detección del método

Lima, 08 de noviembre del 2018.

Fuente: Resultados de suelo reportados en base seca del laboratorio de Servicios Analíticos Generales S.A.C

ANEXO 9: Resultado iniciales y finales del barrido de los 18 metales pesados en los 4 tratamientos de las 3 repeticiones.

METALES	RESULTADOS INICIALES	A1	A2	A3	A4
Plata (Ag)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Arsénico (As)	50.0	16,9	13,7	12	7,8
Bario (Ba)	41.7	15,5	11	9,3	5,5
Cadmio (Cd)	2.45	1,22	0,81	0,61	0,49
Cerio (Ce)	6.2	3,1	2,8	2,3	1,1
Cobalto (Co)	21.49	10,82	8,8	7,5	3,41
Cobre (Cu)	69,2	69,2	51,9	51,1	38,4
Hierro (Fe)	20000	20000	20000	20000	20000
Mercurio (Hg)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Molibdeno (Mo)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Níquel (Ni)	11.78	5,82	4,81	3	2,26
Plomo (Pb)	20.14	8,81	8,3	6,42	4,66
Antimonio (Sb)	0.9	0,36	0,2	0,26	0,2
Selenio (Se)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Estaño (Sn)	1.1	0,28	0,23	0,16	0,13
Estroncio (Sr)	4.4	2,1	1,6	1,5	1
Talio (Tl)	1.3	0,61	0,46	0,29	0,22
Zinc (Zn)	86.6	37,9	33,7	21,4	18,5

Fuente: Propia

ANEXO 10: Resultados iniciales y finales del barrido de los 18 metales pesados en los 4 tratamientos de las 3 repeticiones.

METALES	RESULTADOS INICIALES	A1	A2	A3	A4
Plata (Ag)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Arsénico (As)	50.0	17,9	12,7	10	6,3
Bario (Ba)	41.7	13,3	10	8,2	4,5
Cadmio (Cd)	2.45	1,2	0,71	0,51	0,39
Cerio (Ce)	6.2	3,5	2,6	2,2	1,1
Cobalto (Co)	21.49	9,82	7,8	6,5	2,4
Cobre (Cu)	69,2	59,2	43,8	31,6	28,4
Hierro (Fe)	20000	20000	20000	20000	20000
Mercurio (Hg)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Molibdeno (Mo)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Níquel (Ni)	11.78	6,82	5,85	4	3,6
Plomo (Pb)	20.14	6,81	6,3	6,22	4,8
Antimonio (Sb)	0.9	0,45	0,31	0,29	0,21
Selenio (Se)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Estaño (Sn)	1.1	0,5	0,33	0,22	0,18
Estroncio (Sr)	4.4	2,1	1,46	1,34	1,1
Talio (Tl)	1.3	0,53	0,34	0,28	0,12
Zinc (Zn)	86.6	33,9	30,7	22,2	11,5

Fuente: Propia

ANEXO 11: Resultados iniciales y finales del barrido de los 18 metales pesados en los 4 tratamientos de las 3 repeticiones.

METALES	RESULTADOS INICIALES	A1	A2	A3	A4
Plata (Ag)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Arsénico (As)	50.0	21,9	15,7	11	6,8
Bario (Ba)	41.7	14,4	11	9,2	5,5
Cadmio (Cd)	2.45	1,3	0,92	0,55	0,4
Cerio (Ce)	6.2	3,3	2,3	2,1	1
Cobalto (Co)	21.49	10,52	8,8	7,5	2,2
Cobre (Cu)	69,2	61,2	53,3	41,6	18,2
Hierro (Fe)	20000	20000	20000	20000	20000
Mercurio (Hg)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Molibdeno (Mo)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Níquel (Ni)	11.78	7,92	6,87	5	1
Plomo (Pb)	20.14	7,7	6,5	6,1	3,8
Antimonio (Sb)	0.9	0,55	0,43	0,27	0,11
Selenio (Se)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Estaño (Sn)	1.1	0,6	0,43	0,23	0,11
Estroncio (Sr)	4.4	2	1,36	1,22	0,5
Talio (Tl)	1.3	0,63	0,47	0,38	0,15
Zinc (Zn)	86.6	35,5	30,3	25,2	9,5

Fuente: Propia