



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Remoción de plomo y cobre con microorganismos
eficaces en suelo contaminado por lixiviados de una fuente
minera en Huancavelica, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Apumayta Riveros, Máximo (orcid.org/0000-0002-4913-3950)

Pucllas Quispe, Luis Angel (orcid.org/0000-0002-7206-3364)

ASESOR:

Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio (orcid.org/0000-0002-3419-7361)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a nuestros padres por el apoyo incondicional en nuestras formaciones académicas a su vez a nuestro asesor en el apoyo moral.

Agradecimiento

Agradecemos a nuestros padres y al asesor quienes nos brindaron el apoyo incondicional para alcanzar nuestras metas trazadas.

Índice de Contenidos

Carátula	ii
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	viii
Abstract	viii
Indice de Contenido	viii
Indice de Tablas	viii
Indice de Figuras	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	1
III.METODOLOGÍA	21
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	21
3.2 Variables y Operacionalización:.....	21
3.2.1 Variable Independiente: Microorganismos Eficaces.....	21
3.2.2 Variable Dependiente: Remoción de plomo y cobre.....	21
3.3 Población, Muestra y Muestreo:.....	21
3.3.1 Población:.....	21
3.3.2 Muestra:.....	21
3.3.3 Muestreo:.....	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5 Procedimiento:.....	23
3.6 Método de análisis de datos.....	33
3.7 Aspectos éticos:.....	34

IV. RESULTADOS	35
V. DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES	50
VII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1.	Validación y Confiabilidad de los Instrumentos de recolección de datos.	22
Tabla 2.	Resultados del suelo antes del tratamiento.....	35
Tabla 3.	Concentración de plomo y sus repeticiones antes y después del tratamiento con M.E.	39
Tabla 4.	Concentración de cobre y sus repeticiones antes y después del tratamiento con M.E.	40
Tabla 5.	Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para la concentración de plomo y cobre.....	41
Tabla 6.	Variabilidad de pH del suelo con sus repeticiones antes y después del tratamiento con M. E.	43
Tabla 7.	Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para la variabilidad del pH del suelo.....	43
Tabla 8.	Análisis de varianza del pH del suelo.....	44
Tabla 9.	Prueba de comparación múltiple de Duncan y Tukey para tratamientos del pH del suelo.....	44
Tabla 10.	Dosis de Microorganismo Eficaces	46

Índice de Figuras

Figura 1.	Diagrama de flujo del procedimiento.....	24
Figura 2.	Mapa de Ubicación del Lugar de Estudio.....	25

Figura 3.	Ubicación de uno de los puntos de muestreo.	26
Figura 4.	Mapa de Delimitación y Ubicación de los Puntos de Muestreo... ..	27
Figura 5.	Limpieza la parte superficial del suelo (vegetación y piedras)	28
Figura 6.	Hoyo en forma de V a una profundidad de 20 a 30 cm.....	28
Figura 7.	Cuarteo y limpieza de las raíces de las muestras.	29
Figura 8.	Muestras separadas en cantidades iguales y rotulados.....	29
Figura 9.	Muestras de suelo acondicionadas en 8 recipientes de 20 cm x 10 cm x 8 cm.....	30
Figura 10.	Envasado de 1 litro de Microorganismos Eficaces más 1 litro de melaza de caña y 18 litros de agua libre de cloro.	31
Figura 11.	Verificación del pH de los Microorganismos Eficaces.	31
Figura 12.	Aplicación de los Microorganismos Eficaces en las muestras de Suelo uniformemente en diferente dosis.	32
Figura 13.	Recolección de muestras después de 20 días de aplicación de los Microorganismos Eficaces.	33
Figura 14.	pH antes y después de la activación de los M. E.	36
Figura 15.	Dosis de M. E. aplicados a cada Tratamiento.....	37
Figura 16.	Temperatura del suelo durante el proceso de tratamiento monitoreado a horas de 9:00 a.m.	38
Figura 17.	Temperatura del suelo durante el proceso de tratamiento monitoreado a horas de 2:00 p.m.	38
Figura 18.	Temperatura del suelo durante el proceso de tratamiento monitoreado a horas de 10:00 p.m.	39
Figura 19.	Concentración de plomo antes y después del tratamiento con Microorganismos Eficaces.	42
Figura 20.	Concentración de cobre antes y después del tratamiento con Microorganismos Eficaces.	42
Figura 21.	Variabilidad del pH suelo antes y después del tratamiento con microorganismos eficaces.....	45

Resumen

El objetivo de la investigación es determinar la capacidad de remoción de plomo y cobre con microorganismos eficaces en suelo contaminado por lixiviados de una fuente minera en Huancavelica, 2022, con tipo de investigación aplicada y con diseño experimental, teniendo 8 muestras suelo contaminada con plomo y cobre de igual característica de 1 kg de suelo cada muestra, en los cuales se aplicaron Dosis 1 (100 ml de ME), Dosis 2 (200 ml de ME), Dosis 3 (300 ml de ME), Dosis 4 (400 ml de ME), Dosis 5 (500 ml de ME), Dosis 6 (600 ml de ME), Dosis 7 (700 ml de ME) y Dosis 8 (800 ml de ME), tomando en cuenta la característica de la activación de los ME con respecto al pH, la Temperatura del suelo tratado y las concentraciones del Plomo y Cobre y la variabilidad del pH antes y después del tratamiento obteniéndose como resultado; a los ME activados durante 8 días llegaron a un pH 3.81 y la temperatura de operación de los ME en el suelo osciló en un rango de 10 ° a 25 °C en los 20 días de tratamiento de las 8 muestras de suelo, además, se observó que los tratamientos 1, 4, 5 y 7, tuvieron un ligero aumento del plomo, siendo en el Tratamiento 7 donde el Pb Inicial fue de 601.75 ppm y el Pb Final fue de 623.83 ppm y en cuanto al Cobre los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 fueron aumentado proporcionalmente siendo el Tratamiento 1 donde el Cu Inicial fue de 15.75 ppm y Cu Final fue de 17.77 ppm, y la variabilidad del pH inicial de 4.31 tuvo un ligero aumento en los T4, T5, T6 y T7 donde el T7 aumento en 0.16 de pH, así mismo el T7 (Dosis de 700 ml de ME) aumento el Pb en 8.45 ppm y el Cu en 2.75 ppm siendo la T7 la más adecuada para controlar el aumento del plomo y el T1 (Dosis de 100 ml de ME) aumentó el Pb en 32.04 ppm y el Cu en 2.02 ppm siendo la Dosis 1 la más adecuada para controlar el aumento del Cu, así mismo el T7 (Dosis de 700 ml de ME) aumento el Material Orgánico en 1.69 %, el Potasio en 1607 ppm y el Fosforo disminuyó en 8 ppm. Concluyendo que los M. E. adecuadamente activados en las dosis aplicadas en las muestras de suelo no tiene la capacidad de remoción del Plomo y Cobre, pero si tiene una variabilidad en el pH, Material Orgánico, Potasio y Fósforo.

Palabras Clave: Microorganismos Eficaces, Plomo y Cobre.

Abstract

The objective of the research is to determine the removal capacity of lead and copper with effective microorganisms in soils contaminated by leachate from a mining source in Huancavelica, 2022 with a Type of applied research and experimental design, having 8 samples of soil contaminated with lead and homogenized copper, in which Dose 1 (100 ml of ME), Dose 2 (200 ml of ME), Dose 3 (300 ml of ME), Dose 4 (400 ml of ME), Dose 5 (500 ml of ME), Dose 6 (600 ml of ME), Dose 7 (700 ml of ME) and Dose 8 (800 ml of ME), taking into account the characteristics of the Activities of the ME with respect to pH, soil temperature treated and the concentrations of Lead and Copper and the preference of the pH before and after the treatment, having as a result that the ME inoculated for 8 days reached a pH of 3.81 and the operating temperature of the ME in the soil oscillated in a range of 10 ° to 25 °C, in the 20 days of treatment of the 8 samples it was shown that e treatments 1, 4, 5 and 7, had a stability in terms of lead increase being in Treatment 7 where the Initial Pb was 601.75 ppm and Final Pb was 623.83 ppm and in terms of Copper treatments 1, 2 , 3, 4, 5 and 6 were pressed proportionally being Treatment 1 where the Initial Cu was 15.75 ppm and Final Cu was 17.77 ppm, and the initial pH difference of 4.31 having a slight increase in T4, T5, T6 , T7 where T7 increased by 0.16 pH, likewise T7 (Dose of 700 ml of ME) increased Pb by 8.45 ppm and Cu by 2.75 ppm, with T7 being the most suitable for controlling the increase in lead and T1 (Dose of 100 ml of ME) increased Pb by 32.04 ppm and Cu by 2.02 ppm, Dose 1 being the most appropriate to control the increase in Cu and this same T7 (dose of 700 ml of ME) increased the Organic Material by 1.69%, Potassium in 1607 ppm and Phosphorus decreased in 8 ppm. Concluding that the E.M. properly activated in the applied doses does not have the Lead and Copper Removal Capacity, but it does have a disadvantage in pH, Organic Material, Potassium and Phosphorus.

Keywords: Effective Microorganisms, Lead and Copper.

I. INTRODUCCIÓN

La minería provoca un descontrol sin que nadie lo monitoree desde tiempos antiguos, los pasivos ambientales mineros en cuencas son importantes de identificarlos, ya que la presencia de cursos de agua potable y fuentes de agua arrastran los contaminantes y varían las concentraciones de plomo, cobre, mercurio y arsénico existentes en las zonas de forma natural (Vívola et al., 2020). Así mismo, el uso de los fertilizantes, insecticidas químicos y otras, han provocado un aumento excesivo de metales en el ambiente como; Hg, Cr, Cd, Cu, Pb, As, entre otros. La inserción de estos elementos en el ambiente repercute alterando las características del suelo y el agua directamente, esto sumado a los problemas ambientales del calentamiento global y deforestación, los cuales merma los recursos naturales elevando la amenaza con los metales que día a día se van acumulando en el ecosistema (Soto et al., 2020).

En 2018, la actividad minería de Perú logró posicionarse entre los mayores extractores en cuanto al; oro, cobre, zinc, estaño, plomo y plata, y el 14,07% de la tierra de Perú se ha concesionado para la minería, aproximadamente la mitad de la cual pertenece a comunidades agrícolas, y en consecuencia el total de pasivos generados en el entorno minero según la última actualización es de 8448 y el 80% de ellos no tiene un responsable específico, y estos principalmente dañan el suelo porque se descarga allí (MINEM, 2018).

En Huancavelica, el problema de la extracción de minerales afecta continuamente el aspecto social ya que el desplazamiento económico tiene un impacto directo e indirecto en los lugares donde se encuentra la minera y también afecta el aspecto ambiental, debido a los productos químicos nocivos utilizados en el proceso, citando algunos tenemos; mercurio, plomo, cobre, cianuro, arsénico etc., estos al contacto con el agua, suelo y aire causan efectos de contaminación que se pueden comprobar a corto, mediano y largo plazo, otro problema latente es la falta de información adecuada sobre las consecuencias ambientales y sociales que produce la minería ya que un importante sector de la población (Rocío R. S. et al., 2021).

En consecuencia, el vertimiento de plomo en el suelo permanece durante muchos años, quedándose inmóvil en la composición orgánica del suelo, no se disuelve, no se descompone y es considerado como una fuente de exposición duradera en el tiempo (Guerra Pizarro, 2015). El plomo puede ser inhalado y absorbido a través de las vías respiratorias o del sistema digestivo dependiendo de su forma, tamaño, proceso digestivo, estado nutricional y edad, dentro del organismo puede ocasionar diversos problemas con los neurotransmisores, en la parte vascular, hipertensión y neurotoxicidad, a nivel renal interfiere en la conversión de la vitamina D a su forma activa, existe compresión endonuclear sobre el túbulo renal, dando lugar a alteraciones renales. disfunción tubular, atrofia tubular y fibrosis en estadios más severos (Valdivia Infantas M. M., 2019). Así mismo, la fuga de relaves concentrados en cobre y otros metales como Hierro, Azufre, Molibdeno, Zinc, Cadmio, Arsénico, Plomo, etc. En contacto directo en el suelo o el agua pueden moverse, lavarse, evaporarse o ser absorbidos por el medio ambiente contaminando creando problemas ecosistémicos afectando a las plantas, aguas superficiales, aguas subterráneas y en peores casos envenenar a las personas, etc... Creando problemas en las relaciones sociales de la minería con las comunidades aledañas y sectores públicos (Giulianna Valencia, 2017).

En este sentido, el trabajo se planteó como **problema general**: ¿Cuál es la capacidad de remoción de plomo y cobre con microorganismos eficaces en suelo contaminado por lixiviados de una fuente minera en Huancavelica, 2022?; y los **problemas específicos**: ¿Cuáles son las características de activación de los microorganismos eficaces?; y ¿Cuál es la concentración de plomo y cobre en suelo contaminado por lixiviado antes y después del tratamiento con microorganismos eficaces?; y ¿Cuánto es el pH en el suelo contaminado por lixiviados antes y después del tratamiento con microorganismos eficaces?; y ¿Cuál es la dosis de microorganismo eficaces para reducir plomo y cobre en suelo contaminado por lixiviado de fuente minera en Huancavelica, 2022?

La investigación se justifica teóricamente que, en la revisión de base de datos de diferentes bibliotecas entre ellas incluidas a Google Scholar, Medline y Scopus, se menciona que los microorganismos han adoptado diferentes mecanismos de éxito en cuanto a la disminución de metales pesados (Revista de Salud y Contaminación, 2019).

En cuanto a la justificación técnica dentro del trabajo es aplicar microorganismos en suelo contaminado para su remediación y volverlas a su estado natural mediante estos organismos o también llamado remediación biológica.

Para la justificación social es el aprovechamiento del conocimiento generado sobre las capacidades remediadoras de suelo contaminado con microorganismo para aplicar en los ambientes críticos que se pueden ver en la explotación donde las industrias mineras han asentado su actividad.

Se justifica ambientalmente que, al usar tratamientos microbiológicos en suelos contaminados, muestran una mayor eficiencia con mejores resultados en comparación de las tecnologías de membrana o de evaporación que también son sistemas eficaces, pero producen contaminantes residuales. (Arroyo Maravi, AK, Palacios Gutiérrez, PR, 2020).

Y para la justificación económica los usos de microorganismos son más económico en comparación con el tratamiento electroquímico y las tecnologías de membrana, por lo que la opción más recomendada es utilizar la adsorción microbiana para el tratamiento de suelos contaminados.

En este sentido la investigación se planteó como **objetivo general**; Determinar la capacidad de remoción de plomo y cobre con microorganismos eficaces en suelo contaminado por lixiviados de una fuente minera en Huancavelica, 2022; y como **objetivos específicos**: Determinar las características de activación de los microorganismos eficaces; y Determinar la concentración de plomo y cobre en suelo contaminado por lixiviado antes y después del tratamiento con microorganismos eficaces y Determinar el pH en el suelo contaminado por lixiviados antes y después del tratamiento con microorganismos eficaces; y Determinar la dosis de microorganismo

eficaces para reducir plomo y cobre en suelo contaminado por lixiviados de fuente minera en Huancavelica, 2022.

De la misma manera se planteó **la Hipótesis General**: Los microorganismos eficaces permiten la remoción de plomo y cobre en suelo contaminado por lixiviados de una fuente minera en Huancavelica, 2022; y como **Hipótesis específicos**: Las características de activación de microorganismos eficaces permiten el tratamiento del suelo contaminado por lixiviado de fuente minera en Huancavelica; y la concentración final de plomo y cobre se redujo en un 30% después del tratamiento con microorganismos eficaces; y el pH final aumenta en un 20% después de la aplicación de microorganismos eficaces; y Las dosis de microorganismo eficiente permiten reducir plomo y cobre en suelo contaminado por lixiviado de fuente minera en Huancavelica, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel Internacional Para Ling-yu et al. (2015) al estudiar la acumulación de metales pesados y sus factores influyentes, para lo cual se recolectaron 148 muestras de suelo el campo de invernadero, campo de hortalizas, campo de maíz y campo forestal, esto mostró que había una diferencia bastante grande en efectos de la acumulación de Cr, Ni, Cu, As, Cd y Zn en suelos bajo diferentes patrones de uso del suelo, excepto Pb. Basado en la evaluación de la comparación con las concentraciones de fondo en el suelo, la mayor acumulación de metales pesados se encontró en invernadero y campo de hortalizas descubierto, mucho menos en campo de maíz y campo forestal. El contenido medio de metales pesados en los suelos de mayor a menor se dispuso en orden; campo de invernadero, campo de hortalizas descubierto, campo de maíz y campo de bosque. El Cd y Cu tuvieron una acumulación relativamente seria en los suelos en comparación con Cr, Ni, As y Zn. La acumulación de metales pesados, como; Cr, Ni, Cu, As, Cd y Zn en los suelos se vio significativamente afectada por patrones de uso del suelo, entre ellos la acumulación de metales pesados en los suelos de los invernaderos fue mayor que en otros. La aplicación de fertilizantes químicos, fertilizantes orgánicos y pesticidas con alto contenido de metales pesados deben evitarse para evitar la acumulación de metales pesados y mantener suelos de alta calidad para un uso sostenible.

Por otra parte, Kejing Zhang et al. (2019) aislaron suelos con microorganismos para la mineralización biológica. Las bacterias fueron identificadas como *Bacillus* sp y poseían una capacidad significativa de eliminación de plomo. El experimento de remoción de plomo indicó que el modelo matemático de $\eta = \eta_{\text{metroa}} X - \eta_{\text{Cmit}} / k$ se adaptan bien a la variación de la tasa de eliminación con el tiempo. Este trabajo descubrió que el medio de cultivo tenía la capacidad de remover el plomo acuoso (Pb 2+). A la misma dosis, las tasas de eliminación de Pb 2+ se precipitó en forma de Pb 3 (PO 4), 2 minerales establecieron el orden de: células < medio de cultivo < metabolitos < suspensión bacteriana. El mecanismo de eliminación de plomo se exploró más a fondo utilizando las técnicas de XRD, FTIR y SEM. Los resultados mostraron que durante la fermentación, las bacterias

descomponen compuestos orgánicos que contienen fosfato en el medio de cultivo para generar una gran cantidad de grupos fosfato en la superficie de las células bacterianas.

En consecuencia, la contaminación por metales pesados en el suelo ha sido motivo de preocupación debido a la toxicidad en el ecosistema y un efecto adverso a la salud de las personas, este estudio examinó la reducción de metales pesados biodisponibles y, en consecuencia, la disminución de la ecotoxicidad para la biota cuando se aplicaron tres enmiendas químicas en el suelo; lodos de drenaje ácido de mina (AMDS), piedra caliza (LS) y escoria de acero (SS) con una proporción de aplicación variada (1, 3, 5%) en suelos contaminados por metales pesados. El resultado mostró que AMDS fue la enmienda más eficiente para reducir metales pesados biodisponibles en el suelo, mientras que SS mostró la menor eficiencia. Relación de reducción de biodisponible As, Cd y Pb osciló entre 39,0 y 92,0 % según la proporción de aplicación. Sin embargo, solo el Pb biodisponible se redujo en un rango entre 39,1% y 56,5% cuando se aplicó SS en el suelo (Dong-Hyun et al., 2019).

Para R. Paradelo et al. (2015) el efecto de compostajes de residuos sólidos urbanos sobre un suelo ácido agrícola contaminada con Cu, Pb y Zn, el análisis de los elementos extraíbles de CaCl₂ demostraron una fuerte capacidad para disminuir la solubilidad de los metales agregados al suelo, especialmente para Cu y Pb. El porcentaje de reducción de las formas solubles respecto al inicial la adición fue mayor a la tasa de compost, y alcanzó 99% para Cu y Pb, y 80% para Zn. La prueba TCLP mostró que el compost también redujo la lixiviabilidad de los tres elementos, No obstante, el EDTA extrajo una gran cantidad (alrededor del 90%) de los elementos añadidos en todos los tratamientos. Dado que el EDTA tiene una gran capacidad para extraer elementos ligados a la materia orgánica, se puede suponer que el principal mecanismo de la insolubilización observada fue la formación de complejos organometálicos de baja solubilidad con materia orgánica del suelo.

También David Fernández et al. (2017) menciona que la remediación electrocinética es un método de descontaminación del suelo que contiene metales pesados, para ello se usa un laboratorio de química de pregrado para demostrar la remediación electrocinética del suelo contaminado con cobre, el cual se usa una celda electrocinética de 30 cm con un voltaje aplicado de 30 V para demostrar la redistribución del cobre en arena contaminada inicialmente con una solución de cloruro de cobre 0,24 M. El contenido de cobre en la arena se mide mediante extracción ácida seguida de valoración complexométrica. La medición del pH a través de la celda se utiliza para demostrar la diferencia de movilidad entre los iones H^+ y OH^- durante el proceso electrocinético. Demostrando la disminución del cobre en un 44 %.

En cuanto a M. Touceda González et al. (2017) mencionada que la fitoestabilización en relaves fueron enmendados con desechos sólidos municipales compostados y sembrados con *Salix* spp., *Populus nigra* L. o *Agrostis capillaris* α - y β -proteobacterias L cv. Tierras altas. El crecimiento de las plantas, el estado nutritivo y la acumulación de metales, y las propiedades fisicoquímicas y bioquímicas del suelo se monitorearon durante tres años (cuatro años para el crecimiento de las plantas). La comunidad bacteriana total, Actinobacteria y Streptomyetaceae *S. viminalis*, y la especie herbácea, *A. capillaris* fueron estudiados por la DGGE de fragmentos de ADNr 16s. La enmienda con compost mejoró las propiedades del suelo, como el pH en 10 %, y disminuyó la disponibilidad de Cu en 82 % en el suelo, lo que condujo al establecimiento de una cubierta vegetal saludable. Tanto la modificación del compost como la actividad de las raíces de las plantas estimularon las actividades de las enzimas del suelo e indujeron cambios importantes en la estructura de la comunidad bacteriana a lo largo del tiempo. La planta leñosa, mostró los mejores resultados en términos de crecimiento de las plantas y producción de biomasa. Los efectos beneficiosos del proceso de fitoestabilización se mantuvieron al menos tres años después del tratamiento.

También Pan – wu et al. (2021) menciona que la generación de vapor solar interfacial es una tecnología ecológica y sostenible para la remediación del suelo. Un nuevo evaporador fototérmico está diseñado para acelerar la extracción de plomo (Pb) de la solución del suelo, remediando así rápidamente y con éxito un suelo contaminado con Pb. En 2 semanas, esta remediación por evaporación impulsada por energía solar (SDER) reduce simultáneamente la fracción de Pb biodisponible en un 38,4 % (de 359 a 221 mg kg⁻¹) sin pérdida excesiva de nutrientes ni contaminación secundaria. El ensayo posterior a la planta de remediación indica que el suelo tratado es significativamente menos fitotóxico, con una disminución del contenido de Pb en brotes/raíces en un 50 %. Dado que SDER no implica una entrada de energía externa; distintos de la radiación solar; los costos operativos continuos son bajos, lo que genera un potencial significativo para aplicaciones prácticas sostenibles. En general, este estudio demuestra por primera vez que la evaporación solar interfacial se puede aplicar con éxito a la remediación del suelo.

Para Masahiko Katohm, Kazuki Hashimoto, Takeshi Sato (2016) la fitoextracción denominada separación por fitosucción (PS-S) requiere largos períodos para la remoción de metales pesados del suelo contaminado, para lo cual se realizó un experimento en macetas para valorar la eficiencia de eliminar el Pb y el Sb en el suelo, la evapotranspiración y la biomasa de los brotes son significativamente más altas en las plantas cultivadas con PS-S que en las cultivadas con PE, donde se demostró que el PS-S era eficaz para eliminar plomo y antimonio, y las concentraciones de plomo y antimonio eliminadas por el PS-S eran 8–25 y 69–533 veces mayores que las eliminadas por el PE, respectivamente. El PS-S podría eliminar eficazmente el Sb del suelo contaminado donde la concentración de Sb eliminado correspondía al 166-380% del Sb soluble en agua en el suelo contaminado. Este estudio demostró claramente que el PS-S fue efectivo para remover Pb y Sb del suelo contaminado y sería particularmente útil para remover elementos con alta movilidad. El PS-S podría eliminar eficazmente el Sb del suelo contaminado donde la concentración de Sb eliminado correspondía al 166-380% del Sb soluble en agua en el suelo

contaminado. Este estudio demostró claramente que el PS-S fue efectivo para remover Pb y Sb del suelo contaminado y sería particularmente útil para remover elementos con alta movilidad.

También los solventes eutécticos profundos (DES) son una nueva clase de solventes biodegradables y de bajo costo, los DES se han utilizado para eliminar el plomo del suelo de un vertedero mezclando cloruro de colina, una sal de amonio cuaternario, con diferentes donantes de enlaces de hidrógeno, como fructosa, sacarosa, glicerol y etilenglicol. Se mezcló una saponina tensioactiva biodegradable natural extraída del pericarpio de la nuez de jabón con DES para mejorar su eficacia. La solución al 10 % de DES a base de frutas que contiene fructosa y sacarosa demostró una eliminación de plomo de alrededor del 31 % y el 25 % respectivamente, que aumentó al agregar saponina. Se podría eliminar hasta un 72 % de Pb con una combinación de 40 % de DES a base de fructosa y 1 % de saponina o 10 % de DES a base de fructosa y 2 % de saponina. Para los DES sintéticos que contienen glicerol y etilenglicol, la adición de saponina dio como resultado una mejora notable de hasta un 54 %. DES levemente alcalinos suministrados H^+ actuando como ácido de Lewis que reemplazó los cationes de plomo de los donantes de electrones de carbono orgánico. Los DES ligeramente alcalinos funcionan mejor cuando se mezclan con una solución de saponina ácida que suministró H^+ . Este estudio abrirá nuevas posibilidades en la aplicación de DES basados en compuestos naturales para la remediación de suelos (Soumyadeep Mukhopadhyay et al., 2016).

La contaminación por plomo en el suelo se ha convertido en un problema internacional en los últimos años, debido a la explotación minera y al abuso de fertilizantes, en tal sentido (Guiyin Wang et al., 2015) experimentó que con lavado químico del suelo por lotes para optimizar la eficiencia de eliminación de Pb del suelo contaminado mediante dos quelantes biodegradables, ácido cítrico (CA) y [S, Sácido] - etilendiaminodisuccínico (EDDS), el cual se evaluaron las influencias de la concentración del quelante, el pH y el tiempo de contacto. En una prueba de un solo factor, se logró una eficiencia máxima de eliminación de Pb de 77,84 % con solución de CA 100

mM y pH 2,0 durante 60 min, mientras que alcanzó 81,49 % con solución EDDS 400 m M y pH 4,0 durante 60 min. Las interacciones entre los factores selectivos fueron significativas ($P < 0,05$). Se desarrollaron modelos polinómicos para la respuesta experimental y se obtuvieron condiciones óptimas con altos coeficientes de determinación ($R^2 \geq 0.90$, $P < 0,05$). Además, las eficiencias de eliminación de Pb por lavado con CA y EDDS fueron 70,08 y 80,26 %, respectivamente, en condiciones óptimas, y cercanas a los valores predichos (74,49 y 83,95 %) de RSM. Los resultados confirmaron la precisión y confiabilidad del proceso de optimización usando RSM. Por lo tanto, la metodología de la superficie de respuesta es un enfoque adecuado para determinar los parámetros óptimos para el lavado químico del suelo para remediar el suelo contaminado con metales pesados utilizando quelantes biodegradables.

Ahora en el Perú Gambini Valverde, L. R. (2020) menciona que la contaminación del suelo provocada por la minería está provocando conflicto social, destrucción y desertificación de vastas hectáreas de tierra, con una contaminación asombrosa en diferentes partes del país, que se refleja principalmente en la destrucción de la tierra y la contaminación del agua, por las operaciones mineras y la escala del impacto ambiental resultante de las sustancias químicas usadas en el proceso. Para el tratamiento de suelos contaminados por la inserción de metales pesados en sus características por la minería, se utilizan diferentes métodos de remediación considerando el tipo de contaminantes, las propiedades del suelo, la eficiencia del tratamiento, la viabilidad económica y su tiempo estimado de desarrollo. Las técnicas más comunes para el tratamiento de los suelos afectados por la minería son los tratamientos fisicoquímicos, térmicos y biológicos, es importante señalar que los tratamientos para mejorar los suelos deben ser los más adecuados.

De igual forma, la inserción de metales pesados en los suelos se ha convertido en un problema en los últimos años debido al aumento de las actividades mineras, agrícolas y metalúrgicas, documentándose las acumulaciones de metales en la flora y en la fauna acuática, debido al aumento de las movilizaciones de los metales en el ambiental. Frente a esta

problemática (Huillca Huanaco Ccoscco, E., 2021), dado que el proceso de absorción que se produce en la interacción metal-biocarbón implica diferentes mecanismos físico químicos gobernados por fuerzas electrostáticas, se ha estudiado el potencial del biocarbón como tecnología para la inmovilización de metales en el suelo utilizando esta tecnología rica en carbono. El producto tiene el efecto de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, garantizando la seguridad e higiene alimentaria y la salud pública; Finalmente, debido a su potencial de secuestro de carbono, el biocarbón ofrece una alternativa para mitigar y adaptarse al cambio climático.

Para Loroña Calderón, F. et. al. (2019) al valorar la eficacia que tienen los Microorganismo eficaces en la biorremediación de suelos contaminados por Diésel B5 en suelo agrícola, suelo costero, suelo urbano y suelo ribereño, el resultado mostró que el suelo de uso urbano con la aplicación de los M. E. tuvo una eficiencia del 41.60 % disminuyendo 51 221 mg/kg a 29 911 mg/kg de HTP; en cuanto al suelo de uso agrícola, se obtuvo una eficiencia del 40.06 % disminuyendo 35 674 mg/kg a 21 383 mg/kg de HTP; y para el suelo de uso ribereño se tuvo una eficiencia de 35.05 % disminuyendo 7 604 mg/kg a 4 939 mg/kg de HTP y finalmente el suelo costero tuvo una eficacia de 15.29 % disminuyendo 12 973 mg/kg a 10 989 mg/kg de HTP. Asimismo, existió una correlación entre la variabilidad de la materia orgánica y la densidad aparente en los suelos tratados, obteniendo un valor de remediación de 0.9984 y 0.9496.

Para Quincho Salazar, S., & Yomona Shupingahua, N. S. (2022) el plomo es un metal que normalmente queda retenido en la capa superficial. La investigación tiene como objetivo evaluar el potencial efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en el maíz para la remoción de plomo en el suelo, en el campus de la UPeU, San Martín. La muestra estuvo conformada por suelo contaminado artificialmente con nitrato de plomo con una concentración de 390,51 mg/kg, la cual es superior al estándar de calidad ambiental para suelos. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con un factor y tres niveles (suelo contaminado, suelo contaminado +

maíz, suelo contaminado + maíz + microorganismos) y tres repeticiones, dando como resultado un total de nueve unidades experimentales (macetas). La medición de la concentración de plomo en las muestras se realizó al inicio y finalizando los 4 meses del ensayo. Se obtuvo los siguientes resultados en los análisis de suelo: T0=364,38 mg/kg; T1=347,31 mg/kg; T2=268,04 mg/kg no encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos aplicados obteniendo un p-valor de 0,26; el cual es mayor que 0,05, considerando así la Hipótesis nula, para la remoción de plomo en el suelo. Asimismo, el mayor porcentaje de absorción de plomo a nivel muestra con el tratamiento de suelo contaminado+ maíz+ microorganismos eficientes, siendo el porcentaje de absorción de 26,44%; seguido del tratamiento de suelo contaminado+ maíz, con un porcentaje de absorción de 4,68 %.

Por otro lado, Febres Flores, SE (2019) investigó el tratamiento de suelos contaminados con plomo analizando 4 métodos de tratamiento; Tratamiento T1: suelo contaminado con plomo + vermicompost + el girasol; Tratamiento T2: suelo contaminado con plomo + vermicompost; Tratamiento T3: Suelo contaminado con Pb + girasol; Tratamiento T4: Suelo contaminado con Pb, la tasa de eliminación de plomo en el suelo contaminado alcanzó el 81,21% y, al mismo tiempo, aumentando el contenido de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, el valor de pH y el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, siendo más eficaz el T2 que los tratamientos T1, T4 y T3. Teniendo en cuenta el factor de translocación de plomo, el girasol en vermicompost actúa como estabilizador de plomo, mientras que sin vermicompost actúa como extractor de plomo.

También se realizó la remediación de suelos contaminados por cobre aplicando ácidos húmicos y revegetación, tomando como inicio cuatro muestras de monitoreo la MS-01, MS-02, MS-03 y MS-04, con la finalidad de identificar la concentración de Cobre; MS-01 = 24.37 mg/kg, MS-02= 5000mg/kg, MS-03 = 449.73 mg/kg, MS-04 = 5000mg/kg, luego de aplicar ácido húmico y revegetar estos suelos, se tomó una muestra de validación y se obtuvieron los resultados; MS-02 = 157.72 mg/kg, MS-03 = 133.55 mg/kg, MS-04 = 168.01 mg/kg, luego de 3 meses se obtuvo como resultado; MS-02 = 93.22 mg/kg, MS-03 = 82.51 mg/kg, MS-04 = 89.47 mg/kg, en el cual, se

mostró que el contenido de cobre en el suelo disminuyó en un promedio de 41.09% (Vera Gamero, S. L., 2018).

Dentro de la investigación de Evelyn Katherine LI. Q. (2018) evaluó el efecto que tiene el cadmio total y las propiedades fisicoquímicas de un suelo contaminado del distrito de Orcotuna al aplicar los microorganismos eficaces en la provincia de Concepción. Los resultados obtenidos con respecto al contenido inicial (14,89 mg/kg), habiéndose encontrado valores de 12,93 mg/kg (tratamiento 10: 20% EM+20% HL) y 14,86 mg/kg (tratamiento 1: testigo), después del periodo de incubación, durante las 8 semanas a 25°C); el pH del suelo se incrementó, en los tratamientos 4 (15% EM, pH = 7,98), 5 (20% EM, pH = 8,097) y 10 (20% EM + 20% HL, pH = 8,093), respecto al valor inicial (pH = 7,97); la conductividad eléctrica, varió de 0,513 dS/m (Tratamiento 1, testigo) a 8,070 dS/m (Tratamiento 5: 20% EM); la materia orgánica varió de 2,51% (Tratamiento 1: testigo) a 8,80% (Tratamiento 10: 20% MO+20% HL); el fósforo disponible del suelo creció, con valores entre 16,433 ppm (Tratamiento 2: 5% EM) hasta 153,567 ppm (Tratamiento 6: 20% HL); el potasio disponible aumentó significativamente, con desde 267,333 ppm (Tratamiento 1: testigo) hasta 5813,333 ppm (Tratamiento 10: 20% EM+20% HL); la Capacidad de Intercambio Catiónico se incrementó con la aplicación de microorganismos eficaces y humus de lombriz, con valores de 20,373 meq/100 g (Tratamientos 3: 10% EM y 4: 155 EM) hasta 27,307 meq/100 g (Tratamientos 7: 5% EM+20% HL y 8: 10% EM+20% HL). Concluyendo que la aplicación de EM en el suelo disminuyó la cantidad de Cd total, incrementó la materia orgánica, fosforo disponible y potasio.

Por otro lado, el trabajo de Henriquez Anaya, C. N. (2018) tuvo como objetivo analizar el efecto de la inmovilización del cobre en cuatro suelos contaminados al aplicar KH_2PO_4 , como primera instancia estos suelos fueron analizados con el fin de saber el tipo de suelo y calcular la cantidad de fósforo a utilizar y evaluar la influencia de estos factores en la lixiviación del cobre, luego las muestras de suelo fueron contaminadas con cobre hasta obtener una la cantidad a 400 mg de cobre por 1 kg de suelo. Las concentraciones aplicados fueron de; 0 mg de cobre por 1 kg de suelo, 100 mg de cobre por 1 kg de suelo, 200 mg de cobre por 1 kg de suelo, 400 mg

de cobre por 1 kg de suelo y 800 mg de cobre por 1 kg de suelo mg, Los resultados mostraron que la alta concentración de cobre soluble y el alto contenido de fósforo en la solución estabilizaron favorablemente el pH del cobre en el suelo, y que la presencia de carbonato y materia orgánica del suelo no afectó la estabilidad del cobre y en suelos donde cambio el pH y viceversa que originó la aplicación de KH_2PO_4 disminuyó la lixiviación de cobre, por consiguiente el único suelo que presentó una minimización de 25.2 mg de cobre en 1 kg de suelo a 5.24 mg de cobre en 1 kg de suelo, de las cantidades de cobre lixiviados el suelo superficial de Pasco y para los superficial de La Molina, subsuelo de La Molina y suelo superficial de Junín quedaron por debajo de los 2.1 mg de cobre en 1 kg de suelo, las cantidades totales lixiviadas de cobre.

Por otro lado, Huiza Acosta, K. B. (2019) menciona que el tratamiento de suelos contaminados con metales pesados mediante fitorremediación, es una alternativa efectiva a la extracción y reducción de metales y hoy por hoy más de 400 taxones de planta han sido identificados como plantas hiperacumuladoras capaces de concentrar metales en su organismos, teniendo a la familia Brassicaceae con 87 especies en 11 géneros considerado como el hiperacumulador metálico ayudando a la formación de biomasa representando un bajo costo de fitorremediación al ser una especie con capacidades de adaptación a ambientes extremos.

Donde Quiliche Raico, V. D. (2021) evaluó la eficacia de *Urtica urens* L. en la fitorremediación de suelos contaminados insertados de plomo, a través del análisis documental el cual recolectó datos más importantes en fichas de registro. Mostrando que la especie presenta acumulaciones de 510 mg de plomo en sus raíces y 171 mg de plomo en sus hojas, y también se encontraron concentraciones de plomo en toda en el organismo de la especie. De manera similar, en otros estudios, la eliminación de plomo del suelo llegó al 70%. Por otro lado, se ha observado que esta especie presenta un mayor contenido de plomo en su estructura tras la adición de un determinado fertilizante o alta densidad de población.

Por otro lado, Palacios Cerna, G. V. (2016) evaluó de la capacidad fitoextractora del alfalfa y perejil para tratar suelos contaminados por plomo.

Para ello se determinó la capacidad de fitoextracción de la alfalfa y el perejil en el mejoramiento de suelos contaminados con plomo. La población de prueba fueron suelo contaminado con plomo y regados directamente con agua del Río Santa, las parcelas destinadas a este estudio tuvieron como muestra representativa a 250 g de suelo, los datos obtenidos fueron analizados teniendo como resultado que la siembra de la alfalfa produce bajas concentraciones de plomo en las parcelas a diferencia del sembrío de perejil, por todo ello podemos mencionar que los dos tipos de siembras ofrecen resultados satisfactorios en la remediación de suelos contaminados con plomo.

Ante la problemática de suelos contaminados por los relaves mineros Bejarano Pérez, J. R. (2018) plantea la remoción de metales pesados de relaves en una planta concentradora de Huari por electroquímica a escala de laboratorio, determinando en el tiempo de residencia que la concentración más recomendable de hidróxido de sodio usado como ánodo y el ácido láctico usado como cátodo a disparejos concentraciones, se obtiene un máximo de 65.23 % de remoción de cobre, zinc y cadmio, usando concentraciones de 1 M de hidróxido de sodio y el 0.5 M de Ácido láctico. Finalmente, se concluyó que la remoción de Cobre, Zinc y Cadmio se logró en las concentraciones óptimas descritas y podría ser utilizada y derivada en otros campos.

Además, Bravo Camac, D., & Olivera Kalafatovich, J. G. (2020) realizaron la comparación sistemática del biochar y alternativas de remediación vegetal para el tratamiento de suelos contaminados con metales pesados. La metodología usada dentro de la investigación fue la recopilación de datos y hallazgos en base a la información obtenida de las revisiones de artículos y bibliografías de los temas en mención. Los resultados encontrados con respecto al tratamiento del biochar que al interactuar con el metal pesado en un suelo contaminado provoca muchos mecanismos de intercambio iónico atracción electrostática, complejación superficial y precipitación, estos determinados en función de la fuente de materias primas, las condiciones de pirólisis en la producción de biocarbón y las características del suelo y los resultados encontrados sobre la remediación vegetal menciona que la

interacción de metales pesados provoca mecanismos de tifoestabilización, fitoextracción y fitoevaporación estos se determinan al uso de especies para la remediación.

Por otro lado, Rodríguez Flores, A. E., & Meléndez Campos, D. Z. (2019) realizan remediación de suelos afectados por metales pesados por plomo y cadmio, usando 3 especies de hongos llamados *Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus* y *Agaricus bisporus*, se importaron muestras de suelo de la ciudad de La Oroya para ser tratados. Considerando el EPA 3050, se analizaron las muestras y se llevaron al espectrofotómetro de absorción atómica, obteniendo como resultado que el *Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus* y *Agaricus bisporus* son efectivos en el tratamiento de suelos contaminados con plomo.

Por parte de Casimiro Vidal, W. B. (2019) evaluó la eficacia entre dos agentes biodegradables en el tratamiento de suelos contaminados por diésel B5. Tomando los resultados de los parámetros de fraccionamiento de hidrocarburos F2, se registraron cuatro biocombustibles en los meses siguientes, en abril, mayo, junio, agosto y noviembre de 2018, se analizaron un total de 21 muestras mostrando concentraciones al final del desengrasante naranja es 1000. forte en biocombustible MSF-02 es 2084 mg, muchos hidrocarburos producidos por el surfactante pueden usarse para separar bacterias, manteniendo altas concentraciones de cobre de materia orgánica 6,21% y pH 7,12, debido a la facilidad de adaptación de los microorganismos, poblaciones bacterianas de 237 millones de UFC, actinomicetos de 37.000 UFC y hongos de 2.600.000 UFC, superiores a los biocombustibles. Los valores de los biocombustibles no son iguales, posiblemente por el tipo de suelo y la presencia de aglomeraciones de hidrocarburos meteorizados que no pueden homogeneizar por completo debido a sus propiedades físicas. Por otro lado, las mejores tasas de remoción se lograron en el biosistema MSF-02, mostrando uno de los beneficios secundarios del uso del desengrasante naranja 1000 forte, que por sus propiedades rompe la superficie de los hidrocarburos, el pH es neutro en cuanto a su voltaje. Promoviendo así la actividad de un consorcio microbiano existente.

Para Huaranga Sánchez, E. L. (2019) la descarga de agua ácida de la unidad minera contaminó el suelo y en la vegetación superficial esparcida en la zona, para demostrar ello se utilizaron fotografías de campo para determinar las influencias vegetales y ambientales alrededor del lago y también se muestrearon en tres estaciones teniendo; suelo rizosférico, parte aérea y raíces. Los resultados mostraron que las propiedades fisicoquímicas de los suelos de rizoma andino de las especies altas *Sensiflora*, *Clover* y *Calamagrostis* eran rígidas al área alrededor de la Laguna de Yanamate prefiriendo sobrevivir en suelo contaminado. De igual forma, se encontró que la especie andina alta *Trisetum spicatum* que presentó concentraciones de cobre 246 mg/kg, hierro 19088 mg/kg, zinc 748 mg/kg y plomo 255.25 mg/kg, y el cadmio 11.40 mg/kg M, el cual es un aglomerador tisular de sus radicales libres, describiéndolo como el de mayor potencial fitorremediador de la clase de estabilizadores de plantas.

Ante uno de los problemas producidos por la minera Arroyo Maravi, A. K., & Palacios Gutiérrez, P. R. (2020) buscan información sobre remediación biológica en suelos contaminados por metales pesados contemplando 64 referencias bibliográficas y 10 antecedentes, concluyendo que los métodos probados para tratar suelos contaminados con metales pesados es efectivo, revelando la eficiencia de aplicación de los microorganismos es del 96,8 %, 61,0 % y 66 %, respectivamente, y el método de tratamiento vegetal es del 87 %, 70,6 %, 66 % y 59 %, respectivamente.

Para Colan Garay O. (2017) al activar los Microorganismo Eficaces durante 7 días tuvo como resultado 3.5 pH para obtener una solución madre de M.E. fueron acondicionados a un pH 10, usando NaOH 0.5 estos consorcios adaptados con contracciones de 5 %, 10 % y 15% de M. E. acondicionados a pH 10, los cuales fueron adheridos a concentraciones de NaCN de 100, 200 y 300 ppm. Las concentraciones de M.E. y NaCN fueron cerrados herméticamente y instalados en un agitador magnético durante 6 días, resultando que la biodegradación de NaCN fue de un 19.2 % y donde se originó a una concentración de M.E. de 10% y una congregación de NaCN de 100 ppm; la biodegradación descendió en cuanto al NaCN de un 19.2 %

originando a una concentración de M.E. de 15% y una congregación de 200 ppm con respecto al NaCN.

A nivel local tenemos a Cayllahua Ramos et al. (2020) evaluó la eficiencia de biosorción con biomasa microbiana para metales de cobre y plomo presentes en el suelo, determinando que la mejor cantidad de biomasa microbiana es de 27 gramos y el tiempo recomendable de contacto es de 3 horas, considerando las premisas menciona anteriormente la eficiencia de biosorción de la aplicación de biomasa microbiana es de un 95.73% para cobre y un 92.37 % para plomo y así concluyendo que la aplicación de biomasa microbiana para remediación de suelos con plomo y cobre de la Mina Buenaventura tiene como eficiencia una biosorción de un 50 %.

Así mismo Farfán Chilicaus and Gary Christiam (2020) realizaron tratamiento de suelos contaminados y remoción de plomo que se encuentran en relaves mineros de la unidad minera Paredones, aplicando el proceso de electroremediación, tomando en cuenta variables de densidad de corriente en orden; 10 mA/cm², 20 mA/cm² y 30 mA/cm² y dosis de ácido oxálico de 5 mol/L, 10 mol/L, 15 mol/L y con duración de un día. Se analizaron el pH, entre los espacios de los electrodos, observando que el pH aumento del ánodo hacia el cátodo, el cual tuvo un espacio de 10 cm entre ambos, así mismo, se realizó un análisis de la concentración del plomo inicialmente teniendo 4641.80 ppm. Los resultados mostraron que, con una densidad de corriente de 30 mA/cm² y ácido oxálico 15M en la aplicación, la eficiencia máxima de remoción de plomo en los residuos fue de 83,77%y por otra parte el análisis estadístico muestra que la variable con mayor impacto en la aplicación es el procesamiento actual.

Por otra parte, Acharte Lume and Luz Marina (2020) determinaron la concentración acumulada de Cd y Pb en el agua, suelo y pastos naturales de las bocaminas, cuantificando el cadmio y plomo a través de la metodología analítica de espectrofotometría de absorción atómica. Para la muestra BSA se realizó el análisis del contenido de plomo y cadmio en el agua, el cual mostró que el cadmio contiene 0,0786 mg por L y el plomo tiene 0,2340 mg por litro. Para los análisis en BT, mostraron que el cadmio contenía 0,0455 mg por L y el plomo 0,0583 mg por L y para BSA en suelos

los análisis mostraron que el Cadmio en tenía 1,4067 mg por Kg y Plomo en 4,3973 mg por Kg; y para de la BT en suelos tenía el Cadmio en 0,0269 mg por Kg y Plomo en 3,9003 mg por L. La muestra del pasto estrella con la BSA reveló que el cadmio contenida 0,4274 mg por Kg y el plomo 0,3101 mg por Kg y el crespillo contenida cadmio en un 5,3495 mg por Kg y plomo en un 7,7008 mg por Kg, y en la BT reveló la concentración cadmio era de 0,2287 mg por Kg y de plomo era de 0,2274 mg por Kg, y huacchor con cadmio de 0,1578 mg por Kg y plomo con 0,0565 mg por Kg. Concluyendo que, el T de Student relaciona la acumulación metales de Cd y Pb en pastos naturales de las bocaminas es debido a las concentraciones de metales en agua, sin embargo, las concentraciones de dichos metales en suelo en suelo no son significativa en los pastos naturales.

En relación con los **Microorganismos Eficaces** Mariuxi Tanya Morocho & Michel Leiva Mora (2019), mencionan que la investigación del científico Teruo Higa, ha demostrado desde 1980 que los microorganismos eficaces (ME) es una alternativa eficaz y sostenible en la producción de alimentos. Los ME presentan una asombrosa diversidad microbiana que encontramos: bacterias del ácido láctico, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos. Desde una perspectiva agrícola, los ME mejora la germinación de semillas, promueve la floración y el crecimiento y desarrollo de frutos, y permite que las plantas se reproduzcan con más éxito. Además, se ha revelado que mejoran las características físicas del suelo, aumentando la productividad química y disminuyen varios patógenos que afectan a muchos cultivos y también mejora la calidad y disminuye el tiempo de madurez de los abonos orgánicos. Todos estos aspectos explican el aumento de la productividad agrícola y la amplia difusión de los principales objetivos, así como de los productos derivados de ellos.

La aplicación de ME para el tratamiento de aguas negras y residuos sólidos orgánicos generados por las industrias alimentarias, municipalidades, fábricas de papel, entre otros, han resultado beneficiosas (Feijoo, 2016), los ME incluyen cinco grupos microbianos generales: bacterias ácido-lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos, hongos filamentosos con capacidad fermentativa.

Sobre las **bacterias ácido lácticas (BAL)**, son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, inmóviles, anaerobios, microaerófilos o aerotolerantes; oxidasa, catalasa y benzidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos (Soto et al., 2017), dentro de este grupo de bacterias se incluye *L. plantarum*, *L. casei*, *Bifidobacterium*, *Lactococcus*, *S. lactis* y *Pediococcus* y se pueden encontrar en alimentos fermentados, levadura de cerveza, bebidas y plantas del tracto respiratorio. Tripas, intestinos y vagina de animales de sangre caliente.

Las BAL son tolerantes a los ácidos, algunos crecen a pH de 3.2 y otros a 9.6 pero la mayoría se desarrolla entre 4 y 4.5 (Souza et al., 2015). Por las características que muestran las BAL pueden antagonizar una variedad de fitopatógenos en el suelo, principalmente bajando el pH, produciendo péptidos antimicrobianos como bacterias tipo I y nisina, que son muy activos contra bacterias grampositivas, estas bacterias son bioecológicas, por lo que prosperan en un entorno con un 5 % de CO₂ (Londoño et al., 2015).

En cambio, las **bacterias fotosintéticas** son un grupo de microorganismos autótrofos facultativos básicamente representados por *Rhodospira* y *Rhodobacter Sphaeroides* estos utilizan como fuente, carbono de moléculas orgánicas producto de exudación de las raíces de las plantas y la fuente de energía utilizan la luz solar y la energía del suelo de calorías (Su et al., 2017). Una de las bacterias fotosintéticas pertenecientes a los ME, es el *R. palustris* el cual es considerado como una bacteria fototrófica que pertenece al grupo de bacterias moradas no sulfurosas. Estas especies son capaces de elaborar aminoácidos, ácidos orgánicos, hormonas, vitaminas y azúcares, y todos estos pueden ser usados por microorganismos heterótrofos para su crecimiento (Feijoo, 2016).

La *R. sphaeroides* son bacterias fotosintéticas gramnegativas sus células pueden adaptarse al agua dulce como al agua de mar y formar películas rosadas en las superficies de los estanques. Además de la fotosíntesis, *R. sphaeroides* exhiben diversidad metabólica, que incluye nutrición de rocas, respiración aeróbica y anaeróbica, fijación de nitrógeno y síntesis de tetrapirroles, clorofila, hemo y vitamina B12. Muchas cepas de *R.*

sphaeroides tienen flagelos en un lado del cuerpo celular y los flagelos son peludos. (Feijoo, 2016).

Por **Levaduras** entendemos que la levadura es la microflora presente en las preparaciones de ME el cual utiliza una variedad de fuentes de carbono y energía. La mayoría de las especies del género *Saccharomyces* forman este grupo microbiano, aunque las que predominan son las *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida effis*. Estos microorganismos requieren amoníaco, urea o una mezcla de sales de amonio y aminoácidos como fuentes de nitrógeno. No pueden absorber nitrato ni nitrito (Fayemi y Ojokoh, 2014). Así mismo, estos microorganismos requieren nutrientes como ácido fosfórico, sulfato magnesio, Fe, Ca, Cr y Zn ya que son síntesis de sustancias antibacterianas a partir de azúcares y aminoácidos secretados por bacterias fotosintéticas. Las BAL usan las hormonas y enzimas que producen las levaduras. Como parte del metabolismo fermentativo, producen etanol, que en altas concentraciones tiene un efecto antifúngico (Meena y Meena, 2017).

Saccharomyces cerevisiae es un organismo eucariota unicelular, esférico, de color amarillo verdoso. Es un organismo covalente porque necesita compuestos orgánicos para obtener energía y no necesita la luz solar para crecer. Esta especie es anaeróbica, en estas condiciones ambientales, la glucosa se convierte en varios productos intermedios, como etanol, dióxido de carbono y glicerol. La levadura no es muy productiva de cultivar, sin embargo, es un método muy utilizado por la industria para fermentar azúcares en diversos cereales como el trigo, la cebada y el maíz (GAO et al., 2019).

Mientras que los **Actinomicetos**, son bacterias filamentosas con semejanzas al hongo, varios actinomicetos se encuentran libres en el suelo, estos actúan como sulubilización de las paredes celulares de las plantas, hongos e insectos y por ellos tiene un papel muy importante en el proceso de compostaje y en la formación de suelos. Algunos actinomicetos pueden ser endógenos a los tejidos vegetales. Como componentes de ME, *Streptomyces albus* y *Streptomyces griseus* son los principales actinomicetos descritos (Vurukonda et al., 2018).

Los actinomicetos pertenecen al género *Streptomyces* y son excelentes agentes de control biológico debido a su amplio uso, produciendo compuestos antifúngicos que inhiben el crecimiento del micelio de diversos hongos fitopatógenos. Los hongos patógenos que encuentra relacionados con la generación de compuestos antifúngicos como las como las hidrolasas extracelulares que actúan en la lisis de las paredes celulares de *Fusarium oxysporum*, *Sclerotium Jagger* y *Sclerotium rolfsii* Sacc, es debido a la actividad de los *Streptomyces* (Chaurasia et al., 2018).

En cambio, los **Hongos fermentadores** participan en la mineralización del carbono orgánico del suelo, además, son capaces de reproducirse sexual y asexualmente, lo que por otro lado les permite multiplicarse rápidamente en condiciones favorables (sustratos ácidos y ricos en carbono), mientras que los sexuales (esporas) son más comunes en condiciones desfavorables. Los hongos no requieren tanto nitrógeno, por lo cual tienen ventaja competitiva para descomponer la paja y la madera (Yang et al., 2017).

Entre los principales hongos representativos de estas especies podemos encontrar los siguientes: *Aspergillus oryzae*, Cohn, *Penicillium* sp, *Trichoderma* sp y *Mucor hiemalis* Wehmer. *A. oryzae* es un hongo filamentoso aeróbico microscópico. Esta especie se ha utilizado para fermentar la soja y el arroz, aunque también se ha informado sobre la actividad de degradación de la celulosa. Las especies de *Penicillium* son buenos degradadores de lignina y celulosa que se encuentran muy extendidas en los ecosistemas tropicales debido a una capacidad de secretar enzimas extracelulares, adecuarse a ambientes ácidos y estrés hídrico y crecer rápidamente (EL Gendy et al., 2017).

Especies del género *Trichoderma* son hongos saprofitos y pueden sobrevivir en suelos con diferente contenido de materia orgánica, tienen la capacidad de descomponerse y, bajo ciertas condiciones, pueden ser susceptibles a las bacterias anaerobias, lo que les permite exhibir una mayor adaptabilidad ecológica. Las especies de *Trichoderma* se encuentran en todas las latitudes, desde las regiones polares hasta el ecuador. Su amplia distribución y adaptabilidad ecológica están conectados por su característica de alta degradabilidad del sustrato enzimático, metabolismo multifuncional y

resistencia a los inhibidores microbianos. Las especies de *Trichoderma* pueden ejercer una variedad de mecanismos de control biológico, como la competencia por el espacio y los nutrientes, el parasitismo fúngico, la inducción y la resistencia a los antibióticos (Horwath, 2017).

Entre las **propiedades funcionales que desempeñan los ME**, uno de las propiedades que tiene algunas bacterias que se encuentran dentro del grupo de los ME es la fijación de nitrógeno atmosférico, el cual es el proceso de captar nitrógeno o dióxido de nitrógeno con oxígeno para transformar a óxido de amonio para ser sumados a la capa superficial del suelo, dentro de este grupo de microorganismo que fijan el nitrógeno se encuentran las *Rhizobium*, *Bacillus*, *Azotobacter* *Bradyrhizobium elkanii*, entre otras (Grajo et al., 2017; Kakraliya y Singh, 2018).

Otra de las propiedades que tiene los ME es la descomposición de residuos orgánicos, el cual es una actividad donde se descompone la materia orgánica convirtiéndola a compost, este proceso de cambio se lleva a cabo gracias a que algunas bacterias que contiene los ME, en condiciones físicas favorables se desarrollan perfectamente. También se puede mencionar como este cambio al abono *Bocashi*, el cual es producto de un proceso de fermentación y semi-descomposición aeróbica de los residuos sólidos con la intervención de algunas bacterias que se encuentran en los ME (Villegas-Cornelio y Laines, 2017).

También la Supresión de agentes fitopatógenos en el suelo es otra característica que tienen de los ME, ya que algunos de estos microorganismos se unen a la biosfera de las plantas el cual promueven al crecimiento y la protegen contra los parásitos, ya que los ME ocupan diferentes espacios en el contorno de las plantas restringiendo al desarrollo de las especies fitopatógenas, ya que la actividad de la supresión de los ME pueden producir agentes antimicrobianos en las plantas y activar la asistencia (Schlatter et al., 2017).

Los ME Solubilizan los nutrientes que son difíciles de solubilizar como por ejemplo los compuestos minerales de fósforo contienen Al, Fe, Mn y Ca que se encuentran en suelos agrícolas debido al uso de fertilizantes fosfóricos los

cuales son insolubles y difíciles de asimilar por las plantas, al aplicar los ME, solubilizan estos elementos sin alterar negativamente la microflora del suelo transformándolos en fosfatos. Así mismo, los ME pueden originar el reciclaje de los nutrientes en el suelo, esto degradando los agentes tóxicos de los pesticidas, producir moléculas orgánicas simples que pueden ser absorbido por las plantas formando complejos con metales pesados, limitando así la absorción de las plantas (Satyaprakash et al., 2017).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación aplicada el cual está encaminado a obtener un nuevo conocimiento que permita la solución de problemas, teniendo como propósito esencial que al solucionar estos problemas se conviertan en nuevos conocimientos (J. Supo, 2015).

y para el diseño de investigación es experimental, cuando los datos se obtienen por observación de hechos condicionados por el investigador, en donde se manipula una sola variable y se espera la respuesta de otra variable (Aldo Álvarez Risco, 2020).

Enfoque transversal el cual define como un tipo de investigación observacional analiza datos de las variables recopiladas en un periodo de tiempo sobre una población muestra o subconjunto predefinido (Hernandez Sampieri et al., 2006).

3.2 Variables y Operacionalización:

3.2.1 Variable Independiente: Microorganismos Eficaces.

3.2.2 Variable Dependiente: Remoción de plomo y cobre del suelo.

La matriz de operacionalización se encuentra en el **Anexo I**.

3.3 Población, Muestra y Muestreo:

3.3.1 Población:

Las investigaciones se consideraron 420 metros cuadrados de suelo, son elementos accesibles o unidad de análisis que pertenecen al ámbito especial donde se desarrolla el estudio (Condori-Ojeda, Porfirio, 2020).

3.3.2 Muestra:

En la muestra se incluyó 9 muestras suelo de 1 kg cada 1, parte representativa de la población, con las mismas características generales de la población (Condori-Ojeda, Porfirio, 2020).

3.3.3 Muestreo:

Se usó el muestreo probabilístico de aleatorio simple donde cada elemento de la población tiene una posibilidad conocida de ser seleccionado para la muestra, esto se debe a que mediante reglas matemáticas se logra un muestreo de iguales posibilidades para todos (Kinnear y Taylor, 1998, p. 404).

Unidad de análisis:

1 kilogramo de suelo el cual es el objeto de estudio de quién se producen los datos o la información para el análisis del estudio (Hernández – Sampieri y Mendoza, 2018)

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica Observacional, el cual se define como la recolección de datos que permite acopiar y esquematizar la información sobre los eventos o fenómenos suscitados en el campo que tiene relación con el problema que motiva la investigación tal campo; el clima, la topografía, la topografía, en otros (Chávez de Paz, 2008).

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron en la investigación están conformados por fichas de campo, los cuales están validados por el criterio de juicio de experto y que se adjuntan en el **Anexo 2**.

Tabla 1. *Validación y Confiabilidad de los Instrumentos de recolección de datos.*

Expertos	Instrumentos	Promedio de Valoración
Dr Juan Julio ORDOÑEZ GALVEZ	Ficha N° 01: Ubicación de Área de Estudio y Puntos de Muestro	90%
DNI: 08447308	Ficha N° 02: Etiqueta para Muestro de Suelos	90%
CIP: 89779	Ficha N° 03: Datos generales de Plomo, Cobre y pH Antes y después del tratamiento.	90%

	Ficha N° 04: Datos de Activación de los Microorganismos Eficaces	90%
Ing. Linda Catheryn MUÑOZ MOLINA	Ficha N° 01: Ubicación de Área de Estudio y Puntos de Muestro	91%
DNI: 45835325	Ficha N° 02: Etiqueta para Muestro de Suelos	91,50%
CIP:183481	Ficha N° 03: Datos generales de Plomo, Cobre y pH Antes y después del tratamiento	92,50%
	Ficha N° 04: Datos de Activación de los Microorganismos Eficaces	90%
Ing. Nelson SILVESTRE SOTO	Ficha N° 01: Ubicación de Área de Estudio y Puntos de Muestro	90%
DNI: 47459045	Ficha N° 02: Etiqueta para Muestro de Suelos	91%
CIP: 249113	Ficha N° 03: Datos generales de Plomo, Cobre y pH Antes y después del tratamiento	90,50%
	Ficha N° 04: Datos de Activación de los Microorganismos Eficaces	95%
Ing. Vilma VILCAS MELCHOR	Ficha N° 01: Ubicación de Área de Estudio y Puntos de Muestro	91%
DNI: 40081226	Ficha N° 02: Etiqueta para Muestro de Suelos	92%
CIP: 162643	Ficha N° 03: Datos generales de Plomo, Cobre y pH Antes y después del tratamiento	90%
	Ficha N° 04: Datos de Activación de los Microorganismos Eficaces	92,50%

3.5 Procedimiento:

En la **Figura 1**, donde se representa el procedimiento del desarrollo de la investigación, el cual está conformada por 7 fases y se detallan a continuación:

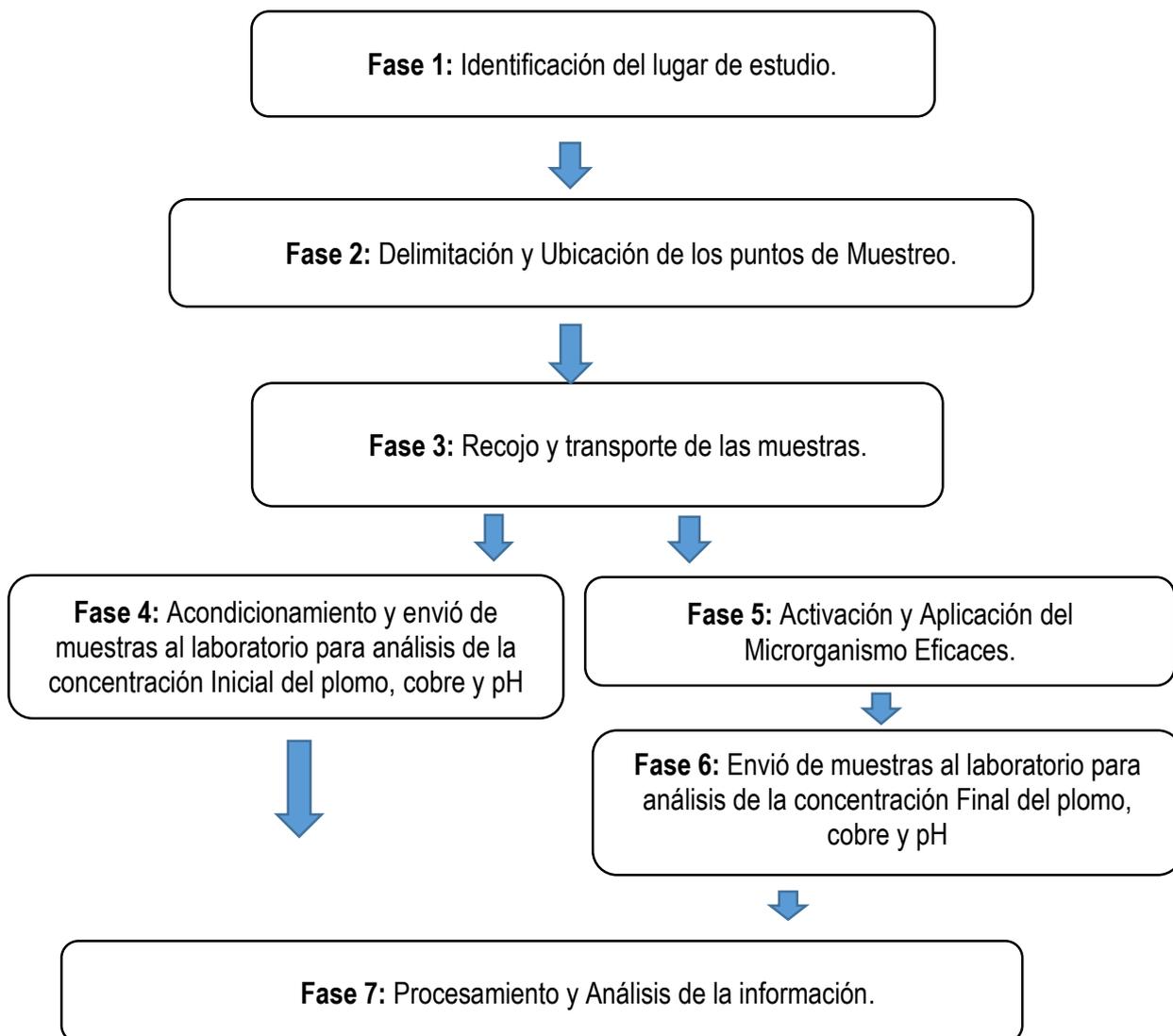


Figura 1. Diagrama de flujo del procedimiento.

Para la fase 1: Identificación del lugar de estudio;

Se ubicó el lugar en el Departamento de Huancavelica, Provincia de Angaraes, Distrito de Ccochaccasa, Centro Poblado de Tablapampa, a través del programa Google Earth, así mismo se coordinó con el presidente de la Centro Poblado de Tablapampa para la presentación del documento en el cual se solicitó el acceso al lugar de estudio, y los datos obtenidos se procesó a través del programa ArcGIS 10.3, con el fin de obtener un Mapa Cartográfico del Lugar de Estudio usando la **Ficha 1** del instrumento de recolección de datos, como se muestra a continuación en la **Figura 2**;



Figura 2. Mapa de Ubicación del Lugar de Estudio.

Para la fase 2: Delimitación y Ubicación de los puntos de Muestreo;

Con la ayuda del GPS y el Mapa Cartográfico del Lugar de Estudio obtenidos en la primera fase, nos desplazamos en el lugar de estudio, en el cual delimitamos el área de muestreo, tomando en consideración las características que resaltan visualmente el cual sean homogéneas y para ubicar los puntos de muestreo dentro del área delimitado se usaron la técnica de rejilla de las cual se obtuvo 8 puntos de muestreo (como se muestra en la **Figura 3** los puntos de muestreo) y estos son considerados como submuestras ya que son muestras simples que constituyeron a una muestra compuesta de la delimitación del área de estudio, estos datos obtenidos en campo se procesaron con el programa ArcMap 10.3, con la finalidad de obtener un Mapa Cartográfico de la Delimitación y Ubicación de los Puntos de Monitoreo usando la ficha 1 del instrumento de recolección de datos, como se muestra a continuación en la **Figura 4**;



Figura 3. Ubicación de uno de los puntos de muestreo.



Figura 4. Mapa de Delimitación y Ubicación de los Puntos de Muestreo.

Para la fase 3: Recojo y transporte de las muestras:

En cuanto al recojo de las muestras;

Primeramente, usamos una pala con el cual se limpió la parte superficial del suelo (la vegetación y piedras), y luego se hizo un hoyo en forma de V a una profundidad de 20 a 30 cm y de uno de los hoyos cogimos una tajada de 2 a 3 cm de espesor para sacar una porción de muestra (como se muestra en las **Figuras 5 y 6**) y con las manos retiramos los bordes una pequeña parte de suelo dejando una tajada de aproximadamente de 5 cm de ancho y luego depositamos en un envase limpio, obteniendo 5 kilogramos de suelo de cada punto de muestreo.



Figura 5. Limpieza la parte superficial del suelo (vegetación y piedras)



Figura 6. Hoyo en forma de V a una profundidad de 20 a 30 cm.

Segundo, los 36 kilogramos de suelo obtenidos aproximadamente se tendieron en un plástico para mezclar las submuestras de suelo y hacer una muestra compuesta, en este proceso de homogenización de las submuestras se limpiaron las raíces y piedras, luego se cuarteó la muestra mezclada y se obtuvo 9 kilogramos de muestra de suelo de igual característica y con el uso de la balanza se dividieron en 9 partes iguales obteniendo 9 muestras (1 kg de suelo por cada muestra obtenida) y estas se llenaron en bolsas ciplox con sus respectivos rotulados, como se observa en las **Figuras 7 y 8**.



Figura 7. Cuarteo y limpieza de las raíces de las muestras.



Figura 8. Muestras separadas en cantidades iguales y rotulados.

En cuanto al transporte de las muestras; usamos una mochila de viaje llenando todas las muestras en ella, para facilitar el transporte y asegurar el transporte adecuado de las muestras.

Para la fase 4: Acondicionamiento y envío de muestras al laboratorio para análisis de la concentración Inicial del plomo, cobre y pH;

Ya obtenida las 9 muestras de suelo (1 kg de suelo contaminado por cada muestra), donde 8 de ellas se acondicionaron en 8 recipientes de 20 cm x 10 cm x 8 cm (como se observa en la **Figura 9**) y una de las muestras de suelo se envió al Laboratorio de la Universidad Agraria la Molina, con el cual se coordinó para el envío y recepción de la muestra con la finalidad de analizar las concentraciones iniciales del plomo, cobre y pH.



Figura 9. Muestras de suelo acondicionadas en 8 recipientes de 20 cm x 10 cm x 8 cm.

Para la fase 5: Activación y Aplicación de Microorganismos Eficaces:

En canto a la Activación de los Microorganismos eficaces; Se usaron 18 litros de agua libres de cloro más 1 litro de melaza de caña y 1 litro de microorganismos eficaces, todo ello se envasó en un recipiente de 20 litros y se agitó para mezclar uniformemente (como se observa en **Figura 10**), luego se cerró herméticamente, con la finalidad de que los microorganismos se reproduzcan en condiciones anaeróbicas

durante 8 días, antes y después del proceso de activación de los ME con un equipo Multiparametro se verificó la calidad de pH, como se observa en la **Figura 11**.

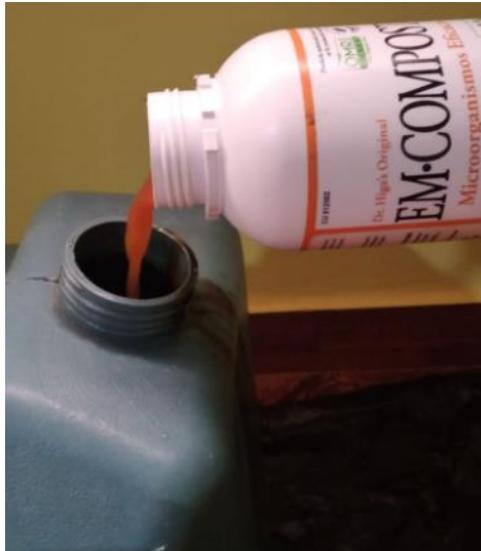


Figura 10. Envasado de 1 litro de Microorganismos Eficaces más 1 litro de melaza de caña y 18 litros de agua libre de cloro.



Figura 11. Verificación del pH de los Microorganismos Eficaces.

Activados los Microorganismos Eficaces se inocularon en las 8 muestras de suelo para el su tratamiento que duró 20 días, donde se

aplicaron; 100 ml de M. E. para el tratamiento 1, 200 ml de M. E. para para el tratamiento 2, 300 ml de M. E. para el tratamiento 3, 400 ml de M. E. para el tratamiento 4, 500 ml de M. E. para el tratamiento 5, 600 ml de M. E. para el tratamiento 6, 700 ml de M. E. para el tratamiento 7 y 800 ml de M. E. para el tratamiento 8, así mismo se usó un roseado para que la inoculación de lo M. E. fuese uniformemente (como se observa en la **Figura 12**), durante el proceso de tratamiento se monitoreo la temperatura del suelo, así mismo se analizó el color del suelo.



Figura 12. Aplicación de los Microorganismos Eficaces en las muestras de Suelo uniformemente en diferente dosis.

Para la fase 6: Envío de muestras al laboratorio para análisis de la concentración Final del plomo, cobre y pH;

Pasado los 20 días del tratamiento, las 8 muestras suelo tratadas se recogieron y llenaron en bolsas ciplox y se rotularon adecuadamente (como se observa en la **Figura 13**) y se envió al Laboratorio de la Universidad Agraria la Molina, con el cual se coordinó previamente para el envío y recepción de la muestra con la finalidad de analizar las concentraciones finales del plomo, cobre y la variabilidad del pH, considerándose que cada tratamiento tenga 3 repeticiones.



Figura 13. Recolección de muestras después de 20 días de aplicación de los Microorganismos Eficaces.

Fase 7: Procesamiento y Análisis de la información;

Para el procesamiento y análisis de la información se usaron todos los datos generados de la Activación de los M. E., los análisis antes y después de la concentración de Pb y Cu y la variabilidad del pH de las muestras de suelo tratadas, estos datos obtenidos se introdujeron en el programa Microsoft Excel y SPSS, con el cual se fundamentaron los resultados.

3.6 Método de análisis de datos

Para el procesamiento de datos se utilizó **Microsoft Excel y SPSS** con el fin de analizar adecuadamente los resultados obtenidos en las mediciones, de igual manera el análisis de los datos obtenidos dentro del proceso de tratamiento y otros factores, se clasificaron y procesaron en relación con relación a la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk y Anova.

Así mismo se usó el programa de **Google Earth y ArcGIS 10.3**, los cuales nos servirán para desarrollar los Mapas Cartográficos del Área de Estudio y de los Puntos de Monitoreo.

3.7 Aspectos éticos:

El código de ética con respecto a las investigaciones de la universidad privada César Vallejo, tiene como objetivo cumplir con los parámetros establecidos como el rigor científico, responsabilidad y honestidad con el fin de asegurar y precisar el conocimiento científico y también salvaguardar la propiedad intelectual y además busca estimular las buenas prácticas científicas y mejorando la formación de los investigadores. Del mismo modo el código de ética resalta la política del anti plagio que se encuentra estipulada en el artículo 15 y la parte sancionadora se observa en el artículo 22, donde indica que, si algún estudiante comete un plagio, éste se resolverá mediante el **Comité de Ética**, este proceso se lleva a cabo en la sede central y en cada una de las filiales de la UCV, así mismo el estudiante que cometió este delito está sometido a recibir una represión, su pensión o expulsión de la Universidad el cual determine el comité.

En ese sentido el contenido la presente investigación se llevó a cabo cumpliendo con los principios estipulados que se encuentran en el código de ética del año 2017, donde busca promover el **Respeto de la integridad y autonomía de las personas, procurar el bien, la equidad, la honestidad, el rigor científico, la competencia y responsabilidad profesional.**

IV. RESULTADOS

Los resultados de la presente investigación se presentan en tablas y figuras con la finalidad de un mejor entendimiento de los lectores;

Resultados del Suelo antes de tratamiento con Microorganismos Eficaces

Tabla 2. *Resultados del suelo antes del tratamiento*

Parámetros	Suelo Contaminado
Plomo	601.75 ppm
Cobre	15.70 ppm
pH	4.31
Material Orgánico	1.43 %
Fósforo	12.7 ppm
Potasio	79 ppm
Textura	Franco Arcilloso

Fuente: Propia

En la **Tabla 1** se muestra las concentraciones del suelo contaminado antes del tratamiento teniendo al plomo con 601.75 ppm, al cobre con 15.70 ppm, al material orgánico con 1.43 %, al fósforo con 12.7 ppm, potasio con 79 ppm, el pH con 4.31.

Características para la Activación de los Microorganismos Eficaces

Para la activación de los M.E. se tuvo en cuenta el pH como una de las características importante ya que define el proceso de activación de los M.E., en tal sentido se realizó el análisis del pH inicial teniendo como resultado 7.40 y el pH final luego de los 8 días de activación se tuvo como resultado 3.81, el cual nos indica que el proceso de activación fue adecuado, así como se observa en la **Figura 14**.

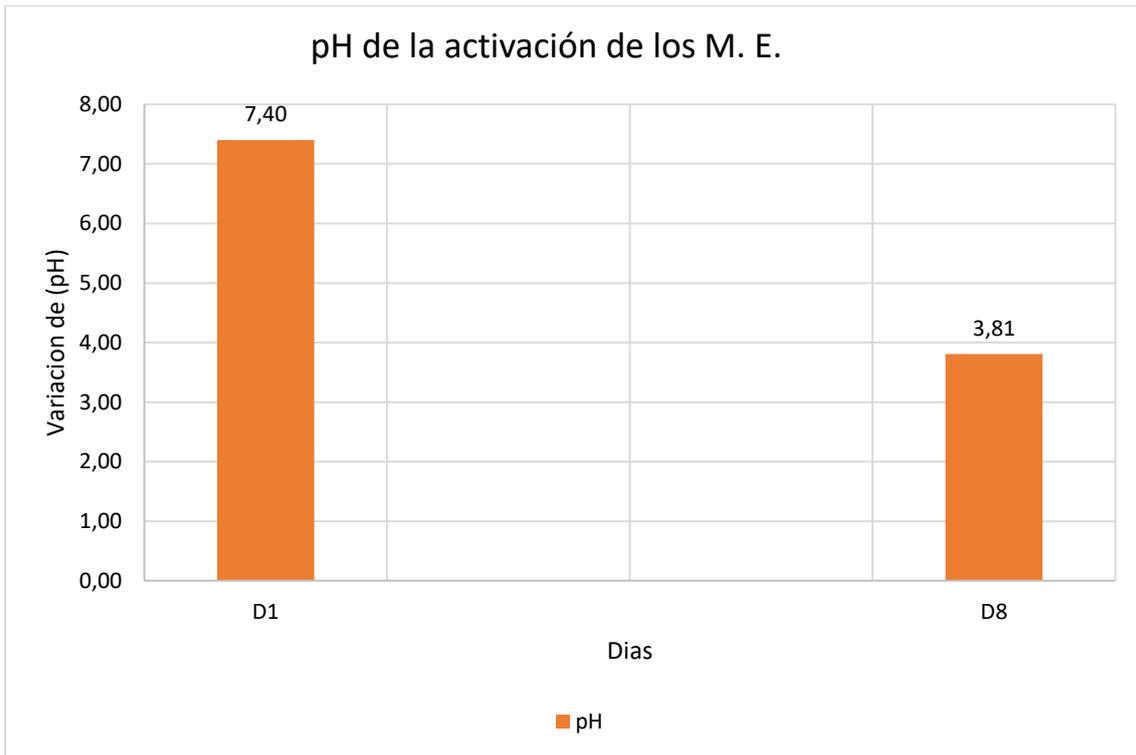


Figura 14. pH antes y después de la activación de los M. E.

En la **Figura 15** se observa las cantidades de dosis para cada Tratamiento, siendo Tratamiento 1 = 100 ml de M. E., Tratamiento 2 = 200 ml de M. E., Tratamiento 3 = 300 ml de M. E., Tratamiento 4 = 400 ml de M. E., Tratamiento 5 = 500 ml de M. E., Tratamiento 6 = 600 ml de M. E., Tratamiento 7 = 700 ml de M. E. y Tratamiento 8 = 800 ml de M. E.

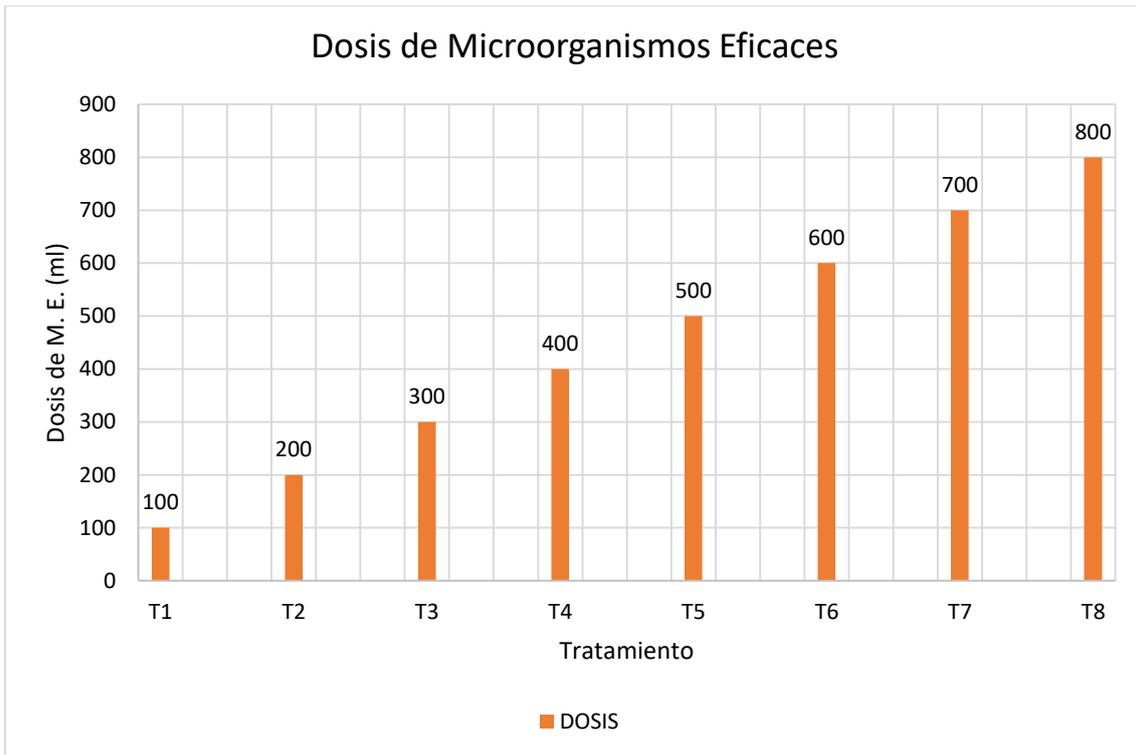


Figura 15. Dosis de M. E. aplicados a cada Tratamiento.

En la **Figura 16**, **Figura 17** Y **Figura 18**, se observa la variabilidad de temperatura del suelo durante el proceso de tratamiento analizados en los días 0, 5, 10, 15 y 20, a las horas 9:00 a.m., 2:00 p.m. y 10:00 p.m., se observa que en el día 0 la variación de la temperatura del suelo concernientes de la dosis 1 hasta la dosis 8 tiene una ligera variabilidad, esto debido a la cantidad de dosis aplicada, así mismo podemos mencionar que en el día 10 y 15, se estabilizan las temperaturas del suelo en todos los tratamiento oscilando en rangos de 10 a 25 °C del día 0 hasta el día 20.

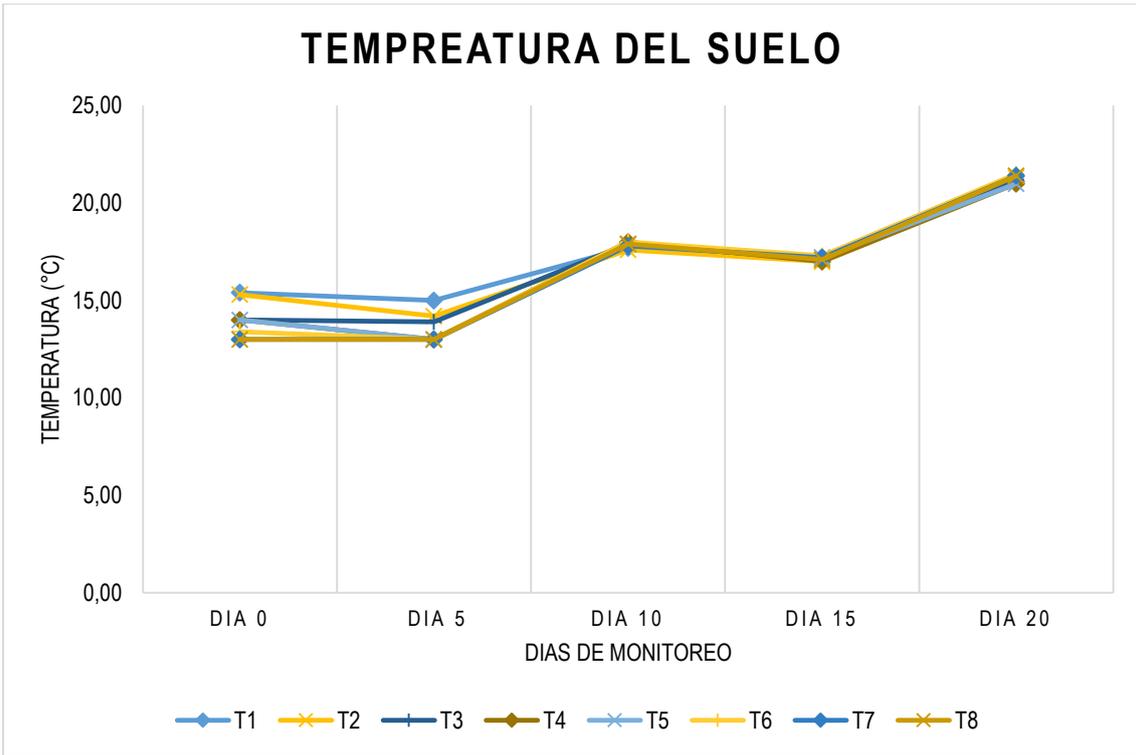


Figura 16. Temperatura del suelo durante el proceso de tratamiento monitoreado a horas de 9:00 a.m.

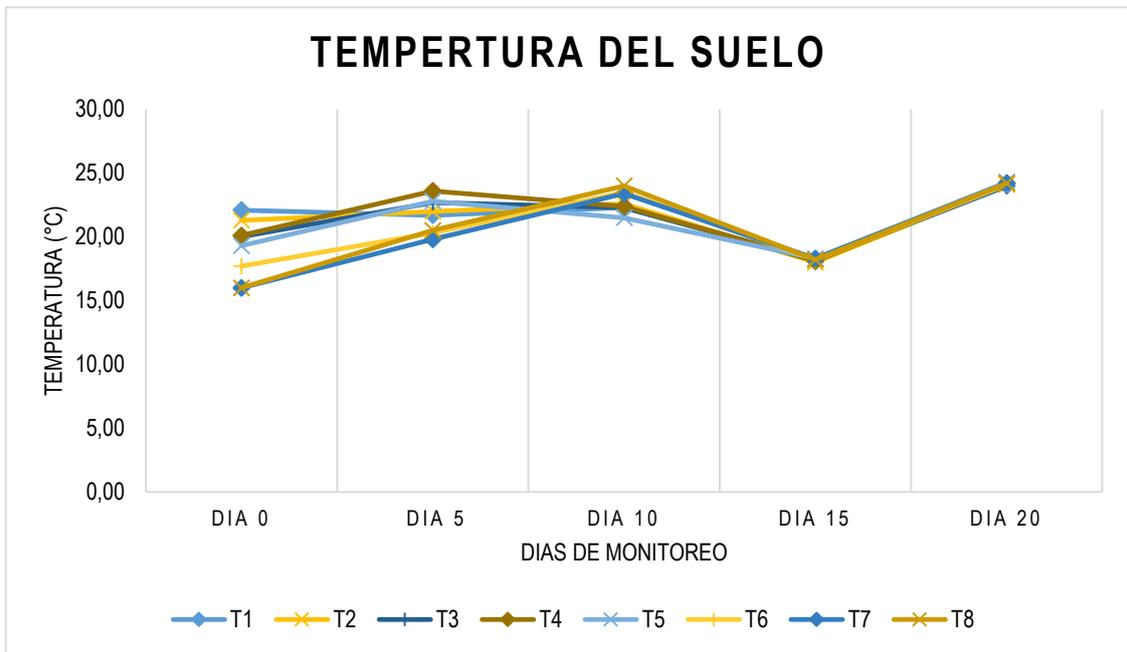


Figura 17. Temperatura del suelo durante el proceso de tratamiento monitoreado a horas de 2:00 p.m.

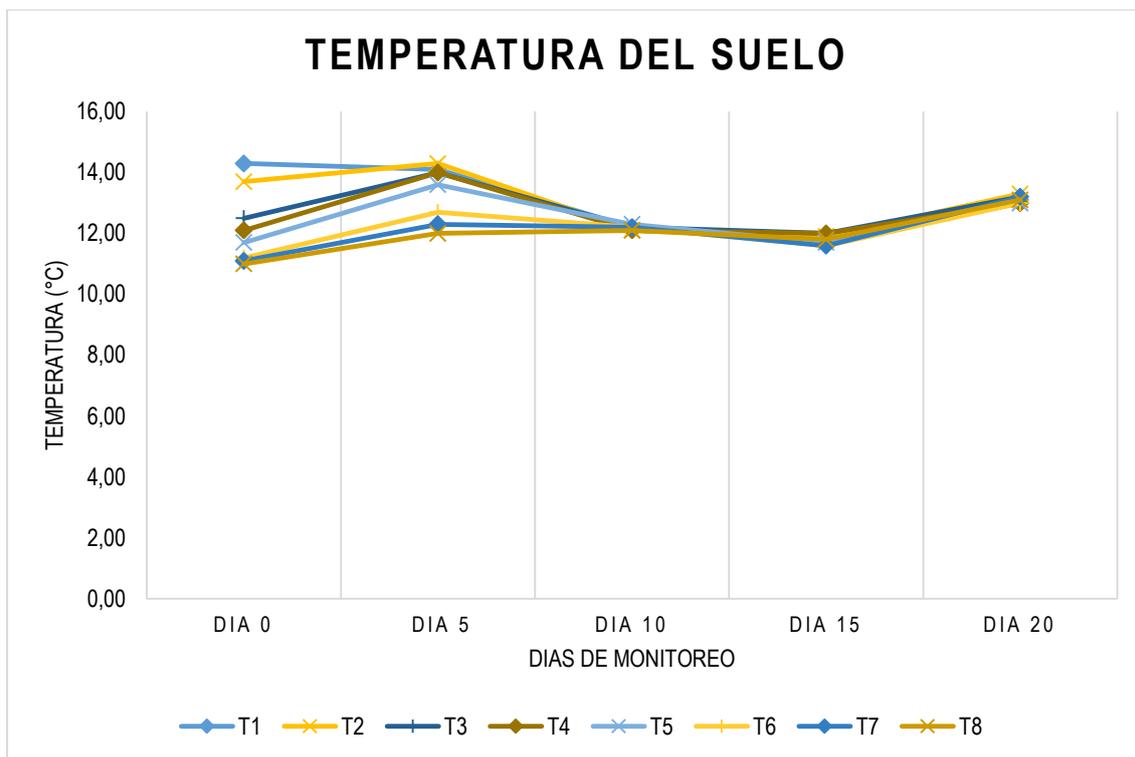


Figura 18. Temperatura del suelo durante el proceso de tratamiento monitoreado a horas de 10:00 p.m.

Concentración de plomo y cobre antes y después del tratamiento con microorganismos eficaces.

Tabla 3. Concentración de plomo y sus repeticiones antes y después del tratamiento con M.E.

NOM,	Dosis de Microorganismos Eficaces (ml)	Plomo Inicial		Plomo Final (ppm)	
		ppm	Nombre.	Rep.	Promedio
T0	000	601.75	T00-R1	601.75	601.75
			T00-R2	601.75	
			T00-R3	601.75	
T1	100	601.75	T01-R1	690.50	647.42
			T01-R2	593.75	
			T01-R3	658.00	
T2	200	601.75	T02-R1	720.75	728.67
			T02-R2	730.50	
			T02-R3	734.75	
T3	300	601.75	T03-R1	801.00	708.17
			T03-R2	639.75	
			T03-R3	683.75	
T4	400	601.75	T04-R1	647.00	625.42
			T04-R2	623.75	
			T04-R3	605.50	
T5	500	601.75	T05-R1	622.25	636.75
			T05-R2	689.00	
			T05-R3	599.00	
T6	600	601.75	T06-R1	694.50	696.00

			T06-R2	680.75	
			T06-R3	712.75	
T7	700	601.75	T07-R1	592.75	623.83
			T07-R2	639.75	
			T07-R3	639.00	
T8	800	601.75	T08-R1	731.75	701.42
			T08-R2	670.50	
			T08-R3	702.00	

Tabla 4. Concentración de cobre y sus repeticiones antes y después del tratamiento con M.E.

NOMBRE	Dosis de Microorganismos Eficaces (ml)	Cobre Inicial	Cobre Final (ppm)		
			ppm	N°	Rep.
T0	000	15.70	T00-R1	15.70	15.70
			T00-R2	15.70	
			T00-R3	15.70	
T1	100	15.70	T01-R1	17.50	17.77
			T01-R2	17.80	
			T01-R3	18.00	
T2	200	15.70	T02-R1	18.10	18.00
			T02-R2	17.90	
			T02-R3	18.00	
T3	300	15.70	T03-R1	18.50	18.60
			T03-R2	18.40	
			T03-R3	18.90	
T4	400	15.70	T04-R1	18.60	18.53
			T04-R2	19.00	
			T04-R3	18.00	
T5	500	15.70	T05-R1	18.70	18.77
			T05-R2	18.50	
			T05-R3	19.10	
T6	600	15.70	T06-R1	19.40	18.93
			T06-R2	18.50	
			T06-R3	18.90	
T7	700	15.70	T07-R1	18.70	18.50
			T07-R2	18.50	
			T07-R3	18.30	
T8	800	15.70	T08-R1	18.60	18.50
			T08-R2	18.10	
			T08-R3	18.80	

En la **Tabla 2** y **Tabla 3** se muestran los resultados de las concentraciones de plomo y cobre antes y después del tratamiento con tres repeticiones, estos datos generados se usaron para evaluar la prueba de normalidad como se muestra en la **Tabla 4**, donde se observa que la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk para los datos del plomo, la significancia es mayor a 0.05, el cual nos indica que los datos generados se ajusta a una distribución normal y para los datos del

cobre nos muestra una significancia menor a 0.05 el cual nos indica que los datos generados no se ajustan a una distribución normal.

Tabla 5. *Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para la concentración de plomo y cobre.*

	Estadístico	Grado de Libertad	Significancia
Pb	0,937	27	0,101
Cu	0,781	27	0,000

Fuente propia

Así mismos en la **Figura 19** se observa al plomo una concentración de 601.75 ppm antes del tratamiento y después de los tratamientos se muestran un aumento para este metal, donde los tratamientos 2, 3, 6 y 8 tuvieron un aumento mayor a 100 ppm, y los tratamientos 1, 4, 5 y 7 aumentaron valores menores a 50 ppm, así mismo el Tratamiento 7 o Dosis de 700 ml de M.E. tuvo un aumento no potencial donde el Pb Inicial fue de 601.75 ppm y Pb Final fue de 623.83 ppm y en la **Figura 20** se observa al cobre una concentración de 15.70 ppm antes del tratamiento y después de los tratamientos se muestran un aumento para este metal, donde los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 tuvo un aumento ascendente y los T7 y T8 un aumento igualitario, así mismo el Tratamiento I o Dosis de 100 ml de M.E. tuvo un aumento no potencial donde el Cu Inicial fue de 15.75 ppm y Cu Final fue de 17.77 ppm.

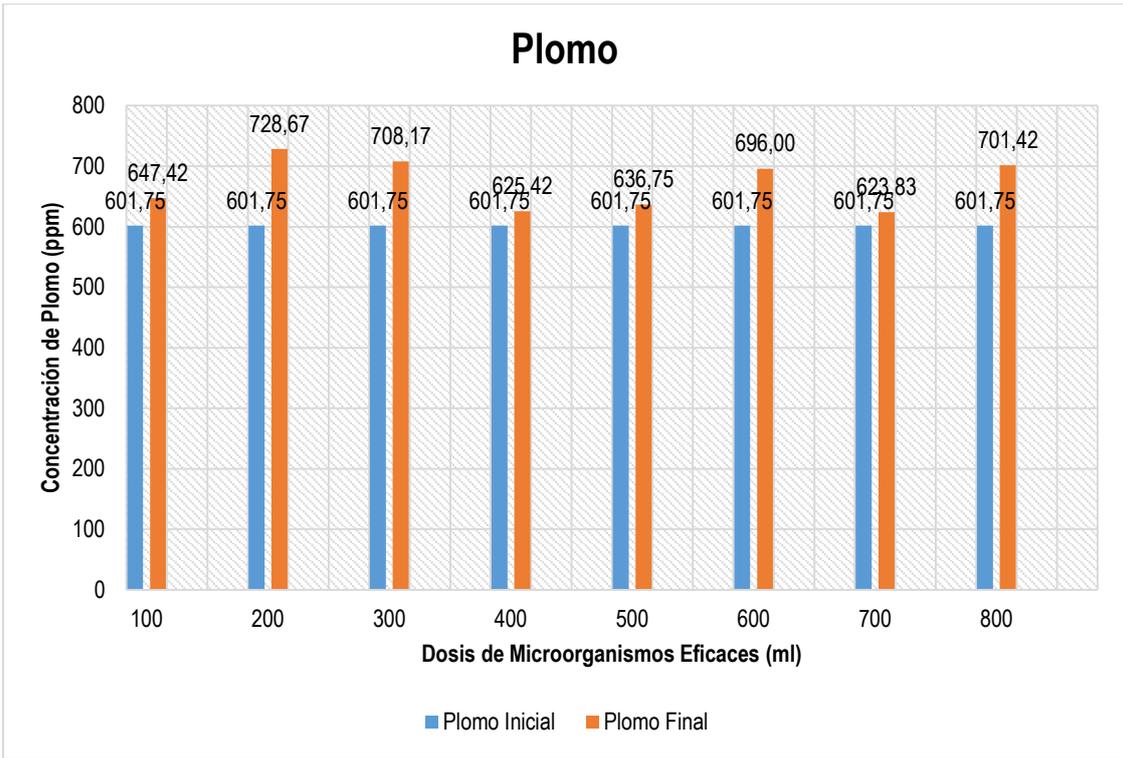


Figura 19. Concentración de plomo antes y después del tratamiento con Microorganismos Eficaces.

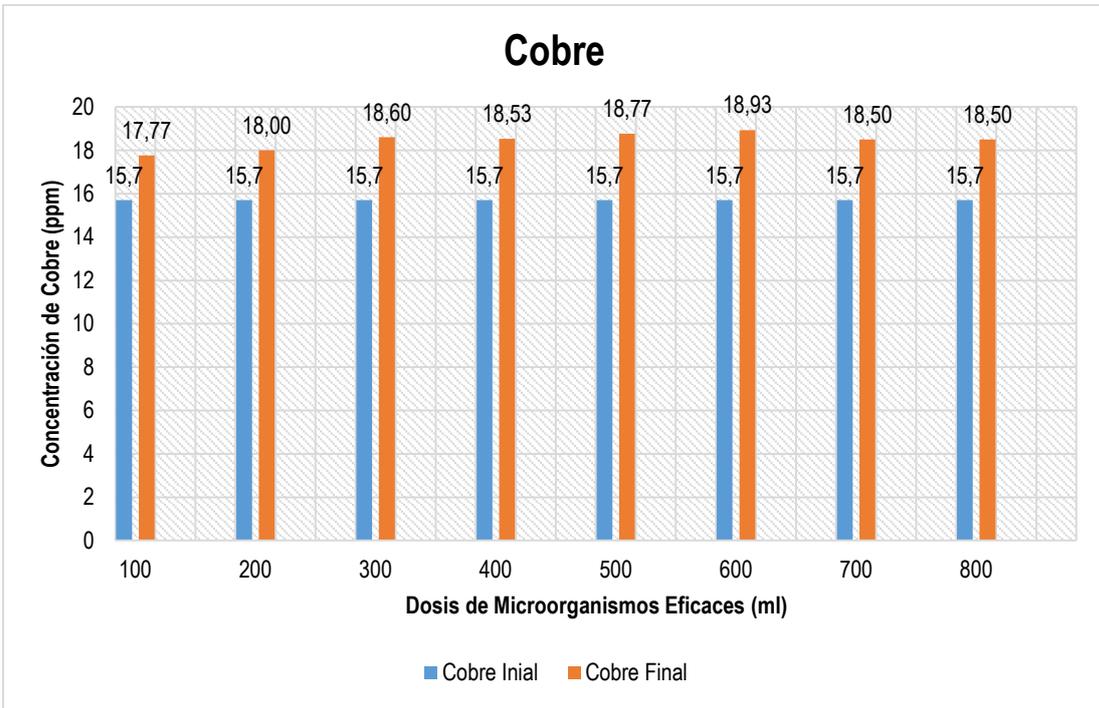


Figura 20. Concentración de cobre antes y después del tratamiento con Microorganismos Eficaces.

Variabilidad del pH suelo antes y después del tratamiento con microorganismos eficaces.

Tabla 6. *Variabilidad de pH del suelo con sus repeticiones antes y después del tratamiento con M. E.*

NOMBRE	Dosis de Microorganismos Eficaces (ml)	pH Inicial		pH Final	
		Unid. De pH	Nombre	Rep.	Unid. De pH
T0	0	4.31	T00-R1	4.31	4.31
			T00-R2	4.31	
			T00-R3	4.31	
T1	100	4.31	T01-R1	4.35	4.31
			T01-R2	4.26	
			T01-R3	4.31	
T2	200	4.31	T02-R1	4.26	4.31
			T02-R2	4.31	
			T02-R3	4.35	
T3	300	4.31	T03-R1	4.35	4.37
			T03-R2	4.35	
			T03-R3	4.40	
T4	400	4.31	T04-R1	4.40	4.32
			T04-R2	4.26	
			T04-R3	4.31	
T5	500	4.31	T05-R1	4.26	4.33
			T05-R2	4.38	
			T05-R3	4.35	
T6	600	4.31	T06-R1	4.44	4.44
			T06-R2	4.45	
			T06-R3	4.44	
T7	700	4.31	T07-R1	4.44	4.47
			T07-R2	4.49	
			T07-R3	4.49	
T8	800	4.31	T08-R1	4.44	4.43
			T08-R2	4.40	
			T08-R3	4.44	

En la **Tabla 5** se muestran los resultados de la variabilidad del pH del suelo antes y después del tratamiento con los M. E., estos datos generados se usaron para evaluar la prueba de normalidad como se muestra en la **Tabla 6**, donde se observa que la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk para los datos pH del suelo, la significancia es mayor a 0.05, el cual nos indica que la distribución de los datos generados se ajusta a una distribución normal.

Tabla 7. *Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk para la variabilidad del pH del suelo.*

	Estadístico	Grado de Libertad	Significancia
pH	0,937	27	0,062

Según la **Tabla 7**, cantidad de la variabilidad de pH en el suelo existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, por consiguiente, se muestra la **Tabla 8** para observar con mayor claridad la comparación múltiple entre tratamientos, para ello se realizó la prueba Duncan y Tukey, donde ambos muestran al tratamiento 7 el cual tuvo mayor efecto en el aumento del pH del suelo.

Tabla 8. *Análisis de varianza del pH del suelo.*

F. de V.	Suma de cuadrados	G. L.	Media cuadrática	Fc	Sig.
Tratamientos	0,103	8	0,013	7,637	0
Error	0,03	18	0,002		
Total	0,134	26			

Tabla 9. *Prueba de comparación múltiple de Duncan y Tukey para tratamientos del pH del suelo.*

Prueba	Dosis	Promedios			
Tukey	100 de M.E.	4,31			
	200 de M.E.	4,31			
	0 de M.E.	4,31			
	400 de M.E.	4,32	4,32		
	500 de M.E.	4,33	4,33		
	300 de M.E.	4,37	4,37	4,37	
	800 de M.E.		4,43	4,43	4,43
Duncan	600 de M.E.			4,44	4,44
	700 de M.E.				4,47
	100 de M.E.	4,31			
	200 de M.E.	4,31			
	0 de M.E.	4,31			
	400 de M.E.	4,32			
	500 de M.E.	4,33			
300 de M.E.	4,37	4,37			
800 de M.E.		4,43	4,43		
600 de M.E.			4,44		
700 de M.E.				4,47	

Así mismo, para el pH del suelo en la **Figura 21**, se observa que las dosis de 100 y 200 ml de ME no existió ninguna variabilidad del pH, la dosis de 400 ml de ME aumentó el pH en 0.01, la dosis de 500 ml de M. E. aumentó el pH en 0.02, la dosis 600 ml de M. E. aumentó el pH en 0.13 y la dosis de 700 ml de M. E. aumento en 0.16 el aumento más elevado del pH, esto debido a que los microorganismos eficaces solubilizan los carbonatos que se encuentran en el suelo.

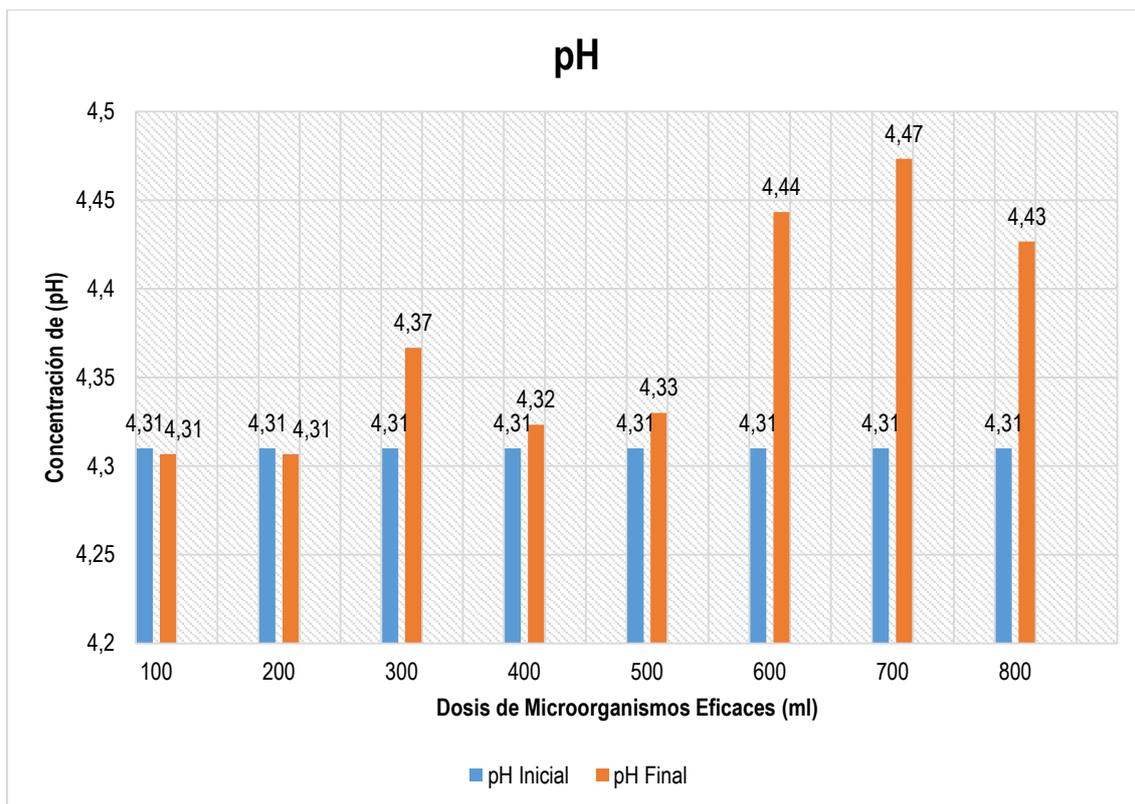


Figura 21. Variabilidad del pH suelo antes y después del tratamiento con microorganismos eficaces.

Dosis de Microorganismo Eficaces para la reducción de plomo y cobre:

En cuanto a la dosis de Microorganismos Eficaces para la reducción de Plomo y Cobre en el suelo tratado, se puede mencionar que todos ellos no tienen efecto en cuanto a la reducción de estos metales, así como se muestra en la **Tabla 7**, donde la Dosis 7 (700 ml de M. E.) la más adecuada para controlar el aumento del plomo donde el Pb aumentó en 8.45 ppm y el Cu aumentó en 2.75 ppm y el pH se elevó en 0.16, así mismo el Material Orgánico aumentó en 1.69 %, el Fosforo disminuyó en 8.5 ppm y el Potasio aumentó en 1 607 ppm, y para el Cobre la más adecuada para controlar el aumento fue la Dosis 1 (100 ml de M. E.) donde aumentó el Cu en 2.02 ppm y el Pb aumento en 32.04 ppm, así mismo el pH no varió, el Material Orgánico aumentó en 0.39 %, el Fosforo disminuyó en 7.03 ppm y el Potasio aumentó en 291 ppm, también se puede mencionar que el Material Orgánico tuvo un ligero aumento progresivo de acuerdo a la dosis 1 (100 ml de M. E.) con respecto a la dosis 8 (800 ml de M. E.), esto indica que a mayor

dosis de M.E. aplicados el incremento es mayor, debido a que la melaza de caña fue descompuesta por los M.E. aportando material orgánico al suelo, en cuanto al Fósforo se observa que las dosis de M. E. aplicados a los suelos tratados disminuyeron el P, esto indica que los M. E. consumieron el P bajando la disponibilidad en el suelo, y para el Potasio se observa que tuvo un aumento progresivo de acuerdo a la dosis 1 (100 ml de M. E.) con respecto a la dosis 8 (800 ml de M. E.), esto indica que a mayor dosis de M.E. aplicados incrementa el K, debido a que los microorganismos fijan el Potasio que se encontraban en el suelo.

Tabla 10. Dosis de Microorganismo Eficaces

		Dosis de Microorganismo Eficaces							
		Dosis 1	Dosis 2	Dosis 3	Dosis 4	Dosis 5	Dosis 6	Dosis 7	Dosis 8
		100 ml de M.E.	200 ml de M.E.	300 ml de M.E.	400 ml de M.E.	500 ml de M.E.	600 ml de M.E.	700 ml de M.E.	800 ml de M.E.
Pb (ppm)	Inicial	615.38							
	Final	647.42	728.67	708.17	625.42	636.75	696.00	623.83	701.42
Cu (ppm)	Inicial	15.75							
	Final	17.77	18.00	18.60	18.53	18.77	18.93	18.50	18.50
pH	Inicial	4.31							
	Final	4.31	4.31	4.37	4.32	4.33	4.44	4.47	4.43
M. O. (%)	Inicial	1.43							
	Final	1.82	2.04	2.10	2.19	2.34	2.99	3.12	3.34
P (ppm)	Inicial	12.50							
	Final	5.47	5.73	6.03	5.97	4.97	4.73	4.00	5.97
K (ppm)	Inicial	79							
	Final	370.00	521.67	810.67	933.33	1106.67	1597.33	1686.00	1932.00

V. DISCUSIÓN

- 1) En cuanto a la activación de los microorganismos eficaces con respecto a la característica del pH durante los 8 días de activación bajó a 3.81, y la temperatura del suelo en el proceso de tratamiento osciló en un rango de 10 a 25 °C, coincidiendo con (Loroña Calderón, F. et. al., 2019), que al activar los M. E. verificó que el pH bajó a 2.77 en 5 días y en cuanto a la temperatura del suelo durante el proceso de tratamiento osciló entre 20° C a 28°C, así mismo (Colán Garay, O. O., 2017) dentro de sus análisis de los M. E. activados reportaron un pH de 3.5. luego de 9 días, también (Evelyn Katherine LL. Q., 2018) coincide en sus resultados que al activar los M.E. durante 7 días obtuvo un pH de 3.8.
- 2) Para la concentración de Plomo y Cobre antes y después del tratamiento se obtuvo como resultado que el Tratamiento 7, donde el Pb Inicial fue 601.75 ppm y Pb Final fue 623.83 ppm y para al Cobre el Tratamiento 1 el Cu Inicial fue de 15.75 ppm y Cu Final fue de 17.77 ppm, estos aumentos puede tener relación a lo que (Moreno Fernández M., 2018), menciona que el Fe y Mn en el suelo, al encontrarse cristalizados se caracterizan por su alta capacidad sorcitiva de los metales pesados especialmente en el Cu y el Pb inmovilizándolos, cuando los minerales no están bien cristalizados, el proceso de cambio de uno a otro es reversible, producto de la oxidación, en tal sentido, según los hallazgos encontrados dentro del trabajo podemos mencionar que el suelo tratado contenía cristales referido a lo mencionado por Moreno, por la características del color del suelo, en tal sentido, al aplicar M. E. se produjo oxidación en el suelo y así revirtiendo estos cristales y liberaron el plomo y el cobre aumentando su concentración, así mismo de acuerdo a los resultados encontrados dentro del trabajo no concuerda con (Para R. Paradelo et al., 2015) donde al remediar suelo agrícola contaminada de Cu y Pb, el porcentaje de reducción alcanzó en 99% para Cu y Pb y también (Vera Gamero, S. L., 2018) realizó la remediación de suelo contaminado por cobre donde las concentraciones iniciales en el tratamiento 2 fueron de 5000 mg/kg, para el tratamiento 3 fueron de 449.73 mg/kg y para el tratamiento 4 fueron de 5000 mg/kg, y después de la remediación resultó

que en el tratamiento 2 obtuvo 93.22 mg/kg, para el tratamiento 3 obtuvo 82.51 mg/kg y para el tratamiento 4 obtuvo 89.47 mg/kg, demostrándose que la concentración de Cu en el suelo disminuyó en un promedio de 41.09% y así mismo (Quiliche Raico, V. D., 2021) al realizar fitorremediación de suelos contaminados por plomo disminuyó el plomo del suelo en un 70%.

- 3) En cuanto a la variación del pH del suelo antes y después del tratamiento con los microorganismos eficaces, se obtuvo que el tratamiento 4 aumentó en 0.01, el tratamiento 5 aumentó el en 0.02, el tratamiento 6 aumentó en 0.13 y tratamiento 7 aumentó en 0.16 de siendo la más relevante, lo cual, tiene relación con (Evelyn Katherine LL. Q., 2018), que dentro de sus resultados se observó que al aplicar 15 % de ME el pH en el suelo tratado se incrementó de 7,97 a 7.98 y al aplicar 20 % de ME el pH del suelo tratado se incrementó de 7.97 a 8.09, también coincide con (Loroña Calderón, F. et. al., 2019) que aplicar M. E. por aspersion sobre el suelo después de 28 días obtuvo como resultado el aumento del pH de suelo tratado de 6.78 a 7.55, así mismo (M. Touceda González et al., 2017) al aplicar comunidad bacteriana y especie herbácea en suelo contaminado el pH mejoró en 10 %.
- 4) En cuanto a la Dosis de M. E. aplicados en el suelo tratado se tuvo como resultado que la Dosis 7 (700 ml de M. E.) aumento el Pb en 8.45 ppm considerando a la dosis 7 la más adecuada para controlar el aumento del plomo también esta dosis tiene relacionado al aumento del Materia Orgánica en 1.69 %, a la disminución de Fósforo en 8.50 ppm y aumento de Potasio en 1 607 ppm y la Dosis 1 (100 ml de M. E.) aumentó el Cu en 2.02 ppm considerándose la Dosis 1 la más adecuada para controlar el aumento del Cu, el cual tiene relación al aumento de Materia orgánica en 0.39 %, la disminución de Fósforo en 7.03 ppm y al aumento de Potasio en 291 ppm, estos resultados obtenidos no concuerda con (Quincho Salazar, S., & Yomona Shupingahua, N. S., 2022), el cual muestra que al aplicar 1 L de M. E. y maíz en suelos contaminado por plomo, estos absorbieron un 96.38 ppm de plomo y así mismo (Cayllahua Ramos et al., 2020) al aplicar biomasa microbiana para la biosorción de cobre y plomo presentes en el suelo, determinó que la mejor cantidad de biomasa

microbiana es de 27 gramos y el tiempo recomendable de contacto es de 3 horas, donde la biosorción para el cobre es de 95.73% y para el plomo es de 92.37 %, y también (Febres Flores, S. E., 2019), al remediar suelo contaminado por plomo en sus resultados muestra la remoción de plomo del suelo fue del 81,21 %. este tratamiento también incrementó el contenido de la materia orgánica, pH y los niveles de N, P y K en el suelo sometido al proceso de remediación.

VI. CONCLUSIONES

- 1) Los M. E. tuvieron una adecuada activación y estuvieron presentes en el proceso de tratamiento del suelo.
- 2) Las concentraciones de plomo y cobre después del proceso experimental tuvieron un incremento debido a la presencia de Fe y Mn.
- 3) El pH del suelo después del tratamiento mejoró en un 3.7% con una dosis de 700 ml de Microorganismos Eficaces.
- 4) La dosis de M. E. aplicadas no logró reducir el plomo y cobre, sin embargo, permitieron registrar un aumento máximo de 1.91% para Material orgánico, una disminución de 8.5 ppm de Potasio y un aumento máximo de 1853 ppm para Fósforo en el suelo tratado.

VII. RECOMENDACIONES

- 1) Evaluar la presencia de Fe y Mn en el suelo y se deberá realizar el proceso para reducir dichos elementos.
- 2) Evaluar la relación que existe al aplicar los Microorganismo eficaces en suelos con altas cargas de Fe y Mn.
- 3) Evaluar la capacidad que tienen los Microorganismos eficaces con fitorremediadores para tratar suelo contaminado de plomo y cobre.
- 4) Determinar la clasificación de uso de los Microorganismos Eficaces para reducir metales pesados en un suelo contaminado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acharte Lume, Luz Marina (2020). Presencia De Cadmio Y Plomo En Agua, Suelo Y Su Acumulación En Pastos Naturales De Las Bocaminas San Antonio Y Tangana De La Comunidad De Huachocolpa Huancavelica - 2018.
- Arroyo Maravi, A. K., & Palacios Gutierrez, P. R. (2020). Revisión Sistemática: Métodos de remediación biológica de metales pesados para la remediación de suelos contaminados.
- Arunakumara, Buddhi Charana Walpola, Min-Ho Yoon, (2015). Alivio de la fitotoxicidad del cobre en plantas agrícolas.
- Bejarano Perez, J. R. (2018). Remoción de cobre, zinc y cadmio de suelos contaminados con relaves usando el método electroquímico, a nivel de laboratorio.
- Casimiro Vidal, W. B. (2019). Eficiencia entre dos agentes biodegradables en la remediación de los suelos contaminados con diésel B5.
- Chalco, Y. (2018). Adsorción de plomo (Pb) y cobre (Cu) con biomasa de la cáscara de plátano "Musa paradisiaca" en efluentes de la unidad minera Carahuacra, Yauli - La Oroya.
- Chappuis, M. (2019). Remediación y activación de pasivos ambientales mineros (PAM) en el Perú Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL.
- Colan Garay O. (2017). Efecto de la Concentración de cianuro de sodio y del consorcio microorganismos eficaces en la biorremediacion de Cianuro.
- David Fernández Calviño, Paula Pérez Rodríguez, Juan Carlos Nóvoa Muñoz and Manuel Arias Estévez (2017). ¿Es la concentración total de un metal pesado en el suelo una herramienta adecuada para evaluar el riesgo ambiental? Considerando el Caso del Cobre.
- Dong-Hyun Yoon, Won Seok Choi, Young Kyu Hong, Young Bok Lee and Sung Chul Kim (2019). Effect of chemical amendments on reduction of bioavailable heavy metals and ecotoxicity in soil.

- Evelyn Katherine LL. Q (2018). Efectos de la aplicación de microorganismos eficaces en el contenido de cadmio y propiedades físico químicas de un suelo contaminado del distrito de orcoruna, concepción, 2017.
- Febres Flores, S. E. (2019). Remediación de suelos contaminados con plomo (Pb) mediante el empleo de girasol (*Helianthus annuus*) y estiércol de lombriz roja (*Eisenia foetida*) en condiciones controladas.
- Gambini Valverde, L. R. (2020). Métodos de remediación de suelos contaminados por actividades mineras.
- Quartatanga, E., & Sigüencia, K. (2019). Recuperación De Suelo Contaminado Con Cobre Y Plomo Mediante Métodos Biológicos Al Interior Del Campamento Guarumales.
- Guiyin Wang et al. (2015). Application of the response surface methodology for the optimization of lead removal from contaminated soils using chelators.
- Henriquez Anaya, C. N. (2018). Inmovilización De Cobre En Suelos Contaminados Mediante Fosfato.
- Hormaza, A. (2020). Influencia del compost de estiércol animal en la biorremediación de metales pesados en suelos contaminados con relaves mineros, Huari – La Oroya, 2019.
- Huiza, A., & Orellana, W. C. (2015). Remoción de metales del drenaje ácido de mina mediante lecho pulsado de caliza del pasivo minero ambiental minero Apu Campanayoc I Huancavelica.
- Huillca Huanaco Ccoscco, E. (2021). Potencial del biochar para la remediación de suelos contaminados con metales.
- Huiza Acosta, K. B. (2019). Remediación de suelos contaminados con metales pesados mediante especies del género *Brassica*.
- Kejing Zhang, Yingwen Xue, Huihui Xu, Yaonan Yao (2019). Lead removal by phosphate solubilizing bacteria isolated from soil through biomineralization.
- Ling-yu, ZENG Xi-bai, LI Lian-fang, PEN Chang and LI Shu-hui, (2015). Effects of Land Use on Heavy Metal Accumulation in Soils and Sources Analysis.

- Loroña Calderón, F. et. al., (2019). Eficiencia de la biorremediación de suelos contaminados con Diesel B5 mediante Microorganismo Eficaces (EM).
- Moreno Fernández M. (2018). La Contaminación Del Suelo Por Plomo Y Sus Consecuencias Sobre LA Salud Humana.
- M. Touceda González, Álvarez López, Á. Prieto Fernández, B. Rodríguez Garrido, C. Trasar Cepeda, M. Mench, M. Puschenreiter, C. Quintela Sabarís & F. Macías-García (2017). Aided phytostabilisation reduces metal toxicity, improves soil fertility and enhances microbial activity in Cu-rich mine tailings.
- Mario, I., Alvarado, C., Owal, I., Viza, V., Américo, I., & Avalos, A. (2019). Evaluación de Riesgos de Pasivos Ambientales Mineros en la Comunidad de Condoraque – Puno.
- Masahiko Kato, Kazuki Hashimoto, Takeshi Sato (2016). Removal of Lead and Antimony from Contaminated Soils by Phytoremediation Combined with an Immobilization Material.
- Molalign Medfu Tarekegn et al. (2020). Microbes used as tool to the bioremediation of metal heavys of the medium environment.
- Medvinsky, G., Caroca, V., & Vallejos, J. (2015). Informe sobre la situación de los Relaves Mineros en Chile para ser presentado en el cuarto informe periódico de Chile para el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, perteneciente al consejo Económico Social de la Naciones Unidas.
- Pan-Wu, XuanWu, Haolan Xu, Gary Owens (2021). Lead removal driven by interfacial solar evaporation from a contaminated soil.
- Palacios Cerna, G. V. (2016). Evaluación de la capacidad fitoextractora de la alfalfa (*Medicago sativa*) y perejil (*Petroselinum crispum*) en la remediación de suelos contaminados por Plomo en el distrito de Anta – Carhuaz, 2016.
- Quiliche Raico, V. D. (2021). Estudio de la eficiencia de *Urtica urens* L. en los procesos de fitorremediación de suelos contaminados por plomo en los últimos 15 años.

- Quincho Salazar, S., & Yomona Shupingahua, N. S. (2022). Aplicación de microorganismos eficientes y maíz (*Zea mays* L.) para la remoción de plomo en el suelo en condiciones controladas.
- R. Paradelo, A. Villada, M.T. Barral (2015). Reduction of the short-term availability of copper, lead and zinc in a contaminated soil amended with municipal solid waste compost.
- Soumyadeep Mukhopadhyay, Sumona Mukherjee, Adeeb Hayyan, Maan Hayyan, Mohd Ali Hashim & BhaskarSen Guptad (2016). Enhanced removal of lead from contaminated soil by polyol-based deep eutectic solvents and saponin.
- Vera Gamero, S. L. (2018). Remediación de suelo contaminado por derrame de concentrado de cobre empleando ácidos húmicos, en el Distrito de Coporaque Provincia Espinar Departamento Cusco.
- Tur, E., Orbera, R., & Romagosa, Y. (2016). Bioadsorción de plomo (II) por biomasa microbiana seca : Efecto del pH.

Anexos

- Anexo 1: Operacionalizacion de Variable.
- Anexo 2: Instrumentos de Recoleccion de datos.
- Anexo 3: Resultados de Laboratorio.

Anexo I: Operacionalización de variables.

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD MEDICION
INDEPENDIENTE					
Microorganismos Eficaces	Los microorganismos eficaces (ME) es una alternativa eficaz y sostenible en la producción de alimentos. Los ME presentan una asombrosa diversidad microbiana que encontramos: bacterias del ácido láctico, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos.(Mariuxi Tanya Morocho & Michel Leiva Mora, 2019).	Los Microorganismos Eficaces serán activados tomados en cuenta como los días de activación del EM y el pH para luego ser aplicados en las muestras de suelo, las dosis aplicadas serán medidos considerando la cantidad..	Activación de microorganismos eficaces.	Cantidad de Melaza de Caña	L
				Cantidad de M. E.	L
				Cantidad agua	L
				pH	Unid. de pH
				Tiempo	Días
			Dosis de microorganismos eficaces.	Dosis 1	ml
				Dosis 2	ml
				Dosis 3	ml
				Dosis 4	ml
				Dosis 5	ml
Dosis 6	ml				
Dosis 7	ml				
Dosis 8	ml				
DEPENDIENTE					
Remoción de Plomo y Cobre	La remoción de plomo y cobre hace referencia a extraer o quitar el plomo y cobre del sustrato donde se encuentran adheridos siendo metales pesados que por su carácter no son biodegradables y tienen una alta toxicidad.	La remoción del plomo y cobre se observará al analizar los resultados de la concentración de los metales pesados en mención, del antes y después, de tratamiento con los metales pesados, así mismo variabilidad del pH.	Variable de pH	pH inicial	Unid. de pH
				pH final	Unid. de pH
			Características del suelo de la concentración de plomo y cobre antes y después	Plomo Inicial	Ppm
				Plomo final	Ppm
				Cobre Inicial	Ppm
Cobre final	Ppm				

Anexo II.
Instrumentos de Recolección de datos.

SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de información.

Dr. Juan Julio Dr. ORDOÑEZ GALVEZ

Nosotros Luis Angel PUCLLAS QUISPE y Máximo APUMAYTA RIVEROS identificados con DNI N° 71017912 y 42215549 alumnos de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando titulada: "Remoción de plomo y cobre con microorganismos eficaces en suelos contaminados por lixiviados de una fuente minera en Huancavelica, 2022", Solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumentos I, II, III y IV
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Huancavelica, 10 de febrero del 2022.


Firma y huella digital índice derecho
DNI: 42215549.


Firma y huella digital índice derecho
DNI: 71017912.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.2. Cargo e Institución donde labora : Docente Investigador de la UCV
 1.3. Nombre del Instrumento evaluado: Ficha N° 01; Ubicación del Área de Estudio y Puntos de Muestreo
 1.4. Autor(A) de Instrumento : APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la Investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

SI

El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Huancavelica, 12 de febrero de 2022.

Atentamente,

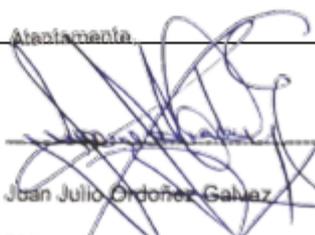
Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

DNI:	08447308
CIP:	89779

Instrumento de recolección de datos			
Ficha N° 01; Ubicación del Área de Estudio y Puntos de Muestreo			
Ubicación			
Departamento	Provincia	Distrito	Anexo
Nombres de los responsables:			
Croquis:			
Observaciones:			

Atentamente,




Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.2. Cargo e Institución donde labora : Docente Investigador de la UCV
 1.3. Nombre del Instrumento evaluado: Ficha N° 02; Etiqueta para muestreo de Suelo
 1.4. Autor(A) de Instrumento : APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El Instrumento muestra la relación entre los componentes de la Investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Huancavelca, 12 de febrero de 2022

Atentamente,


 Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

DNI:	08447308
CIP:	89779

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.2. Cargo e Institución donde labora : Docente Investigador
 1.3. Nombre del Instrumento evaluado: Ficha N° 03; Etiqueta para Muestreo de Suelo
 1.4. Autor(A) de Instrumento : APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e Indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El Instrumento muestra la relación entre los componentes de la Investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

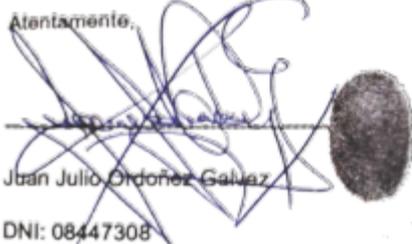
El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Huancavelica, 12 de febrero de 2022

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

DNI:	08447308
CIP:	89779

Instrumento de recolección de datos							
Ficha N° 03; Datos Generales del Plomo, Cobre y pH antes y después de tratamiento							
TRATAMIENTO	Dosis de Microorganismos Eficaces (ml)	Plomo (ppm)		Cobre (ppm)		pH	
		Inicial (día 0)	Final (día 20)	Inicial (día 0)	Final (día 20)	Inicial (día 0)	Final (día 20)
T1							
T2							
T3							
T4							
T5							
T6							
T7							
T8							



 Juan Julio Ordonez Galvez

DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.2. Cargo e Institución donde labora : Docente Investigador
 1.3. Nombre del Instrumento evaluado: Ficha N° 04; Recolección de datos de la Activación de Microorganismos Eficaces
 1.4. Autor(A) de Instrumento : APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Huancavelca, 12 de febrero de 2022

Atentamente,


 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

DNI:	08447308
CIP:	89779

Instrumento de recolección de datos				
Ficha N° 04; Datos de la Activación de Microorganismos Eficaces.				
Descripción	Cantidad	Tiempo de Activación	pH	
	(L)		(Días)	inicial
Melaza de Caña				
Microorganismos Eficaces				
Agua				

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308



Anexo II.
Instrumentos de Recolección de datos.

SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de información.

Sr: Ing. Linda Catheryn Muñoz Molina

Nosotros Luis Angel PUCLLAS QUISPE y Máximo APUMAYTA RIVEROS identificados con DNI N° 71017912 y 42215549 alumnos de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando titulada: “Remoción de plomo y cobre con microorganismos eficaces en suelos contaminados por lixiviados de una fuente minera en Huancavelica, 2022”, Solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumentos I, II, III y IV
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Huancavelica, 10 de febrero del 2022.


Firma y huella digital índice derecho
DNI: 42215549.


Firma y huella digital índice derecho
DNI: 71017912

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : **Linda Catheryn MUÑOZ MOLINA**
 1.2. Cargo e institución donde labora : **Especialista Ambiental del Gob. Rer. Hvca**
 1.3. Nombre del instrumento evaluado: **Ficha N° 01; Ubicación del Área de Estudio y Puntos de Muestreo**
 1.4. Autor(A) de Instrumento : **APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

91 %
91 %

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

91 %

Huancavelica, 12 de febrero de 2022.



 Linda Catheryn Muñoz Molina
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 183481

DNI:	45835325
CIP:	183481

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : **Linda Catheryn MUÑOZ MOLINA**
 1.2. Cargo e institución donde labora : **Especialista Ambiental del Gob. Rer. Hvca**
 1.3. Nombre del instrumento evaluado: **Ficha N° 02; Etiqueta para muestreo de Suelo**
 1.4. Autor(A) de Instrumento : **APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

91.5 %

El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

91.5 %

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

91.5 %

Huancavelica, 12 de febrero de 2022



Linda Catheryn Muñoz Molina
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 183481

DNI:	45835325
CIP:	183481

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : **Linda Catheryn MUÑOZ MOLINA**
 1.2. Cargo e institución donde labora : **Especialista Ambiental del Gob. Rer. Hvca**
 1.3. Nombre del instrumento evaluado: **Ficha N° 03; Recolección de datos**
 1.4. Autor(A) de Instrumento : **APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

92.5 %

El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

92.5 %

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

92.5 %

Huancavelica, 12 de febrero de 2022



Linda Catheryn Muñoz Molina
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 183481

DNI:	45835325
CIP:	183481

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : **Linda Catheryn MUÑOZ MOLINA**
1.2. Cargo e institución donde labora : **Especialista Ambiental del Gob. Rer. Hvca**
1.3. Nombre del instrumento evaluado: **Ficha N° 04; Recolección de datos de la Activación de Microorganismos Eficaces**
1.4. Autor(A) de Instrumento : **APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

90 %

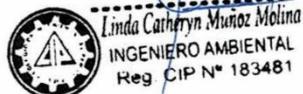
El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

90 %

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Huancavelica, 12 de febrero de 2022



Linda Catheryn Muñoz Molina
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 183481

DNI:	45835325
CIP:	183481

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Sr: Ing. Nelson Silvestre Soto

Nosotros Luis Angel PUCLLAS QUISPE y Máximo APUMAYTA RIVEROS identificados con DNI N° 71017912 y 42215549 alumnos de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando titulada: “Remoción de plomo y cobre con microorganismos eficaces en suelos contaminados por lixiviados de una fuente minera en Huancavelica, 2022”, Solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumentos I, II, III y IV
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Huancavelica, 10 de febrero del 2022.


Firma y huella digital índice derecho
DNI: 42215549.


Firma y huella digital índice derecho
DNI: 71017912

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : **Nelson SILVESTRE SOTO**
1.2. Cargo e institución donde labora : **Asesor externo de P. I.**
1.3. Nombre del instrumento evaluado: **Ficha N° 01; Ubicación del Área de Estudio y Puntos de Muestreo**
1.4. Autor(A) de Instrumento : **APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

90 %

El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

90 %

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Huancavelica, 12 de febrero de 2022.



NELSON SILVESTRE SOTO
ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
CIP. 249113

DNI:	47459045
CIP:	249113

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : **Nelson SILVESTRE SOTO**
1.2. Cargo e institución donde labora : **Asesor externo de P. I.**
1.3. Nombre del instrumento evaluado: **Ficha N° 02; Etiqueta para muestreo de Suelo**
1.4. Autor(A) de Instrumento : **APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

91 %

El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

91 %

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

91 %

Huancavelica, 12 de febrero de 2022



NELSON SILVESTRE SOTO
ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
CIP. 249113

DNI:	47459045
CIP:	249113

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : **Nelson SILVESTRE SOTO**
1.2. Cargo e institución donde labora : **Asesor externo de P. I.**
1.3. Nombre del instrumento evaluado: **Ficha N° 03; Recolección de datos**
1.4. Autor(A) de Instrumento : **APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

90.5 %

El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

90.5 %

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90.5 %

Huancavelica, 12 de febrero de 2022



NELSON SILVESTRE SOTO
ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
CIP. 249113

DNI:	47459045
CIP:	249113

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : **Nelson SILVESTRE SOTO**
1.2. Cargo e institución donde labora : **Asesor externo de P. I.**
1.3. Nombre del instrumento evaluado: **Ficha N° 04; Recolección de datos de la Activación de Microorganismos Eficaces**
1.4. Autor(A) de Instrumento : **APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

95 %

El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

95 %

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Huancavelica, 12 de febrero de 2022



Linda Catheryn Muñoz Molina
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 183481

DNI:	47459045
CIP:	249113

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Sr: Ing. Vilca Vilcas Melchor

Nosotros Luis Angel PUCLLAS QUISPE y Máximo APUMAYTA RIVEROS identificados con DNI N° 71017912 y 42215549 alumnos de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando titulada: “Remoción de plomo y cobre con microorganismos eficaces en suelos contaminados por lixiviados de una fuente minera en Huancavelica, 2022”, Solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumentos I, II, III y IV
- Ficha de evaluación.
- Matriz de operacionalización de variables.

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Huancavelica, 10 de febrero del 2022.


Firma y huella digital índice derecho
DNI: 42215549.


Firma y huella digital índice derecho
DNI: 71017912

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : **Vilca VILCAS MELCHOR.**
 1.2. Cargo e institución donde labora : **Gerente de Gestión Ambiental del Gob. Reg. Hvca.**
 1.3. Nombre del instrumento evaluado: **Ficha N° 01; Ubicación del Área de Estudio y Puntos de Muestreo.**
 1.4. Autor(A) de Instrumento : **APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

91 %
91 %

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

91 %

Huancavelica, 12 de febrero de 2022.



Vilma Vilcas Melchor
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 162643

DNI:	40081226
CIP:	162643

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : **Vilca VILCAS MELCHOR**
1.2. Cargo e institución donde labora : **Gerente de Gestión Ambiental del Gob. Reg. Hvca.**
1.3. Nombre del instrumento evaluado: **Ficha N° 02; Etiqueta para muestreo de Suelo**
1.4. Autor(A) de Instrumento : **APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

92 %

El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

92 %

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

92 %

Huancavelica, 12 de febrero de 2022



Vilca Vilcas Melchor
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 162643

DNI:	40081226
CIP:	162643

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : **Vilca VILCAS MELCHOR**
 1.2. Cargo e institución donde labora : **Gerente de Gestión Ambiental del Gob. Reg. Hvca.**
 1.3. Nombre del instrumento evaluado: **Ficha N° 03; Recolección de datos**
 1.4. Autor(A) de Instrumento : **APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

90 %

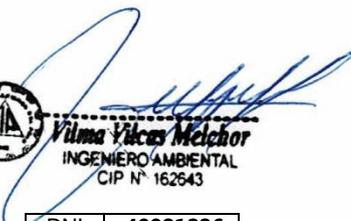
El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

90 %

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Huancavelica, 12 de febrero de 2022



Vilca Vilcas Melchor
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 162643

DNI:	40081226
CIP:	162643

VALIDACIÓN DE I

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres : **Nelson SILVESTRE SOTO**
1.2. Cargo e institución donde labora : **Asesor externo de P. I.**
1.3. Nombre del instrumento evaluado: **Ficha N° 04; Recolección de datos de la Activación de Microorganismos Eficaces**
1.4. Autor(A) de Instrumento : **APUMAYTA RIVEROS, Maximo - PUCLLAS QUISPE, Luis Angel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

92.5 %

El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

95 %

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

92.5 %

Huancavelica, 12 de febrero de 2022



Linda Catheryn Muñoz Molina
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 183481

DNI:	40081226
CIP:	162643

Ficha N° 01; Ubicación del Área de Estudio y Puntos de Muestreo			
Ubicación			
Departamento	Provincia	Distrito	Anexo
Nombres de los responsables:			
Croquis:			
Observaciones:			




Linda Catheryn Muñoz Molina
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 183481



NELSON SILVESTRE SOTO
ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
CIP. 249113




Vilma Vilcas Melchor
INGENIERO AMBIENTAL
CIP N° 162643

Ficha N° 03; Recolección de datos

Datos del Análisis del Plomo						Cantidad de Muestra de suelo (kg)	Datos del Análisis del Cobre						Datos de la Variabilidad del pH	
NOMBRE	Concentración Inicial de Plomo (ppm)	Dosis de Microorganismos Eficaces (ml)	Concentración Final de Plomo (ppm)				NOMBRE	Concentración Inicial de Cobre (ppm)	Dosis de Microorganismos Eficaces (ml)	Concentración Final de Cobre (ppm)			pH inicial (Unid. De pH)	pH final (Unid. De pH)
			N°	Rep.	Prom.					N°	Rep.	Prom.		
T1			R1			T1			R1					
			R2						R2					
			R3						R3					
T2			R1			T2			R1					
			R2						R2					
			R3						R3					
T3			R1			T3			R1					
			R2						R2					
			R3						R3					
T4			R1			T4			R1					
			R2						R2					
			R3						R3					
T5			R1			T5			R1					
			R2						R2					
			R3						R3					
T6			R1			T6			R1					
			R2						R2					
			R3						R3					
T7			R1			T7			R1					
			R2						R2					
			R3						R3					
T8			R1			T8			R1					
			R2						R2					
			R3						R3					


 Linda Catheryn Muñoz Molina
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 183481


 NELSON SILVESTRE SOTO
 ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
 CIP. 249113


 Vilma Yucas Melchor
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 162643

Ficha N° 04; Recolección de datos de la Activación de Microorganismos Eficaces.

Descripción	Cantidad (L)	pH (Unidad de pH)	Tiempo de Activación (Días)
Melaza de Caña			
Microorganismos Eficaces			
Agua			



Linda Catheryn Muñoz Molina
 LINDA CATHERYN MUÑOZ MOLINA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 183481

Nelson Silvestre Soto
 NELSON SILVESTRE SOTO
 ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
 CIP. 249113



Vilma Vilca Melchor
 VILMA VILCA MELCHOR
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP N° 162643

Anexo 3: Resultado de Laboratorio.

Resultados INICIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : LUIS ANGEL PUCLLAS QUISPE

Departamento : HUANCAVELICA

Distrito : CCOCHACCASA

Referencia : H.R. 76555-042C-22

Bolt.: 5086

Provincia : ANGARAES

Predio :

Fecha : 08/04/2022

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
3579	P1	4.31	0.15	0.00	1.43	12.5	79	76	17	7	Fr. A.	9.12	2.70	0.75	0.25	0.13	1.00	4.82	3.82	42
3580	P2	3.87	0.05	0.00	14.57	17.9	169	54	37	9	Fr. A.	20.16	2.68	0.57	0.40	0.11	4.00	7.76	3.76	19

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		Cu ppm	Pb ppm
Lab.	Claves		
3579	P1	15.70	601.75
3580	P2	3.70	289.50



Dr. Constantino Calderón Mendoza
 Jefe del Laboratorio



Resultados FINALES

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : PUCLLAS QUISPE LUIS ANGEL

Departamento : HUANCVELICA

Distrito : CCOCHACCASA

Referencia : H.R. 76644-050C-22

Bolt: 5108

Provincia : ANGARAES

Predio : C.C. TABLAPAMPA

Fecha : 02/05/2022

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
4261	T05-R1	4.26	0.76	0.00	2.28	6.3	1136	77	18	5	A. Fr.	7.20	2.19	0.95	1.48	0.13	1.00	5.74	4.74	66
4262	T05-R2	4.38	0.83	0.00	2.67	5.2	1042	81	14	5	A. Fr.	8.96	2.71	0.96	1.62	0.17	1.00	6.47	5.47	61
4263	T05-R3	4.35	1.31	0.00	2.08	3.4	1142	77	16	7	Fr. A.	8.48	2.45	0.93	1.51	0.13	1.20	6.22	5.02	59
4264	T06-R1	4.44	1.62	0.00	3.06	4.8	1636	75	16	9	Fr. A.	8.64	2.65	1.32	2.73	0.27	1.40	8.37	6.97	81
4265	T06-R2	4.45	0.79	0.00	2.93	5.5	1539	77	16	7	Fr. A.	8.48	2.88	1.09	1.99	0.17	1.45	7.59	6.14	72
4266	T06-R3	4.44	0.96	0.00	2.99	3.9	1617	75	16	9	Fr. A.	8.00	2.92	1.03	1.93	0.16	1.35	7.39	6.04	76
4267	T07-R1	4.44	0.97	0.00	2.93	3.5	1638	75	16	9	Fr. A.	8.32	2.53	1.18	2.35	0.21	1.75	8.02	6.27	75
4268	T07-R2	4.49	1.60	0.00	3.25	3.7	1686	73	18	9	Fr. A.	8.80	3.16	1.09	2.09	0.18	1.45	7.99	6.54	74
4269	T07-R3	4.49	1.52	0.00	3.19	4.8	1734	77	16	7	Fr. A.	8.64	3.37	1.09	2.29	0.17	0.80	7.73	6.93	80
4270	T08-R1	4.44	1.66	0.00	3.64	6.2	1944	77	16	7	Fr. A.	9.28	3.63	1.13	2.32	0.23	1.20	8.51	7.31	79
4271	T08-R2	4.40	1.47	0.00	3.06	6.0	1900	79	14	7	A. Fr.	8.96	3.33	1.23	2.27	0.20	1.25	8.28	7.03	78
4272	T08-R3	4.44	1.36	0.00	3.32	5.7	1952	77	16	7	Fr. A.	8.48	2.98	1.05	2.23	0.21	1.50	7.97	6.47	76

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Constantino Calderón Mendoza
 Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : PUCLLAS QUISPE LUIS ANGEL

Departamento : HUANCVELICA
 Distrito : COCHACCASA
 Referencia : H.R. 76644-050C-22

Bolt.: 5108

Provincia : ANGARAES
 Predio : C.C. TABLAPAMPA
 Fecha : 02/05/2022

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
4249	TO1-R1	4.35	0.26	0.00	2.02	4.9	355	77	16	7	Fr. A.	8.80	3.12	0.91	0.89	0.26	0.55	5.74	5.19	59
4250	TO1-R2	4.26	0.29	0.00	1.89	5.4	376	71	20	9	Fr. A.	8.64	2.93	0.98	0.86	0.22	0.70	5.69	4.99	58
4251	TO1-R3	4.31	0.32	0.00	1.56	6.1	379	77	16	7	Fr. A.	8.48	2.75	0.90	0.79	0.16	0.60	5.20	4.60	54
4252	T02-R1	4.26	0.50	0.00	2.02	5.2	502	77	16	7	Fr. A.	8.64	3.08	1.00	1.05	0.21	0.65	5.99	5.34	62
4253	T02-R2	4.31	0.47	0.00	1.95	4.9	516	77	18	5	A. Fr.	8.48	2.76	0.93	0.94	0.17	0.70	5.50	4.80	57
4254	T02-R3	4.35	0.28	0.00	2.15	7.1	547	75	18	7	Fr. A.	9.12	2.55	0.86	1.01	0.15	0.60	5.16	4.56	50
4255	T03-R1	4.35	0.31	0.00	2.08	5.7	742	77	16	7	Fr. A.	8.00	2.44	0.91	1.27	0.16	0.65	5.42	4.77	60
4256	T03-R2	4.35	0.29	0.00	2.34	6.2	808	75	20	5	Fr. A.	8.48	2.46	0.95	1.47	0.19	0.65	5.71	5.06	60
4257	T03-R3	4.40	0.55	0.00	1.89	6.2	882	69	22	9	Fr. A.	7.36	2.36	0.88	1.28	0.15	0.45	5.11	4.66	63
4258	T04-R1	4.40	1.06	0.00	2.08	6.5	946	73	20	7	Fr. A.	8.48	2.58	0.91	1.48	0.17	0.70	5.84	5.14	61
4259	T04-R2	4.26	1.16	0.00	2.08	4.9	950	69	20	11	Fr. A.	8.00	2.46	0.90	1.35	0.14	0.75	5.59	4.84	61
4260	T04-R3	4.31	0.63	0.00	2.41	6.5	904	75	16	9	Fr. A.	8.32	2.29	0.93	1.42	0.14	1.00	5.78	4.78	57

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Dr. Constantino Calderón Mendoza
 Jefe del Laboratorio



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : PUCLLAS QUISPE LUIS ANGEL
PROCEDENCIA : HUANCVELICA/ ANGARAES/ CCOCHACCASA/ C.C. TABLAPAMPA
REFERENCIA : H.R. 76644
BOLETA : 5108
FECHA : 02/05/2022

Lab	Número Muestra		Pb ppm	Cu ppm
	Claves			
4249	T01-R1		690.50	17.50
4250	T01-R2		593.75	17.80
4251	T01-R3		658.00	18.00
4252	T02-R1		720.75	18.10
4253	T02-R2		730.50	17.90
4254	T02-R3		734.75	18.00
4255	T03-R1		801.00	18.50
4256	T03-R2		639.75	18.40
4257	T03-R3		683.75	18.90
4258	T04-R1		647.00	18.60
4259	T04-R2		623.75	19.00
4260	T04-R3		605.50	18.00
4261	T05-R1		622.25	18.70
4262	T05-R2		689.00	18.50
4263	T05-R3		599.00	19.10
4264	T06-R1		694.50	19.40
4265	T06-R2		680.75	18.50
4266	T06-R3		712.75	18.90
4267	T07-R1		592.75	18.70
4268	T07-R2		639.75	18.50
4269	T07-R3		639.00	18.30
4270	T08-R1		731.75	18.60
4271	T08-R2		670.50	18.10
4272	T08-R3		702.00	18.80



Constantino Calderón Mendoza
Jefe del Laboratorio

Resumen de coincidencias

16 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

16

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	Fuente de Internet	3 %
2	scielo.sicd.cu	Fuente de Internet	3 %
3	Entregado a Universida...	Trabajo del estudiante	2 %
4	repositorio.unsa.edu.pe	Fuente de Internet	1 %
5	hdl.handle.net	Fuente de Internet	1 %
6	Entregado a Universida...	Trabajo del estudiante	1 %
7	dspace.espoeh.edu.ec	Fuente de Internet	<1 %

Activado

Versión solo texto del informe | Alta resolución

Página: 1 de 55 | Número de palabras: 13193

Mostrar todo

Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Remoción de plomo y cobre con microorganismos eficaces en suelo contaminado por lixivios de una fuente minera en Huancavelica, 2022

AUTORES:

APUMAYTA RIVEROS, Máximo (ORCID: 0000-0002-4913-3950)

PUCILLAS QUISPE, Luis Angel (ORCID: 0000-0002-7206-3364)

ASESOR:

Dr. ORDÓÑEZ GALVEZ, Juan Julio (ORCID: 0000-0002-3419-7361)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

TURNITIN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Ordoñez Galvez, Juan Julio, docente de la facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo sede Lima norte, revisor del trabajo de Tesis titulada "Remoción de plomo y cobre con microorganismos eficaces en suelos contaminados por lixiviados de una fuente minera en Huancavelica, 2022" de los estudiantes APUMAYTA RIVEROS, Máximo y PUCLLAS QUISPE, Luis Ángel, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Atentamente,

Lima 16 de mayo, 2022

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308



UCV CAMPUS LIMA NORTE
 Dirección de Finanzas del Alumno

Fecha : 16/05/2022 04:11:34p.m.

REPORTE DE ESTADO DE CUENTA

Alumno : 7002626625 - PUCLLAS QUISPE LUIS ANGEL

Sede : LIMA

Grupo :

Cuenta : TALLER DE ELABORACIÓN DE TESIS

Programa : TITULACION UCV

PERIODO: 202002		F. Reg.	F. Venc.	F. Pag.	F. Emis.	Comp	Importe	Saldo	Mora	Estado	Deuda	Observ.
165861807D88465	0 DERECHO A TRAMITE DE OBTENCION DE TITUI	28/11/2020	01/02/2021	03/03/2021		BOL S/	1,500.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
DE927221E176448	0 INSCRIPCION	27/11/2020	27/11/2020	27/11/2020		BOL S/	100.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	Inscripción desde Admisión
FFCD419106734EF	1 PENSION	28/11/2020	28/11/2020	30/11/2020		BOL S/	250.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
E73170219D05E456	2 PENSION	28/11/2020	12/12/2020	26/02/2021		BOL S/	250.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
76A77AF2621D4C2	3 PENSION	28/11/2020	17/01/2021	26/02/2021		BOL S/	250.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
C6EBF29220CE4B0	4 PENSION	28/11/2020	31/01/2021	26/02/2021		BOL S/	250.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
RESUMEN 202002		PENDIENTE :		0.00	VENCIDO :		0.00	MORAS :		0.00		
TOTAL CANCELADO :					2,600.00		TOTAL DEUDA :			0.00		

PERIODO: 202201		F. Reg.	F. Venc.	F. Pag.	F. Emis.	Comp	Importe	Saldo	Mora	Estado	Deuda	Observ.
964C563FC41C48E	0 INSCRIPCION	06/12/2021	20/12/2021	07/12/2021		BOL S/	100.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	Inscripción desde Admisión
EA6D61D2AF694B8	1 PENSION	11/12/2021	21/12/2021	14/12/2021		BOL S/	300.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
994234263DD0477	2 PENSION	11/12/2021	01/04/2022	16/05/2022		BOL S/	300.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
645EBBACA6A049A	3 PENSION	11/12/2021	01/04/2022	16/05/2022		BOL S/	300.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
AFA4E232E5EA4EA	4 PENSION	11/12/2021	01/04/2022	16/05/2022		BOL S/	300.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
C616985A32EA45F	5 PENSION	11/12/2021	01/04/2022	16/05/2022		BOL S/	300.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
FDC1836A9CC24A7	6 PENSION	11/12/2021	30/04/2022	16/05/2022		BOL S/	300.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
RESUMEN 202201		PENDIENTE :		0.00	VENCIDO :		0.00	MORAS :		0.00		
TOTAL CANCELADO :					1,900.00		TOTAL DEUDA :			0.00		

RESUMEN GENERAL													
PENDIENTE :		0.00	VENCIDO :		0.00	MORAS :		0.00	DEUDA :		0.00	CANCELADO :	4,500.00

UCV CAMPUS LIMA NORTE
Dirección de Finanzas del Alumno

Fecha : 16/05/2022 04:33:49p.m.

REPORTE DE ESTADO DE CUENTA

Alumno : 7002626607 - APUMAYTA RIVEROS MAXIMO

Cuenta : TALLER DE ELABORACIÓN DE TESIS

Sede : LIMA

Grupo :

Programa : TITULACION UCV

PERIODO: 202002	F. Reg.	F. Venc.	F. Pag.	F. Emis.	Comp	Importe	Saldo	Mora	Estado	Deuda	Observ.
E249536C403F427	0 INSCRIPCION	27/11/2020	27/11/2020	27/11/2020	BOL S/	100.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	Inscripción desde Admisión
F0688D3AC8CA4A9	0 DERECHO A TRAMITE DE OBTENCION DE TITUI	28/11/2020	01/02/2021	03/03/2021	BOL S/	1,500.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
895D703948584DC	1 PENSION	28/11/2020	28/11/2020	30/11/2020	BOL S/	250.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
612188231E78462	2 PENSION	28/11/2020	12/12/2020	26/02/2021	BOL S/	250.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
FB4482F07CB146F	3 PENSION	28/11/2020	17/01/2021	26/02/2021	BOL S/	250.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
OCF906487D504CC	4 PENSION	28/11/2020	31/01/2021	01/03/2021	BOL S/	250.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
RESUMEN 202002	PENDIENTE :	0.00	VENCIDO :	0.00	MORAS :	0.00	TOTAL CANCELADO :	2,600.00	TOTAL DEUDA :	0.00	

PERIODO: 202201	F. Reg.	F. Venc.	F. Pag.	F. Emis.	Comp	Importe	Saldo	Mora	Estado	Deuda	Observ.
FC5E53EE5A6244B	0 INSCRIPCION	06/12/2021	20/12/2021	07/12/2021	BOL S/	100.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	Inscripción desde Admisión
E4D7C175D3DF40C	1 PENSION	11/12/2021	21/12/2021	14/12/2021	BOL S/	300.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
59988AD7937D4EE	2 PENSION	11/12/2021	01/04/2022	16/05/2022	BOL S/	300.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
104F73A1067B41C	3 PENSION	11/12/2021	01/04/2022	16/05/2022	BOL S/	300.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
A24584F1FD5640B	4 PENSION	11/12/2021	01/04/2022	16/05/2022	BOL S/	300.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
8B327FFE7A58452	5 PENSION	11/12/2021	01/04/2022	16/05/2022	BOL S/	300.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
95D3B08DC7FA483	6 PENSION	11/12/2021	30/04/2022	16/05/2022	BOL S/	300.00	0.00	0.00	CANC.	0.00	
RESUMEN 202201	PENDIENTE :	0.00	VENCIDO :	0.00	MORAS :	0.00	TOTAL CANCELADO :	1,900.00	TOTAL DEUDA :	0.00	

RESUMEN GENERAL

PENDIENTE : 0.00 **VENCIDO :** 0.00 **MORAS :** 0.00 **DEUDA :** 0.00 **CANCELADO :** 4,500.00