



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas
ácidas usando *Trichoderma viride* en el Centro Poblado Mallay, Oyón,
Lima; 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Luna Julca, Maria Sthefany (orcid.org/0000-0002-7481-9372)

ASESORA:

M. Sc. Cermeño Castromonte, Cecilia Libia (orcid.org/0000-0002-6838-8713)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

El siguiente trabajo de investigación va dedicado a mis padres: Aimer Luna Ríos y Elizabeth Julca Bedia, por sembrarme buenos valores que perduraran con el tiempo y ser buena profesional. Así mismo, a mi abuelita Lidia Ríos y hermanas, quienes me han motivado a seguir y no rendirme en cada reto propuesto.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos vida, salud, paciencia, tolerancia y la compañía de excelentes personas que hicieron que este proceso no sea complicado y salga victoriosa, cumpliendo la meta planteada.

A mis padres Aimer Luna Ríos y Elizabeth Julca Bedia por el apoyo incondicional que me brindaron durante mi formación profesional y personal, motivándome a ser una mejor persona siempre y no rendirme ante una dificultad.

A mi prima y hermanas por su apoyo durante la toma de muestras y la adaptación del área donde se desarrollaría la parte experimental de la tesis.

Así mismo, a mis profesores de la Universidad Cesar Vallejo quienes me brindaron sus conocimientos y experiencias profesionales, que contribuyeron para mi desarrollo profesional.

A la Ingeniera Cecilia Cermeño Castromonte, por su apoyo incondicional durante el proceso de elaboración de mi tesis. Y orientarme con sus conocimientos.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo,Cecilia Cermeño Castromonte....., docente de la Facultad / Escuela de posgradoIngeniería..... y Escuela Profesional / Programa académicoIngeniería Ambiental..... de la Universidad César VallejoLima Norte..... (filial o sede), asesor (a) del artículo de revisión de literatura científica / trabajo académico / proyecto de investigación / tesis, titulada:

.. "Reducción de plomo de suelos Agrícolas contaminados por Aguas Ácidas usando *Trichoderma viride* en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018"

.....
"del (los) autor (autores).....Maria Sthefany Luna Julca.....

.....
constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el artículo de revisión de literatura científica / trabajo académico / proyecto de investigación / 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.

Los Olivos, 05 de Diciembre de 2023

Apellidos y Nombres del Asesor: Cermeño Castromonte, Cecilia L.	
DNI 44071428	Firma 
ORCID orcid.org/0000-0002-6838-8713	

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Yo (Nosotros), (Apellidos y nombres) Maria Steffany Luna Julca,
egresado de la Facultad / Escuela de posgrado Ingeniería y Escuela Profesional /
Programa académico Ing. Ambiental de la Universidad César Vallejo (Sede o campus),
declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al
artículo de revisión de literatura científica / trabajo académico / proyecto de investigación /
tesis titulada:

"Reducción de plomo de Suelos Agrícolas contaminados por Aguas Ácidas
usando Trichoderma viride en el centro Poblado Mallay, Ayacucho, 2018"

es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el artículo de revisión de
literatura científica / trabajo académico / proyecto de investigación / tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) 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.

Lugar y fecha,

Apellidos y Nombres del Autor <u>Luna Julca, Maria Steffany</u>	
DNI: <u>74598670</u>	Firma 
ORCID: <u>orcid.org/0000-0002-7481-9372</u>	
Apellidos y Nombres del Autor	
DNI:	Firma
ORCID:	
Apellidos y Nombres del Autor	
DNI:	Firma
ORCID:	
Apellidos y Nombres del Autor	
DNI:	Firma
ORCID:	

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR.....	v
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.2. Variables, operacionalización.....	19
3.3. Población, muestra y muestreo.....	20
3.3.1. Población	20
3.3.2. Muestra	21
3.3.3. Muestreo	21
3.3.4. Unidad de análisis.....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.4.1. Descripción del procedimiento	24
3.4.2. Técnicas.....	33
3.4.3. Instrumentos	33
3.5. Métodos de análisis de datos.....	38
3.5.1. Método de recolección de datos	38
3.5.2. Método de procesamiento de datos	38
3.6. Aspectos éticos	39
IV. RESULTADOS	40
4.1. Características de la muestra inicial del suelo sin aplicar el tratamiento. 40	
4.2. Resultados de muestra del suelo a 30 días de la aplicación del tratamiento	41
4.3. Resultados de muestra del suelo a 50 días de la aplicación del tratamiento	44
4.4. Resultados de muestra del suelo a 70 días de la aplicación del tratamiento	48
V. DISCUSIÓN	71
VI. CONCLUSIONES.....	74

VII. RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Microorganismos biorremediadores	15
Tabla N° 2. Estándar de Calidad Ambiental	17
Tabla N° 3. Características de la Variable Independiente	18
Tabla N° 4. Características de la Variable Dependiente	18
Tabla N° 5. Número de Puntos de muestreo.....	22
Tabla N° 7. Coordenadas de Puntos de Muestreo	23
Tabla N° 7. Profundidad del muestreo según el uso de suelo.....	24
Tabla N° 8. Fotografía de toma de muestra	26
Tabla N° 9. Métodos seguidos en Análisis de suelo.....	33
Tabla N° 10. Técnicas e Instrumentos	34
Tabla N° 11. Lista de especialistas de validación.....	37
Tabla N° 12. Resultado de muestra inicial del suelo agrícola del centro poblado Mallay	40
Tabla N° 13. Resultado de 30 días de tratamiento con Trichoderma viride	41
Tabla N° 14. Resultados de 50 días de tratamiento con Trichoderma viride.....	44
Tabla N° 15. Resultado de 70 días de tratamiento con Trichoderma viride	48
Tabla N° 16. Resultados de plomo.....	51
Tabla N° 17. Pruebas de Normalidad.....	53
Tabla N° 18. Prueba de homogeneidad de varianzas de plomo	53
Tabla N° 19. ANOVA de un factor	54
Tabla N° 20. Comparaciones múltiples	55
Tabla N° 21. Resultados de pH.....	56
Tabla N° 22. Pruebas de normalidad	57
Tabla N° 23. Prueba de homogeneidad	57
Tabla N° 24. ANOVA de un factor	58
Tabla N° 25. Comparaciones múltiples	59
Tabla N° 26. Resultados de CE.....	59
Tabla N° 27. Pruebas de normalidad	61
Tabla N° 28. Prueba de homogeneidad de	61
Tabla N°29. ANOVA de un factor	62
Tabla N° 30. Comparaciones múltiples	62
Tabla N° 31. Resultados de CIC	63
Tabla N° 32. Prueba de normalidad	64
Tabla N° 33. Prueba de homogeneidad de	65
Tabla N° 34. ANOVA de un factor	65
Tabla N° 35. Comparaciones múltiples	66
Tabla N° 36. Resultados de Materia Orgánica	67
Tabla N° 37. Prueba de normalidad	68
Tabla N° 38. Prueba de homogeneidad de varianza de MO	68
Tabla N° 39. ANOVA de un factor	69
Tabla N° 40. Comparaciones múltiples	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Etapas de desarrollo	19
Figura N° 2. Ubicación de la zona de muestreo	20
Figura N° 3. Delimitación del Área	22
Figura N° 4. Ubicación de puntos de las submuestras.....	23
Figura N° 5. Distribución de tratamientos.....	30
Figura N° 6. Macetas antes de la aplicación del tratamiento.....	31
Figura N° 7. Macetas aplicando el tratamiento.....	32
Figura N° 8. Macetas después de la aplicación del tratamiento	32
Figura N° 9. Concentración de pH a 30 días de la aplicación del tratamiento.....	42
Figura N° 10. Concentración de CE a 30 días de la aplicación del tratamiento ...	42
Figura N° 11. Concentración de MO a 30 días de la aplicación del tratamiento ..	43
Figura N° 12. Concentración de CIC a 30 días de la aplicación del tratamiento ..	43
Figura N° 13. Concentración de Pb a 30 días de la aplicación del tratamiento	44
Figura N° 14. Concentración de pH a 50 días de la aplicación del tratamiento....	45
Figura N° 15. Concentración de CE a 50 días de la aplicación del tratamiento ...	46
Figura N° 16. Concentración de MO a 50 días de la aplicación del tratamiento ..	46
Figura N° 17. Concentración de CIC a 50 días de la aplicación del tratamiento ..	47
Figura N° 18. Concentración de Pb a 50 días de la aplicación del tratamiento	47
Figura N° 19. Concentración de pH a 70 días de la aplicación del tratamiento....	49
Figura N° 20. Concentración de CE a 70 días de la aplicación del tratamiento ...	49
Figura N° 21. Concentración de MO a 70 días de la aplicación del tratamiento ..	50
Figura N° 22. Concentración de CIC a 70 días de la aplicación del tratamiento ..	50
Figura N° 23. Concentración de Pb a 70 días de la aplicación del tratamiento	51
Figura N° 24. Concentración de Pb durante la aplicación del tratamiento	52
Figura N° 25. Valores de pH durante la aplicación del tratamiento	56
Figura N° 26. Concentraciones de CE durante la aplicación del tratamiento	60
Figura N° 27. Concentraciones de CIC durante la aplicación del tratamiento	64
Figura N° 28. Concentraciones de MO durante la aplicación del tratamiento	68

ANEXOS

ANEXO N° 01. Tabla de operacionalización de variables

ANEXO N° 02. Validación de Instrumentos

ANEXO N° 03. Registro de datos de campo

ANEXO N° 04. Registro de concentraciones de plomo en el suelo y porcentaje de reducción

ANEXO N° 05. Registro de características fisicoquímicas del suelo

ANEXO N° 06. Resultados de muestreo de caracterización de suelos

ANEXO N° 07. Informe de ensayo de muestra inicial

ANEXO N° 08. Informe de ensayo de 30 días de tratamiento con *Trichoderma viride*

ANEXO N° 09. Informe de ensayo de 50 días de tratamiento con *Trichoderma viride*

ANEXO N° 10. Informe de ensayo de 70 días de tratamiento con *Trichoderma viride*

RESUMEN

La biorremediación de suelos agrícolas a través del uso de microorganismo como hongos, en la actualidad se han convertido en fuente de investigación, ya que, son alternativas económicas, de fácil manipulación y naturales que sirven para la recuperación de suelos. Las aguas acidas contienen altas concentraciones de metales pesados razón por la cual son fuentes de contaminación de suelo (Plomo). La principal causa de su formación es la unión de aguas generadas por abundantes lluvias con un relave.

De esta manera se tuvo como principal objetivo establecer la reducción de plomo de suelos agrícolas afectados por aguas acidas usando *Trichoderma viride*. La evaluación se realizó en un periodo de 70 días, utilizando 9 kg de suelo agrícolas obtenida en la Quebrada Tilquer ubicada en el pueblo de Mallay, Oyon, lo cual representó la muestra de estudio, posteriormente fue distribuida en 9 macetas, 850 g para cada maceta y se aplicó 150 g de *Trichoderma viride* inoculado para iniciar el tratamiento. Luego se procedió al análisis de 2 kg de suelo sin tratamiento, para lo cual fueron enviados al laboratorio donde se midieron los siguientes parámetros: concentración de plomo, capacidad de intercambio catiónico, conductividad eléctrica, pH y materia orgánica. Obteniendo como resultado que el suelo fue ligeramente ácido y salino, además la materia orgánica fue elevada y se obtuvo una concentración de plomo de 583,97 ppm.

Por medio de los análisis a los 30, 50 y 70 días de aplicado el tratamiento con *Trichoderma viride*, se evidencio una reducción de 1.96% de plomo al día 30, ya que al día 50 y 70 no se evidencio reducción del metal. Con ello, se llegó a la conclusión de que la *Trichoderma viride* reduce el plomo a corto tiempo.

Palabras clave: *Trichoderma viride*, suelos agrícolas, plomo, reducción, aguas acidas.

ABSTRACT

Bioremediation of agricultural soils through the use of microorganisms such as fungi, have currently become a source of research, since they are economical, easy-to-handle and natural alternatives that serve for soil recovery. Acidic waters contain high concentrations of heavy metals, which is why they are sources of soil contamination (Lead). The main cause of its formation is the union of water generated by abundant rains with a tailing.

The main objective of the research was establish the reduction of lead from agricultural soils affected by acid waters using *Trichoderma viride*, and was evaluated for a period of 70 days, using 9 kg of agricultural soil obtained in the Tilquer Creek located in the town of Malla, Oyon, which represented the study sample, later it was distributed in 9 pots, 850 g for each pot and 150 g of inoculated *Trichoderma viride* was applied to start the treatment. Then, 2 kg of untreated soil was analyzed, for which they were sent to the laboratory where they analyzed: lead concentration, cation exchange capacity, pH, electrical conductivity, organic matter. Obtaining as a result that the soil was slightly acid and saline, in addition the organic matter was high and a lead concentration of 583.97 ppm was obtained.

Through the analyzes at 30, 50 and 70 days after applying the treatment with *Trichoderma viride*, a reduction of 1.96% of lead was evidenced on day 30, since on day 50 and 70 not observed reduction of the metal. With this, concluding that *Trichoderma viride* reduces lead in a short time.

Keywords: *Trichoderma viride*, agricultural soils, lead, reduction, acidic waters.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el procesamiento de minerales es fuente generadora de labores mineras (chimeneas, bocaminas, trincheras), residuos mineros (relaves, desmontes y aguas ácidas) e infraestructuras (campamentos, plantas procesadoras y otras instalaciones); y el manejo ineficiente de los residuos, provoca, la contaminación al suelo, agua y aire (Puga, et al. 2006).

El inadecuado tratamiento de diversos residuos originados por la minería conlleva a daños en el agua y el suelo (contaminación), originado a causa de la filtración de aguas ácidas, afectando de manera directa al ecosistema del sector donde realizan estas actividades, así como a las poblaciones locales, afectando sus recursos y a su salud (Yupari, 2003).

Las aguas ácidas son generadas por la oxidación de minerales, y se pueden formar de la unión de lluvias con relaves (Aduvire, O, 2006, p.3).

Bajo este contexto, la biorremediación con microorganismos ingresa como una potencial solución para recuperar suelos que se encuentren contaminados por aguas acidas, y a su vez presenten altas concentraciones de plomo. Aunque si bien es cierto, como dice Chávez, L, 2014; las tecnologías biológicas tienen la desventaja de que se desarrollan a tiempos demasiados largos; cuando se aplican in-situ son amigables con el medio ambiente y económicos. Así mismo, en la actualidad, se están investigando una gran cantidad de microorganismos que pueden convertirse en candidatos para su aplicación en la biorremediación.

Mallay es un pueblo donde actividades como la ganadería, agricultura y actividad minera son unas de sus principales fuentes económicas. Los principales productos que explotaba la Unidad Minera Mallay eran Plomo Plata: Plata donde se obtiene como subproducto Plomo, y concentrados de Zinc: Zinc obteniendo Plata como subproducto. Para los cuales se empleaban insumos químicos como Sulfato de cobre y zinc, entre otros. Dentro de la planta procesadora se procesaban los minerales extraídos

los cuales estaban adheridos a rocas y tierras, este proceso generaba relaves, la cual se depositó en un área de la Quebrada llamada Tilquer, donde tenía contacto directo con el suelo.

El almacenamiento del relave ha generado impactos como; alteración del ecosistema y contaminación del aire a causa de la polución de partículas que son dispersadas por el viento causado principalmente en épocas calurosas (verano). Por otro lado, el suelo es el principal componente contaminado épocas frías (invierno) ya que, las frecuentes y abundantes precipitaciones originan el deslizamiento de los diques de arena, por lo que, el área del relave se expande, así como también se filtran aguas acidas, lo que origina que el suelo pierda parte de sus propiedades fisicoquímicas y biológicas, así como parte de su vegetación.

Rodríguez, D. (2017), realizó un estudio de intoxicación por metales pesados, por ello nos indica que los metales pesados son altamente tóxicos tanto para el ambiente como para la salud de las personas, plantas y animales. Y dentro de las actividades que generan los metales se encuentra la minería.

Ante esta problemática, se tomaron muestras de suelo en marzo en el área donde se encuentra el relave ya si identificar y establecer la concentración de metales pesados, posteriormente estas muestras fueron analizadas, mediante el laboratorio ENVIROTEST S.A.C. (Environmental Testing Laboratory S.A.C.) (véase en el ANEXO N° 01. Resultados de muestreo de caracterización del Suelo), la cantidad reportada de plomo superó el valor señalado mediante D.S. N° 011-2017-MINAM para suelos agrícolas, la cual fue de 1106 mg/kg PS.

Según lo reportado por la OMS, el plomo en altas concentraciones causa graves alteraciones en el organismo de los pobladores, y en su ambiente esto a causa de su elevada toxicidad.

Ante lo expuesto se consideró como problema general: ¿El uso de *Trichoderma viride* reduce el plomo presente en Suelos Agrícolas

contaminados por aguas acidas en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018?

Así mismo, los problemas específicos son:

- ¿Será el tiempo de tratamiento un factor determinante para la reducción del plomo de suelos contaminados por aguas acidas usando *Trichoderma viride* en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018?
- ¿Cómo es la variación de las propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018, en la reducción de plomo usando *Trichoderma viride* durante el tiempo de tratamiento?
- ¿Cuál es la relación de la Materia Orgánica con la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas acidas usando *Trichoderma viride* en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018, durante el tiempo de tratamiento?

Seguidamente se plantea como hipótesis general: La *Trichoderma viride* reduce el plomo presente en los suelos agrícolas contaminados por Aguas Ácidas en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018.

Y las hipótesis específicas son:

- El tiempo de tratamiento si es un factor determinante para la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas acidas usando *Trichoderma viride*, en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018.
- Las características fisicoquímicas del suelo varían significativamente con el uso de la *Trichoderma viride* para la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas ácidas en el Centro Poblado. Mallay, Oyón, Lima; 2018.
- La relación de la Materia Orgánica con la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas ácidas usando *Trichoderma viride* en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018, es inversamente proporcional.

En altas concentraciones este metal estudiado (plomo) causa daños nerviosos y de intoxicación. Así mismo, de reportarse la existencia de metales tóxicos en el suelo, vegetación y tejidos orgánicos representa peligrosidad a nivel químico y biológico. En la misma línea, la presencia de estos en productos alimenticios podría originar envenenamiento lo cual resulta extremadamente perjudicial tanto para los seres humanos como para la especie animal. Estos efectos pueden ser tan graves como malformaciones congénitas, cáncer e incluso la fatalidad. Mediante el uso de *Trichoderma viride* en suelos agrícolas contaminados con plomo de las aguas ácidas en el Centro Poblado de Mallay, se recuperarían áreas en las que los pobladores pueden aprovechar la agricultura y ganadería. Y de igual forma, caminar sin restricciones, sin tener riesgo alguno.

Se justifica en tanto la *Trichoderma viride* reducirá el nivel de plomo de los suelos contaminados por aguas ácidas del Centro Poblado Mallay. La contaminación de los espacios agrícolas a causa de la contaminación por plomo acarrea es así como los resultados alcanzados en esta investigación pueden ser usados como base para la recuperación de áreas ganaderas contaminadas del Centro Poblado Mallay, haciéndolo así accesible para su aplicación.

Es así como a causa de esto, diversos componentes ambientales como suelo, agua y aire se ven impactados de forma negativa por esta actividad, Un ejemplo de estos se da por ejemplo cuando el suelo es contaminado con estos metales, produciendo disturbios como inhibición de crecimiento en plantas y disminución de nutrientes, así como alteración de ciertos parámetros fisicoquímicos (MARTIN, 2000 citado por Ríos, 2017).

De esta forma, el uso de la *Trichoderma viride* ayudara a reducir el nivel de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas ácidas en el Centro Poblado Mallay, y de esa forma mitigar los impactos generados por a la actividad minera antes mencionado.

Por ello, la tesis tiene como objetivo principal: Determinar la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas ácidas usando *Trichoderma viride* en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018.

Asu vez los objetivos específicos considerados son:

- Determinar el tiempo de tratamiento determinante para la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas acidas usando *Trichoderma viride* en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018.
- Determinar la variación de las propiedades fisicoquímicas de suelos agrícolas con el uso de la *Trichoderma viride* para la reducción de plomo; en el Centro Poblado Mallay. Oyón, Lima; 2018, durante el tiempo de tratamiento.
- Analizar la relación de la Materia Orgánica con la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas acidas usando *Trichoderma viride* en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018, durante el tiempo de tratamiento.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel nacional e internacional se encontraron diversos estudios que se mostrarán a continuación, donde se emplean alternativas de reducción de contaminantes en el suelo:

Bonilla, S (2013) ejecutó una pesquisa donde se planteó analizar el poder de absorción de plomo del Alfalfa, Amaranto y Acelga. Para ello, se desarrollaron las plantas en semilleros con suelos normales, para luego ser trasplantadas a unas macetas con el suelo contaminado con plomo. Se consideró las mismas circunstancias para que la planta se desarrolle, y en su proceso de desarrollo se le adicionó abono orgánico y nutriente, posteriormente realizó la medida correspondiente en los tiempos establecidos (20,30,45,60 y 90 días) posteriores a la exposición de las plantas a suelo contaminando. Donde se obtuvo que la alfalfa tuvo un 35% de absorción, el amaranto 24% y la acelga un 52%. Concluyendo así que las especies estudiadas si cuentan con una capacidad de acumulativa de plomo que son almacenadas en los tejidos, donde la acelga conserva las características, aunque tenga acumulado plomo en sus tejidos.

Muñoz, S (2016) realizó una investigación con el objetivo de reducir los hidrocarburos totales policíclicos (TPH) del suelo. El estudio fue realizado en dos tiempos; el primero fue en campo, con la toma de muestras, y la segunda en el laboratorio, donde se instalaron ensayos con cuatro tratamientos, las cuales contenían lo siguiente: T_0 =testigo, T_1 =S+ *Trichoderma* sp Se controlaron parámetros de pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Humedad y la concentración inicial y final de los TPH durante un periodo de tres meses. La concentración inicial obtenida fue de 42 070,3 mg/kg; siendo el T_3 obtuvo un resultado positivo, ya que la concentración final fue de 379,2 mg/kg, concluyendo que, ambos microorganismos cuentan con la capacidad de degradar los hidrocarburos. Y con ello, demostró que los tratamientos funcionan independientemente.

Pesántes, M y Castro, R (2016) desarrollaron una tesis con el propósito de establecer cuál era el potencial de biorremediación de *T. harzianum*, *T. viride* y la *T. pseudokoningii* mediante un ensayo independiente. Para ello, se adecuó la concentración del inóculo a 1×10^{10} conidios ml^{-1} , y posteriormente fu agregada al suelo contaminado con hidrocarburos. Al día 96 de aplicado el inóculo, se muestreo a 10 y 15 cm de profundidad, las cuales se evaluaron con el fin de establecer el porcentaje total de hidrocarburos, del mismo modo también el porcentaje de ciertos metales pesados como cadmio, plomo y níquel. Alcanzando como resultado del porcentaje de remoción de muestras tomadas por cada cepa en hidrocarburos entre el 47% y 69,1 % y en metales pesados hasta 53,72%. Concluyendo que las cepas originarias de *Trichoderma* separadas de suelo con presencia de hidrocarburos, en Ecuador, son potencialmente buenos para aplicarlos a la eliminación de metales pesados e Hidrocarburos.

Ávila, H (2014) en su tesis cuyo fin principal fue la determinación de la suficiencia de absorción de este microorganismo con medios ideales. Por lo que, se cultivó esta cepa en biorreactores ventilados con disolución de papa sacarosa y posteriormente purificado con ácido nítrico; luego, se secaron los pellets a 60°C en un periodo de 24 horas. A un sistema se agregó 8gr. De pellets, luego se pasó con la solución de concentraciones de ión cúprico y plumboso de 19 ppm y 40 ppm respectivamente, pasando una recirculación por 6 horas, y se tomaron dos muestras de 250 ml cada tres horas. Finalmente, tras el análisis, se concluye que este microorganismo tenía una capacidad elevada para absorber ión plumboso con una diferencia del 15,2% del ión cúprico.

Chávez, L (2014) en su tesis proponiéndose analizar el poder de fitorremediación en variedad de plantas nativas en áreas contaminadas con plomo. Es así como experimentalmente uso dos especies que pertenecían al género *Calamagrostis* y *Nicotiana*, estas fueron cultivadas en 3 niveles de plomo; también se cultivaron con ellas el vetiver con la finalidad de comparar sus capacidades fitorremediadoras; durante un

periodo de 60 días. Concluyendo que, la *Nicotiana* tiene una mejor capacidad de extracción de plomo; así como también que, las plantas nativas son una buena alternativa para la fitorremediación de espacios naturales. Concluyendo que la *Nicotiana* tiene un buen potencial para ser aplicado, debido a que demuestra comportamiento de hiperacumulación de plomo.

Gutiérrez, S (2015) en su tesis en la cual se planteó establecer la reducción de cadmio y plomo mediante el uso del microorganismo mencionado. Obteniendo así que 80 cepas tuvieron una resistencia de 32000 ppm a plomo. Además, por medio del estudio molecular se determinó que no hubo presencia de plásmidos en la *Serratia Marcescens*, esto mediante electroforesis y microscopia de transmisión, asimismo se observó que los metales se pegaban a la superficie de esta bacteria por lo cual se logró una reducción de plomo del 96 %, a un pH 7. Por lo cual concluye en que el microorganismo evaluado es eficaz en el tratamiento de biorremediación producido por diversos metales pesados como los analizados.

Jiménez, M (2017) en su tesis, para lo cual instalo tres grupos de macetas por un periodo de 6 meses, en las cuales sembró cantidades diferentes de hongos, para esto aplico una metodología basada en tres repeticiones y 4 tratamientos, tendiendo en total 12 macetas, en donde se inoculo *Pleurotus ostreatus*. Reportando como resultado que fue el tratamiento con mayor cantidad de inóculo (150 g) el que redujo la mayor cantidad de plomo en el suelo (65,7 %). Concluyendo así, en que este microorganismo es muy eficaz en suelos afectados por metales pesados, debido a su capacidad de biorremediación.

Paiva, M (2015) en su tesis, donde su finalidad fue valorar el uso de la especie antes mencionada y su poder de absorción y acumulación de plomo, por ello, la sometieron a niveles de plomo de 200, 400 y 400 ppm, luego pasado 20 días se traspasaron las plántulas a macetas. Concluido la floración (136 días), se retiró la planta completa para ser ingresada al laboratorio y así determinar el nivel de absorción de este metal en todas

las partes de la planta estudiada. Finalmente, se obtuvo como resultado y conclusión que esta especie tenía la capacidad de absorber gran cantidad de metales pesados por medio de sus tejidos, en la cual la raíz es la parte que más acumulación presenta.

Ríos, A (2017) en su investigación, contrastó el poder fitorremediación y reducción de plomo de las especies mencionadas. En su estudio inicial, realizó un muestreo, por medio del cual extrajo 31 kg de suelo, es así como luego de la evaluación se reporta una cantidad de 402,8 mg/kg de metal plomo, valor superior al límite permitido para calidad de suelo. Seguidamente distribuyó en 9 macetas 3 kg de muestra, en la cual estableció 3 repeticiones por especie, para las mediciones estableció periodos de 29,48 y 70 días post aplicación. Obteniendo como resultados que la especie Rye Grass redujo el plomo en un 75% con una concentración de 59,06 mg/kg a 70 días de aplicado. Concluyendo de esta forma, que el Rye Grass fue el más eficiente para el tratamiento de fitorremediación, reteniendo el contaminante de manera eficaz.

El suelo agrícola, es utilizado principalmente para la siembra y cultivo de diversas especies de plantas, así como para la ganadería o crianza de diversas especies de animales. Siendo así hábitat de diversas especies nativas, transitorias y permanentes del lugar correspondiente a animales y plantas (Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, 2017, párr. 3). Sin embargo, para Orozco, C et al, (2011) indica que, los procesos físicos, biológicos y químicos sobre el medio rocoso forman el suelo. Su composición porcentual del suelo básicamente está conformada por un 50% de materia sólida y aire edáfico y disolución acuosa de 20% a 30% (p. 631).

Maycotte (2011), indica que la textura y permeabilidad son propiedades físicas del suelo. Donde la textura es referente a la cantidad y tamaño de partículas orgánicas que posee el suelo como arcilla, arena y limo, y esta propiedad permite establecer la capacidad productiva del suelo, así como su capacidad de conservación de agua, rapidez de infiltración, entre otros. Mientras que, la permeabilidad es referente a la capacidad del suelo que

consiste en permitir que el agua fluya a través de él. En esta propiedad, es importante determinar la velocidad a la que ocurre esta, debido a que si la permeabilidad es alta (Arenoso), los contaminantes entraran de forma rápida, llegando a aguas subterráneas, por otro lado, si el suelo posee baja permeabilidad (arcilloso) hará difícil la entrada de los contaminantes.

Asu vez, Mackenzie L. y Susan M., (2005) indican que la capacidad de intercambio es una unidad de masa del suelo va a lograr intercambiar una masa de determinado ion, siendo así en equivalentes de ion por masa de suelo; esta es una característica importante, por su capacidad de lixiviar iones de calcio, nitrato, magnesio y fosfato. Y Gonzales (2005) menciona que, el potencial Redox es el responsable por el cual se encontrará al metal en un estado de oxidación y reducción. Finalmente, Maycotte (2011) indica que las propiedades fisicoquímicas que el pH nos expone el nivel de basicidad y acidez correspondientes al suelo existen dos tipos de acidez, la real que está establecida por la sustancia real, y la desarrollada o adquirida, que se establece en tanto proceso fisiológicos dentro de la sustancia.

De esta manera, una modificación de las propiedades del suelo aumentará el desenvolvimiento de los metales (Velázquez Chávez, L; et al, 2022). En los últimos años, la contaminación del suelo por metales pesados se ha ido incrementando, los cuales son consecuencias de las actividades antropogénicas, y varios estudios han identificado como factor de contaminación a la mala disposición de los residuos provenientes de las actividades mineras (Zeng et al., 2019). Esta contaminación se origina debido a diversas causas, entre la principal causa está la actividad humana, actualmente no existe un control adecuado de suelos no protegidos, a consecuencia de esto en la actualidad podemos ver un gran número de suelos contaminados con diversos elementos nocivos, uno de estos el plomo (Orozco, C et al, 2011, p. 641).

Se dice que un suelo está contaminado cuando se daña un área de la litosfera, por este motivo las características y propiedades son alteradas a

causa de actividades antrópicas unida al mal manejo de estos (Martín citado en Ríos, 2017).

Uno de los principales problemas ambientales que origina la minería a nivel mundial es la generación de drenaje ácido de mina, lo que en inglés tiene las siglas de AMD; y se reconoce como al hierro y sulfuros que son estables e insolubles al contacto con el agua y oxígeno (Pozo, S et al, 2014, 73-80). Además, las aguas ácidas son aquellas aguas cuyo pH se encuentra en un rango de 2 a 6 Unidades de pH, razón por la cual son ácidas, estas contienen altas concentraciones de Hierro (Fe), Aluminio (Al), Magnesio (Mg), Ácido sulfúrico (SO₂), Zinc (Zn), plomo (Pb), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Arsénico (As) y Cadmio (Cd), estos se generan de la disolución de sulfuros y otros minerales (Aduvire, O, 2006, p. 47).

Las aguas ácidas están formadas por la excesiva concentración de minerales sulfurados, las cuales en presencia de Oxígeno y agua se oxidan, asimismo presentan una alta carga de metales disueltos (Cadmio, Cobre, Hierro, Plomo, Arsénico, Antimonio y Zinc) y una fuerte acidez, ocasionando así la alteración de la calidad de aguas superficiales y del suelo (Zamora, G. y Trujillo, E., 2016). Las aguas ácidas generalmente se producen donde existen actividades mineras, y durante la operación son expuestas a la superficie y con los años se convierte en un contaminante altamente potencial y tras el cierre de la labor minera, muchas de estas no reciben tratamientos ni medidas correctivas para su disposición (Rodríguez, R y García, A (2006, p. 381).

Una de las etapas donde se genera aguas ácidas es en la etapa de extracción (luego de la perforación y voladura), aquí se realiza el acarreo y carguío de los minerales para su traslado a las concentradoras, es ahí donde se originan residuos, los cuales son expuestos al medio ambiente y estos se oxidan y reaccionan, generando acidez de las aguas de mina (Li, S, 2013). La separación de minerales se produce por el proceso de flotación, aquí se dan interacciones fisicoquímicas para la reducción de tamaño, y es así como se logra centralizar el metal de interés, luego se

descarta el material sin valor (relave). El proceso de concentración tiene como objetivo disminuir el costo de tratamiento y transporte del material concentrado obtenido (Álvarez, D. et al, 2022). También LI, S (2013, p.6) nos dice, que, en la etapa de concentración el material de alta ley es procesado y se desecha el relave. Es así como en la etapa de cierre al mezclarse el relave con las aguas cercanas se forman las aguas ácidas.

Para la generación de aguas ácidas formadas por la actividad minera la principal preocupación deben ser el nivel de acidez, concentración de sulfatos y la lixiviación de algunos otros metales las cuales causarán un impacto negativo tanto en el agua como en el suelo (Pérez, J., et al., 2020).

Méndez, J et al. (2009, p. 33) considera como metales pesados al cadmio, mercurio, cobre, plomo, plata, cromo y otros, los cuales se originan como efecto de las actividades antropogénicas por lo cual se hallan en el suelo. Resultando así dañinas en altas concentraciones, para microorganismos del suelo, seres humanos, animales y plantas. Además, Sibello, R., et al. (2021), considera que los metales pesados son considerado peligrosos las cuales representan un peligro para el medio ambiente y la salud de las personas, y se debe priorizar la disposición correcta y el manejo adecuado.

Pérez, G. (2015), indica que el pH, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la textura son propiedades que influyen en la movilización de los metales pesados en el suelo. Puesto que, el pH refleja en la absorción y desorción del suelo, y altera la carga de arcilla, materia orgánica y óxidos, además este parámetro interviene en la presencia o ausencia de metales en el suelo, evidenciándose una mayor presencia en suelos con un pH de tipo ácido. Y el CIC tiene como principal función regular los niveles de materia orgánica, así como de arcilla. De esta forma se puede concluir que al existir un CIC elevado, también la capacidad de fijación del suelo aumentará, esto correspondiente a la absorción de metales pesados. Finalmente, la textura definirá la capacidad de fijación de los metales en el suelo, por ejemplo, en suelo arenoso no posee la capacidad de fijar los

metales, mientras que, un suelo arcilloso tiene la capacidad de fijar la mayor cantidad de estos. Por lo que, los metales pueden contaminar rápidamente los niveles freáticos y subsuelos.

Diez, J. (2008) indica que la materia orgánica y la conductividad eléctrica también son propiedades que influyen en la movilización de los metales en el suelo. Ya que, la materia orgánica tiene la capacidad de absorber fuertemente a algunos metales, por medio de la formación de quelatos o complejos de cambio, lo cual facilita que estos migren más fácilmente dentro del suelo. Y la Conductividad eléctrica influye sobre la estimulación de sales disueltas, así si esta estimulación se eleva, favorece fuertemente la unión de los metales por medio de enlaces químicos.

Finalmente, González, M. (2005) nos dice que el diagrama de Eh-pH es utilizada con la finalidad seleccionar un método más fácil para la proyección de la conducta de los metales pesados ante el cambio de contexto ambiental, por medio de la demostración de su estabilidad donde la movilidad del plomo según el Eh-pH del suelo es baja.

El plomo es un elemento altamente toxico, se origina de forma natural en la corteza terrestre, sin embargo, altas cantidades son producidas por la actividad humana, una de sus principales características es que no se puede degradar, sin embargo, se puede unir con otros elementos y formar diversos compuestos, los cuales se acumulan en diversos lugares y organismos (Alarcón, 2013). Es un metal de color gris, maleable y blando, y su uso deliberadamente ha ocasionado como consecuencia la contaminación ambiental. Las principales fuentes de contaminación al ambiente se encuentra la metalurgia, explotación minera y el uso de gasolinas, aditivos y pinturas. Ocasionando efectos adversos en la salud afectando al sistema inmunológico, sistema nervioso, cardiovascular y reproductivo (Azcona, M. et al, 2015).

Diversas actividades realizadas por el hombre generan que el plomo se fije en altas concentraciones en el suelo, entre estas tenemos diversos procesos de tipo industrial, incorrecta segregación y almacenamiento de

residuos, actividades mineras, entre otros (Bonilla, 2013). Se ha demostrado que la presencia de plomo, así como la cantidad de este en los suelos, influye de manera crítica en como crecen y se desarrollan de forma natural de diversas especies de la flora, también este elemento puede causar un desequilibrio funcional entre otros componentes, también disminuyen las poblaciones microbianas (Méndez, J. et al., 2009).

En la actualidad se encuentran diversos estudios donde se ha evidenciado la contaminación de suelos agrícolas con el plomo. La concentración de plomo en el suelo agrícola influye directamente en la contaminación de las plantas, puesto que, los metales pesados se filtran al subsuelo y se mezclan con las aguas subterráneas, y luego estas son absorbidas por las raíces. Por lo que, el monitoreo de la calidad del suelo (concentración de metales pesados) y el desarrollo nuevas ideas que brinden soluciones juegan un papel muy importante (Montes, R. et al, 2022),

Jiménez, M. (2017) nos dice que la biorremediación es un tratamiento que tiene como objetivo convertir, reducir y degradar los contaminantes tóxicos mediante el uso de microorganismos vivos (plantas, hongos, bacterias).

Según Chuquin (2012) diversos microorganismos son grandes degradadores de contaminantes, siendo parte fundamental de diversas técnicas biológicas, lo cual interfiere en diversas propiedades de suelo como pH, temperatura reactividad química, lixiviación, expansión del metal y el nivel de biodegradabilidad. Esta estrategia biológica depende fundamentalmente de la capacidad catabólica de los microorganismos, así como el comportamiento de estos en cuanto a su contaminante, ya que, pueden utilizarlo como alimento o fuente de energía. Se rige en base a la forma química del organismo y el contaminante. La biorremediación también incluye reacciones de oxidación-reducción, proceso de intercambio iónico y sorción, y reacciones de quelación y

acomplejamiento favoreciendo la reducción de metales pesados (Volke, T. y Velasco, J., 2002)

Algunos microorganismos del suelo se establecen como soluciones eco amigables para la biorremediación de suelos, hongos, bacterias y levaduras los cuales van a absorber los metales pesados. Esto es posible con la inmovilización de los iones metálicos al juntarse en sus paredes celulares, como lo hace el *Trichoderma*. Las especies del *Trichoderma* pueden consideradas como agentes para biorremediación de suelos agrícolas que se encuentren contaminados (Cayotopa, J., et al, 2021).

Tabla N° 1. Microorganismos biorremediadores

Micoorganismos	Metales
<i>Bacillus subtilis</i>	Cu, Pb, Mn, Ni, Zn, Fe
<i>Bacillus licheniformis</i>	Cu, Zn, Cr, Fe
<i>Biomasa de Bacillus spp</i>	Cu, Zn, Cr, Fe
<i>Citrobacter</i>	Cd, Pb
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Cd, Cu, Co, Zn, Cr
<i>Rhizopus arrhizus</i>	Cd, Cu, Pb, Hg, An, Cr
<i>Penicillium spp</i>	Cd, Cu, Pb, Hg, Zn, Cr
<i>Diatomeas</i>	Zn
<i>Euglena</i>	Ni
<i>Chlorella</i>	Pb
<i>Trichoderma spp</i>	Pb, Co, Cr, Cu, Cd, Ni

La *Trichoderma viride* presenta micelio con septos simple, en su estado vegetativo. Son especies haploides y su muro esta complementado por glutano y quitina. Es un hongo con una reproducción asexual por conidios, y de hialinos ramificados, fiálides que se encuentran fisionados o individual, con un diámetro de 3 a 5 µm, son de acelerado desarrollo en medios sintéticos, usualmente de color verde (Martínez et. al, 2013)

La clasificación de la *Trichoderma*, se da de la siguiente manera:

Super reino:	Eucariota
Reino:	Fungi
Filum:	Ascomycota
Subfilum:	Pezizomycotina
Clase:	Sordariomycetes
Subclase:	Hypocreomycetidae
Orden:	Hypocreales
Familia:	Hypocreaceae
Género:	<i>Trichoderma</i>

Fuente: VÁSQUEZ, J. (2010).

Además, nos dice que la *Trichoderma* tiene 149 especies dentro de las cuales se encuentra la *Trichoderma viride*, que es una de las primeras especies que describió Christian Hendrik Persson en 1974, y al cual podemos encontrar en diferentes alimentos, cereales, suelos, madera, entre otros, donde son almacenados por largo tiempo.

De la fisiología del *Trichoderma*, Vázquez (2010) nos dice que es un tipo de hongo filamentoso que posee pared celular a base de quitina, además posee respiración aeróbica, nutrición saprófita y reproducción asexual, además su densidad poblacional en el suelo es alta. Y Las condiciones de crecimiento de este hongo son a una temperatura óptima de 25-30°C; un pH de entre 4-7. Se puede adaptar a medios húmedos de 20-90%, pero tiene un crecimiento óptimo entre 70-80%.

Por otro lado, Martínez, et al (2013) nos dice que el desarrollo en suelos con pH es desde 5,5 a 8,5 Unid. De pH. La humedad activa su desarrollo (60%). Al tener una alta porcentaje de saturación la colonización de los hongos y su supervivencia baja por la poca disponibilidad de oxígeno asimismo señala que en suelos gran cantidad de materia orgánica es fácil encontrar este tipo de microorganismos.

La resistencia a los contaminantes inorgánicos está influenciada por ciertos parámetros como el pH, lo cual produce una extensa gama de respuestas en cuanto a su resistencia y susceptibilidad. Por lo que, Argumedo et al. (2009), nos dice que la *Trichoderma* puede retener

gran cantidad de metales en su micelio, así como también en sus esporas.

Finalmente, para determinar la Calidad de Suelo contamos con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo y esta es aplicada a parámetros asociados a actividades extractivas o productivas en diversas áreas, la cual fue aprobada por medio de la emisión del Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, de esta forma fue tomada como base en esta investigación donde nos centramos específicamente en los lineamientos recomendados, como el valor permitido de este compuesto, el cual podemos ver a través de la siguiente tabla:

Tabla N° 2. Estándar de Calidad Ambiental

Parámetros en mg/kg PS ⁽²⁾	Usos de Suelo			Métodos de ensayo
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivo	
ORGÁNICOS				
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051

Fuente: D.S. N° 011-2017-MINAM, ECA- Suelo

⁽²⁾: Peso seco.

III. MÉTODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

En este estudio hubo manejo de las variables, por lo cual fue de tipo experimental, tal como se observa a continuación:

Tabla N° 3. Características de la Variable Independiente

Cantidad de <i>Trichoderma viride</i> (g) por maceta	Volumen de la maceta	Cantidad de macetas	Tiempo de tratamiento	Repeticiones
150 g	1 kg	9	30, 50 y 70 días	3

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla N° 4. Características de la Variable Dependiente

Cantidad de suelo por maceta
850 g

Fuente: Elaboración propia, 2018

Con la finalidad de establecer la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas ácidas usando *Trichoderma viride*.

Nivel de Investigación

Mediante este estudio se planteó realizar el análisis de la relación entre las variables establecidas, por lo cual el nivel es de tipo correlacional, la cual se desarrolló en (05) etapas, las cuales fueron realizadas con una buena organización.

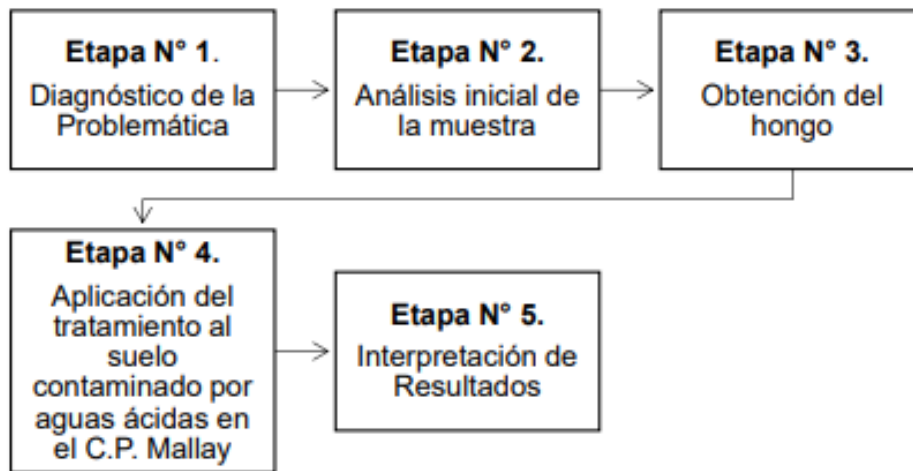


Figura N° 1. Etapas de desarrollo

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

3.1.2. Diseño de Investigación

En este caso por medio del uso de una de las variables se determinó la reducción de plomo de los suelos agrícolas contaminados por aguas ácidas en el Centro Poblado de Mallay, motivo por el cual el diseño es denominado “experimental”.

Del tratamiento aplicado con la *Trichoderma viride* se realizaron un total de 3 análisis en tres tiempos diferentes con tres repeticiones a cada una. El diseño es de una elaboración sencilla, donde la unidad básica son las muestras de suelos agrícolas que contienen plomo.

Los tiempos de análisis se distribuyeron homogéneamente, con el objetivo de cubrir todo el tratamiento. Por lo que, se puede resaltar que, no resulta costoso durante la fase experimental.

3.2. Variables, operacionalización

Las variables consideradas son las siguientes (revisar tabla en Anexo N° 1):

- **Variable Dependiente:**

Reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas ácidas.

- **Variable Independientes:**

Uso de *Trichoderma viride*.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Para determinar el tamaño de nuestra población, se tomó en cuenta el área de estudio, en este caso un área perteneciente al pueblo de Mallay, el cual se encuentra situado en la provincia de Oyón perteneciente al Departamento de Lima, de esta manera como se definió que 1,34 ha de suelo agrícola sea la población de estudio.

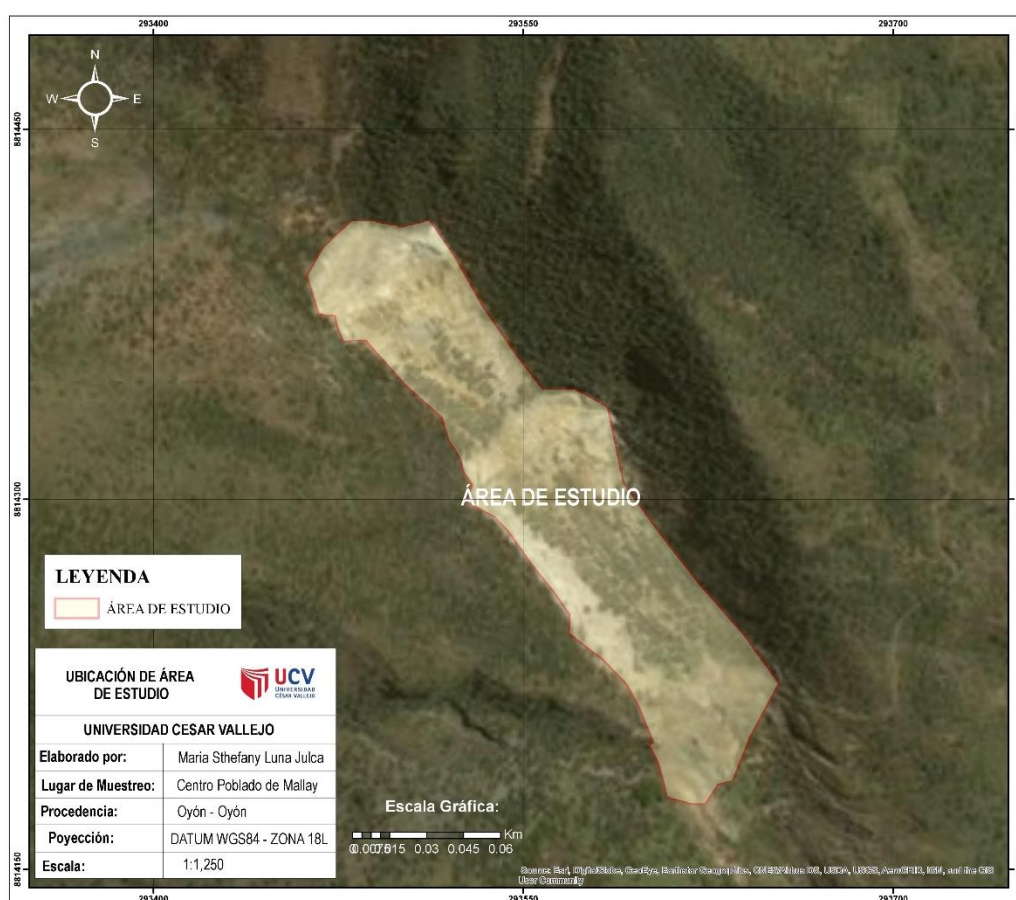


Figura N° 2. Ubicación de la zona de muestreo

Fuente: Elaboración propia, en base map del software Arc Gis, 2008.

Así mismo, se establecen criterios de inclusión, que hacen referencia a razones de selección del área, que fueron principalmente la accesibilidad y cercanía, ya que, son áreas por donde se evidencia actividades ganaderas.

3.3.2. Muestra

La muestra fue seleccionada a criterio del investigador. A esto se le denomina muestreo no probabilístico por conveniencia. Para lo cual se consideró 9 kg de suelo agrícola como tamaño de muestra.

3.3.3. Muestreo

Tipo de muestreo

a. Delimitación del lugar

El área donde se hará el estudio está ubicado a 1 hora y media caminando desde el pueblo de Mallay en la quebrada Tilquer y a 40 minutos utilizando movilidad, esta conta de 1,34 ha. en total según R.S. 085-2014-minam.

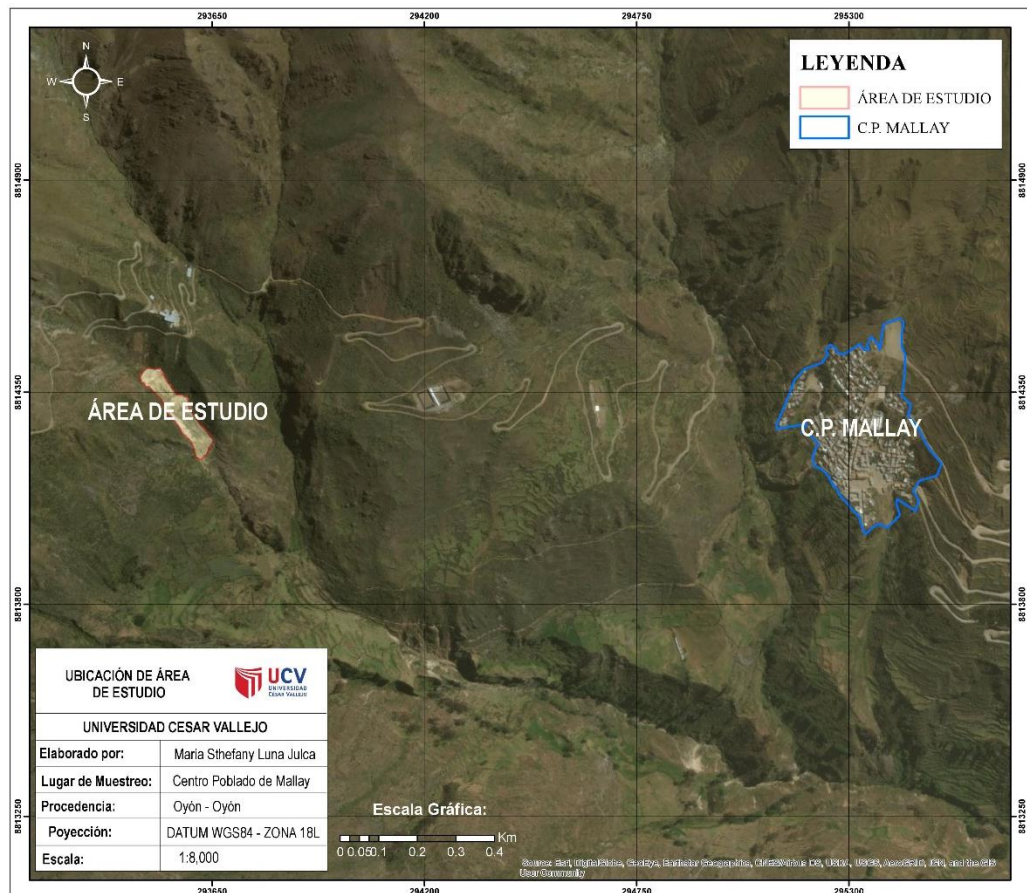


Figura N° 3. Delimitación del Área

Fuente: Elaboración propia, en base map del software Arc Gis, 2008.

b. Determinación de puntos de submuestras y número

El muestreo correspondiente al suelo se ejecutó siguiendo los procedimientos señalados en la guía nacional, la cual sirvió como herramienta para el establecimiento de la metodología más apropiada para el establecimiento de los puntos de muestreo, así como la distribución de estos dentro del área estudiada.

Tabla N° 5. Número de Puntos de muestreo

Área de Potencial Interés (Ha)	Puntos de Muestreo en Total
0,1	4
0,5	6
1	9
2	15
3	21
4	23
5	30
10	33
15	36
20	38
30	40
40	42
50	44
100	50

Fuente: Guía para el muestreo de Suelos. Ministerio del Ambiente (2014)

Para las submuestras, se tomaron en consideración 9 puntos, estos se determinaron mediante un muestreo de tipo aleatorio simple.

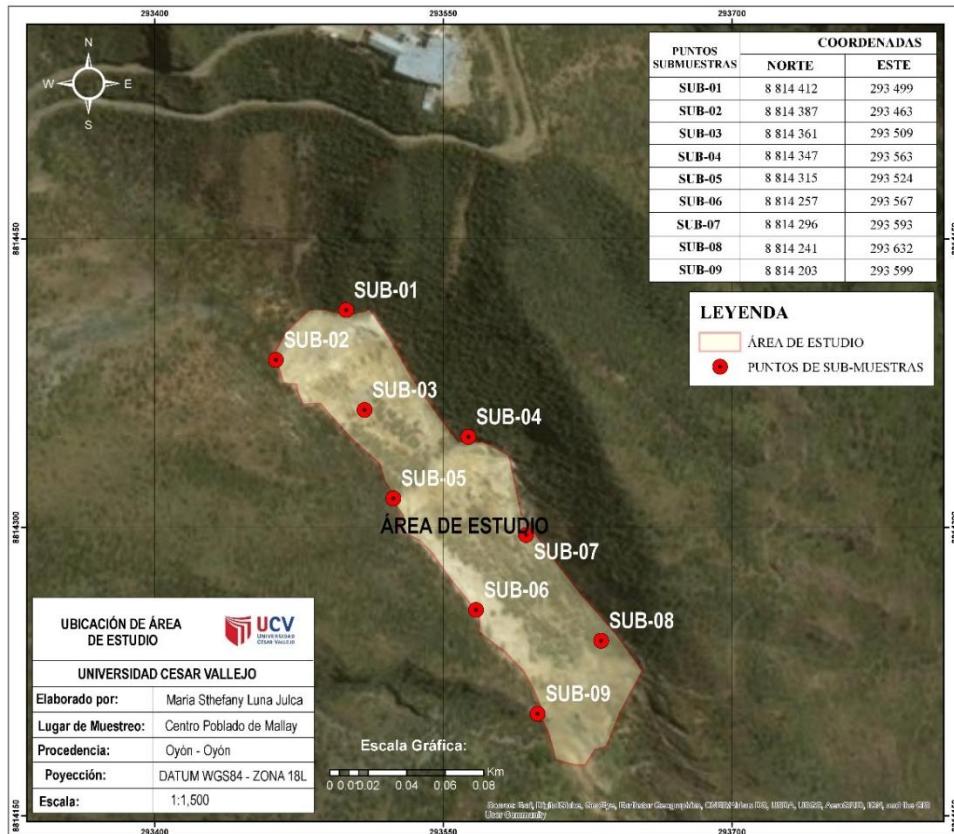


Figura N° 4. Ubicación de puntos de las submuestras
 Fuente: Elaboración propia, en base map del software Arc Gis, 2008

c. Coordenadas de puntos de submuestras

Los puntos muestreados y sus coordenadas se presentan a continuación:

Tabla N° 6. Coordenadas de Puntos de Muestreo

Punto	Coordenadas UTM WGS 84	
	Este	Norte
SUB-01	293 499	8 814 412
SUB-02	293 463	8 814 387
SUB-03	293 509	8 814 361
SUB-04	293 563	8 814 347
SUB-05	293 524	8 814 315
SUB-06	293 567	8 814 257
SUB-07	293 593	8 814 296
SUB-08	293 632	8 814 241
SUB-09	293 599	8 814 203

Fuente: Elaboración propia, 2018

d. Profundidad del suelo

Correspondiente a la profundidad del suelo, esta fue establecida en base a lo establecido dentro de la guía nacional de muestreo para suelos tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla N° 7. Profundidad del muestreo según el uso de suelo

Usos de Suelo	Profundidad del muestreo (CAPAS)
Suelo Agrícola	0 – 30 cm (1) 30 – 60 cm
Suelo Residencial / Parques	0 – 10 cm 10 – 30 cm
Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 – 10 cm

Fuente: Guía para el muestreo de Suelos. Ministerio del Ambiente (2014)

(1): Profundidad de aradura

De esta forma, la toma de muestras de suelo fue ejecutada a una profundidad de 30 cm del suelo agrícola.

3.3.4. Unidad de análisis

Está formada por el suelo agrícola obtenido del pueblo de Mallay, que se encuentra contaminada con plomo, afirmación que se respalda luego de contrastar los resultados obtenidos con el Estándar de Calidad Ambiental para suelo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Descripción del procedimiento

Este estudio estuvo conformado por cinco etapas, las cuales fueron de vital importancia para cumplir con el objetivo planteado, las cuales fueron:

3.4.1.1. Primera etapa: diagnóstico de la problemática

Se comenzó con la exploración del área de estudio para su posterior muestreo de suelo que servirá para la identificación de contaminantes presentes y sus concentraciones.

3.4.1.2. Segunda etapa: análisis de la muestra inicial

Colección de la muestra:

Se identificaron los puntos, tomaron las coordenadas y habilitaron para la toma de la muestra, quitando la cobertura vegetal y limpiando el concentrado del relave almacenado.




Luego, se cavó un hoyo con forma de V, desde la superficie del suelo, hasta una profundidad igual a 30 cm, codificando cada punto. Después, se procedió a tomar las submuestras de cada punto, que fueron mezcladas formando así una muestra compuesta.




Del área de estudio se tomaron 9 submuestras mediante un muestreo aleatorio, tomados a 30cm de profundidad, estas fueron homogeneizadas. Extrayendo así 9kg de suelo, luego se colocó en una bolsa para su traslado al lugar de aplicación de la *Trichoderma viride*.

Para establecer la concentración de plomo inicial se tomó 2 kg de las cuales se colectaron en bolsas herméticas previamente rotulados y etiquetados en los cuales se estableció la información correspondiente a cada uno de ellos, cabe resaltar que también se tomó en consideración según los parámetros que se iba a analizar (pH, CE, CIC, M.O, textura y porcentaje de plomo en el suelo).

Tabla N° 8. Fotografía de toma de muestra

Punto de Muestreo	Fecha	Ubicación	Coordenadas	Fotografías
SUB-01	09/08/18	Quebrada Tilquer – relave almacenado	E: 293 499 N: 8 814 412	
SUB-02	09/08/18	Quebrada Tilquer – relave almacenado	E: 293 463 N: 8 814 387	
SUB-03	09/08/18	Quebrada Tilquer – relave almacenado	E: 293 509 N: 8 814 361	

SUB-04	09/08/18	Quebrada Tilquer – relave almacenado	E: 293 563 N: 8 814 347	
SUB-05	09/08/18	Quebrada Tilquer – relave almacenado	E: 293 524 N: 8 814 315	
SUB-06	09/08/18	Quebrada Tilquer – relave almacenado	E: 293 567 N: 8 814 257	

SUB-07	09/08/18	Quebrada Tilquer – relave almacenado	E: 293 593 N: 8 814 296	
SUB-08	09/08/18	Quebrada Tilquer – relave almacenado	E: 293 632 N: 8 814 241	
SUB-09	09/08/18	Quebrada Tilquer – relave almacenado	E: 293 599 N: 8 814 203	

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

3.4.1.3. Tercera etapa: obtención del hongo

Se obtuvo 1,350 kg del hongo el cual fue previamente inoculado en las inmediaciones pertenecientes a la Universidad Nacional Agraria La Molina. Posteriormente se distribuyó por cada maceta una cantidad de 150 g.

3.4.1.4. Cuarta etapa: Aplicación del tratamiento al suelo contaminado por aguas ácidas en el C.P. Mallay

Distribución del diseño experimental

Basado en un diseño en bloques aleatorizados, se instalaron 3 grupos experimentales diferenciados por el tiempo en los que fueron analizados. Estableciendo así 3 repeticiones por tiempo. En cuanto al tiempo se llevaron a cabo 3 observación; primero a los 30 días posterior a la aplicación del hongo, evaluando el pH, CE, CIC, materia orgánica, así como la concentración de plomo; segundo a los 50 días y el tercero a los 70 días posteriores a la aplicación, en todos se analizaron los mismos parámetros.

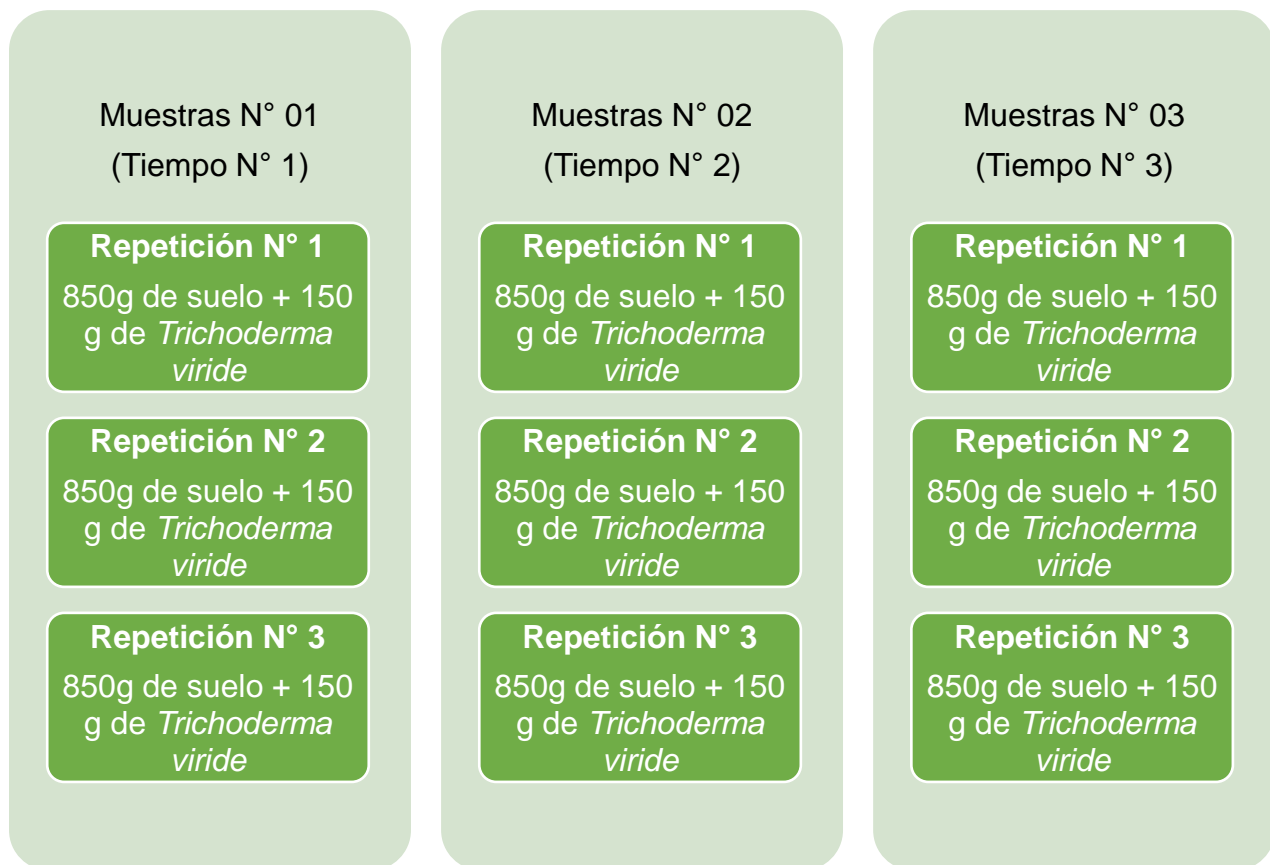


Figura N° 5. Distribución de tratamientos

Fuente: Elaboración propia

Acondicionamiento de aplicación

El acondicionamiento se realizó durante el mes de agosto del 2018, en el cual se acondiciono un área perteneciente a un domicilio perteneciente al distrito de San Martín de Porres en Lima.

Luego, se procedió a comprar 9 macetas plásticas con sus respectivas bandejas antifluido, cada una con una capacidad de 1 kg.

Aplicación de los tratamientos

Se instalaron 3 grupos experimentales con tratamientos y tres repeticiones. Los grupos se diferenciaron por el tiempo de tratamiento.

Primero: se separó 850 g de suelo en cada maceta y se codifico, el primer grupo de análisis en 30 días, el segundo 50 días y el tercero a 70 días de la aplicación del hongo.

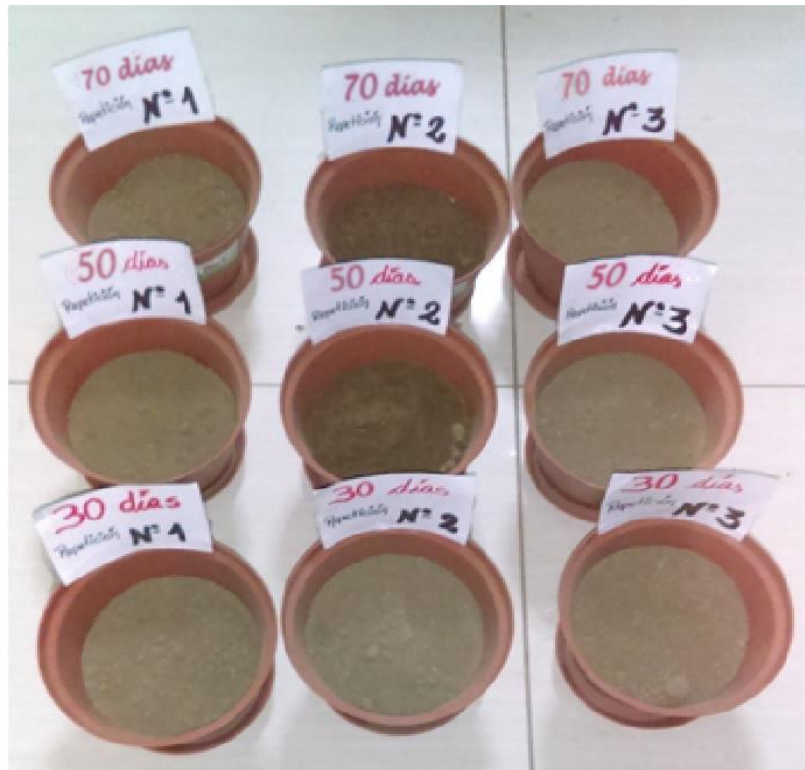


Figura N° 6. Macetas antes de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Segundo: se agregó 150 g de *Trichoderma viride* inoculado. A cada maceta.



Figura N° 7. Macetas aplicando el tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Por último, se combinó la *Trichoderma viride* con el suelo, obteniendo así un kilo en cada maceta.



Figura N° 8. Macetas después de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.5. Quinta etapa: interpretación de resultados

- Luego de 30 días posteriores a la aplicación de *Trichoderma viride*, se tomó de cada maceta la muestra correspondiente al primer tiempo, se tomaron en bolsas impermeables y se rotuló correctamente para ser evaluado en el laboratorio de la UNALM. Luego, se tomaron en tiempos de 50 y 70 días post aplicación.
- Los datos correspondientes a los parámetros analizados serán procesados luego de los resultados otorgados por el laboratorio.
- Para hallar el porcentaje de reducción del plomo usando la *Trichoderma viride* se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Dónde:

‰: porcentaje de reducción del plomo

C_i: valores del parámetro antes de la aplicación

C_f: valores del parámetro después de la aplicación

- Analizada la información, con la información se logró responder los problemas e hipótesis planteados.

3.4.2. Técnicas

Se realizaron análisis fisicoquímicos como técnicas de recolección de información, ya que mediante este análisis se estableció la concentración de plomo y las características del suelo una vez aplicada el tratamiento de usando *Trichoderma viride*, para lo cual se llevó un registro del proceso en el cual se realizó la observación de las características del suelo, así como la determinación de la cantidad de plomo que había en esta.

Tabla N° 9. Métodos seguidos en Análisis de suelo

Parámetros	Métodos
pH	Medida de potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 o en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2,5.
Materia Orgánica	Método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. %M.O.=%Cx1,724.
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Saturación con acetato de amonio (CH ₃ -COOCH ₄) N; pH 7,0
Conductividad Eléctrica (C.E.)	-
Textura	% de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
Plomo (Pb)	-

Fuente: Elaboración Propia, 2018

3.4.3. Instrumentos

En esta investigación se tuvieron en cuenta los siguientes instrumentos:

Instrumento N° 1: Registro de Datos de Campo

Se utilizó el instrumento para la obtención de información de los puntos de muestro al momento de tomar las muestras (véase en el ANEXO N° 03)

Instrumento N° 2: Registro de Concentraciones de plomo en suelo y porcentaje de reducción

Se utilizo para la recolección de información sobre el tratamiento, donde se registró como vario la concentración de plomo en el suelo, así como el nivel de reducción que se dio en el proceso, todo esto en contraste a los análisis iniciales, donde se obtuvo una concentración inicial 583,97 mg/kg (véase en el ANEXO N° 04).

Instrumento N° 3: Registro de Características Físicoquímicas del suelo

Utilizado para la recopilación de información de los parámetros fisicoquímicos analizados durante el tratamiento (véase en el ANEXO N° 05).

Tabla N° 10.Técnicas e Instrumentos

ETAPA	FUENTE	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
<p>Etapa N° 2: Análisis inicial del suelo agrícola contaminado del Pasivo Ambiental Minero del C.P. Mallay</p>	<p>Laboratorio Universidad Nacional Agraria La Molina</p>	<p>Análisis fisicoquímicos</p>	<p>Instrumento N° 1: Registro de datos de campo</p> <p>Instrumento N° 2: Registro de Concentraciones de plomo en el suelo y porcentaje de reducción</p> <p>Instrumento N° 3: Registro de Características fisicoquímicas del suelo</p>	<p>Concentración del plomo en el suelo inicial, características fisicoquímicas del suelo pH, CE, CIC, textura, M.O.</p>

ETAPA	FUENTE	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS	
Etapa N° 4	1 ^{er} Análisis	Laboratorio Universidad Nacional Agraria La Molina	Análisis fisisicoquímicos	Instrumento N° 2: Registro de Concentraciones de plomo en el suelo y porcentaje de reducción Instrumento N° 3: Registro de Características fisisicoquímicas del suelo	✓ Concentració n del plomo en el suelo ✓ Característica s fisisicoquímica s del suelo (pH, CE, CIC y MO)
	2 ^{do} Análisis	Laboratorio Universidad Nacional Agraria La Molina	Análisis fisisicoquímicos	Instrumento N° 2: Registro de Concentraciones de plomo en el suelo y porcentaje de reducción Instrumento N° 3: Registro de Características fisisicoquímicas del suelo	✓ Concentració n del plomo en el suelo ✓ Característica s fisisicoquímica s del suelo (pH, CE, CIC y MO)
	3 ^{er} Análisis	Laboratorio Universidad Nacional Agraria La Molina	análisis fisisicoquímicos	Instrumento N° 2: Registro de Concentraciones de plomo en el suelo y porcentaje de reducción Instrumento N° 3: Registro de Características	✓ Concentració n del plomo en el suelo ✓ Característica s fisisicoquímica s del suelo (pH, CE, CIC y MO)

ETAPA	FUENTE	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
			fisicoquímicas del suelo	
Etapa N° 5: Interpretación de resultados	SPSS 23		Instrumento N° 2: Registro de Concentraciones de plomo en el suelo y porcentaje de reducción	<input checked="" type="checkbox"/> Determinación de Hipótesis <input checked="" type="checkbox"/> Determinación del Efecto

Fuente: Elaboración Propia, 2018

- **Validación y confiabilidad de instrumentos**

Para la validación se llevó a cabo la evaluación de expertos en el tema (Anexo N° 02), los cuales evaluaron independientemente los aspectos relacionados con la claridad, relevancia y coherencia de estos para el logro de los objetivos trazados en la investigación.

Tabla N° 11. Lista de especialistas de validación

Especialista N° 01	
Nombres y Apellidos:	Juan Carlos Almonacid Talavera
Grado:	Ingeniera Químico
C.I.P.:	104317
Porcentaje:	90%
Especialista N° 02	
Nombres y Apellidos:	Carlos Cabrera Carranza
Grado:	Doctor
C.I.P.:	46572
Porcentaje:	85%
Especialista N° 03	
Nombres y Apellidos:	Roldan Heivis Quispe Solano
Grado:	Ingeniero Ambiental y de Recursos

	Naturales
C.I.P.:	192055
Porcentaje:	90%

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Por otro lado, en cuanto a la confiabilidad, esta fue establecida conforme al promedio de aceptación de los jurados, el cual fue de 88,3% en función a las ponderaciones otorgadas por los especialistas.

3.5. Métodos de análisis de datos

3.5.1. Método de recolección de datos

Se remitieron al laboratorio las muestras de suelo del pretratamiento, así como las tres muestras del post tratamiento en diferentes tiempos (30, 50 y 70 días) y de cada una tres repeticiones, ya que, a través de los resultados recogidos se observó el poder de la *Trichoderma viride* en la reducción de plomo y la variación de los parámetros fisicoquímicos.

3.5.2. Método de procesamiento de datos

Se utilizaron dos programas para el análisis y procesamiento estadístico de datos previamente recopilados, estos fueron:

Programa de Microsoft Excel

Permitirá la elaboración de cuadros y graficas de barras donde se podrá demostrar los resultados obtenidos por el uso de la *Trichoderma viride* para la reducción de plomo y variación de parámetros fisicoquímicos de los suelos del Centro Poblado de Mallay, Oyón. Así se podrá realizar un análisis descriptivo y a detalle de los resultados obtenidos.

Software SPSS Statistics 23

Para evaluar si los datos obtenidos tenían o no distribución normal se realizó la prueba de normalidad. Posterior a esto de darse una distribución normal se prosigue con los análisis paramétricos.

La prueba escogida para tal fin fue la Prueba de Shapiro Wilk, que es aplicada a muestras pequeñas (<30) y permiten conocer si los resultados obtenidos siguen o no una distribución normal.

Es así como la aplicación del SPSS permitió contrastar la hipótesis, por medio del ANOVA, prueba estadística que permite el análisis de dos o más grupos y si estos difieren entre sí significativamente en cuanto a medias o varianzas, aplicado en cuanto a los tiempos de los tratamientos establecidos para la presente investigación (30, 50 y 70 días).

3.6. Aspectos éticos

Esta investigación fue elaborada por medio del uso de fuentes bibliográficas confiables referentes al tema, respetando el derecho de autor por medio de citas y referencias en las partes correspondientes. Asimismo, la información recolectada por medio de la experimentación, la cual fue registrada de forma honesta, sin alteración ni manipulación de dato alguno. Además, se siguieron los pasos señalados dentro de la guía nacional para suelos señalada mediante D.S. N° 002-2013-MINAM.

Debido a esto esta investigación es auténtica, y por lo cual la información recopilada por medio de la experimentación y desarrollo del estudio son comparables con el ECA establecido para el estudio de suelos.

IV. RESULTADOS

4.1. Características de la muestra inicial del suelo sin aplicar el tratamiento

Se manifiestan los siguientes resultados derivados del análisis realizado a la muestra inicial y la cual fue referida al Laboratorio de la UNALM:

Tabla N° 12. Resultado de muestra inicial del suelo agrícola del centro poblado Mallay

Fisicoquímicos		
Parámetros	Unidades	Valores Iniciales
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unid. De pH	6,36
Conductividad Eléctrica (C.E.)	dS/m	2,81
Materia Orgánica (M.O.)	%	6,21
Textura	-	Franco arenoso
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	-	22,72
INORGÁNICOS		
Plomo (Pb)	Ppm	583,97

Fuente: Resultados del Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018)

Se observa, que previo a la aplicación de la *Trichoderma viride*, los parámetros fisicoquímicos, fueron los siguientes: el pH del suelo fue ligeramente ácido, así mismo, la conductividad eléctrica fue igual a 2,81 correspondiendo a un suelo ligeramente salino. Además, la cantidad de materia orgánica encontrada en el suelo fue alta. Asimismo, en cuanto a la textura del suelo, esta fue de tipo franco arenoso.

Por otro lado, la muestra mostro un valor igual a 583,97 ppm de plomo, mayor a 70 mg/kg PS, índice señalado en el D.S. N° 011-2017-MINAM, en cuanto al ECA- suelos.

4.2. Resultados de muestra del suelo a 30 días de la aplicación del tratamiento

En la tabla N° 14 se especifican los resultados alcanzados a 30 días post aplicación del *Trichoderma viride*:

Tabla N° 13. Resultado de 30 días de tratamiento con *Trichoderma viride*

Tiempo de tratamiento										
30 días										
Parámetros	Unidad	Valores Iniciales	R. N° 1	R. N° 2	R. N° 3	Promedio	Porcentaje de Reducción (%)			
							R. N° 1	R. N° 2	R. N° 3	Promedio
FISICOQUÍMICOS										
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unid. De pH	6,36	6,65	6,40	6,95	6,67				
Conductividad Eléctrica (C.E.)	dS/m	2,81	4,44	5,29	3,98	4,57				
Materia Orgánica (M.O.)	%	6,21	10,80	12,41	10,61	11,27				
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	-	22,72	24,32	26,24	26,56	25,71				
INORGÁNICOS										
Plomo (Pb)	Ppm	583,97	567,06	581,24	569,30	572,53	2,89	0,49	2,51	1,96%

Fuente: Resultados del Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018)

Se observa que el potencial de hidrogeno (pH) aumento en un 4,87 % (de 6,36 a 6,67 Unid. De pH) posterior a 30 días de aplicada la *Trichoderma viride*,

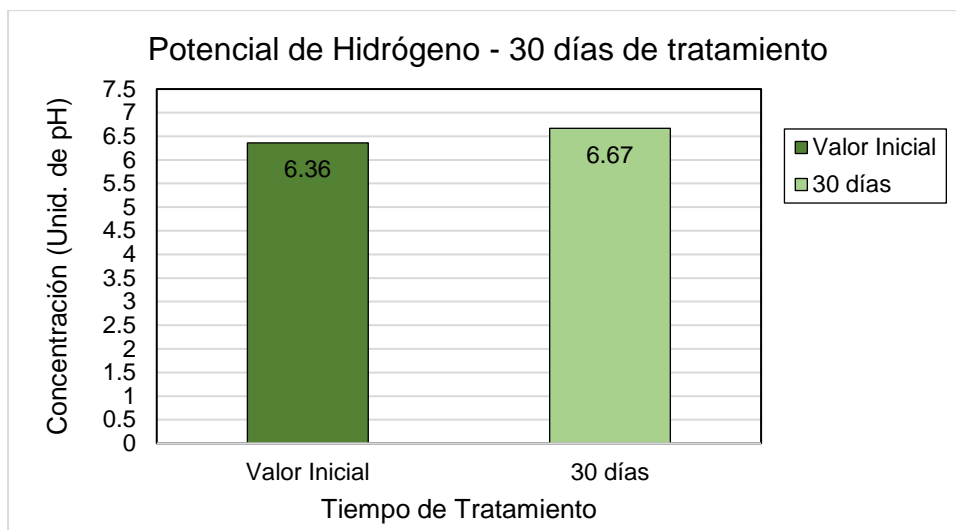


Figura N° 9. Concentración de pH a 30 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Referente a la conductividad eléctrica (CE) luego de 30 días de la aplicación de la *Trichoderma viride*, aumento de 2,81 a 4,57 dS/m.

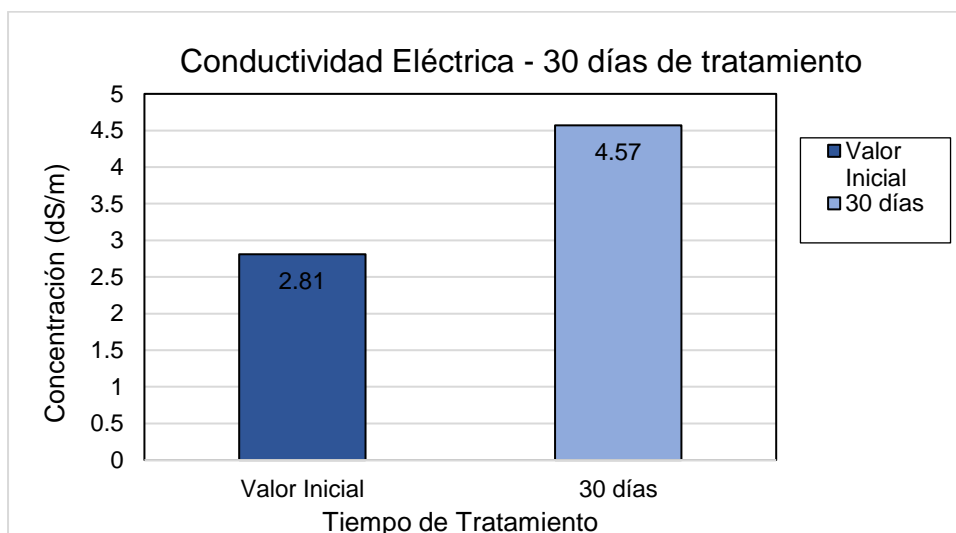


Figura N° 10. Concentración de CE a 30 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Referente a la materia orgánica (MO) luego de 30 días post aplicación de *Trichoderma viride*, aumento en un 80%, lo cual representa una variación de 6,21 a 11,27.

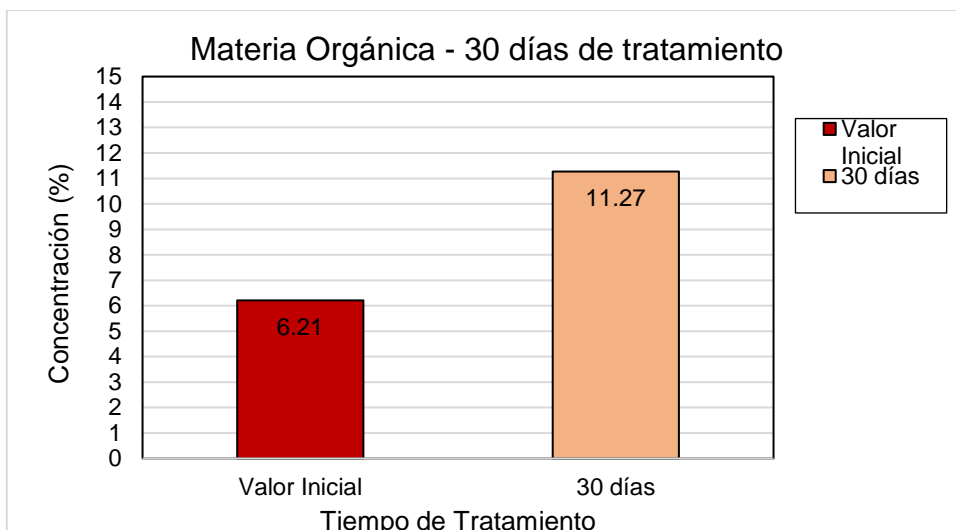


Figura N° 11. Concentración de MO a 30 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Referente a la capacidad de intercambio catiónico (CIC) aumento de 22,72 a 25,71. luego de 30 días post aplicación de *Trichoderma viride*.

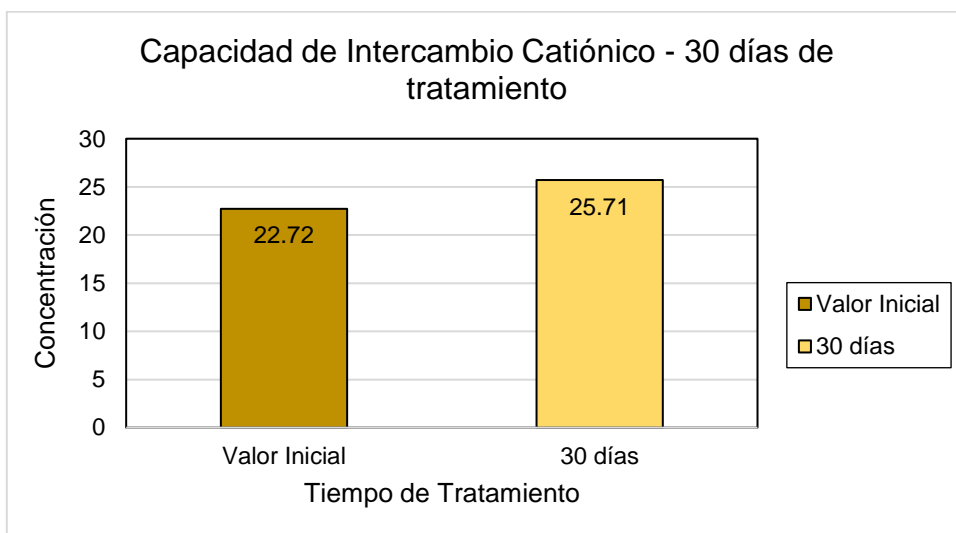


Figura N° 12. Concentración de CIC a 30 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

El plomo (Pb) luego de 30 días de la aplicación de la *Trichoderma viride*, se redujo en un 1,96 % de 583,97 a 572,53 ppm, la cual se encontró por encima de 70 mg/kg PS, valor determinado mediante D.S. N° 011-2017-MINAM.

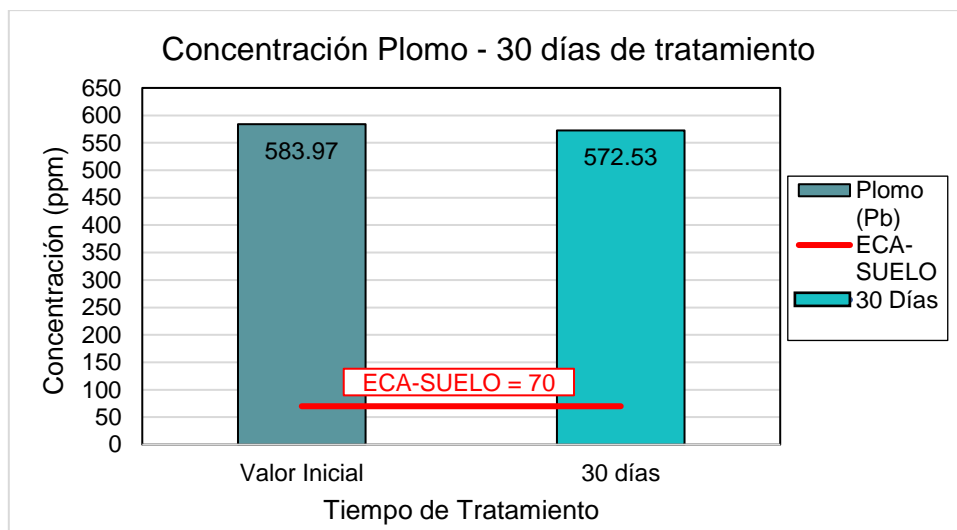


Figura N° 13. Concentración de Pb a 30 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

4.3. Resultados de muestra del suelo a 50 días de la aplicación del tratamiento

A continuación, se observan los resultados alcanzados a 50 días post aplicación del *Trichoderma viride*:

Tabla N° 14. Resultados de 50 días de tratamiento con *Trichoderma viride*

Tiempo de tratamiento										
50 días										
Parámetros	Unidad	Valores Iniciales	R. N° 1	R. N° 2	R. N° 3	Promedio	Porcentaje de Reducción (%)			
							R. N° 1	R. N° 2	R. N° 3	Promedio
FISICOQUÍMICOS										
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unid. De pH	6,36	7,33	7,42	7,46	7,40				
Conductividad Eléctrica (C.E.)	dS/m	2,81	3,62	3,85	4,00	3,82				
Materia Orgánica (M.O.)	%	6,21	7,76	7,68	7,86	7,77				
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	-	22,72	25,12	23,20	21,76	23,36				
INORGÁNICOS										
Plomo (Pb)	Ppm	583,97	628,57	618,77	618,57	621,97				

Fuente: Resultados del Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018)

Referente al potencial de hidrogeno (pH), se determinó que aumento en un 16% (de 6,36 a 7,40 Unid. De pH) luego de 50 días de aplicada *Trichoderma viride*, con respecto a los resultados obtenidos del análisis inicial, y se puede observar que aumento comparándolo al resultado obtenido al día 30.

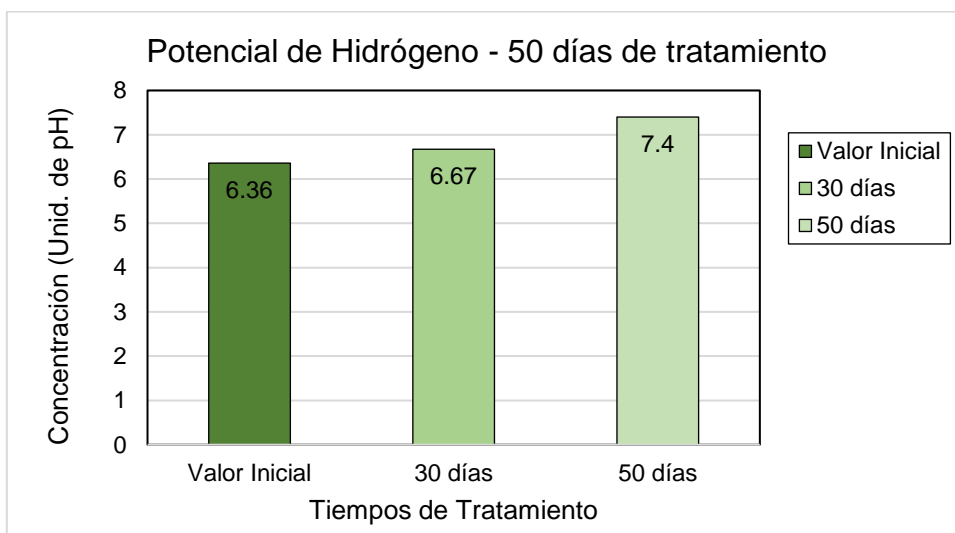


Figura N° 14. Concentración de pH a 50 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Referente a la conductividad eléctrica (CE) luego de 50 días de la aplicación de la *Trichoderma viride*, aumento de 2,81 a 3,82 dS/m con respecto a los resultados obtenidos del análisis inicial, y se puede observar que disminuyo comparándolo al resultado obtenido al día 30.

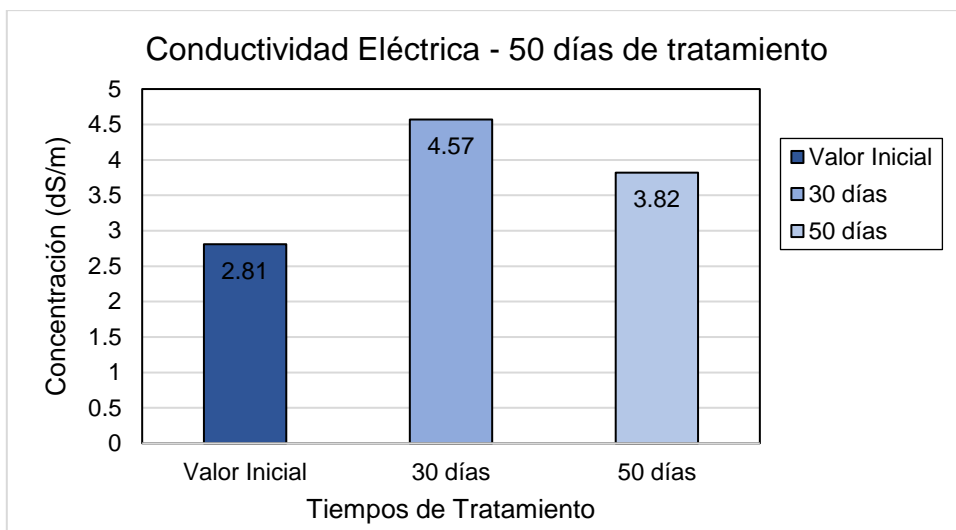


Figura N° 15. Concentración de CE a 50 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Referente a la materia orgánica (MO) pasado 50 días de la aplicación de la *Trichoderma viride*, aumento en un 25% (de 6,21 a 7,77). Con respecto a los resultados obtenidos del análisis inicial, y se puede observar que disminuyo comparándolo al resultado obtenido al día 30.

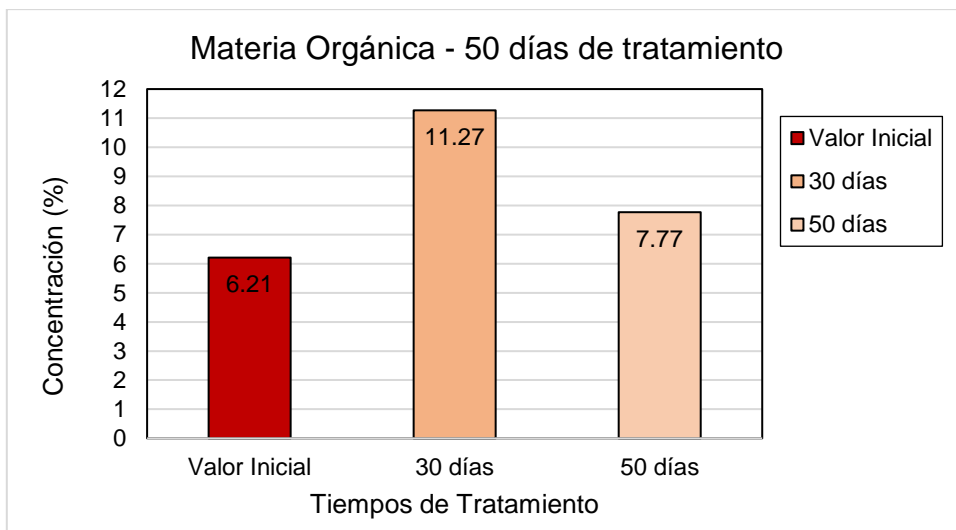


Figura N° 16. Concentración de MO a 50 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

La capacidad de intercambio catiónico aumento de 22,72 a 23,36 con relación a los resultados derivados del estudio inicial luego de 50 días

de aplicada *Trichoderma viride*, además se puede observar que disminuyo comparándolo al resultado obtenido al día 30.

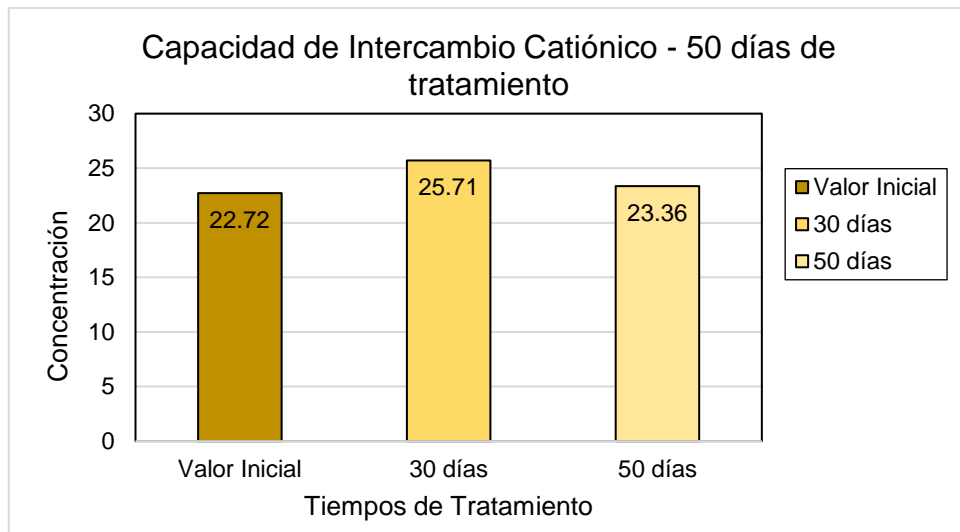


Figura N° 17. Concentración de CIC a 50 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

El plomo (Pb) luego de 50 días de la aplicación de la *Trichoderma viride*, aumento de 583,97 a 621,97 ppm, superando los 70 mg/kg PS, límite señalado en el D.S. N° 011-2017-MINAM, este valor aumento comparándolo al resultado obtenido al día 30.

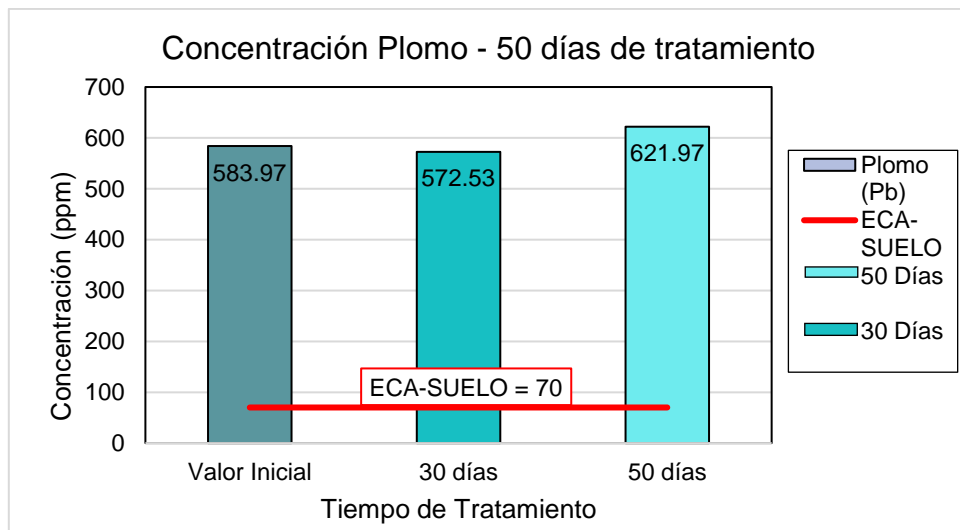


Figura N° 18. Concentración de Pb a 50 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

4.4. Resultados de muestra del suelo a 70 días de la aplicación del tratamiento

A los 70 días posteriores a la aplicación de *Trichoderma viride* se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla N° 15. Resultado de 70 días de tratamiento con *Trichoderma viride*

Tiempo de tratamiento										
70 días										
Parámetros	Unidad	Valores Iniciales	R. N° 1	R. N° 2	R. N° 3	Promedio	Porcentaje de Reducción (%)			
							R. N° 1	R. N° 2	R. N° 3	Promedio
FISICOQUÍMICOS										
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unid. De pH	6,36	7,50	7,55	7,46	7,50				
Conductividad Eléctrica (C.E.)	dS/m	2,81	3,85	3,81	3,85	3,84				
Materia Orgánica (M.O.)	%	6,21	10,44	9,75	9,95	10,05				
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	-	22,72	22,40	21,12	22,40	21,97				
INORGÁNICOS										
Plomo (Pb)	ppm	583,97	729,01	766,70	640,71	712,14				

Fuente: Resultados del Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, (2018)

Respecto al pH, aumento en un 18% (de 6,36 a 7,50 Unid. De pH) a 70 días posteriores a la aplicación de *Trichoderma viride*, esto con relación a los resultados conseguidos del análisis inicial, observándose además en contraste de los resultados conseguidos, que los días 30 y 50 hubo un aumento.

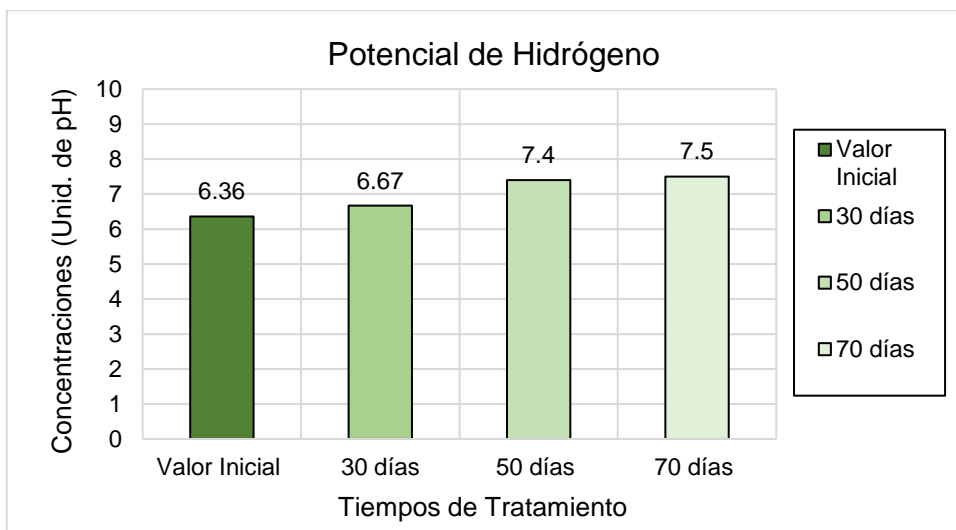


Figura N° 19. Concentración de pH a 70 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Referente a conductividad eléctrica (CE) luego de 70 días de la aplicación de la *Trichoderma viride*, aumento de 2,81 a 3,84 dS/m con respecto a los resultados obtenidos del análisis inicial, y se puede observar que aumento comparándolo al resultado obtenido al día 50.

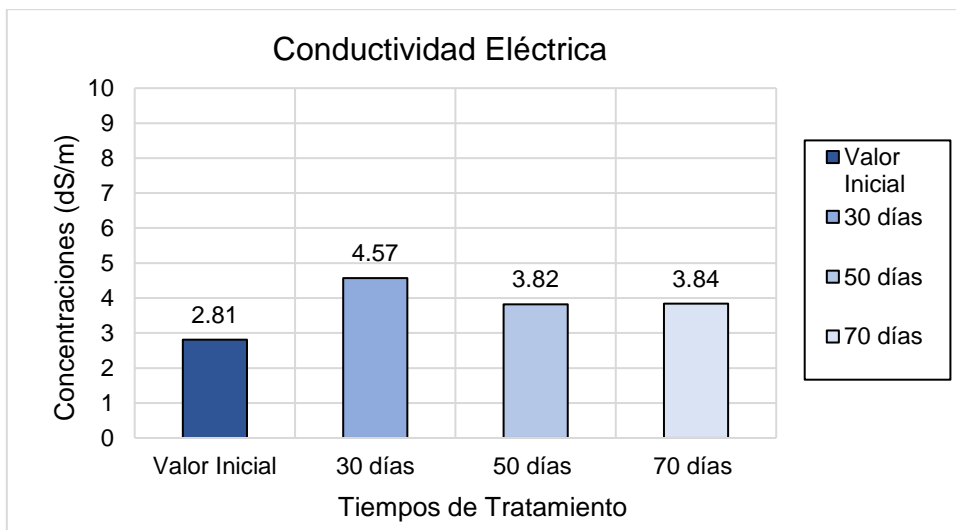


Figura N° 20. Concentración de CE a 70 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la materia orgánica (MO) aumento en un 61% (de 6,21 a 10,05) luego de 70 días de la aplicación de la *Trichoderma viride*, con

relación a los resultados logrados del análisis inicial, observándose que a comparación de los días 30 y 50 hubo un aumento.

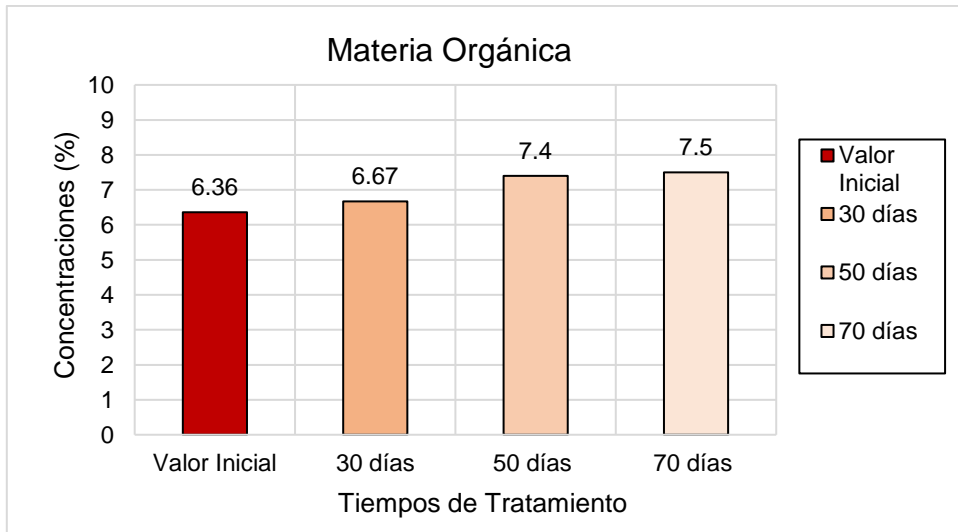


Figura N° 21. Concentración de MO a 70 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

La capacidad de intercambio catiónico disminuyó de 22,72 a 21,97 70 días después de la aplicación de la *Trichoderma viride* con respecto a los resultados conseguidos del análisis inicial, además se observa en contraste de los resultados obtenidos los días 30 y 50 este disminuyo.

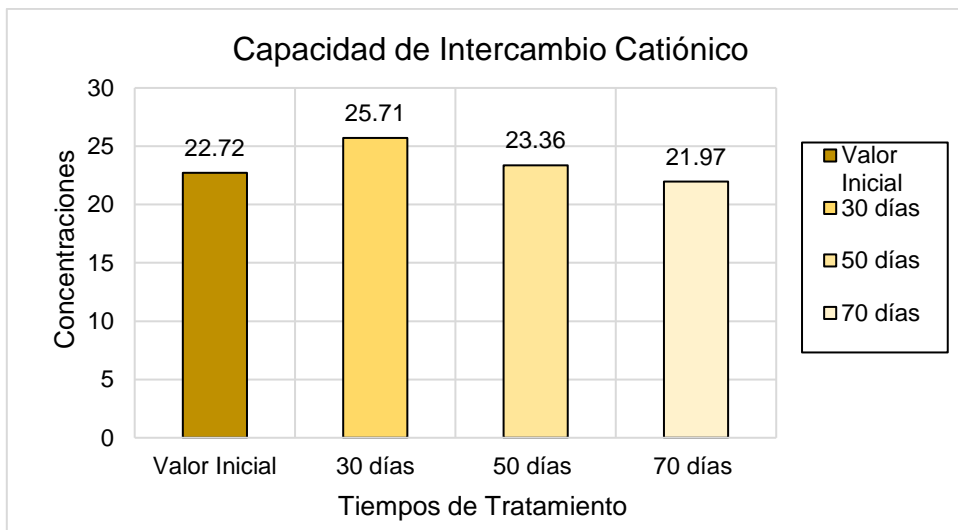


Figura N° 22. Concentración de CIC a 70 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

El plomo (Pb) luego de 70 días de la aplicación de la *Trichoderma viride*, aumento de 583,97 a 712,14 ppm, superando los 70 mg/kg PS, límite determinado en el D.S. N° 011-2017-MINAM, este valor aumento considerablemente comparándolo al resultado obtenido al día 50

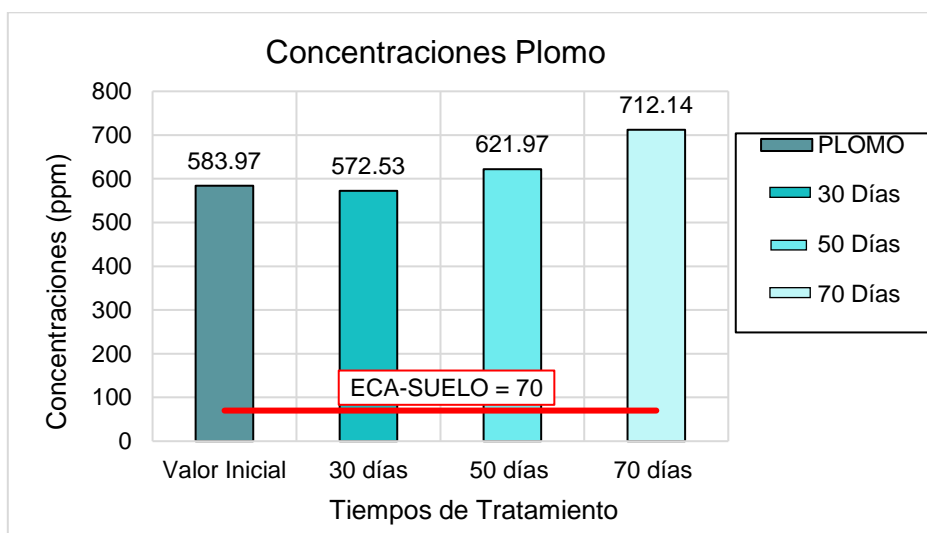


Figura N° 23. Concentración de Pb a 70 días de la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Acorde a los objetivos establecidos en esta investigación, a continuación, se sistematizarán los datos obtenidos:

1. Determinar la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas ácidas usando *Trichoderma viride* en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018.

A través de la siguiente tabla podemos observar los valores que se obtuvieron referente a las concentraciones de Plomo obtenidos por medio del análisis del tratamiento a diferentes tiempos (30, 50 y 70 días).

- **Plomo (Pb)**

Tabla N° 16. Resultados de plomo

PARAMETRO	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
PLOMO (Pb)	30	R. N° 1	567,06
		R. N° 2	581,24
		R. N° 3	569,30
	50	R. N° 1	628,57
		R. N° 2	618,77

PARAMETRO	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADOS
		R. N° 3	618,57
	70	R. N° 1	729,01
		R. N° 2	766,70
		R. N° 3	640,71

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La tabla N°16 muestra que los valores registrados de Pb posterior a la aplicación del tratamiento superan los 70 mg/kg PS, límite señalado para suelos en el ECA.

Posteriormente por medio del programa Excel se analizaron los resultados, obtenido así la Gráfica N° 24:

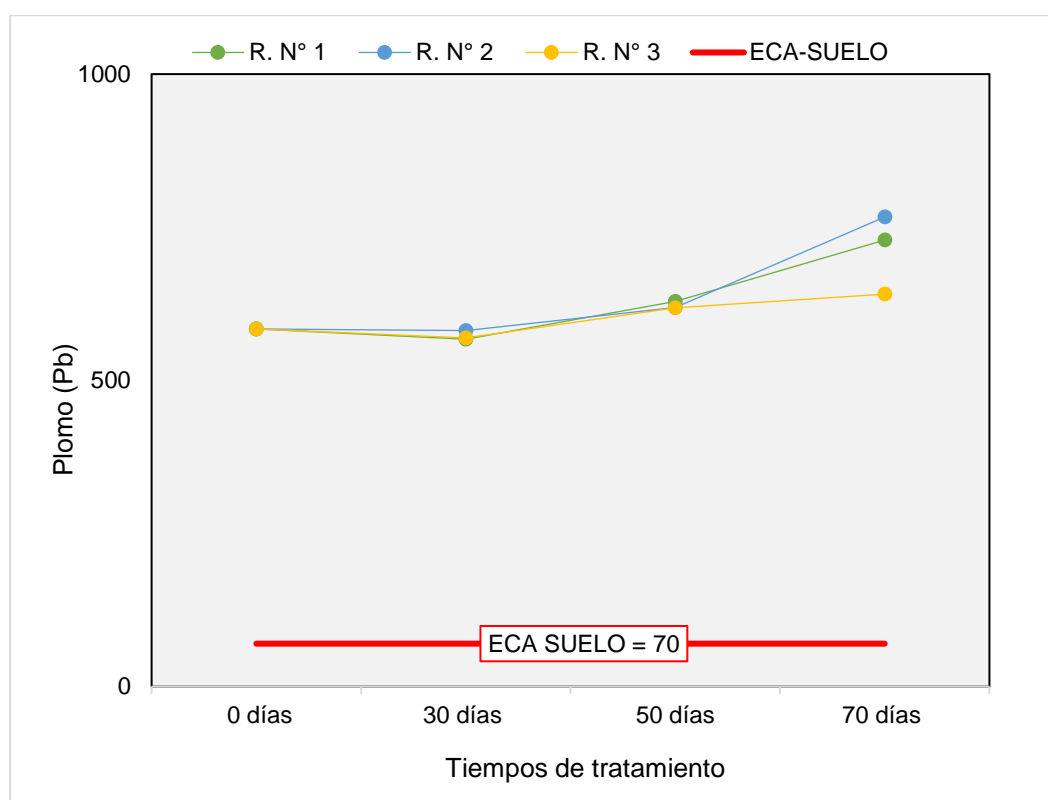


Figura N° 24. Concentración de Pb durante la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Sin embargo, en la Gráfica N° 24, se observó una ligera reducción de plomo a los 30 días de aplicación del tratamiento con *Trichoderma viride*, reduciéndose en un 1,96% de reducción de plomo en 30 días (como se ve en la Tabla N° 14).

2. Determinar el tiempo de tratamiento determinante para la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas acidas usando *Trichoderma viride* en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018.

Las pruebas de normalidad realizadas en los tratamientos para reducir el plomo mostraron los resultados detallados a continuación:

Tabla N° 17. Pruebas de Normalidad

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Plomo	30	,331	3	.	,865	3	,282
	50	,345	3	.	,839	3	,210
	70	,270	3	.	,949	3	,565

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2018.

Mediante la tabla N° 17, podemos observar las cantidades registradas en el período experimental sobre las concentraciones de plomo, donde se verifica que existió una distribución normal de estos datos, por este motivo, posteriormente se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para muestras pequeñas (<30), encontrándose valores de P mayores a 0,05, estando en el rango de 95 % de confiabilidad.

Posteriormente se llevó a cabo la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene (Tabla N° 18), con el fin de establecer el contraste entre varianzas de los niveles de plomo, reafirmando posteriormente mediante la prueba de ANOVA.

Tabla N° 18. Prueba de homogeneidad de varianzas de plomo

Plomo			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
6,895	2	6	,028

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2018.

H1: Existió diferencia entre la varianza de plomo.

Esta tabla nos muestra un P-valor $<0,05$, lo cual señalo la existencia de diferencia entre varianzas.

De la misma forma, para corroborar que hubo diferencia significativa entre las medias correspondientes a las diferentes concentraciones de plomo en periodos de tiempo establecidos se procedió a utilizar el ANOVA de un factor (Tabla N° 19):

Tabla N° 19. ANOVA de un factor

Plomo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	30037,701	2	15018,850	10,553	,011
Dentro de grupos	8539,480	6	1423,247		
Total	38577,181	8			

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia,2018.

H1: si existe diferencia significativa de medias de plomo.

Por medio del ANOVA, se observa en la Tabla N° 19, que la diferencia de medias fue significativa entre los valores de concentración de plomo, lo cual estuvo acorde con los análisis de los tiempos de tratamiento.

Por otro lado, se efectuó una prueba pos Hoc de HSD de Tukey para evaluar las concentraciones de plomo, con un P-valor $<0,05$, y de esa manera identificar los grupos con mayor diferencia. Por lo cual se procedió a comparar grupo por grupo con el fin de establecer el tiempo de tratamiento determinante para la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminadas con plomo (Tabla N° 20).

Potencial de Hidrógeno (pH)

Tabla N° 20. Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Plomo

HSD Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30	50	-49,77000	30,8031 0	,310	-144,2824	44,7424
	70	-139,60667*	30,8031 0	,009	-234,1190	-45,0943
50	30	49,77000	30,8031 0	,310	-44,7424	144,2824
	70	-89,83667	30,8031 0	,060	-184,3490	4,6757
70	30	139,60667*	30,8031 0	,009	45,0943	234,1190
	50	89,83667	30,8031 0	,060	-4,6757	184,3490

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2018.

H1: Existió diferencia significativa en los valores de los tiempos de análisis del tratamiento: 30 y 70 días.

Mediante la Tabla N° 20, apreciamos que las diferencias significativas se encontraban en los tratamientos: 30 y 70 días, ya que fueron $P < 0,05$.

La aplicación de la *Trichoderma viride* con respecto a las concentraciones de Plomo obtenidas de los análisis, presentan una diferencia de medias significativa, ya que se evidencia ello, en las concentraciones de los 30 y 70 días. Por lo que, el tiempo de tratamiento determinante para la reducción de plomo es a los 30 días.

3. Determinar la variación de las propiedades fisicoquímicas de suelos agrícolas con la aplicación de *Trichoderma viride* para la reducción de plomo; en el Centro Poblado Mallay. Oyón, Lima; 2018, durante el tiempo de tratamiento.

Tabla N° 21. Resultados de pH

PARAMETRO	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADO
pH (Unidad de pH)	30	R. N° 1	6,65
		R. N° 2	6,40
		R. N° 3	6,95
	50	R. N° 1	7,33
		R. N° 2	7,42
		R. N° 3	7,46
	70	R. N° 1	7,50
		R. N° 2	7,55
		R. N° 3	7,46

Fuente: Elaboración propia, 2018

Los valores de pH de los análisis ejecutados durante la duración del tratamiento con *Trichoderma viride* son evidenciados en la Tabla N° 21, la cual muestra valores aceptables de pH. Según MARTINEZ et al (2013), que indica que el pH óptimo para el desarrollo de *Trichoderma* es de entre 5,5 - 8,5 unid. De pH.

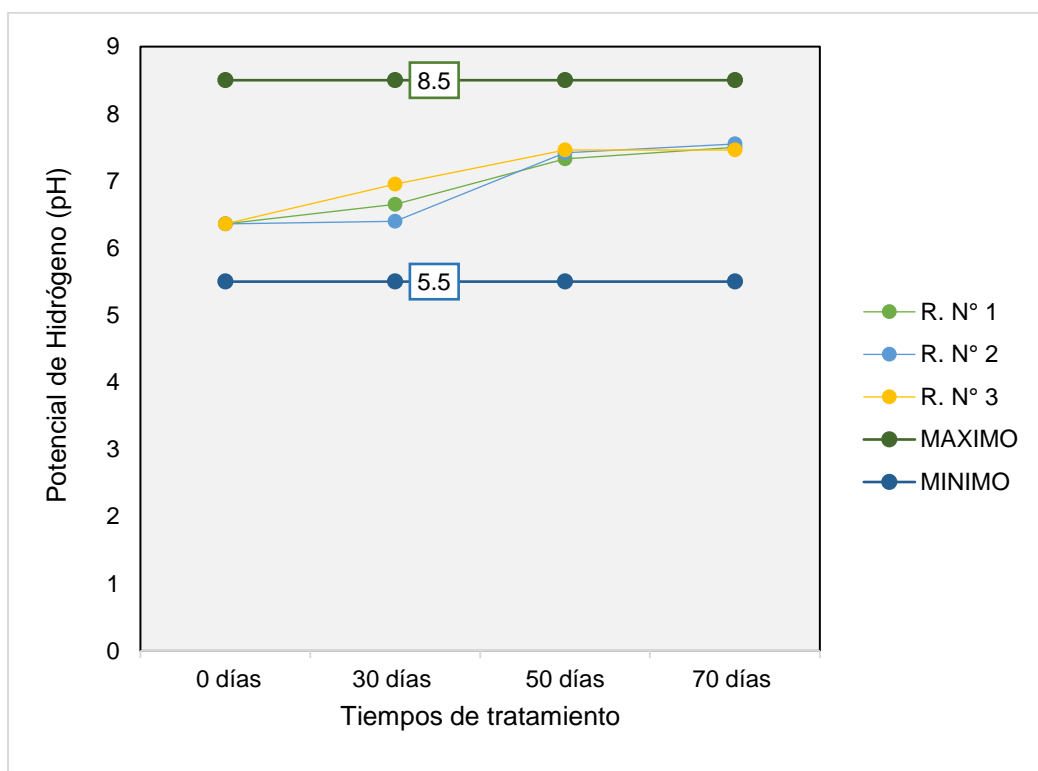


Figura N° 25. Valores de pH durante la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Por medio de la Gráfica N° 25, observamos que los valores de pH durante la aplicación del tratamiento con *Trichoderma viride*, han ido en aumento (R. N° 1, R. N° 2 y R. N° 3)

Asimismo, se llevaron a cabo pruebas de normalidad para determinar los valores de pH en diferentes tiempos de tratamiento, obteniendo así la Tabla N° 22.

Tabla N° 22. Pruebas de normalidad

Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH 30	,191	3	.	,997	3	,900
50	,265	3	.	,953	3	,583
70	,196	3	.	,996	3	,878

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia,2018.

Es así como en la Tabla N° 22, observamos que los datos correspondientes a pH recolectados en la fase experimental tuvieron una distribución normal, por esta razón se procedió a la realización de la prueba de Shapiro-Wilk para muestras pequeñas (<30). Encontrándose valores correspondientes a P mayores a 0,05, estando en el rango de 95 % de confiabilidad.

Posteriormente se llevó a cabo la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene (Tabla N° 23), con el fin de establecer el contraste entre varianzas de los niveles de pH, reafirmando posteriormente mediante la prueba de ANOVA.

Tabla N° 23. Prueba de homogeneidad de varianzas de pH

pH			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
2,831	2	6	,136

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia,2018.

Ho: No existió diferencia entre la varianza de pH.

Mediante la Tabla N° 23, observamos que los datos correspondientes a P fueron >0,05, señalando de esta forma que no hubo diferencia de

varianzas. motivo por el cual se realizó la prueba de ANOVA de un factor (Tabla N° 24), con el objetivo de verificar la existencia de diferencia significativa entre grupos, correspondiente a las medias de pH, en los diferentes tiempos de análisis del tratamiento.

Tabla N° 24. ANOVA de un factor

pH

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,253	2	,626	22,832	,002
Dentro de grupos	,165	6	,027		
Total	1,417	8			

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2018.

H1: Existió diferencia significativa de medias de pH.

Por medio del ANOVA, se observa en la Tabla N° 24, que la diferencia de medias fue significativa entre los valores de pH, lo cual estuvo acorde con los análisis de los tiempos de tratamiento.

Por otro lado, se efectuó la prueba de pos Hoc de HSD de Tukey para evaluar las concentraciones de plomo, con un P-valor <0,05, y de esa manera identificar los grupos con mayor diferencia. Por lo cual se procedió a comparar grupo por grupo con el fin de establecer el tiempo de tratamiento determinante para la reducción de pH (Tabla N° 25).

Tabla N° 25. Comparaciones múltiples

Variable dependiente: pH

HSD Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30	50	-,73667*	,13524	,004	-1,1516	-,3217
	70	-,83667*	,13524	,002	-1,2516	-,4217
50	30	,73667*	,13524	,004	,3217	1,1516
	70	-,10000	,13524	,751	-,5149	,3149
70	30	,83667*	,13524	,002	,4217	1,2516
	50	,10000	,13524	,751	-,3149	,5149

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia,2018.

H1: Existió diferencia significativa en los valores de los tratamientos: 30 y 70 días.

Mediante la Tabla N° 25, podemos visualizar las diferencias significativas encontradas en los tratamientos correspondiente a 30 y 70 días, ya que fueron $P < 0,05$.

En la aplicación de la *Trichoderma viride* con respecto a los valores obtenidos a los 70 días de aplicado el tratamiento se observa que presentan la mayor diferencia de medias (0,83667), lo cual lo señala como el tratamiento con valores significativos de pH.

Conductividad Eléctrica (CE)

Tabla N° 26. Resultados de CE

PARAMETRO	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADO
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (C.E.)	30	R. N° 1	4,44
		R. N° 2	5,29
		R. N° 3	3,98
	50	R. N° 1	3,62
		R. N° 2	3,85
		R. N° 3	4,00
	70	R. N° 1	3,78
		R. N° 2	3,81
		R. N° 3	3,85

Fuente: Elaboración propia

Las concentraciones de CE obtenidas se reportan mediante la Tabla N° 26, los cuales fueron obtenidos de los análisis realizados en diferentes tiempos del tratamiento.

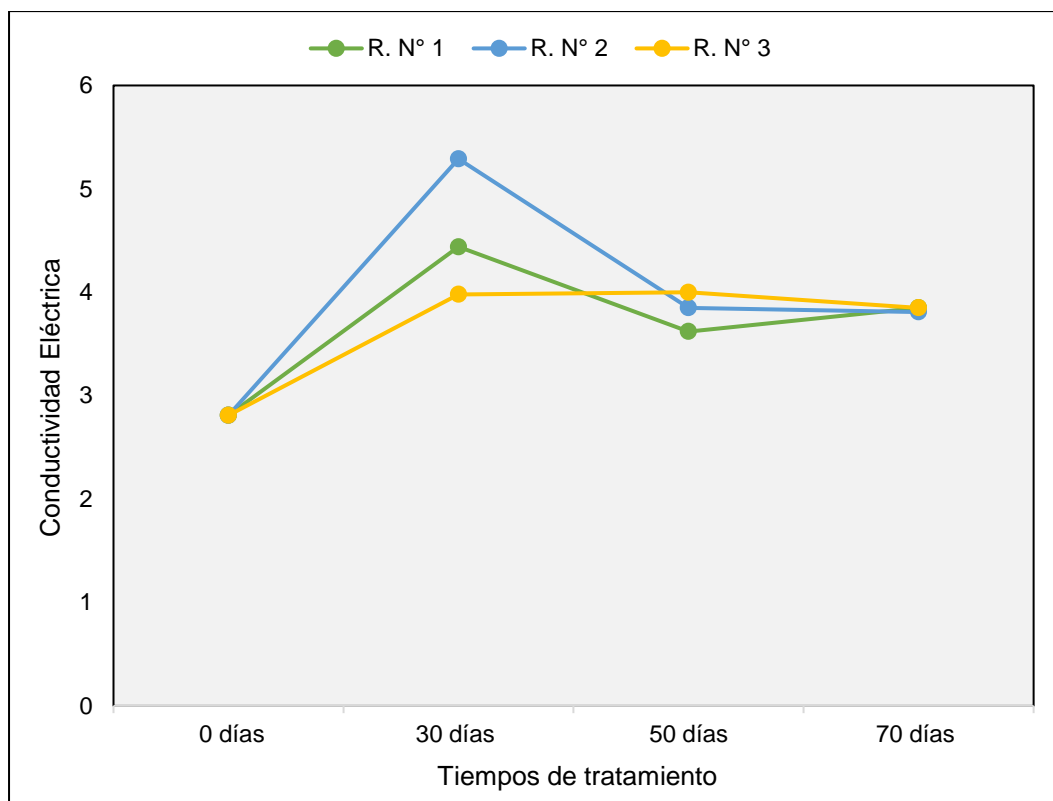


Figura N° 26. Concentraciones de CE durante la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La Conductividad Eléctrica según lo observado en la Gráfica N° 26, aumenta al día 30 de aplicado el tratamiento con *Trichoderma viride*. Mientras que, a los 50 y 70 días de aplicación, las concentraciones (R. N° 1, R. N° 2 y R. N° 3) se disminuyen.

Por ello, se realizó las pruebas de normalidad para la CE según los tiempos de análisis del tratamiento, obteniendo la Tabla N° 27.

Tabla N° 27. Pruebas de normalidad

Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
C.E 30	,244	3	.	,971	3	,675
50	,222	3	.	,985	3	,769
70	,204	3	.	,993	3	,843

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia,2018.

Es así como en la Tabla N° 27, observamos que los datos correspondientes a CE recolectados en la fase experimental tuvieron una distribución normal, por esta razón se procedió a la realización de la prueba de Shapiro-Wilk para muestras pequeñas (<30). Encontrándose valores correspondientes a P mayores a 0,05, estando en el rango de 95 % de confiabilidad.

Posteriormente se llevó a cabo la prueba de Homogeneidad de varianza de Levene (Tabla N° 28), con el fin de establecer el contraste entre varianzas de los niveles de CE, reafirmando posteriormente mediante la prueba de ANOVA.

Tabla N° 28. Prueba de homogeneidad de varianzas de CE

CE			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,813	2	6	,057

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia,2018.

Ho: No existió diferencia entre la varianza de CE.

Mediante la Tabla N° 28, observamos que los datos correspondientes a P fueron >0,05, señalando de esta forma que no hubo diferencia de varianzas. motivo por el cual se realizó la prueba de ANOVA de un factor (Tabla N° 29), con el objetivo de verificar la existencia de diferencia significativa entre grupos, correspondiente a las medias de CE, en los diferentes tiempos de análisis del tratamiento.

Tabla N°29. ANOVA de un factor

C.E

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,130	2	,565	3,535	,097
Dentro de grupos	,959	6	,160		
Total	2,089	8			

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia,2018.

Ho: No existió diferencia significativa de medias de CE.

La Tabla N° 29, el ANOVA revela que no hubo diferencia de medias entre los tiempos de tratamientos analizados y los valores de CE.

Por otro lado, se efectuó la prueba de pos Hoc de HSD de Tukey para evaluar las concentraciones de CE con un con P-valor > 0,05, y de esa manera identificar los grupos con mayor diferencia. Por lo cual se procedió a comparar grupo por grupo con el fin de establecer el tiempo de tratamiento determinante para la reducción de CE (Tabla N° 30).

Tabla N° 30. Comparaciones múltiples

Variable dependiente: C.E

HSD Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30	50	,74667	,32645	,134	-,2550	1,7483
	70	,75667	,32645	,129	-,2450	1,7583
50	30	-,74667	,32645	,134	-1,7483	,2550
	70	,01000	,32645	,999	-,9916	1,0116
70	30	-,75667	,32645	,129	-1,7583	,2450
	50	-,01000	,32645	,999	-1,0116	,9916

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia,2018.

Ho: No existió diferencia significativa en los valores de los tiempos de análisis del tratamiento.

En la Tabla N° 31, se observa un P-valor < 0,05 lo cual indica que no existió diferencia significativa entre grupos de los tiempos de análisis de los tratamientos.

Según los resultados obtenidos con respecto a los tiempos de tratamiento en relación con los valores de CE ninguno exhibe diferencia de medias, lo cual señala que ninguno presenta mayores valores significativos de CE.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Tabla N° 31. Resultados de CIC

PARAMETRO	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADO
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC)	30	R. N° 1	24,32
		R. N° 2	26,24
		R. N° 3	26,56
	50	R. N° 1	25,12
		R. N° 2	23,20
		R. N° 3	21,76
	70	R. N° 1	22,40
		R. N° 2	21,12
		R. N° 3	22,40

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 31, se indican los valores de CIC obtenidos por medio del análisis realizado en diferentes tiempos del tratamiento con *Trichoderma viride*.

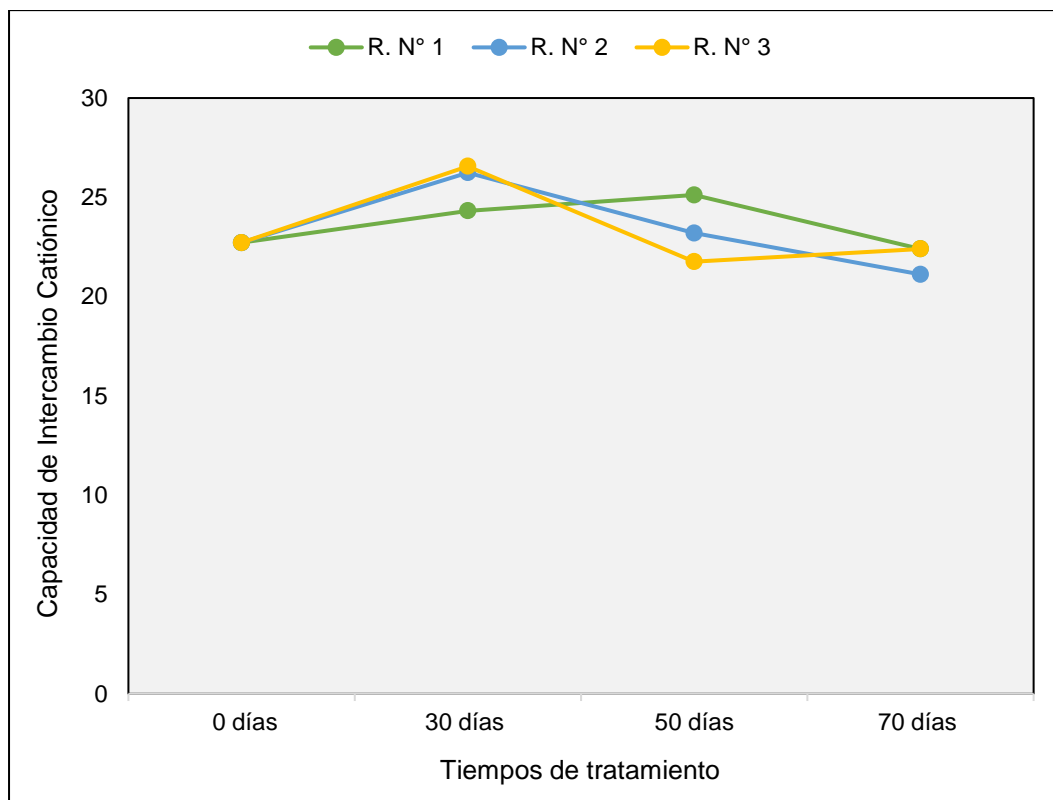


Figura N° 27. Concentraciones de CIC durante la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La Capacidad de Intercambio Catiónico se muestra en la Gráfica N° 20, dónde aumenta al día 30 de aplicado el tratamiento con *Trichoderma viride*. Mientras que, a los 50 y 70 días de aplicación, las concentraciones (R. N° 1, R. N° 2 y R. N° 3) van disminuyendo.

Para ello, se realizó las pruebas de normalidad para la CIC según los tiempos analizados del tratamiento, obteniendo así la Tabla N° 32.

Tabla N° 32. Prueba de normalidad

Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CIC 30	,337	3	.	,855	3	,253
50	,204	3	.	,993	3	,843
70	,294	3	.	,921	3	,455

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2018.

Es así como en la Tabla N° 32, observamos que los datos correspondientes a CIC recolectados en la fase experimental, tuvieron

una distribución normal, por esta razón se procedió a la realización de la prueba de Shapiro-Wilk para muestras pequeñas (<30). Encontrándose valores correspondientes a P mayores a 0,05, estando en el rango de 95 % de confiabilidad.

Posteriormente se llevó a cabo la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene (Tabla N° 33), con el fin de establecer el contraste entre varianzas de los niveles de CIC, reafirmando posteriormente mediante la prueba de ANOVA.

Tabla N° 33. Prueba de homogeneidad de varianzas de CIC

CIC

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,986	2	6	,426

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2018.

Ho: No existió diferencia entre la varianza de CIC.

Mediante la Tabla N° 33, observamos que los datos correspondientes a P fueron >0,05, señalando de esta forma que no hubo diferencia de varianzas. motivo por el cual se realizó la prueba de ANOVA de un factor (Tabla N° 34), con el objetivo de verificar la existencia de diferencia significativa entre grupos, correspondiente a las medias de CIC, en los diferentes tiempos de análisis del tratamiento.

Tabla N° 34. ANOVA de un factor

CIC

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	25,003	2	12,502	7,866	,021
Dentro de grupos	9,536	6	1,589		
Total	34,539	8			

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2018.

H1: Existió diferencia significativa de medias de CIC.

En la Tabla N° 34, el ANOVA revela que no hay diferencia de medias entre los tiempos de tratamientos analizados y los valores de CIC.

Por otro lado, se efectuó la prueba de pos Hoc de HSD de Tukey para evaluar las concentraciones de CIC con un con P-valor < 0, 05, y de esa manera identificar los grupos con mayor diferencia. Por lo cual se procedió a comparar grupo por grupo con el fin de establecer el tiempo de tratamiento determinante para la reducción de CE (Tabla N° 35).

Tabla N° 35. Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CIC
HSD Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30	50	2,34667	1,02936	,135	-,8117	5,5050
	70	4,06667*	1,02936	,018	,9083	7,2250
50	30	-2,34667	1,02936	,135	-5,5050	,8117
	70	1,72000	1,02936	,290	-1,4384	4,8784
70	30	-4,06667*	1,02936	,018	-7,2250	-,9083
	50	-1,72000	1,02936	,290	-4,8784	1,4384

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2018.

H1: Existió diferencia significativa en los valores de los tratamientos.

Por medio de la Tabla N° 35, observamos que los valores de CIC obtuvieron un P-valor < 0,05, indicando diferencias significativas entre los tratamientos.

En la aplicación de la *Trichoderma viride* con respecto a los valores obtenidos a los 30 días de aplicado el tratamiento presentan una diferencia de medias mayor (4,06667), lo cual señala al tiempo de tratamiento como el que presenta valores significativos de CIC.

4. Analizar la relación de la Materia Orgánica con la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas acidas usando

Trichoderma viride en el Centro Poblado Mallay, Oyón, Lima; 2018, durante el tiempo de tratamiento.

Materia Orgánica (MO)

Tabla N° 36. Resultados de Materia Orgánica

PARAMETRO	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RESULTADO
MATERIA ORGANICA (M.O.)	30	R. N° 1	10,80
		R. N° 2	12,41
		R. N° 3	10,61
	50	R. N° 1	7,76
		R. N° 2	7,68
		R. N° 3	7,86
	70	R. N° 1	10,44
		R. N° 2	9,75
		R. N° 3	9,95

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Tabla N° 36, se revelan los datos de MO obtenidos de los análisis ejecutados en diferentes tiempos del tratamiento con *Trichoderma viride*.

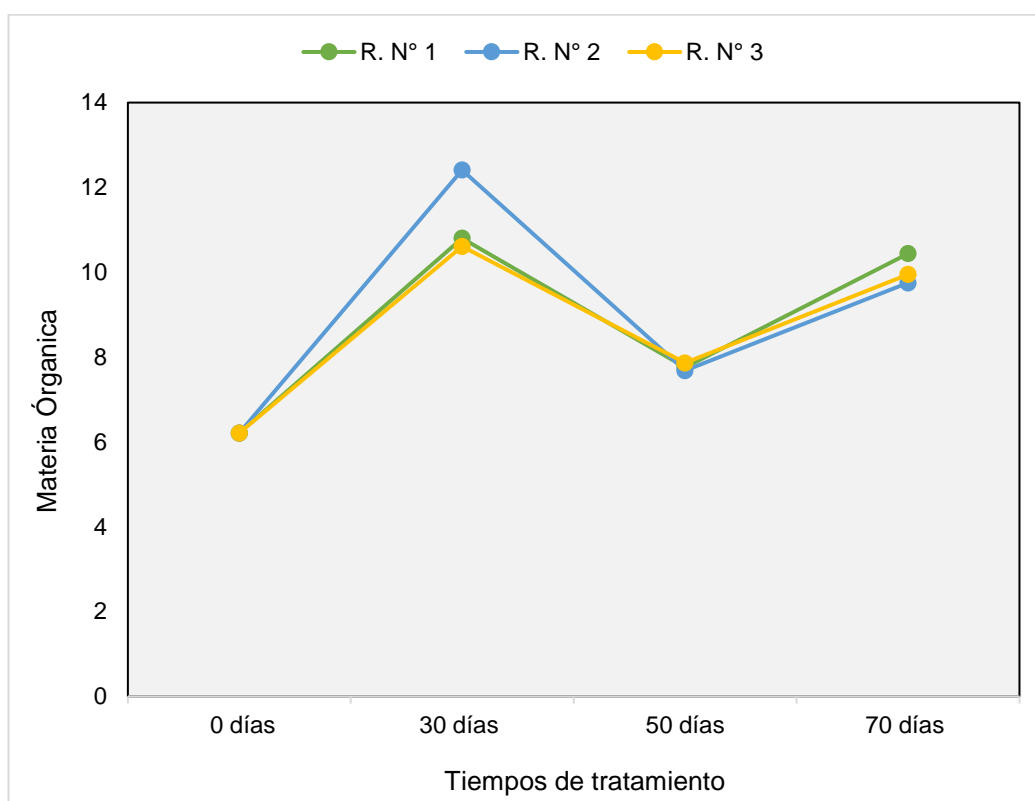


Figura N° 28. Concentraciones de MO durante la aplicación del tratamiento

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La Gráfica N° 28, muestra que al día post aplicación del tratamiento con *Trichoderma viride* la Materia Orgánica aumenta. Mientras que, a los 50 se reduce, para nuevamente al día 70 de aplicación las concentraciones (R. N° 1, R. N° 2 y R. N° 3) aumentan.

Al igual que en los casos anteriores se realizó las pruebas de normalidad para MO de los diferentes tiempos del tratamiento obtenidos.

Tabla N° 37. Prueba de normalidad

M.O	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	30	,351	3	.	,828	3	,184
	50	,196	3	.	,996	3	,878
	70	,274	3	.	,944	3	,545

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2018.

Es así como en la Tabla N° 37, observamos que los datos correspondientes a MO recolectados en la fase experimental tuvieron una distribución normal, por esta razón se procedió a la realización de la prueba de Shapiro-Wilk para muestras pequeñas (<30). Encontrándose valores correspondientes a P mayores a 0,05, estando en el rango de 95 % de confiabilidad.

Posteriormente se llevó a cabo la prueba de Homogeneidad de varianza de Levene (Tabla N° 38), con el fin de establecer el contraste entre varianzas de los niveles de MO, reafirmando posteriormente mediante la prueba de ANOVA.

Tabla N° 38. Prueba de homogeneidad de varianza de MO

M.O			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
8,132	2	6	,020

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia,2018.

H1: Existió diferencia entre la varianza de MO.

Mediante la Tabla N° 38, observamos que los datos correspondientes a P fueron $< 0,05$, señalando de esta forma que no hubo diferencia de varianzas, motivo por el cual se realizó la prueba de ANOVA de un factor (Tabla N° 39), con el objetivo de verificar la existencia de diferencia significativa entre grupos, correspondiente a las medias de pH, en los diferentes tiempos de análisis del tratamiento.

Tabla N° 39. ANOVA de un factor

M.O

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	19,000	2	9,500	25,625	,001
Dentro de grupos	2,224	6	,371		
Total	21,224	8			

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia,2018.

H1: Existió diferencia significativa de medias de MO.

En la Tabla N° 39, el ANOVA indica que si hay diferencia de medias entre los tiempos de tratamientos analizados y los valores de MO.

Por otro lado, se realizó la prueba pos Hoc de HSD de Tukey para evaluar las concentraciones de MO, con un P-valor $< 0,05$, y de esa manera identificar los grupos con mayor diferencia. Por lo cual se procedió a comparar grupo por grupo con el fin de establecer el tiempo de tratamiento determinante para la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminadas con plomo (Tabla N° 40).

Tabla N° 40. Comparaciones múltiples

Variable dependiente: M.O

HSD Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30	50	3,50667*	,49715	,001	1,9813	5,0321
	70	1,22667	,49715	,106	-,2987	2,7521
50	30	-3,50667*	,49715	,001	-5,0321	-1,9813
	70	-2,28000*	,49715	,009	-3,8054	-,7546
70	30	-1,22667	,49715	,106	-2,7521	,2987
	50	2,28000*	,49715	,009	,7546	3,8054

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia,2018.

H1: Existió diferencia significativa en los valores de los tiempos de tratamientos 30 y 50.

Mediante la Tabla N° 40, se muestra que las diferencias significativas se hallan en los grupos de tiempo de tratamiento 30 y 50 días, ya que, son P-valor < 50.

En la aplicación de la *Trichoderma viride* con respecto a los valores obtenidos a los 30 días de aplicado el tratamiento presentan una diferencia de medias mayor (3,50667), lo cual señala al tiempo de tratamiento como el que presenta valores significativos de MO.

V. DISCUSIÓN

Por medio de los resultados logrados se estableció que un factor determinante para el tratamiento usando *Trichoderma viride*, es el tiempo ya que, a los 30 días de la aplicación del tratamiento al suelo agrícola se verificó que el nivel de Plomo disminuyó de 583,97 ppm a 572,53 ppm. En tanto posterior a 50 y 70 días de aplicar el tratamiento la concentración de plomo aumento de 583,97 a 621,97 y 712,14 ppm correspondientemente. Por lo que, el tiempo óptimo para la reducción de plomo se dio a los 30 días de la aplicación. Con lo cual, se confirma la investigación de Ávila, H. (2014), quien da a conocer que la mayor adsorción de ión plumboso y cúprico luego de la aplicación de *Trichoderma viride* ocurre dentro de las tres horas después de aplicado el tratamiento.

Además, Cayotopa, J. (2021), realiza pruebas *in vitro* para determinar la tolerancia del *Trichoderma* en rangos de concentraciones de metales pesados así el nos dice que las cepas nativas o mutantes pueden tolerar el estrés por metales pesados potencialmente. Y concluye que el *Trichoderma* debe sumarse a la lista de especies para la biorremediación.

Las características fisicoquímicas tuvieron un rol importante durante la aplicación del tratamiento del suelo usando *Trichoderma viride* para la reducción de plomo de los suelos agrícolas, ya que, como indica Perez, G (2015), diversos parámetros como pH, MO, CIC y salinidad influyen fuertemente en cómo cambian las concentraciones a nivel de suelo de metales pesados como el Plomo.

Referente al potencial de hidrogeno (pH), fue de 6,36 a 6,67 a los 30 días de aplicación del tratamiento Mientras que después de 50 y 70 días de aplicación el pH aumento de 6,36 a 7,40 y 7,50 respectivamente, pasando de ser un suelo ligeramente ácido a ser un suelo ligeramente alcalino. Por lo que, se comprueba la teoría de Galán, E. y Romero, A.

(2008), el cual reporta la presencia de algunos metales en ambientes con pH ácidos, debido a que así son menos absorbibles.

La conductividad eléctrica (CE) tuvo una concentración inicial fue de 2,81 dS/m. sin embargo, a los 30 días de aplicado el tratamiento se obtuvo una concentración que aumento 4,57 dS/m, por lo que, se pasó de un suelo ligeramente salino a tener un suelo moderadamente salino. Sin embargo, a los 50 y 70 días de aplicación la concentración aumento a 3,82 y 3,84 dS/m respectivamente. Por lo que confirma la teoría de Díez, J. (2008), que indica que a mayor salinidad del suelo la movilización de los metales se incrementa y pueden llegar a formar compuestos estables con el plomo, y se relaciona con el pH ya que las sales normalmente dan pH alcalino.

Referente a la capacidad de intercambio catiónico, inicialmente alcanzo un valor de 22,72 a los 30 y 50 días, este valor aumento a 25,71 y 23,36, mientras que a los 70 días disminuyo a 21,97. A lo que, Pérez, G. (2015) señala que un nivel mayor de CIC en el suelo, contribuye a una mayor captación de nutrientes por este. Dado que la CE es menor la CIC también será menor, de la misma forma una cantidad elevada de CE establecerá que la cantidad de sales solubles (CIC) también sea mayor. Es por ello, que en los resultados se refleja que en 30 días es mayor la CE y también el CIC y en el día 50 ambos son menores y en 70 igual.

La *Trichoderma viride* es una especie que requiere un alto porcentaje de Materia orgánica. El suelo inicialmente reporto un 6,21% de materia orgánica, y a los 30 días de aplicado el tratamiento aumento considerablemente a 11,27%, a los 50 días, este disminuyo a 7,77% y a los 70 días aumento a 10,05%, por lo que, Según ello, se dice que la relación de la Materia orgánica con la reducción de plomo es inversamente proporcional. Y según Galán, E. y Romero, A. (2008), indican que la materia orgánica presenta una alta afinidad por los metales (Pb), por lo que, reacciona con ellos o influye en su movilidad.

Además, Holguin, V. y Mora, J. (2009), nos dice que una de las causas por la cual el hongo ya no presentó eficiencia es porque, se perdió materia orgánica con el tiempo y empezaron a faltar nutrientes disponibles para el desarrollo del hongo, y ello está relacionado con la falta de condiciones óptimas para la reproducción y crecimiento del hongo.

Zubieta, D. et al. (2021) nos dice que por las condiciones ambientales y nutricionales puede variar la relación de enzimas excretadas al ambiente por el hongo *Trichoderma*, y ya no producen enzimas capaces de degradar grandes polímeros.

Delince, W., et al. (2015) nos dice que el tipo de suelo también influye en la eficiencia del método aplicado, ya que, las interacciones de retención pueden incurrir entre el metal pesado y la arcilla, por lo que, las propiedades del suelo como materia orgánica y la presencia de microorganismos son fundamentales.

VI. CONCLUSIONES

1. Con el uso de la *Trichoderma viride* el plomo se redujo de 583,97 ppm a 572,53 ppm, el cual representa un 1,96%, el cual se respalda de los datos obtenidos a 30 días posteriores a la aplicación del tratamiento.
2. El tiempo determinante para la reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas ácidas usando *Trichoderma viride* de acuerdo con los resultados obtenidos fue de 30 días.
3. El tratamiento con *Trichoderma viride*, origino variaciones en cuanto las propiedades fisicoquímicas del suelo, de manera significativa en parámetros como: pH, CE y CIC. Donde el pH inicialmente reporto un valor de 6,36 y vario a 7,19. La CE obtuvo un valor igual de 2,81 dS/m a 4,07 dS/m. y por último la CIC de un valor de 22,72 a 23,68.
4. La relación que se existente entre la materia orgánica y la reducción de plomo de suelos agrícolas fue inversamente proporcional, observándose por medio de los resultados que inicialmente la MO tenía un valor de 6,21 y a los 30 días el valor aumento a 11,27, a su vez, el plomo la concentración inicial que presento a los 30 días este se reduce. Por lo que, se concluye que a mayor cantidad de MO menor concentración de Plomo y a menor cantidad de MO mayor concentración de plomo en el suelo agrícola.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar análisis a la proliferación de la *Trichoderma viride*, con la finalidad de evaluar su desarrollo una vez aplicado el tratamiento.

Realizar análisis biológicos en el suelo con la finalidad de ver una máxima capacidad de reducción de plomo usando *Trichoderma viride*.

Realizar ensayos a temperatura más elevadas (entre 30° y 40°), con la finalidad de evaluar la aplicación de la *Trichoderma viride* en zonas cálidas.

Aplicar la *Trichoderma viride* en ensayos, exponiéndolas a temperaturas bajas (entre -4° y 10 °C), con el fin de aplicarlos en zonas frías.

Realizar una inoculación directa del hongo al suelo y realizar un tratamiento en menor tiempo y así poder observar si existe una reducción de plomo más significativa.

Usar más cantidades del *Trichoderma viride* y evaluar si la reducción de plomo es mayor, esto unido a la evaluación de las propiedades fisicoquímicas, durante un corto tiempo.

REFERENCIAS

1. Aduvire, O. (2006). Drenaje ácido de minas. Generación y tratamiento. *Tratamiento de aguas ácidas de mina*.
Disponible en:
http://info.igme.es/SIDIMAGENES/113000/258/113258_0000001.pdf/
2. Alarcón, A., Biorremediación de suelos y aguas: contaminadas con compuestos orgánicos e inorgánicos. 1a ed. México: Trillas, 2013. 201 pp.
ISBN: 9786071716170
3. Álvarez, D., Bernal, M. y Durán, M. (2022). Principales microorganismos sulfato reductores (MSR) de reactores anaerobios alimentados con efluentes ácidos, una revisión bibliográfica. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XXIV(1), 62-76.
<http://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v24n1.100963>
4. Argumedo, R. et al. Género fúngico *Trichoderma* y su relación con contaminantes Orgánicos e Inorgánicos. *Rev. Int. Contam. Ambiente* [online]. 2009, vol. 25, n° 4 [citado 2018-09-10], pp 2577-269.
5. Azcona, M., Ramírez, R. y Vicente, G. (2015). Efectos tóxicos del plomo. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 20(1), 72-77.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47345916012>
6. Bonilla Valencia, S. Estudio para tratamientos de biorremediación de suelos contaminados con plomo, utilizando el método de fitorremediación. Tesis (Ingeniero Ambiental). Quito: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, Campus Sur ed., 2013.
7. Cayotopa, J., Arévalo, L., Pichis, R., Olivera, D., Rimachi, M. y Márquez, K. (2021). New cadmium bioremediation agents: *Trichoderma* species native to the rhizosphere of cacao trees. *Scientia Agropecuaria*, 12(2), 155-160. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.017>
8. Chávez Rodríguez, Luciana. Fitorremediación con especies nativas en suelos contaminados por plomo. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014.
Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2435>

9. Contaminación ambiental. Una visión desde la química por Carmen Orozco [et al.]. Madrid: Editorial Paraninfo, 2011. 631, 641, 650 pp.
ISBN: 9788497321785
10. Chuquiruna, Ávila y De los Angeles, Hany. Adsorción de ión cúprico y plumboso por *Trichoderma viride* FP-UNT 01 a partir de soluciones ideales. 2014.
11. Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM. Aprueban Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 02 de diciembre del 2017.
12. Delince, W., Valdéz, R., López, O., Guridi, F. y Balbín, M. (2015). Riesgo agroambiental por metales pesados en suelos con Cultivares de *Oryza sativa* L y *Solanum tuberosum* L. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(1), 44-50.
http://www.redalyc.org/articulo*oa?id=93233771006
13. Díez Lázaro, Javier. Fitorremediación de suelos contaminados con metales pesados; Evaluación de plantas tolerantes y optimización del proceso mediante prácticas agronómicas. Universidad Santiago de Compostela. La Coruña, España, 2008.
14. Galán, Emilio y Romero, Antonio. Contaminación de suelos por metales pesados. 2008.
Disponible en: <http://www.ehu.es/sem/macla-pdf/macla10/Macla10-48.pdf>
15. González-Chávez, Ma. del Carmen Ángeles, Recuperación de suelos contaminado con metales pesados utilizando plantas y microorganismos rizosféricos. *Terra Latinoamericana* [en línea] 2005, 23 (enero-marzo): [Fecha de Consulta: 20 de abril de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57323104>> ISSN
16. Gutiérrez Moreno, Susana. Estudio de la Bioadsorción de Cadmio y Plomo con biomasa de *Serratia marcescens* M8a-2T, a nivel de laboratorio. Tesis (Ciencias biológicas). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2015. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/4126>.

17. Holguin, V. y Mora, J. (2009). Dinámica microbiana en vermicompostas comerciales con y sin inoculación del hongo *Trichoderma* spp. *Revista Luna Azul*, (29), 25-31. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321727231003>
18. Jimenez Llacsahuanga, Melissa. Biorremediación con inóculos de *Pleurotus ostreatus* para recuperar suelos contaminados con metales pesados en La Florida Cajamarca, 2016. Tesis (Ingeniera Ambiental). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10889/jimenez_ilm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
19. Li Lin, Sergio. Medición del potencial de generación de agua acida para un relave en la zona Central del Perú y sus necesidades de neutralización. Tesis (Ingeniero de Minas). Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú, 2013. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4923/LI_SERGIO_MEDICION_GENERACION_AGUA_RELAE_ZONA_CENTRAL_PERU_NECESIDADES_NEUTRALIZACION.pdf?sequence=1
20. Mackenzie, Davis y SUSAN, Masten. Ingeniería y Ciencias Ambientales., 2005. Recuperado en: <https://es.scribd.com/document/337233673/Ingenieria-y-Ciencias-Ambientales-Mackenzie-L-Davis-y-Susan-J-Master-Mc-Graw-Hill>
21. Martínez, B et al. *Trichoderma* spp. Y su función en el control de plagas en los cultivos. *Rev. Protección Veg.*, 2013. Vol. 28, No 1.
22. Méndez, Judith Prieto, et al. contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 2009, vol. 10, n° 1, 29-44 pp. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/939/93911243003.pdf>
23. Maycotte Morales, Carlos Cesar. *Edafología* 1. 2011.
24. Montes, R., Pérez, J. y Rodríguez, M. (2022). Niveles de plomo en el suelo, pasto y agua en localidades cercanas al río Lerma, del Estado de México, dedicada a la ganadería. *Terra Latinoamericana*, 40(), 1-8. <http://doi.org/10.28940/terra.v40i0.949>

25. Muñoz Cuaical, Stalin. Evaluación de la eficiencia de *Trichoderma sp.* y *Pseudomonas sp.* para biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. Tesis (Ingeniero en Biotecnología de los Recursos Naturales). Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2016. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12328/1/UPS-QT10474.pdf>
26. Paiva Prado, Greta. Fitorremediación de suelos contaminados con plomo utilizando *Amaranthus spinosus* – *Amaranthaceae* en Cusco del 2012. Tesis Doctoral (Ciencias Ambientales). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2015. Disponible en: <http://core.ac.uk/download/pdf/54222620.pdf>
27. Pesántes, Marcia; CASTRO, Rosa. Potencial de cepas de *Trichoderma spp.* Para la biorremediación de suelos contaminados con petróleo. *Biología ambiental*. 2016, n° 4.
28. Pérez, J., Ruiz, A. y Aramburú, V. (2020). Reducción de contaminantes del relave ácido de mina en planta concentradora de Jangas, Perú. *Avances*, 22(2), 208-221. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637869116004>
29. Pérez, Gustavo. Disponibilidad de metales tóxicos en sitios contaminados. Barcelona. 2015. 71, 88 pp.
30. Pozo, S., Puente, I., Lagüela, S. y Veiga, M. (2014). Techniques to correct and prevent acid mine drainage: A review. *Dyna*, 81(186), 73-80. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49631663009>
31. Puga, S. et al. Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera. *Ecología Aplicada* [en línea] 2006, 5 (diciembre): [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34150220>>
ISSN 1726-2216
32. Ríos Rodríguez, Ana. Comparación de las eficiencias fitorremediadoras de las especies *Lolium perenne*, *Pelargonium hortorum* y *Fuertesimalva echinata* en la reducción de la concentración de plomo en suelos agrícolas del distrito de Huamantanga, 2017. Tesis (Ingeniera Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3591/Rios_RAF.pdf?sequence=1&isAllowed=y

33. Rodríguez, D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. *MEDISAN*, 21(12), 7003-7016. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=368454498012>
34. Sibello, R., Guillén, A., Alomá, R. y Castellanos, L. (2021). Niveles de referencia de metales pesados en suelos del confinamiento de desechos peligrosos Juraguá, Cuba. *Revista Cubana de Química*, 33(1), 153-166. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443566346009>
35. Vásquez Cárdenas, J. Caracterización microbiológica y producción de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* en el cultivo artesanal. Tesis (Microbiólogo Agrícola y veterinario). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2010. Disponible en: <http://repositorio.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8662/tesis615.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
36. Velázquez, L., Ortiz, I., Chávez, J., Pámanes, G., Carrillo, A. y Pereda, M. (2022). Influencia de la contaminación del agua y del suelo en el desarrollo agrícola nacional e internacional. *TIP Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 25(1), 5-8 <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.482>
37. Yupari, A. Informe: Pasivos ambientales mineros en Sudamérica. 2003.
38. Zamora, G. y Trujillo, E. (2016). Viabilidad del tratamiento de las aguas ácidas de la mina San José – Oruro – Bolivia. *Research, Society and Development*, 3(2), 142-151. <http://doi.org/10.17648/rsd-v3i2.48>
39. Zeng, S., Ma, J., Yang, Y., Zhang, S., Liu, G., y Chen, F. (2019). Spatial assessment of farmland soil pollution and its potential human health risks in China. *Science of the Total Environment*, 687, 642-653. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.291>
40. Zubieta, D., Echeverry, L. y Zafra, C. (2021). In vitro antagonism by consortium of *Trichoderma* sp. and *Aspergillus* sp. Against the phytopathogen *Sclerotinia* sp. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(1), 16-31. [http://doi.org/10.18684/bsaa\(19\)16-31](http://doi.org/10.18684/bsaa(19)16-31)

ANEXOS

ANEXO N° 01. Tabla de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala/Unidad
Dependiente	Reducción de plomo de suelos agrícolas contaminados por aguas ácidas	<p>Descenso la cantidad de plomo en suelos agrícolas, son aquellos suelos utilizados para la siembra de diversos cultivos pastos, etc. En estos además se puede desarrollar la ganadería y agricultura (ECA Suelo, 2017).</p> <p>Las aguas ácidas son generadas por la unión de la precipitación con el relave almacenado en la Quebrada Tilquer. Y al filtrarse al suelo causa su contaminación. Con un muestreo de caracterización se encontró una alta concentración de plomo, la cual supera el ECA de suelo para suelo Agrícolas.</p> <p>La reducción del plomo de suelos agrícolas será determinada mediante el porcentaje de reducción de plomo. Así mismo, se consideró la evolución de los parámetros fisicoquímicos y la concentración de plomo en el</p>	Parámetros Fisicoquímicos del Suelo	Conductividad eléctrica (CE)	μS/cm
				pH	Unid. de pH
				Materia Orgánica	%
				Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	meq/100 g
			Porcentaje de reducción de plomo	$\% = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100$	%

Variables		Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala/Unidad
			suelo a los 30, 50 y 70 posteriores a la aplicación del tratamiento.			
Independiente	Uso del <i>Trichoderma viride</i>	Según Martínez et al. (2013), la capacidad de generación de diversos metabolitos, así como su adaptación a diferentes ambientes, hacen que este hongo sea aplicable en la biorremediación.	Para la aplicación del <i>Trichoderma viride</i> inoculado se insertará una cantidad de 150 gr del hongo en cada maceta, de esta forma, se evaluará la capacidad de este microorganismo en la reducción de plomo. Para lo cual, se llevó a cabo la evaluación de concentración de plomo en los días 30, 50 y 70 de aplicado el tratamiento. También se tomó en cuenta las características físicas que requiere para su desarrollo.	Cantidad de <i>Trichoderma viride</i>	Peso (150)	g
					Inoculado con arroz	
				Características físicas	Conductividad eléctrica (CE)	μS/cm
					pH	Unid. de pH
					Materia Orgánica	%
				Tiempo de tratamiento	Capacidad de Intercambio Cationico (CIC)	meq/100 g
					30 días	ppm
					50 días	ppm
				70 días	ppm	

Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 02. Validación de instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: Almonacid Talavera Juan Carlos
 1.2. Cargo e institución donde labora: Jefe del Área de Proyectos - CENESAM SAC
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos de Campo
 1.4. Autor (a) del instrumento: Mayra S. Luna Julia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	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.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico												✓	

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

- El instrumento cumple con requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con requisitos para su aplicación

/

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 05 de julio del 2018



Juan Carlos Almonacid Talavera
 Ing. CIP. Juan Carlos Almonacid Talavera

Firma del Experto Informante

DNI: 10178339 Telf: 946379957

CIP: 104317

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: Almonacid Talavera Juan Carlos
 1.2. Cargo e institución donde labora: Jefe del Área de Proyectos - GENESAM SAC
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de Concentraciones de Plomo en el Suelo y
 1.4. Autor (a) del instrumento: Maria S. Luna Jilca Porcentaje de Reducción

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	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.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico											✓		

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

- El instrumento cumple con requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con requisitos para su aplicación

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 05 de julio del 2018



Juan Carlos Almonacid Talavera
 Ing. CIP Juan Carlos Almonacid Talavera

Firma del Experto Informante

DNI: 10178339 Telf.: 946379957

CIP: 104317

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: Almonacid Talavera Juan Carlos
 1.2. Cargo e institución donde labora: Jepe del Área de Proyectos - CENESAM SAC
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de Características Fisicoquímicas del Suelo
 1.4. Autor (a) del instrumento: Maria S. Luna Julia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	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.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico													✓

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

- El instrumento cumple con requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con requisitos para su aplicación

/

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 05 de julio del 2018

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: Cabrera Carranza Carlos
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos de campo
 1.4. Autor (a) del instrumento: Marta S. Luna Juleca

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	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.											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos.											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico											/		

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

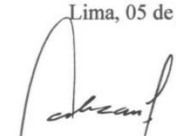
- El instrumento cumple con requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 05 de julio del 2018


 Firma del Experto Informante
 DNI: 7762709 Telf.: 945509179
 CP: 44572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: Cabrera Comanza Carlos
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de concentraciones de Plomo en el suelo y
 1.4. Autor (a) del instrumento: Maria S. Luna Julca Porcentaje de reducción

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	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.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico										/			

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

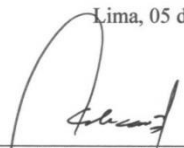
- El instrumento cumple con requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 05 de julio del 2018


 Firma del Experto Informante
 DNI: 17402084 Telf.: 945509179
 CIP: 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: Cabrera Cananiza Carlos
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de Características Fisiocquímicas del suelo
 1.4. Autor (a) del instrumento: María S. Lina Juliana

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	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.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico										/			

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

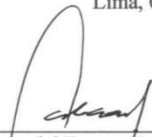
- El instrumento cumple con requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 05 de julio del 2018


 Firma del Experto Informante

 DNI: 17402734 Telf.: 945509779

 CIP: 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: Quispe Solano Roldan Heivis
 1.2. Cargo e institución donde labora: Gerente General - CENESAM SAC
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos de campo
 1.4. Autor (a) del instrumento: Maria S. Luna Julca

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	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 a 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 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 la hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico											X		

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN


- El instrumento cumple con requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 05 de julio del 2018


 ROLDAN HEIVIS QUISPE SOLANO
 INGENIERO AMBIENTAL
 Y DE RECURSOS NATURALES
 Reg. CIP N° 192055

Firma del Experto Informante

 DNI: _____ Telf.: 988062555

 CIP: 192055

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: Quispe Solano Roldan Heivis
 1.2. Cargo e institución donde labora: Gerente General - CENESAH SAC
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de Concentraciones de Plomo en el suelo y
 1.4. Autor (a) del instrumento: María S. Luna Julca Porcentaje de reducción

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	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 a 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 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 la hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico												X	

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

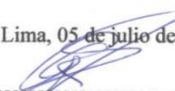
- El instrumento cumple con requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 05 de julio del 2018


 ROLDAN HEIVIS QUISPE SOLANO
 INGENIERO AMBIENTAL
 Y DE RECURSOS NATURALES
 Reg. CIP N° 192055

Firma del Experto Informante

DNI: _____ Telf.: 988062555

 CIP: 192055

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: Quispe Solano Roldan Heiris
 1.2. Cargo e institución donde labora: Gerent General - CENESAM SAC
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de Características Fisicoquímicas del suelo
 1.4. Autor (a) del instrumento: Maria S. Luna Julca

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	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 a 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 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 la hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico											X		

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

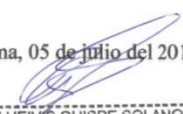
- El instrumento cumple con requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 05 de julio del 2018


 ROLDAN HEIRIS QUISPE SOLANO
 INGENIERO AMBIENTAL
 Y DE RECURSOS NATURALES
 Reg. CIP N° 192055

Firma del Experto Informante

 DNI: _____ Telf.: 980062555

 CIP: 192055

ANEXO N° 03. Registro de datos de campo

Datos Generales:

Nombre del Lugar:	Quebrada Tilquer
Centro Poblado:	Mallay
Distrito:	Oyón
Provincia:	Oyón
Departamento:	Lima

Datos de los Puntos de Muestreo

Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM		Fecha	Hora	Descripción del Punto de Monitoreo
	E	N			
SUB-01	293499	8814412	09/08/18	7:30 am	-
SUB-02	293463	8814387	09/08/18	7:15 am	-
SUB-03	293509	8814361	09/08/18	7:36 am	-
SUB-04	293563	8814347	09/08/18	7:55 am	-
SUB-05	293524	8814315	09/08/18	8:05 am	-
SUB-06	293567	8814257	09/08/18	8:15 am	-
SUB-07	293593	8814296	09/08/18	8:25 am	-
SUB-08	293632	8814241	09/08/18	8:37 am	Se evidencio huellas de animales.
SUB-09	293599	8814203	09/08/18	8:55 am	Se evidencio heces de animales de la zona.

Observaciones: Durante el muestreo se observó un clima soleado, aunque en el entorno de relave las áreas verdes tenían capas de hielo, causa de la noche fría. Se observó animales como: vacas, asnos y ovejas que transitaban por la zona.

ANEXO N° 04. Registro de concentraciones de plomo en el suelo y porcentaje de reducción

		Tiempos de Tratamiento			
		0 días	30 días	50 días	70 días
Concentración de Plomo Inicial (mg/kg PS)		583,97	-	-	-
Durante el Tratamiento	Repetición N° 1 (mg/kg PS)	-	567,06	628,57	729,01
	Repetición N° 2 (mg/kg PS)	-	581,24	618,77	766,70
	Repetición N° 3 (mg/kg PS)	-	569,30	618,57	640,71
Promedio		-	572,53	621,97	745,47
Porcentaje de reducción de Plomo (%)		-	1,96	-	-

ANEXO N° 05. Registro de características fisicoquímicas del suelo

		Tiempos de Tratamiento															
		0 días				30 días				50 días				70 días			
		pH (unid. De pH)	C.E. (μ S/cm)	CIC (meq/100g)	M.O. (%)	pH (unid. De pH)	C.E. (μ S/cm)	CIC (meq/100g)	M.O. (%)	pH (unid. De pH)	C.E. (μ S/cm)	CIC (meq/100g)	M.O. (%)	pH (unid. De pH)	C.E. (μ S/cm)	CIC (meq/100g)	M.O. (%)
Características fisicoquímicas del suelo inicial		6,36	2,81	22,72	6,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Durante el Tratamiento	Repeticio n N° 1	-	-	-	-	6,65	4,44	24,32	10,80	7,33	3,62	25,12	7,76	7,50	3,85	22,40	10,44
	Repeticio n N° 2	-	-	-	-	6,40	5,29	26,24	12,41	7,42	3,85	23,20	7,68	7,55	3,81	21,12	9,75
	Repeticio n N° 3	-	-	-	-	6,95	3,98	26,56	10,61	7,46	4,00	21,76	7,86	7,46	3,85	22,40	9,95
Promedio		-	-	-	-	6,67	4,57	25,71	11,27	7,40	3,82	23,36	7,77	7,50	3,84	21,97	10,05

ANEXO N° 06. Resultados de muestro de caracterización de suelos



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-056



INFORME DE ENSAYO N° 181386 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : **MARIA STEFANY LUNA JULCA**
 Dirección : Reservado por el Cliente
 Solicitado Por : **MARIA STEFANY LUNA JULCA**
 Referencia : Cotización N°0828-18
 Proyecto : Reservado por el Cliente
 Procedencia : Reservado por el Cliente
 Muestreo Realizado Por : El Cliente
 Cantidad de Muestra : 2
 Producto : Suelo
 Fecha de Recepción : 2018/04/06
 Fecha de Ensayo : 2018/04/06 al 2018/04/16
 Fecha de Emisión : 2018/04/16

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio	181386-01	181386-02
Código de Cliente	SUE- COMPUSTO	SUE-03
Fecha de Muestreo	31/03/2018	31/03/2018
Hora de Muestreo (h)	12:52	12:35
Tipo de Producto	Suelo	Suelo

Tipo Ensayo	Unidad	L.D.M.	Resultados	
Metales (ICP-AES) (Peso Seco)				
Ag Plata	mg/Kg PS	0,16	<0,16	<0,16
Al Aluminio	mg/Kg PS	0,10	>20000	>20000
As Arsénico	mg/Kg PS	2,21	1390	296,1
B Boro	mg/Kg PS	1,99	<1,99	<1,99
Ba Bario	mg/Kg PS	0,34	59,63	52,92
Be Berilio	mg/Kg PS	0,03	<0,03	<0,03
Ca Calcio	mg/Kg PS	1,49	31671	75801
Cd Cadmio	mg/Kg PS	0,04	0,43	0,10
Ce Cerio	mg/Kg PS	0,25	<0,25	<0,25
Co Cobalto	mg/Kg PS	0,10	24,47	13,36
Cr Cromo	mg/Kg PS	0,03	0,15	0,10
Cu Cobre	mg/Kg PS	0,04	435,5	262,1
Fe Hierro	mg/Kg PS	0,05	>10000	>10000
K Potasio	mg/Kg PS	0,31	1959	2472
Li Litio	mg/Kg PS	1,21	<1,21	<1,21
Mg Magnesio	mg/Kg PS	0,32	5294	5304
Mn Manganeso	mg/Kg PS	0,04	1235	534,0
Mo Molibdeno	mg/Kg PS	0,06	<0,06	<0,06
Na Sodio	mg/Kg PS	0,94	196,8	475,1
Ni Níquel	mg/Kg PS	0,05	33,12	32,11
P Fósforo	mg/Kg PS	0,69	1160	1367
Pb Plomo	mg/Kg PS	0,87	1106	231,5
Sb Antimonio	mg/Kg PS	0,54	<0,54	<0,54
Se Selenio	mg/Kg PS	0,82	<0,82	<0,82
Si Silicio	mg/Kg PS	0,62	75,27	96,57
Sn Estaño	mg/Kg PS	0,73	<0,73	<0,73
Sr Estroncio	mg/Kg PS	0,12	36,07	72,52
Ti Titanio	mg/Kg PS	0,06	715,3	733,6
Tl Talio	mg/Kg PS	0,74	<0,74	<0,74
V Vanadio	mg/Kg PS	0,03	80,16	69,10
Zn Zinc	mg/Kg PS	0,19	>1000	>1000

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, ">" = Mayor al rango de trabajo, "-" = No Analizado.

INFORME DE ENSAYO N° 181386 CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio	181386-01	181386-02	
Código de Cliente	SUE- COMPUESTO	SUE-03	
Fecha de Muestreo	31/03/2018	31/03/2018	
Hora de Muestreo (h)	12:52	12:35	
Tipo de Producto	Suelo	Suelo	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
Metales (CVAA - FIMS) (Peso Seco)			
Hg Mercurio	mg/Kg PS	1,00	<1,00 <1,00

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método. L.D.M. = Límite de detección del método. "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado. ">" = Mayor al rango de trabajo. "-" = No Analizado.

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Metales (ICP-AES)		
Metales (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V and Zn)	EPA Method 3050-B; Rev. 02., 1996 EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry ICP-AES.
Metales (CVAA - FIMS)		
Mercurio	EPA Method 7471B; Rev.2. Feb. 2007	Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique)

SIGLAS: *EPA* U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis.

Alfonso Vilca M.
GCSSA
C.Q.P. N° 587

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.
Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.
El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años.
El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.
Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

** FIN DEL INFORME **

ANEXO N° 07. Informe de ensayo de muestra 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 : **MARÍA STHEFANY LUNA JULCA**

Departamento : **LIMA**

Distrito :

Referencia : **H.R. 64583-117C-18**

Provincia : **OYON**
 Predio :
 Fecha : **21/08/18**

Bolt.: 1807

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases			
								Arena %	Limo %	Arcilla %		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺			Al ⁺³ + H ⁺		
10124	SU-COMP	6.36	2.81	4.00	6.21	5.6	154	55	34	11	Fr.A.	22.72	21.05	1.12	0.34	0.22	0.00	22.72	22.72	100

A = Arena ; A.Fr. = Franco Arenoso ; Fr.A. = 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	
Lab.	Claves
10124	SU-COMP
	Pb ppm
	583.97

Sady García Bendezú
 Jefe del Laboratorio

ANEXO N° 08. Informe de ensayo de 30 días de tratamiento con *Trichoderma viride*



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 : MARIA STEHFANY LUNA JULCA
 Departamento : LIMA
 Distrito : OYON
 Referencia : H.R. 65324-142C-18

Provincia : OYON
 Predio : C.P. MALLAY
 Fecha : 05/10/2018

Bott.: 1989

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 meq/100g				Suma de Cationes Bases	Suma de Sat. De Bases %			
								Arena %	Limo %			Arcilla %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺			Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺	
12653	R1-30d	6.65	4.44	2.70	10.80	22.4	486	53	32	15	Fr.A.	24.32	22.68	0.87	0.64	0.13	0.00	24.32	24.32	100
12654	R2-30d	6.40	5.29	2.80	12.41	28.5	455	57	32	11	Fr.A.	26.24	24.59	0.78	0.72	0.15	0.00	26.24	26.24	100
12655	R3-30d	6.95	3.98	3.00	10.61	31.5	413	59	26	15	Fr.A.	26.56	24.89	0.83	0.68	0.16	0.00	26.56	26.56	100

A = Arena ; A.Fr. = 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

Lab	Número de Muestra Claves	Pb ppm
12653	R1-30d	567.06
12654	R2-30d	581.24
12655	R3-30d	569.30

Sady García Bendezu
 Jefe del Laboratorio

ANEXO N° 09. Informe de ensayo de 50 días de tratamiento con *Trichoderma viride*



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 : MARIA STEHFANY LUNA JULCA
 Departamento : LIMA
 Distrito : OYON
 Referencia : H.R. 65686-162SC-18

Provincia : OYON
 Predio : C.P. MALLAY
 Fecha : 25/10/2018

Bolt: 2077

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 meq/100g					Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases	
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
14961	R1-50d	7.33	3.62	3.00	7.76	25.9	512	59	32	9	Fr.A.	25.12	22.72	1.00	0.88	0.51	0.00	25.12	25.12	100
14962	R2-50d	7.42	3.85	3.10	7.68	16.6	519	55	32	13	Fr.A.	23.20	20.78	1.02	0.85	0.55	0.00	23.20	23.20	100
14963	R3-50d	7.46	4.00	3.10	7.86	31.6	539	51	36	13	Fr.	21.76	19.25	1.10	0.86	0.55	0.00	21.76	21.76	100

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		Pb
Lab	Claves	ppm
14961	R1-50d	628.57
14962	R2-50d	618.77
14963	R3-50d	618.57

Sady García-Bendézú
 Jefe del Laboratorio

ANEXO N° 10. Informe de ensayo de 70 días de tratamiento con *Trichoderma viride*



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 : MARIA STHEFANY LUNA JULCA

Departamento : LIMA
 Distrito : OYON
 Referencia : H.R. 65731-1633SC-18

Provincia : OYON
 Predio : C.P. MALLAY
 Fecha : 13/11/18

Bolt.: 2091

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 meq/100g				Suma de Cationes Bases	% de Sat. De Bases	
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺			Al ⁺³ + H ⁺
15052	R1-70d	7.50	3.85	3.30	10.44	13.1	624	57	26	17	Fr.A.	22.40	20.06	0.98	1.11	0.25	0.00	22.40	100
15053	R2-70d	7.55	3.81	3.30	9.75	16.7	588	61	24	15	Fr.A.	21.12	18.68	1.00	1.14	0.30	0.00	21.12	100
15054	R3-70d	7.46	3.85	3.10	9.95	21.1	562	59	28	13	Fr.A.	22.40	20.07	1.08	0.96	0.29	0.00	22.40	100

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		Pb. ppm
Lab	Claves	
15052	R1-70d	729.01
15053	R2-70d	766.70
15054	R3-70d	640.71

Dr. Sandy García Bendezu
 Jefe del Laboratorio