



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Recuperación de suelos agrícolas degradados en Ayacucho  
utilizando abono de *Cavia porcellus* y microorganismos  
eficientes, 2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORAS:**

Acosta Sandoval, Pierina Alejandra (orcid.org/0000-0003-1133-0358)

Pariona Acharte, Susan Brighth (orcid.org/0000-0001-5191-0926)

**ASESOR:**

Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso (orcid.org/0000-0002-1384-4603)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIO**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Dedicado a nuestra familia, profesores y amigos que nos apoyaron y motivaron en la realización del presente proyecto.

## Agradecimiento

A nuestros familiares por su constante apoyo motivacional como económico y a nuestro asesor el Dr. Danny Lizarzaburu por su tiempo y seguimiento en el desarrollo de la tesis.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	11
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos .....	12
3.5. Procedimientos .....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos .....	15
IV. RESULTADOS .....	16
V. DISCUSIÓN.....	28
VI. CONCLUSIONES.....	32
VII. RECOMENDACIONES .....	33
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS .....	42

## Índice de tablas

<i>Tabla 1. Porcentaje de validación por los expertos.....</i>	12
<i>Tabla 2. Características físicas iniciales del suelo de Ayacucho.....</i>	16
<i>Tabla 3. Características químicas iniciales del suelo de Ayacucho.....</i>	17
<i>Tabla 4. Características químicas del suelo luego de 7 días del tratamiento en abono de <i>Cavia porcellus</i> y microorganismos eficientes.....</i>	18
<i>Tabla 5. Características químicas del suelo luego de 14 días del tratamiento con abono de <i>Cavia porcellus</i> y microorganismos eficientes.....</i>	19
<i>Tabla 6. Características químicas del suelo luego de 21 días del tratamiento con abono de <i>Cavia porcellus</i> y microorganismos eficientes.....</i>	21
<i>Tabla 7. Análisis de varianza.....</i>	24
<i>Tabla 8. Shapiro-Wilk - Prueba de normalidad Pre y Post test.....</i>	26

## Índice de figuras

<i>Figura 1. Flujograma de procedimiento del estudio.....</i>	13
<i>Figura 2. Dosificación de los grupos experimentales. ....</i>	14
<i>Figura 3. Comparación del pH en el pre test y post test.....</i>	22
<i>Figura 4. Comparación de la materia orgánica en el pre test y post test.....</i>	23
<i>Figura 5. Comparación de los niveles de nitrógeno en el pre test y post test .....</i>	23
<i>Figura 6. Comparación de los niveles de potasio en el pre test y post test.....</i>	24

## RESUMEN

En el departamento de Ayacucho se identificaron suelos agrícolas degradados, que alteran la productividad de sus cultivos. La presente investigación planteó como objetivo evaluar la recuperación del suelo agrícola degradado de Ayacucho utilizando abono de *Cavia porcellus* y los microorganismos eficientes. Como metodología, se estableció un diseño experimental, de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo; estableciendo como instrumento de recolección de datos la ficha de registro; y se planteó 3 grupos experimentales, que se diferencian según el periodo, G1: 7 días, G2: 14 días, G3: 21 días; y 3 repeticiones, R1: 25 ml de la mezcla de abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes, R2: 50 ml de la mezcla y R3: 75 ml de la mezcla. Se obtuvo como resultados, que la incorporación de la mezcla, incrementa las propiedades químicas del suelo agrícola degradado mejorando las propiedades fisicoquímicas del suelo, como el pH a 7.8 (nivel básico), conductividad a 260.5 mS/m, materia orgánica a 2.62% (nivel normal), nitrógeno a 0.13% (nivel medio), fósforo a 88.85 ppm (nivel alto), potasio a 2819.6 ppm (nivel alto), y un CIC de 16.61 meq/100g (nivel medio). Concluyendo que, la mejor dosificación fue de 75 ml de la mezcla durante 21 días de tratamiento.

**Palabras Claves:** Suelo degradado, microorganismos eficientes, abono de *Cavia porcellus*, agricultura sostenible.

## ABSTRACT

In the department of Ayacucho, degraded agricultural soils were identified, which alter the productivity of their crops. The objective of this research was to evaluate the recovery of degraded agricultural soil in Ayacucho using *Cavia porcellus* fertilizer and efficient microorganisms. As a methodology, an experimental design was established, of an applied type, with a quantitative approach; establishing the registration form as a data collection instrument; and 3 experimental groups were proposed, which differ according to the period, G1: 7 days, G2: 14 days, G3: 21 days; and 3 repetitions, R1: 25 ml of the mixture of *Cavia porcellus* fertilizer and efficient microorganisms, R2: 50 ml of the mixture and R3: 75 ml of the mixture. The results obtained were that the incorporation of the mixture increases the chemical properties of degraded agricultural soil, improving the physicochemical properties of the soil, such as pH at 7.8 (basic level), conductivity at 260.5 mS/m, organic matter at 2.62% (normal level), nitrogen at 0.13% (medium level), phosphorus at 88.85 ppm (high level), potassium at 2819.6 ppm (high level), and a CEC of 16.61 meq/100g (medium level). Concluding that the best dosage was 75 ml of the mixture for 21 days of treatment.

**Keywords:** Degraded soil, efficient microorganisms, *Cavia porcellus* fertilizer, sustainable agriculture.



## I. INTRODUCCIÓN

La contaminación del suelo es un problema global tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo (Sun et al., 2018, pág. 724). La degradación química del suelo como consecuencia de los diferentes procesos está afectando y restringiendo áreas dedicadas tradicionalmente a la agricultura y por consiguiente la posibilidad de obtener rendimientos óptimos y cultivar diversas especies vegetales; por ejemplo, Colombia se ha visto afectado en más de 600 mil hectáreas de cultivos agrícolas (Cardona et al., 2017, pág. 254).

El uso de fertilizantes de origen químico ha ido originando un impacto ambiental moderado, ocasionando la contaminación del agua, debido a prácticas agrícolas, ocasionado principalmente por la lixiviación de nitratos que se genera por lixiviación de aguas superficiales y subterráneas (González, 2019). Asimismo, se ha utilizado un número cada vez mayor de plaguicidas en la agricultura para proteger los cultivos de plagas, malezas y enfermedades, pero entre el 80 y el 90% de los plaguicidas aplicados afectan a la vegetación y permanecen como residuos de plaguicidas en el medio ambiente, lo que es potencialmente un grave riesgo para el ecosistema agrícola (Sun et al., 2018, pág. 240). Según una conferencia patrocinada por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), siendo los expositores Vergara & Maraux (2016), mencionaron indicadores que evidenciaban el impacto que se ha generado en los suelos, alrededor del mundo, mencionando que alrededor del 24% del territorio en el mundo se encuentra degradado en diferentes niveles, del cual, el 18% corresponde a terreno para cultivo; asimismo, más de 0,3 mil millones de ha de suelos en el Caribe y América Latina se han degradado, representando un importante pérdida ambiental y económica para la zona; y aproximadamente, el 50%, 48% y 18% del suelo de Mesoamérica, el Caribe y Suramérica respectivamente, presentan terrenos con elevada y alta severidad en la degradación de sus suelos.

Además, en la investigación de Quesada (2021), realizó un estudio en localidades del distrito de San Antonio y Mala, pertenecientes a la región de Lima; se evaluó el impacto que ha tenido la salinización en los suelos de estos distritos, mostrando

que entre el periodo 1976 y 2016, se llegó a perder 1 690,47 ha de cultivos. De igual modo, según lo mencionado por el INEI (2020), en el 2019, se aprovechó un total de 6 299 211 ha de suelo agrícola a nivel nacional, 181 019 hectáreas menos que el año anterior. Contando con un área de 43 571,18 Km<sup>2</sup>, del total de tierras, el 52% se considera terreno fértil para fomentar la labor agrícola y el 48% es tierra protegida, que no es idónea para la actividad y/o requieren de un tratamiento adecuado y especial para que se pueda utilizar. Perez (2016) señaló que nuestro país es uno de los países con menos tierras para cultivo, actualmente solo un 3.5% del área total es cultivable debido a las limitaciones de agua y calidad del suelo.

Esta investigación estuvo basada a partir de pruebas de laboratorio y análisis comparativo del suelo agrícola degradado antes y después de adicionarle el tratamiento a base de la mezcla de abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes. De lo mencionado anteriormente, se ha formulado el problema de investigación, ¿Cuál será el nivel de recuperación del suelo agrícola degradado en Ayacucho por el uso de abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes? y problemas específicos, ¿Cuáles serán las características físicas del suelo agrícola degradado en Ayacucho?, ¿Cuál será el cambio de las características químicas del suelo agrícola degradado en Ayacucho luego del tratamiento con abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes?, ¿Cuál de las tres dosis será la que más aporte en la recuperación del suelo agrícola degradado en Ayacucho?. Justificando, en cuanto al aspecto teórico estos abonos orgánicos no son nocivos, ni tóxicos, ni están genéticamente modificados, al contrario, son naturales y proporcionan un amplio beneficio, incluso disminuyendo el ataque a plagas, promueve el crecimiento de raíces y solubilizan nutrientes. Al aplicar los microorganismos eficientes se logra mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo contaminado (Kcana, Hardy). También, el uso de las enmiendas orgánicas (uso de microorganismos eficientes) tienen una relación directa con el incremento de las concentraciones de nutrientes N, P, K, esenciales para la mejora físico-química del suelo (Castillo, 2018). En el aspecto práctico, la investigación servirá como antecedente para otros estudios de similar índole o como posible propuesta de mejora para proyectos de fin socio ambiental. En el aspecto social, al mejorar las propiedades del suelo agrícola se espera mejorar los alimentos agrícolas generados de este, contribuyendo así a la producción de alimentos más orgánicos, ayudando a la alimentación de los

consumidores, ya que se estarán nutriendo adecuadamente. En el aspecto ambiental, se espera reducir el impacto negativo que ha ido generando el excesivo uso de fertilizantes químicos, los cuales han generado un impacto moderado en el medio ambiente, tal cual se menciona en la problemática, por lo cual, con este estudio, se contribuirá al desarrollo de nuevas formas de mejorar los suelos a través de medios renovables. Los biofertilizantes influyen y mejoran la fertilidad del suelo, tiene grandes potenciales de producción siendo beneficioso para los agricultores (Espejo y Siesquen, 2021).

Proponiendo como objetivo general, evaluar la recuperación del suelo agrícola degradado de Ayacucho utilizando abono de *Cavia porcellus* y los microorganismos eficientes; y como objetivos específicos, determinar las características físicas del suelo agrícola degradado en Ayacucho; evaluar las características químicas del suelo agrícola degradado luego del tratamiento con abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes en Ayacucho y por último, determinar cuál de las tres dosis aplicadas aportó más en la recuperación del suelo agrícola degradado en Ayacucho utilizando abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes. Asimismo, la hipótesis de la investigación es la siguiente, el abono de *Cavia porcellus* y los microorganismos eficientes tendrán una influencia positiva en la recuperación de los suelos agrícolas degradados de Ayacucho; y como hipótesis específicas, las cuales son: las características físicas del suelo determinan que necesita aporte de nutrientes; las características químicas del suelo agrícola degradado en Ayacucho mejoraron luego del tratamiento con abono de *Cavia porcellus* y los microorganismos eficientes, y por último, la dosificación del abono de *Cavia porcellus* y los microorganismos eficientes tienen diferente comportamiento en la recuperación del suelo agrícola degradado en Ayacucho.

## II. MARCO TEÓRICO

Los Efficient Microorganism (EM) o **microorganismos eficientes** son productos a base de formulaciones líquidas en donde están contenidas más de 80 especies de microorganismos, siendo anaeróbicas, aeróbicas y especies fotosintéticas siendo su principal propósito el coexistir como comunidad microbiana o para completarse. Se ha evidenciado que los EM tienen efectos beneficiosos para tratar aguas negras, procesar alimentos sin agroquímicos, reducir malos olores, manejar efluentes y desechos sólidos en el sector agropecuario, alimenticio, mataderos, fábricas de papel, municipalidades y otros (Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas, 2019).

Asimismo, el **abono de *Cavia porcellus* (cuy)**, se emplea para diversos beneficios, mayormente para fabricar abono orgánico, a causa de la gran cantidad de nutrientes que tiene. El abono de cuy, al igual que el del caballo, es uno de los mejores fertilizantes, teniendo como ventajas, que no genera olores pestilentes (por lo cual no atrae moscas), mejora las características biológicas y fisicoquímicas del suelo, mejora el rendimiento de la cosecha, mantiene la fertilidad del suelo, entre otros. Este abono resulta ser importante al aprovecharse de manera limpia en los cultivos, sin generar un impacto negativo. (Argueso, 2020, pág. 15)

Los bioestimulantes son una tecnología que han ganado importancia actualmente, según Peralta-Antonio et al. (2019), consiste en la mezcla de microorganismos y sustancias que benefician al crecimiento y producción de los cultivos.

Cui *et al.* (2021), realizaron una investigación respecto a la combinación entre el biocarbón y el EM teniendo como resultado que, aumenta significativamente en la germinación de la semilla, tamaño total de la planta, grosor del tallo, biomasa total y la absorción de nutrientes de la planta *S. cannabina* que fue su objeto de estudio. Incluso señalan la disminución del contenido de sal del suelo de manera eficiente y que la utilización de ambos podría ser una estrategia eficaz para mejorar la salinidad del suelo, mejorar la eficacia del suelo y promover la fertilidad de los cultivos. También, Espejo y Siesquen (2021), en su investigación sostuvieron como objetivo el determinar la recuperación de la fertilidad de un suelo franco degradado mediante la aplicación de un biofertilizante obtenido a partir de estiércol de cuy.

Para esto, aplicaron 3 dosis diferentes de biofertilizante: BF 0,1 L, BF 0,2 l y BF 0.3L. Sus resultados mostraron que la dosis de BF 0.3L fue más efectiva y obtuvo mejores valores de recuperación de N, P, K. Concluyeron que, el biofertilizante es eficaz para la recuperación de la fertilidad de un suelo franco degradado y puede ser muy utilizado por los agricultores por su fácil elaboración y por ser económicamente accesible. También, Liriano et al. (2021) en su investigación sostuvieron como propósito el incrementar el crecimiento y calidad de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum L.*) a través de los microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E. Consideraron 4 tratamientos. Emplearon un ANOVA y una prueba de Rangos Múltiples de Duncan. Obtuvieron que, la incorporación de ME y FitoMas-E tuvo efectos positivos en las plántulas de pimiento, la altura, el diámetro, longitud de la raíz, con un peso óptimo de hojas y raíces. También, Iriti et al. (2019), en su investigación se mencionó acerca de los efectos del tratamiento EM sobre la fluorescencia de clorofila, el rendimiento y el contenido de macronutrientes de plantas de frijol cultivadas en diferentes sustratos. Las plantas tratadas con EM mantuvieron una eficiencia fotosintética y un mayor rendimiento independientemente del sustrato. También, Calero et al. (2019) en su investigación se evaluó el efecto de las diferentes formas de aplicación de microorganismos eficientes (ME) sobre la productividad agrícola de dos cultivares de frijol, a los cuales se les aplicó 4 tratamientos. Se obtuvo que en las diversas formas de aplicación de ME mejoraron los indicadores de productividad agrónoma de los suelos (el número de hojas, la altura de las plantas, el número de vainas, el número de semillas por vaina, masa de las semillas y el rendimiento), sobre todo, el cuarto tratamiento, que fue el que ofreció resultados sobresalientes. Liriano et al. (2019) en su investigación se evaluó la incorporación de microorganismos eficientes (ME) sobre la producción de rábano y lechuga. Este estudio experimental se realizó durante 1 mes, evaluando 5 tratamientos. Concluyendo que, esta incorporación del ME generó efectos positivos, sobre todo el cuarto y quinto tratamiento que generó un mejor comportamiento productivo en los cultivos. Además, Sharma et al. (2017), en su investigación evaluaron los parámetros fisicoquímicos de los suelos preparados con compost de Microorganismos Eficientes (EM) y con una dosis media de fertilizantes químicos (lo recomendado), Obteniendo que, mejoró la actividad enzimática del suelo, humus del suelo, el nitrógeno disponible y el

contenido de carbono orgánico también aumentaron debido a la suplementación, lo que resultó en una mejor fertilidad del suelo, gracias a la aplicación del compost EM demostrando así su eficiencia. También, Belova y Protasova (2021), en su investigación mostraron que las preparaciones microbiológicas brindaron resultados confiables y significativos que indican la efectividad de la simbiosis leguminosa-rizobios: el tratamiento de plantas de *Pisum sativum* L. con preparaciones EM proporcionó una dinámica positiva pronunciada en el desarrollo de relaciones simbióticas entre las bacterias fijadoras de nitrógeno y las plantas de guisantes. Obteniendo que el aumento de la productividad de los guisantes se asocia con la estimulación del desarrollo de las plantas con sustancias biológicamente activas producidas por microorganismos. Asimismo, Estrada (2020) en su investigación sostuvo como objetivo determinar el efecto de diferentes abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de orégano en el distrito de San Luis-Ancash (2019), empleando el diseño de bloques completamente al azar, con 4 tratamientos y 4 repeticiones (testigo, guano de isla, abono vacuno y abono de cuy). Concluyendo que el tratamiento T3 (abono de cuy) tiene un índice de mayor rentabilidad (84.22 %) en comparación a los demás tratamientos. Ramos (2017) en su investigación señaló que los microorganismos eficientes ayudan a regular las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. También, Suaña (2019) en su investigación sostuvo como objetivo restaurar los suelos empobrecidos con salinidad por medio del lavado y aplicación de enmiendas orgánicas (estiércol de vacuno y cuy) en el centro poblado de Balsapata en la región de Puno. Las pruebas realizadas fueron mediante un diseño experimental completamente al azar (DCA) con dos factores, utilizando 9 macetas de 4 Kg, cada maceta contenía el tratamiento con diferentes variables; el primer testigo T1 estaba sin modificar, y los demás testigos contenían cantidades modificadas de abono de cuy. Considerando los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que la enmienda aplicada en cuanto a PSI se pudo reducir un 80% teniendo resultados favorables desde el T1, hasta el T9. Disminuyendo el contenido de sodio intercambiable en el suelo. Contreras y Urquiaga (2018), en su investigación sostuvieron como propósito el aprovechar residuos vegetales de áreas verdes del distrito Trujillo utilizando microorganismos eficientes (EM), generando biofertilizantes. Concluyendo que se obtuvo valores óptimos respecto al contenido de N, relación C:N, pH y CE, pudiendo deducir que

el biofertilizante cumple los niveles óptimos para ser utilizado, mostrando que se realizó el aprovechamiento correcto de los residuos vegetales.

De igual forma, Olivares (2019), en su trabajo de investigación titulada “Efecto de tres abono orgánicos en el cultivo del gladiolo (*Gladiolus* SP.) en la Comunidad de Trujipata-Abancay” mencionaron que la aplicación del estiércol de *Cavia porcellus* dio mejores resultados con respecto a la altura, número de flores, diámetro del tallo del gladiolo a comparación con el estiércol de *Gallus gallus domesticus* y el estiércol porcino siendo entonces una buena opción el abono de *Cavia porcellus* por dar mejores resultados el cual destacó.

Bases teóricas definiendo que el **suelo** forma una capa delgada de material en la superficie de la Tierra, jugando un papel fundamental en la regulación del flujo y la transferencia de masa y energía entre la litosfera, la biosfera, la hidrosfera y la atmósfera (FAO, 2016). Sustenta la vida en la Tierra al respaldar alrededor del 95% de la producción mundial de alimentos y brindar servicios eco sistémicos como la producción de biomasa, la filtración de contaminantes y la transferencia de masa y energía entre esferas (Ferreira et al., 2021). Sus propiedades y funciones están amenazadas por la sobreexplotación y degradación debido a un mal manejo, con impactos en su productividad biológica y económica, y a causa de los diferentes tipos de contaminación y propiedades del suelo (Xu, Chen y Li, 2018).

Asimismo, Raj et al. (2019), menciona que el suelo es el reservorio más grande de la tierra que tiene la capacidad de secuestrar y almacenar un millón de toneladas de carbono en el suelo y en la vegetación; ayuda a reducir el carbono atmosférico y minimizar el libre movimiento de varios gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo que forma la base del calentamiento global, que es una gran preocupación en la actualidad. En lo que respecta a los **suelos agrícolas**, según Joshi et al. (2019), estos están vinculados con la producción agrícola, los cuales dependen principalmente de la salud del suelo, que es una medida de un conjunto complejo de interacciones biológicas, químicas y físicas impulsadas por microorganismos. El uso de la tierra agrícola también puede interferir con los componentes biológicos del suelo a través del efecto de la labranza y el uso de fertilizantes y otros agroquímicos en los microorganismos del suelo. El tipo de suelo es un determinante vital de la fertilidad del suelo debido a sus propiedades

biológicas, químicas y físicas características. Sin embargo, la fertilidad del suelo de las tierras altas probablemente cambia debido a las diferentes prácticas de manejo agrícola, independientemente del tipo de suelo. (An investigation of upland soil fertility from different soil types, 2021 pág. 101). Siendo la **degradación del suelo**, un proceso de disminución de la función, calidad y productividad del suelo; por lo tanto, es necesario hacer uso de técnicas de manejo del suelo para prevenir su degradación (Rachman *et al.*, 2021). A su vez, Agbede y Oyewumi (2022) comentan que la erosión agrícola conduce a la degradación de las propiedades hidráulicas y afecta aún más el ciclo hidrológico de los agroecosistemas.

En esta investigación se consideró 2 categorías principales de degradación, la física y química, las cuales servirán como dimensiones de esta variable. La **degradación física**, en la cual generan alteraciones adversas en el suelo afectando sus capacidades físicas vinculadas al desplazamiento de agua, aire, nutrientes y crecimiento de raíces, estos procesos se suelen dar de superficialmente o en el nivel de la superficie del suelo, evidenciando habitualmente costras, sellamiento de la superficie y capas compactas; asimismo la erosión hídrica es de los procesos más usuales, a causa del inadecuado manejo y uso del agua (Chalise, Kumar y Kristiansen, 2019). Y la **degradación química**, la cual se genera debido a la acidificación y al agotamiento de nutrientes y de materia orgánica, ya que, gran parte de los productos alimenticios se expulsan siendo reemplazados por hidrógeno; en este tipo de degradación se encuentran varios procesos, uno de ellos es la contaminación del suelo, el cual usualmente se asocia con la contaminación hídrica de efluentes subterráneos y superficiales, el mal manejo de desechos y materias para la agricultura; asimismo, se encuentra la dosificación y salinización, las cuales aumentan las sales sódicas y potásicas en el suelo, incrementan los niveles de pH, deterioran cationes (como el calcio) que son importantes para su nutrición vegetal, entre otros (Evaluación de tres tipos de abonos verdes en la recuperación de suelos degradados de la parroquia Bolívar – Cantón Bolívar, 2018).

Respecto a los parámetros de la fertilidad del suelo que es la base de nuestra investigación tenemos; la **materia orgánica del suelo** juega un papel vital en el mantenimiento y mejora de muchas propiedades y procesos del suelo. Estos roles, que influyen en gran medida en las funciones del suelo, son un conjunto de



contribuciones específicas de diferentes componentes de la MOS. Las funciones del suelo, a su vez, normalmente definen el nivel de degradación del suelo, visto como cambios temporales cuantificables en un suelo que deterioran su calidad (Obalum et al., 2017). La materia orgánica del suelo es la proporción de un suelo en relación con su cobertura vegetal, pH y textura del suelo. Generando beneficios como capacidad para retener agua, buena aireación y estructura de las áreas agrícolas, ayuda a preservar la retención de nutrientes y protegiéndolo de la erosión (Andrades y Martínez, 2014) (Anexo 05). **La textura** viene a ser la magnitud, volumen de las partículas de la composición del suelo, donde la arena, la arcilla y limo determinan la clase textural del suelo donde son más afines. El suelo arcilloso retiene el agua y sus nutrientes habiendo poca aireación, siendo difícil de trabajar. El suelo franco cuenta con suficiente capacidad de conservación del agua y nutrientes, óptima aireación, las raíces penetran fácilmente a su vez es fácil de trabajar y el suelo arenoso; tiene baja fertilidad necesitando aportes de materia orgánica, reteniendo poca humedad. (Anexo 06). **El pH** del suelo es un parámetro que determina la condición y desarrollo, indica la capacidad de adsorción de los cationes, desarrollo de los microorganismos, la rapidez de humidificación y mineralización. A su vez permite saber qué tipo de fertilizante o abono requiere según el tipo de característica del suelo. Presenta diferentes características según la clasificación del suelo puede ser ácido, neutro y alcalino (Andrades y Martínez, 2014) (Anexo 07). **La conductividad eléctrica** permite hallar la salinidad del suelo, si este cuenta con una salinidad alta la vegetación no podrá desarrollarse correctamente por ello es importante realizar una buena interpretación de la CE. El Na, Ca, Mg, K son los cationes más importantes que dan origen a la salinidad del suelo **Andrades y Martínez (2014)** (Anexo 08). Los niveles de **potasio** en el suelo son muy importantes para el crecimiento y desarrollo de la vegetación, mejorando su productividad como en los frutos en relación con el sabor y peso como también en su fertilidad **Andrades y Martínez (2014)**. (Anexo 09). Una cantidad adecuada de **fósforo** en el suelo será beneficioso para la condición del suelo aportando en el crecimiento y desarrollo de la vegetación (Andrades y Martínez, 2014). (Anexo 10). **El carbonato de calcio** contiene un elemento fundamental llamada piedra caliza, la cual se encarga de neutralizar la acidez existente en el suelo y también suministra calcio. (Andrades y Martínez, 2014) (Anexo 11). El **CIC** del suelo es la cantidad de

cargas negativas que se encuentran presentes en los minerales, materia orgánica, el nivel de CIC indica la capacidad que tiene el suelo de mantener cationes, nutrientes, pH y su disponibilidad para el desarrollo de las plantas (Andrades y Martinez, 2014). (Anexo 12).

Asimismo, Ab, Syed y Mangala (2016), mencionan que son una mezcla de organismos que tiene una acción revitalizante en humanos, animales y el medio ambiente natural. Las principales especies incluidas en ME son las bacterias del ácido láctico, las bacterias fotosintéticas, las levaduras, los actinomicetos y los hongos. Los EM mejoran el rendimiento y crecimiento de los cultivos aumentando la fotosíntesis, produciendo sustancias bioactivas como hormonas y enzimas, controlando las enfermedades del suelo y acelerando la descomposición de los materiales de lignina en el suelo.

De acuerdo con lo mencionado por Barreros (2017) menciona que el estiércol es el desecho (excremento) que se genera después de la digestión que los alimentos que los animales consumen; habitualmente un 60% a un 80% de lo que come el animal lo desecha como estiércol. Su calidad depende de la clase o grupo a la cual pertenece el animal, el tipo de cama y la manipulación que se le dé antes de aplicarlo.

Los estiércoles optimizan las propiedades biológicas y fisicoquímicas del suelo, con el fin de conseguir una mayor mejora, se debe aplicar después de ser fermentados o descompuestos, especialmente cuando el suelo tiene una humedad óptima. Asimismo, el abono de *Cavia porcellus* es eficiente para la recuperación de la fertilidad del suelo y de esta manera influye positivamente a la sostenibilidad de este recurso de acuerdo a lo señalado por Espejo et al., (2021).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo **aplicada** ya que se dirigió a determinar a través del conocimiento científico, los medios (metodologías, protocolos y tecnologías) por los cuales se puede cubrir una necesidad reconocida y específica (Concytec, 2018). Por ello, este trabajo de investigación planteó brindar una alternativa sostenible para la recuperación de suelos agrícolas degradados a través de abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes.

El diseño de la investigación fue de tipo cuasi experimental, porque se manipuló las variables para la comprobación de los conocimientos desconocidos, mediante trabajos sistemáticos que se encargan de aprovechar conocimientos obtenidos durante el desarrollo (Nieto, 2018).

#### 3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes.

Variable dependiente: Suelo degradado.

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

En este estudio, la **población** estuvo constituida por el suelo agrícola degradado de Ayacucho, el cual cuenta con 120 m<sup>2</sup> de superficie.

Asimismo, la **muestra** se realizó en una parcela experimental de 14 m<sup>2</sup> en La Vega, Ayacucho. Respecto a los puntos de extracción se tuvo como un referente a la Guía para Muestreo de Suelos (MINAM, 2014). Se ejecutaron cinco puntos de extracción, obteniendo 10kg del suelo agrícola degradado.

Criterios de Inclusión: Suelos agrícolas degradados de Ayacucho.

Criterios de Exclusión: Residuos orgánicos e inorgánicos y suelos con lodo que puedan perjudicar los análisis del laboratorio.

### 3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

#### ***Técnicas de recolección de datos.***

Para el desarrollo de esta investigación se consideró las siguientes técnicas:

- Observación de campo: Esta técnica permitió el registro de las características visibles que puede presentar los elementos de estudio que pueden ser de influencia en su comportamiento.

#### ***Instrumentos de recolección de datos.***

Para el desarrollo de esta investigación se consideró las siguientes herramientas:

- Ficha de registro de datos: Se realizó una ficha de registro de las características físicas-químicas del suelo y una ficha de la ubicación del lugar de estudio, el cual se puede visualizar en el Anexo 03 y Anexo 04. La validación se hizo a través del juicio de expertos el cual se puede visualizar en el Anexo 13. A continuación en la Tabla 1 se muestra el porcentaje de validación por los expertos.

*Tabla 1. Porcentaje de validación por los expertos*

N°	Doctores expertos	Institución	Porcentaje de validación
1	Dr. Horacio Acosta Suasnabar	Universidad Cesar Vallejo	85%
2	Dra. Castro Tena Lucero Katherine	Universidad Cesar Vallejo	85%
3	Dra. Güere Salazar Fiorella Vanessa	Universidad Cesar Vallejo	87.5%
PROMEDIO DE VALIDACIÓN			85.8%

### 3.5. Procedimientos

Para poder obtener los datos necesarios para los resultados, se empleó el siguiente proceso visible en la Figura 1. Flujograma de procedimiento del estudio.

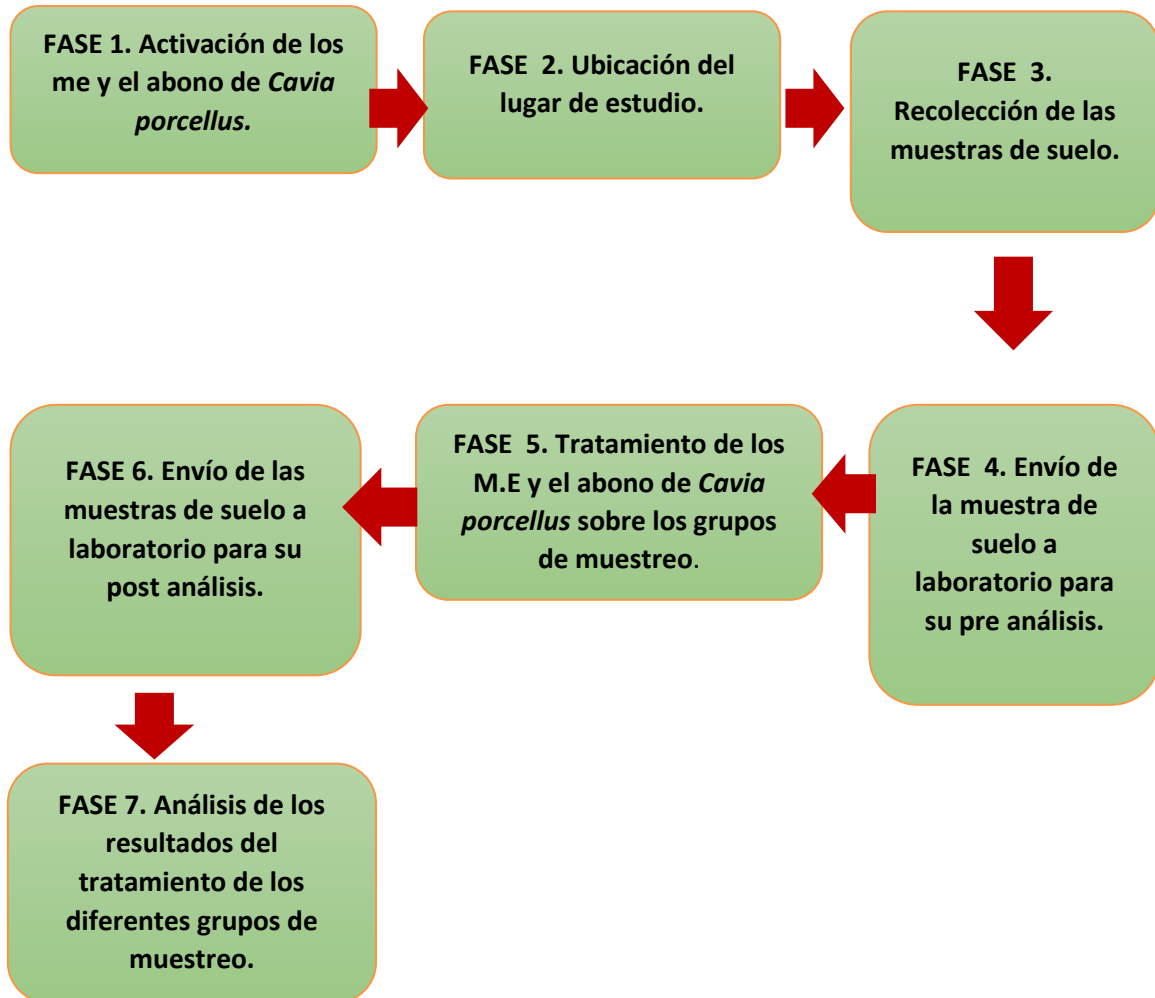


Figura 1. Flujograma de procedimiento del estudio.

#### Fase 1. Activación de los ME y el abono de *Cavia porcellus*

Se recolectó abono de cuy de los criadores cercanos a la zona, recolectando un total aproximado de 2 kg de abono, asimismo en lo que respecta a los microorganismos eficientes, se compró una botella de 1 L, melaza 1L para

luego mezclarlas en 18 litros de agua sin cloro, la cuales tuvieron dos semanas de activación, obteniéndose 20 litros de microorganismos eficientes activados.

Luego se dispuso 10 litros de microorganismos eficientes con 2kg de abono de cuy para después aplicarlas en dosis de 25 ml, 50 ml, 75 ml en cada grupo muestral visibles en la Figura 2, señalando la dosificación de los grupos experimentales.

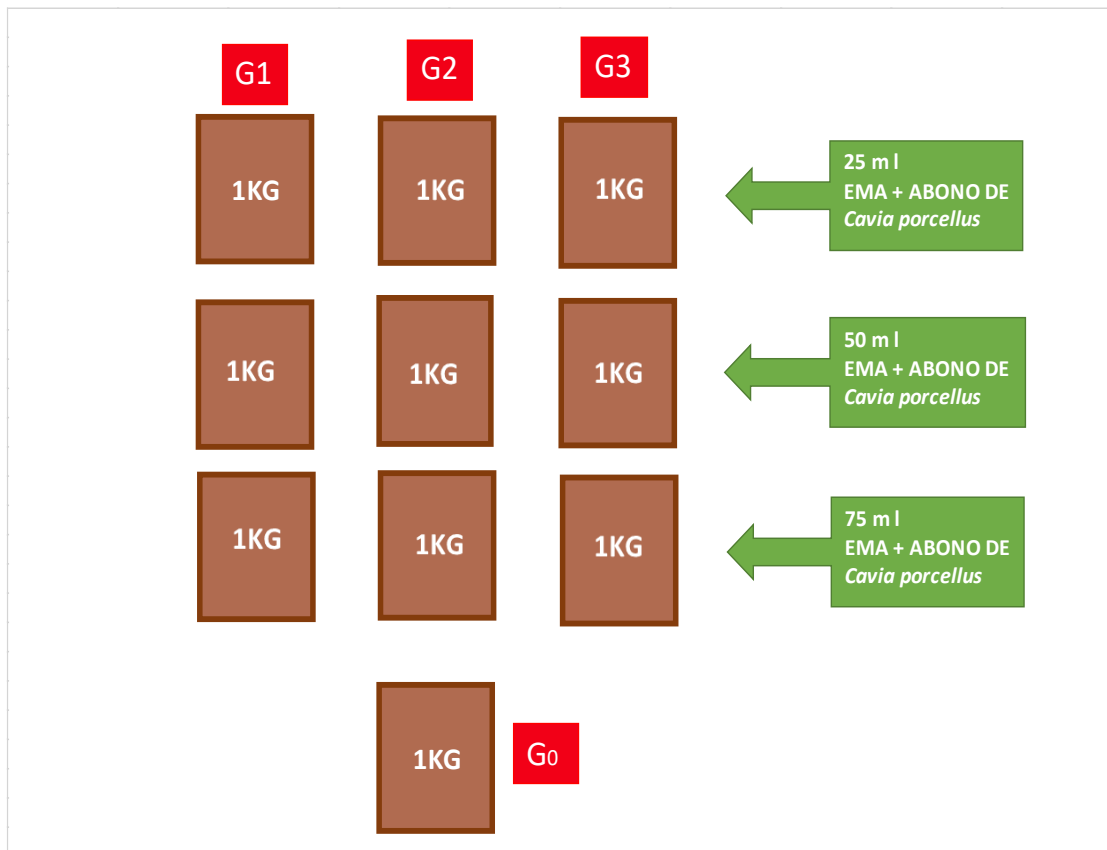


Figura 2. Dosificación de los grupos experimentales.

## Fase 2. Ubicación de la zona de estudio

La zona de estudio está ubicada en La Vega, Ayacucho.

UTM: 585698.965E

8560096.375N

### **Fase 3. Recolecciones de las muestras de suelo**

Para ello se realizó una extracción de diversas muestras a lo largo del suelo agrícola degradado de Ayacucho teniendo en cuenta la guía de muestreo de suelo de la MINAM 2014, en el cual se retiró un aproximado de 0,5 – 1 kg de tierra por muestra.

#### ***Caracterización fisicoquímica del suelo adicionando el abono de cuy y microorganismos eficientes***

Para ello, se hizo uso de laboratorios en los cuales, se evaluaron las propiedades físicas (textura, CIC) y las propiedades químicas (C.E, M.O, N, P, K, CaCo<sub>3</sub>, pH), realizando una comparación entre las propiedades del suelo agrícola degradado antes y después de adicionarle el abono, con la finalidad de obtener una mejora en las propiedades del suelo.

#### **3.6. Método de análisis de datos**

Se utilizó un programa estadístico informático IBM SPSS para el análisis de la información recolectada. Se emplearon técnicas estadísticas, como la prueba de normalidad, también el análisis de varianza ANOVA, el cual se utilizó para verificar si las medias de tres grupos o más diferentes entre ellos.

#### **3.7. Aspectos éticos**

La ética es un aspecto importante a tener en cuenta en el desarrollo de cualquier investigación, y este estudio no es ajeno a ello, es por ello, que se el proceso de recolección de información se llevó a cabo considerando el Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo (2020). Se usó el Turnitin como software de antiplagio, según la RVI N° 116-2021-VI-UCV que establece que el índice de similitud debe ser igual o menor al 25%.

#### IV. RESULTADOS

##### Características físicas en la zona de estudio Ayacucho

De acuerdo a los objetivos planteados, se determinó las características físicas del suelo degradado de Ayacucho, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2. Características físicas iniciales del suelo de Ayacucho

Características	Cantidad	Unid
Arena	58.56%	%
Limo	26.72%	%
Arcilla	14.72%	%
Clase Textural	Franco Arenoso	-

Elaboración propia.

En lo que respecta a la tabla 2, se evidenció el análisis de textura realizado en el suelo, en donde se visualizó que el suelo es 58.56% arena, es 26.72% limo, y 14.72% arcilla, determinando que el suelo es de clase franco arenoso, debido al elevado nivel de arena.

##### Estudio inicial de las características químicas en Ayacucho

Para el tratamiento con abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes se consideró una mezcla de 2 kilogramos de abono de *Cavia porcellus* y 10 litros de microorganismos eficientes, estableciendo 3 dosis, una de 25 mililitros, otra de 50 mililitros y la última de 75 mililitros, en cada una de las 3 repeticiones, asimismo, se consideró 3 grupos experimentales, en el primero se analizó el efecto de la mezcla en los parámetros fisicoquímicos del suelo a los 7 días de haber sido incorporados, el segundo a los 14 días, y el tercero a los 21 días.



*Tabla 3. Características químicas iniciales del suelo de Ayacucho*

<b>Ensayo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
pH	8.67	-
Conductividad	0.37	dS/m
Materia Orgánica	1.79	%
Nitrógeno	0.09	%
Fósforo	23.13	ppm
Potasio	541.13	ppm
Carbonatos	11	%
CIC	13.21	meq/100g

Elaboración propia.

En la tabla 3, se visualizó que el suelo muestra un pH de 8.67, el cual se interpreta que tiene un pH alcalino, en lo que respecta a la conductividad, se obtuvo una conductividad de 0.37 dS/m, significando que es un suelo muy ligeramente salino, en lo que respecta a la materia orgánica, se obtuvo un porcentaje de 1.79%, teniendo un nivel bajo de materia orgánica, en lo que respecta al nitrógeno, se obtuvo un porcentaje de 0.09%, respecto al fósforo, se determinó un nivel de 23.13 ppm, evidenciando que hay altos niveles de fósforo en el suelo, al igual que en el ensayo de potasio, en donde se evidenció niveles muy altos de potasio alcanzando las 541.13 ppm, y por último, en los carbonatos, se obtuvo un porcentaje de 11%, es decir un nivel normal. Asimismo, dentro de las características químicas se mostró que la capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue de 13,21 meq/100g, teniendo una clasificación media, considerando que este indicador se relaciona con la cantidad de arcilla y materia orgánica que tenga el suelo.

## **Análisis de las características químicas del suelo agrícola degradado en Ayacucho luego del tratamiento con abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes**

En la tabla 4, se analizó las características químicas en cada una de las repeticiones, obteniendo lo siguiente:

*Tabla 4. Características químicas del suelo luego de 7 días del tratamiento en abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes*

Parámetros químicos	Unidad	G1		
		R1	R2	R3
pH	-	8.21	8.23	8.29
Conductividad	mS/m	50.6	87.8	151.8
Materia Orgánica	%	1.68	1.79	2.14
Nitrógeno	%	0.08	0.09	0.11
Fósforo	ppm	15.14	21.44	38.83
Potasio	ppm	636.4	743.02	756.03
Carbonatos	%	11	11	10.5
CIC	meq/100g	15.53	14.87	13.22

Elaboración propia.

En la tabla 4, se evidenció una reducción del pH, obteniéndose en el estudio inicial un pH alcalino (8.67) y en las repeticiones un pH básico de (8,21 a 8,29); sin embargo, según lo mencionado por Andrades & Martinez (2014) lo ideal es que el suelo tenga un pH neutro, siendo este el nivel óptimo para gran parte de los cultivos agrícolas, debido a su mejor asimilación de los nutrientes. En lo que respecta a la conductividad, se evidenció que, a los 7 días, se obtuvo una conductividad 50.6 mS/m para la incorporación de 25 ml de la mezcla, de 87.8 mS/m para los 50 ml, y de 151.8 al incorporar los 75 ml, esto mostró que al incrementar la dosis de abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes, incrementan los niveles de

salinidad, llegando a alcanzar una conductividad muy ligeramente salina, lo cual, está dentro de los parámetros óptimos. En lo que respecta a materia orgánica, se mostró que se obtuvieron niveles normales, en la primera, segunda y tercera repetición, 1.68%, 1.79% y 2.14% respectivamente, y al compararlo con el nivel obtenido en el suelo sin ningún tratamiento, se interpretó que no hubo una variación significativa. En lo que respecta a los niveles de nitrógeno, se consideraron los parámetros establecidos en la NORMA Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, y en base a ello, se interpretó que en las primeras 2 repeticiones, se obtuvo un nivel de nitrógeno bajo (0.08% y 0.09% respectivamente), similar al nivel obtenido en el análisis inicial del suelo, y en la tercera dosificación, se obtuvo un nivel medio (0.11) evidenciando una mejora de este indicador. En lo que respecta a los niveles de fósforo, se obtuvo un nivel bajo en la primera y segunda repetición, esto empleando el método Mehlich 3, y un nivel medio en la tercera repetición. En lo que respecta a los niveles de potasio, se evidenció que en las 3 repeticiones se obtuvo un nivel alto, al superar las 296 ppm. Y en lo que respecta a la capacidad de intercambio catiónico (CIC), hubo un incremento, sobre todo en la R1 aumentando a un 15.53 meq/100g, manteniéndose en un nivel medio, respecto a R2 se tuvo un 14.87 meq/100g y una disminución en R3 de 13.22. Por último, al analizar los carbonatos que se obtuvieron en cada una de las repeticiones, se obtuvo un nivel normal, obteniendo entre 10.5% y 11%, en donde hubo gran similitud a lo obtenido en el análisis del suelo sin ningún tipo de tratamiento. Concluyendo que, en el grupo experimental 1, la mejor dosificación fue la de 75 ml de mezcla entre el abono de *Cavia porcellus* y los microorganismos eficientes, al haber mostrado una mejora en los niveles de nitrógeno, fósforo, materia orgánica y potasio.

*Tabla 5. Características químicas del suelo luego de 14 días del tratamiento con abono de Cavia porcellus y microorganismos eficientes*

Parámetros químicos	Unidad	G2		
		R1	R2	R3
pH	-	8.39	8.15	8.09
Conductividad	mS/m	250	158.05	144.2

Materia Orgánica	%	1.9	2.0	2.07
Nitrógeno	%	0.10	0.10	0.10
Fósforo	ppm	82.5	56.9	47.57
Potasio	ppm	1740.7	1863.3	1697
Carbonatos	%	10.5	9.75	9.25
CIC	meq/100g	10.31	12.74	11.72

Elaboración propia.

En la tabla 5, se analizaron las características químicas del suelo luego de 14 días de haber sido tratado. Obteniendo lo siguiente, en lo que respecta al pH, se mostró que aún se mantiene en un nivel básico, sin embargo, el que tiene una tendencia menor es la repetición 3 (75 ml) con 8.09 de pH. En lo que respecta a la conductividad, se obtuvo un nivel muy ligeramente salino, a excepción de la primera repetición (25 ml) en donde se incrementó a 250 mS/m obteniendo un nivel ligeramente salino. En lo que respecta a la materia orgánica, se observó que la primera repetición (25 ml) de 1.9 se obtuvo un nivel bajo, y en la segunda y tercera repetición se obtuvo un nivel normal, de 2.00% y 2.07% respectivamente. En lo que respecta al nivel de nitrógeno, en ambas repeticiones se obtuvo la misma cantidad (0.10%) interpretándose como un nivel medio. En lo que respecta a los niveles de fósforo, en la primera repetición se obtuvo un nivel alto (82.5 ppm) a diferencia de las otras repeticiones en donde se obtuvo un nivel medio (56.9 ppm en la segunda y 47.57 ppm en la tercera). En lo que respecta a los niveles de potasio, se mostró que hubo un gran incremento en las ppm, manteniéndose en un nivel alto. Y por último en los carbonatos, en la primera repetición se obtuvo un nivel normal (10.5%), y en las otras repeticiones, se obtuvo un nivel bajo al ser inferior a los 10% de los carbonatos. en lo que respecta a la capacidad de intercambio catiónico (CIC), a los 14 días hubo una reducción, sobre todo en la R1 que tuvo un 10.31 meq/100g, el R2 tuvo un 12.74 meq/100g y el R3 tuvo un 11.72 meq/100g. En conclusión, la repetición que obtuvo mejores parámetros químicos a los 14 días del tratamiento fue la tercera repetición.

Tabla 6. Características químicas del suelo luego de 21 días del tratamiento con abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes

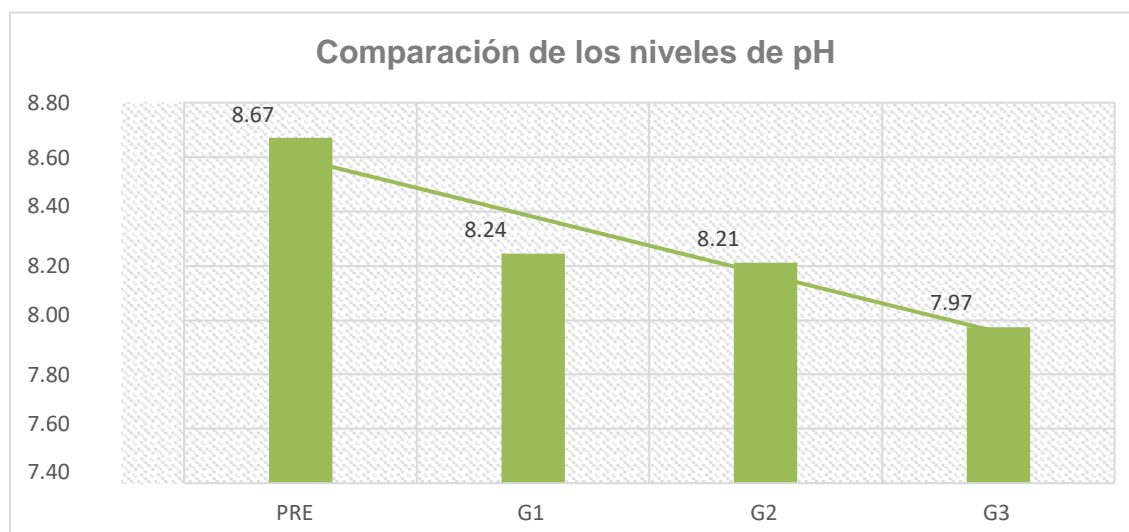
Parámetros químicos	Unidad	G3		
		R1	R2	R3
pH	-	7.8	8.1	8.02
Conductividad	mS/m	175.2	235	260.5
Materia Orgánica	%	2.1	2.6	2.62
Nitrógeno	%	0.1	0.13	0.13
Fósforo	ppm	64.59	68.07	88.85
Potasio	ppm	1889.0	2551.8	2829.6
Carbonatos	%	13.75	11.25	9.5
CIC	meq/100g	14.96	15.81	16.61

Elaboración propia.

En la tabla 6, se analizaron las características químicas del suelo luego de 21 días de haber sido tratado. Obteniendo lo siguiente, en lo que respecta al pH, se obtuvo un nivel básico en las 3 repeticiones, siendo la primera repetición (25 ml) la que más se acercó a tener un nivel neutro (7.8). En lo que respecta a la conductividad un nivel ligeramente salino en la segunda y tercera repetición con 235 mS/m y 260.5 mS/m respectivamente, y en la primera repetición se obtuvo un nivel muy ligeramente salino con 175.2 mS/m. En lo que respecta a la materia orgánica, se obtuvo un nivel normal en la primera, segunda y tercera repetición con 2.10%, 2.60% y 2.62% respectivamente, siendo la de mejor porcentaje la de la tercera repetición (75 ml). En lo que respecta a los niveles de nitrógeno, en la primera repetición se mantuvo el 0.10% medio, sin embargo, en la segunda y tercera repetición hubo un incremento a 0.13%, manteniéndose en un nivel medio. En lo que respecta a los niveles de fósforo, se mostró un nivel alto para todas las repeticiones, sobresaliendo la de la tercera repetición con un nivel de 88.85 ppm.

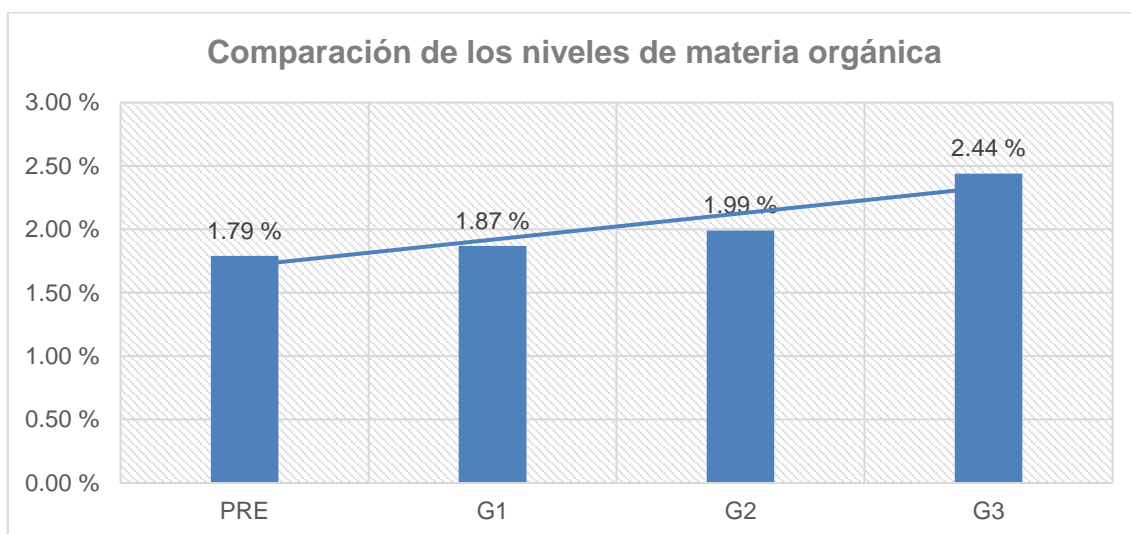
En lo que respecta a los niveles de potasio, se mostró que hubo un gran incremento en las ppm, manteniendo en un nivel alto, y siendo el de mejor cantidad el de la tercera repetición (75 ml). Y, por último, en lo que respecta al nivel de carbonatos, se obtuvo que en la primera y segunda repetición se mostró un nivel normal, con 13.75% y 11.25% respectivamente, solo en la tercera repetición se obtuvo un nivel bajo de 9.5%. en lo que respecta a la capacidad de intercambio catiónico (CIC), hubo un incremento del CIC en la R3 obteniendo un 16.61 meq/100g, mientras que en R1 se tuvo 14.96 meq/100g y en R2 se tuvo 15.81 meq/100g. En conclusión, a los 21 días de tratamiento en la segunda repetición se obtuvo un nivel óptimo, al igual que la tercera repetición, en esta última se visualizaron los mejores valores, lo único en el nivel de carbonatos, en donde se obtuvo un nivel bajo. Asimismo, se realizó la comparación de los grupos experimentales del pre y post test del pH (Fig 3), también la comparación de los grupos experimentales del pre y post test de la materia orgánica (Fig 4), y por último la comparación de los grupos experimentales del pre y post test del nitrógeno (Fig 5) y por último la comparación de los grupos experimentales del pre y post test del potasio (Fig 6), para finalmente saber en cuál de ellas hubo mejores resultados.

*Figura 3. Comparación del pH en el pre test y post test*



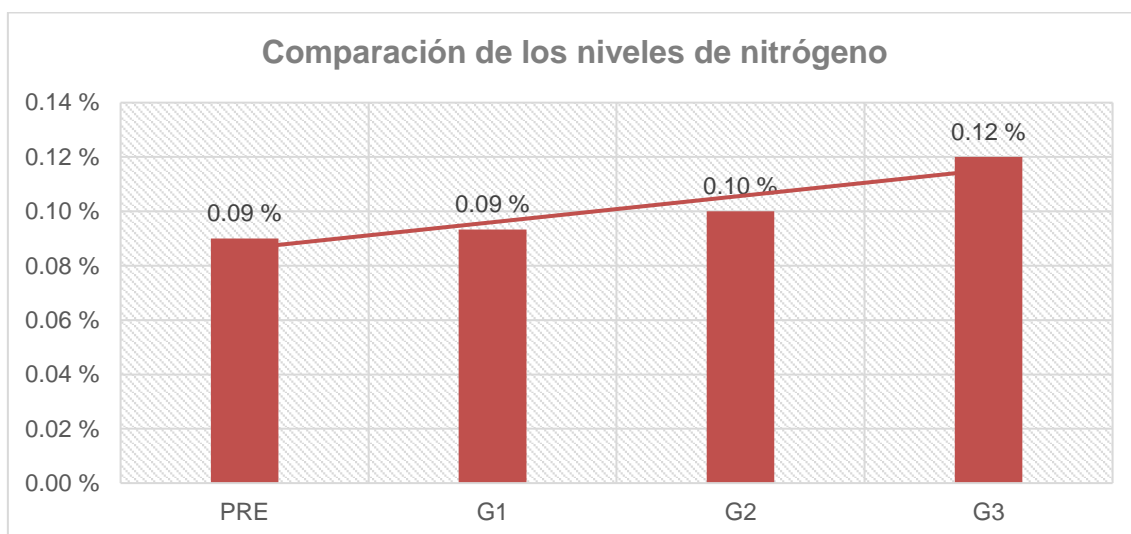
Elaboración propia

Figura 4. Comparación de la materia orgánica en el pre test y post test



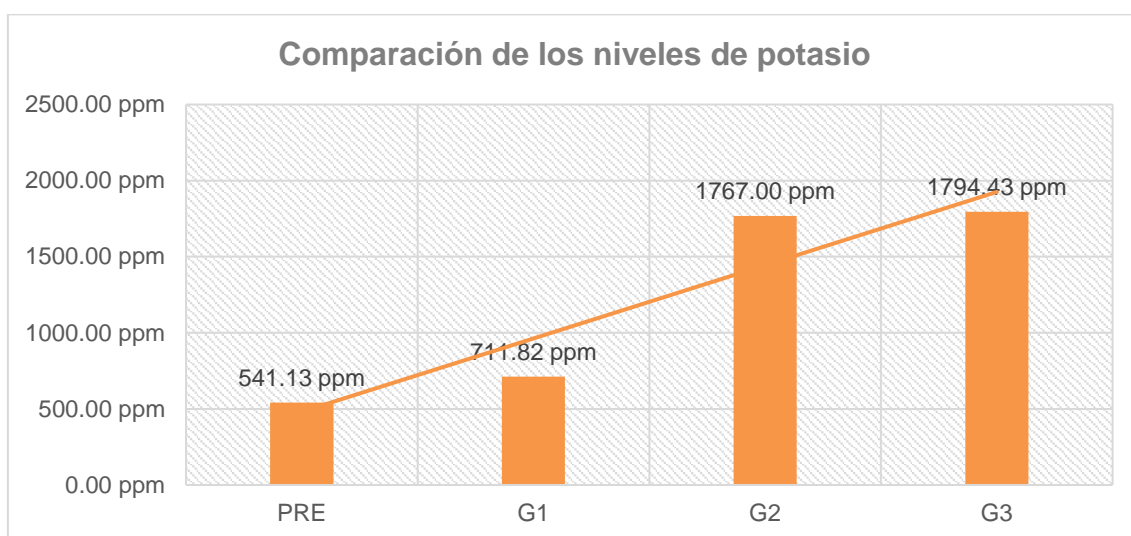
Elaboración propia

Figura 5. Comparación de los niveles de nitrógeno en el pre test y post test



Elaboración propia

Figura 6. Comparación de los niveles de potasio en el pre test y post test



Elaboración propia

Finalmente, se establece que con la incorporación de los microorganismos eficientes y abono de *Cavia porcellus*, se mejoran las propiedades fisicoquímicas del suelo, sobre todo las químicas, obteniendo que la tercera repetición, la de 75 ml, es la óptima para mejorar encarecidamente las propiedades del suelo.

### Contrastación de hipótesis

Para determinar estadísticamente si existen diferencias significativas entre las dosis y los parámetros que determinan la fertilidad del suelo (Andrades & Martínez, 2014), se aplicó el análisis de varianza – ANOVA. Dicha prueba se presenta en la tabla 7.

H0: No existen diferencias significativas entre las dosis frente a los parámetros de fertilidad de suelo.

H1: Existen diferencias significativas entre las dosis frente a los parámetros de fertilidad de suelo.

Tabla 7. Análisis de varianza

Parámetro	Dosis	Grupo Experimental	Media	Desviación Estándar	F	Significancia (p)
Materia Orgánica	25 ml	G1	1,89	0,21	1,084	0,396
	50 ml	G2	2,13	0,42		



	75 ml	G3	2,27	0,29		
Fósforo	25 ml	G1	54,07	34,88	0,083	0,922
	50 ml	G2	48,80	24,34		
	75 ml	G3	58,41	26,71		
Potasio	25 ml	G1	1422,03	684,40	0,129	0,881
	50 ml	G2	1719,37	912,93		
	75 ml	G3	1760,87	1038,25		
pH	25 ml	G1	8,13	0,30	0,018	0,982
	50 ml	G2	8,16	0,06		
	75 ml	G3	8,13	0,14		
Conductividad	25 ml	G1	158,60	100,73	0,103	0,904
	50 ml	G2	160,28	73,62		
	75 ml	G3	185,50	65,06		
Carbonatos	25 ml	G1	11,75	1,75	2,176	0,195
	50 ml	G2	10,66	0,80		
	75 ml	G3	9,75	0,66		
Nitrógeno	25 ml	G1	0,09	0,01	1,167	0,373
	50 ml	G2	0,10	0,02		
	75 ml	G3	0,11	0,015		

Elaboración propia

Se observa que  $p > 0,05$  en todos los parámetros, por lo tanto, no se rechaza  $H_0$  y se afirma que, no existen diferencias significativas entre las dosis de EM frente a los parámetros de fertilidad de suelo.

H<sub>0</sub>: Los valores de los parámetros que determinan la fertilidad del suelo, siguen una distribución normal.

H<sub>1</sub>: Los valores de los parámetros que determinan la fertilidad del suelo, no siguen una distribución normal.

*Tabla 8. Shapiro-Wilk - Prueba de normalidad Pre y Post test*

Parámetros	Prueba	gl	G1		G2		G3	
			Shapiro - Wilk					
			Estadístico	Sig. (p)	Estadístico	Sig. (p)	Estadístico	Sig. (p)
Materia Orgánica	Pre	3	0,175	0,441	0,175	0,806	0,196	0,878
	Pos	3	0,297		0,213		0,373	
Fósforo	Pre	3	0,175	0,996	0,175	0,498	0,175	0,878
	Pos	3	0,285		0,285		0,337	
Potasio	Pre	3	0,175	0,19	0,175	0,489	0,175	0,17
	Pos	3	0,349		0,287		0,353	
pH	Pre	3	0,276	0,537	0,276	0,363	0,276	0,497
	Pos	3	0,292		0,314		0,285	
Conductividad	Pre	3	0,276	0,537	0,301	0,231	0,219	0,564
	Pos	3	0,236		0,341		0,27	
Carbonatos	Pre	3	0,253	0,637	0,175	0,78	0,253	0,806
	Pos	3	0,385		0,219		0,213	
Nitrógeno	Pre	3	0,238	0,702	0,191	0,9	0,269	0,567
	Pos	3	0,253		.		0,385	

Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior, se evidenció que, para los distintos parámetros y empleando la prueba de Shapiro-Wilk en la tabla 8, resultaron tener

un nivel de significancia mayor a 0.05, lo que indica que, tanto el Pre-Test y Post-Test siguen una distribución normal.

## V. DISCUSIÓN

En lo que respecta al pH, se obtuvo en el análisis inicial (sin tratamiento) un nivel alcalino con 8.67, asimismo, se analizó este indicador en cada una de las repeticiones de los grupos experimentales (G1, G2 y G3), en donde se obtuvo un nivel básico en todos; sin embargo según lo que menciona Andrades y Martínez (2014), lo ideal es que el pH sea neutro, ya que, esto facilita la asimilación de los nutrientes en los cultivos. A su vez, en la investigación de Ramos (2017), en donde se evaluó el efecto de los microorganismos eficientes en la fertilidad del suelo, en donde se obtuvo un nivel neutro de pH en todas las evaluaciones, sin generarse cambios significativos en este indicador. Al igual que la investigación de Kcana (2021, p.55) en donde se analizó el efecto de los microorganismos eficientes en la recuperación de un suelo, obteniendo en su análisis inicial (pre test) un pH de 8.09 estando dentro del nivel básico, y después del tratamiento se mantuvo este nivel, obteniendo en el post test 7.89.

En lo que respecta a la conductividad, se obtuvo un nivel muy ligeramente salino en la evaluación inicial (pre test) con un 37.00 mS/m; y con la incorporación del abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes se mejoró este indicador, obteniendo en la tercera repetición del G3 un 260.5 mS/m con un nivel ligeramente salino. Según lo mencionado por Andrades y Martínez (2014), este parámetro representa las sales solubles en menor y/o mayor proporción, lo ideal es que no sean salinas, ni muy salinas, ya que pueden alcanzar un límite en el que la vegetación no puede subsistir. A su vez, en la investigación de Kcana (2017, p.55), se obtuvo un incremento significativo, obteniendo en el pre test un valor de 0.46 dS/m, y en el post test, un valor de 5.92 dS/m. Sin embargo, en la investigación de Ramos (2017, p.74), no se obtuvo un cambio significativo, obteniendo en el pre test un valor de 3.86 mS/cm, y en el post test un valor de 3.96 mS/cm en el grupo experimental G1, reduciéndose en el grupo experimental G2.

Analizando a la materia orgánica, Andrades y Martínez (2014), mencionaron que este parámetro en niveles óptimos protege al suelo frente a la erosión, incrementa la capacidad de retención de agua y la aireación del suelo, siendo un importante indicador para evaluar la fertilidad del suelo. En la presente investigación en el

análisis inicial (pre prueba) se obtuvo un 1.79% de materia orgánica, siendo este un nivel bajo, llegando a alcanzar un nivel normal de 2,625 tras la incorporación de 75 ml de abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes (tercera repetición) a los 21 día de haber sido incorporados (post prueba). Asimismo, en la investigación de Ramos (2017), se obtuvo en el análisis del grupo control (sin tratamiento) se obtuvo un nivel de 1.57% (pre prueba), incrementando a 3.46% de materia orgánica (post prueba). Lo mismo ocurrió en la investigación de Kcana (2021, p.55), en donde se evidenció un incremento de la materia orgánica tras la incorporación de microorganismos eficientes, obteniendo en el pre test un valor de 2.05%, y después del tratamiento se obtuvo una mejora del. 7.71%.

Por consiguiente, al evaluar los niveles de nitrógeno, se empleó la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, obteniendo un nivel bajo en el análisis inicial (pre test) de 0.09%, incrementando tras la incorporación de abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes, sobre todo tras 21 días después del tratamiento en donde se obtuvo un nivel de nitrógeno medio, alcanzando en la tercera repetición un 0.13%, siendo este un importante indicador, ya que representa parte de la clorofila que genera el cultivo, siendo el responsable de la formación de los granos, el alargamiento, la producción de hojas y tallos, entre otros.

En lo que respecta a los niveles de fósforo, este indicador fue de vital importancia para el análisis de recuperación de suelos, ya que, según lo mencionado por Andrades y Ramírez (2014, p.21), este ayuda al adecuado desarrollo de las raíces, acelera la maduración de los frutos, estimula el crecimiento, beneficia a la floración, y muchas veces el dulzor del fruto depende de la cantidad de fosfatos que se encuentren en el suelo. Por lo cual, en la presente investigación, al realizar el análisis inicial del suelo (pre test), se obtuvo un nivel bajo con 23.13 ppm, esto siguiendo el método Mehlich 3; asimismo, tras la incorporación de abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes, se evidenció una mejora en lo que respecta a este indicador, llegando a alcanzar 88,85 ppm, en la tercera repetición (75 ml) tras los 21 días de tratamiento, siendo considerado este como un nivel alto. Se obtuvo un resultado similar, en la investigación de Kcana (2021, pag.56,58), obteniendo un valor inicial de fósforo de 18.5 ppm, y después del tratamiento con microorganismos eficientes incrementó ese valor a 124.98 ppm. De igual forma, en

la investigación de Ramos (2017, pag. 74), se evidenció un nivel de fósforo inicial de 48.57 ppm (pre test), para luego obtener como valor máximo 71.40 ppm de fósforo (post test) en el segundo grupo experimental, tras la incorporación de microorganismos eficientes.

Además, en los niveles de potasio, se obtuvo se obtuvieron niveles altos inclusive en la evaluación inicial (pre test), llegando a obtener en promedio en el G3 alrededor de 1794.43 ppm. Según lo que menciona Andrades y Ramírez (2014), este es un indicador positivo, ya que, ayuda a la formación de hidratos de carbono, incrementa la resistencia de las plantas antes las heladas y sequías, entre otros factores. A su vez, en la investigación de Espejo et al. (2021), en donde se determinó la recuperación de la fertilidad de un suelo franco degradado mediante la aplicación de un biofertilizante obtenido a partir de estiércol de cuy, un nivel de potasio de 385.90 mg/kg en la repetición de 0.3L de biofertilizante.

Y para finalizar con el análisis químico, se analizó el porcentaje de carbonatos que se evidenció en los suelos, obteniendo en el análisis inicial de los suelos (pre test) un nivel de 11%, el cual se interpretó como un nivel normal; y tras la incorporación de abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes, se obtuvo una leve mejora, incrementando a 13.75% el cual sigue estando dentro de un nivel normal, sin haberse generado un cambio significativo. Andrades y Ramírez (2014) mencionan que este parámetro representa la principal fuente de calcio en los suelos, además, se debe tener en consideración que la carencia de este puede generar suelos ácidos, pudiéndose incorporar sulfato cálcico ( $\text{CaSO}_4$ ) con el fin de incrementar el porcentaje de carbonatos, sin alterar los niveles de pH. En la investigación de Kcana (2021, p.38,44), se evidenció cierta similitud, ya que, en el análisis inicial se obtuvo un nivel de carbonato de calcio de 15.32%, y tras la incorporación de microorganismos eficientes, no se evidenció un cambio significativo, manteniendo su nivel de carbonatos entre 12.90% y 15.30%. Sin embargo, en la investigación de Ramos (2017), si se evidenció un cambio significativo, ya que en su estudio inicial (pre prueba), se obtuvo un nivel de 3.10%, incrementando a 10.16% en la segunda repetición del grupo experimental G2.

Por último, realizó el análisis de textura y de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), en donde se obtuvo una textura de clase franco arenoso y un CIC de 13,21

meq/100g en el estudio inicial (sin tratamiento), obteniendo después de incorporación de abono de *Cavia porcellus* y microorganismos eficientes, cambios poco significantes, manteniendo la clase y llegando a alcanzar un CIC de 16.61 meq/100g. Asimismo, Andrades y Ramírez (2014, p.18), mencionan que es importante considerar a la textura como propiedad de fertilización, ya que, ayuda de acuerdo a la clase de suelo se puede establecer si tiene una adecuada aireación, la capacidad de retención de nutrientes y la capacidad de retener agua. Comparando los resultados, con los de la investigación de Ramos (2017, p.74), si se llega a evidenciar un cambio significativo, porque en el estudio inicial se muestra un CIC de 11.68 meq/100g, y tras la ejecución del tratamiento, se incrementa este indicador a 25.66 meq/100g en el grupo experimental G2.

Asimismo, las fortalezas de la metodología empleada precisa una comparativa entre un antes y después de la incorporación del biofertilizante y determinó la existencia de una variación significativa en los parámetros de la fertilidad del suelo. Respecto a la relevancia de la investigación; el uso de este biofertilizante mejora las propiedades fisicoquímicas del suelo (Kcana, Hardy), incrementa las concentraciones de nutrientes N, P, K (Castillo, 2018), favorece el desarrollo de las actividades biológicas del suelo (Nath y Das, 2018), es eficiente para recuperar la fertilidad del suelo y de esta manera influye positivamente a la sostenibilidad de este recurso que es el sustento socioeconómico de los productores agrícolas (Espejo y Siesquen, 2021). Por ende, el uso de biofertilizantes es una alternativa eco amigable y potente que favorece a la agricultura de la severidad de diversas tensiones ambientales (Atieno et al., 2020). Respecto a las debilidades, el periodo de tiempo del tratamiento fue de duración corta por lo que no se pudo obtener una información amplia y más detallada. Sin embargo, es importante el aporte científico que brindó la investigación, ya que, esto servirá como guía o modelo para futuras investigaciones de similar índole, pudiéndose emplear como posible antecedente.

## VI. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, se puede concluir que, la incorporación del abono de *Cavia porcellus* y los microorganismos eficientes mejoraron las propiedades del suelo agrícola degradado en Ayacucho.

En cuanto a las características físicas del suelo en Ayacucho presentó una clase textural franco arenoso, señalando que tiene una mayor cantidad de partículas de arena.

En lo que respecta a las características químicas, se obtuvo una mejora del pH ya que en comparación con el estudio inicial se evidenció un pH de 8.67 y luego del tratamiento G3 se obtuvo un pH de 7.97; en la materia orgánica se obtuvo una mejora ya que el estudio inicial fue 1.79% y luego del tratamiento G3 se obtuvo 2.44%; con respecto al nivel de nitrógeno en el estudio inicial fue 0.09% y luego del tratamiento G3 se obtuvo 0.12%; respecto al CIC se obtuvo en el estudio inicial 13,21 meq/100gr (medio) y luego del tratamiento G3 se obtuvo 15.79 meq/100gr considerando que este indicador se relaciona con la cantidad de arcilla y materia orgánica que tenga el suelo.

Por último, se determinó que la mejor dosificación fue la de 75 ml de mezcla entre el abono de *Cavia porcellus* y los microorganismos eficientes a los 21 días de tratamiento, en la recuperación de suelo agrícola degradado al haber mostrado una mejora en los niveles de nitrógeno, fósforo, materia orgánica y pH.



## VII. RECOMENDACIONES

1. Emplear productos naturales y orgánicos, como el abono de *Cavia porcellus* y los microorganismos eficientes, con el fin de sustituir los fertilizantes químicos, contribuyendo así a la mejora y recuperación de los suelos degradados y la producción de cultivos agrícolas.
2. Aplicar la mezcla generada por el abono de *Cavia porcellus* y los microorganismos eficientes en los principales cultivos de Ayacucho.
3. Utilizar la mezcla generada por el abono de *Cavia porcellus* y los microorganismos eficientes en concentraciones y periodos de tiempo diferentes, para así obtener datos específicos respecto al desarrollo y rendimiento en los distintos cultivos de Ayacucho.
4. Analizar la influencia de la incorporación de este biofertilizante, en diversos periodos de tiempo, con el fin de evaluar en qué medida mejoran los parámetros fisicoquímicos a largo plazo, para demostrar que puede existir una recuperación superior a la que se encontró en esta investigación.

## REFERENCIAS

AB Muttalib [et al]. Application of Effective Microorganism (EM) in Food Waste Composting: A review. *Asia Pacific Environmental and Occupational Health Journal* [en línea] 2016, Vol. 2, n°1 págs. 37-47. [Fecha de consulta: 02 de octubre del 2021]. Disponible

en:[https://www.researchgate.net/publication/301897945\\_Application\\_of\\_Effective\\_Microorganism\\_EM\\_in\\_Food\\_Waste\\_Composting\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/301897945_Application_of_Effective_Microorganism_EM_in_Food_Waste_Composting_A_review)

AGBEDE, Taiwo y OYEWUMI Adefemi. Benefits of biochar, poultry manure and biochar–poultry manure for improvement of soil properties and sweet potato productivity in degraded tropical agricultural soils. s.l : *Resources, Environment and Sustainability* Agbede [en línea], Vol 7. March 2022.[Fecha de consulta: 1 de mayo del 2022]. Disponible

en:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666916122000068>

ISSN: 2666-9161.

ANDRADES, Maria Soledad y MARTÍNEZ, Elena. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 4ª ed. España. Logroño: Universidad de La Rioja, 2014. 20 pp.

ISBN:978-8495301536

ARGUESO, Irania Jeime. Niveles de estiércol compostado de (*Cavia porcellus*), en el rendimiento de coliflor (*brassica oleracea* L.) Cultivar Grafiti f1, en condiciones agroecológicas del distrito de Molino–Pachitea. Tesis (Titulación) Huánuco : Universidad Nacional Hermilio Valdizán, 2020.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13080/6179>

ATIENO, Mary et al. Assessment of biofertilizer use for sustainable agriculture in the Great Mekong Region, *Journal of Environmental Management* [en línea]. December 2020, vol. 275. [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2021].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111300>

ISSN: 0301-4797

BELOVA, T A, PROTASOVA, M V. Technology of effective microorganisms for the growth of agricultural plants of the Fabaceae family. *IOP Conference Series: Earth*

*and Environmental Science* [en línea]. Vol. 845. 2021. [Fecha de consulta: 09 de octubre del 2021]. Disponible en:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/845/1/012050>

ISSN: 1755-1315

BETANCOURT, Danilo, RODRÍGUEZ, Carlos y BENAVIDES, Olga L. Producción de un mejorador de suelos a partir de la transformación biológica de pulpa de café (*Coffea arabica*), cepa de plátano (*Musa paradisiaca*) y estiércol de cuy (*Cavia porcellus*). 2016, *Vitae*, supl. Supplement 1, Vol. 23, págs. S522-S525. [Fecha de consulta: 17 de octubre del 2021]. Disponible en:

<https://www.proquest.com/docview/1783661217>

ISSN: 01214004

CALERO, Alexander [et al.] Effect of different application forms of efficient microorganisms on the agricultural productive of two bean cultivars. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, [en línea]. 2018 Vol. 72, N°3 págs. 8927-8935. [Fecha de consulta:] Disponible en:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/76272>

ISSN: 0304-2847.

CARDONA, Willian Andres [et al.] Efecto de la salinidad sobre el crecimiento vegetativo de plantas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) micorrizadas y sin micorrizar. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* [en línea]. 2017, Vol. 11, N° 2, págs. 253-266. [Fecha de consulta: 03 de octubre del 2021].

Disponible en: <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i2.6109>

ISSN: 02422-3719

CARLOSAMA, Diana Paola y JIMÉNEZ, Romina Alexandra. *Evaluación de tres tipos de abonos verdes en la recuperación de suelos degradados de la parroquia Bolívar – Cantón Bolívar*. Tesis (Titulación). Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte, 2018. Disponible en:

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8024>

CHALISE, Devraj, KUMAR, Lalit y KRISTIANSEN, Paul. Land Degradation by Soil Erosion in Nepal: A Review. *Soil Systems*, 2019, Vol. 3, n° 1. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2571-8789/3/1/12>

ISSN: 2571-8789

CONSECUENCIAS ambientales de la aplicación de fertilizantes. González, Paco. 2019. s.l. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2019. Disponible en: [https://www.bcn.cl/asesoriasparlamentarias/detalle\\_documento.html?id=74396](https://www.bcn.cl/asesoriasparlamentarias/detalle_documento.html?id=74396)

CONTRERAS, K V, DEL CARPIO, P M A y URQUIAGA, L S. Aprovechamiento de residuos vegetales de áreas verdes del distrito Trujillo utilizando microorganismos eficientes (EM) para producir biofertilizante. Tesis (Titulación) Trujillo: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/browse?type=author&value=Contreras+Jara%2C+Katherin+Victoria>

CUI, Qian. Biochar and effective microorganisms promote *Sesbania cannabina* growth and soil quality in the coastal saline-alkali soil of the Yellow River Delta. *Science of the Total Environment* [en línea]. Vol 756. February 2021. [Fecha de consulta: 01 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720373320?via%3Dihub>

ISSN: 0048-9697

ESPEJO, Sergio [et al]. Biofertilizer of guinea pig manure for the recovery of a degraded loam soil. *Chemical Engineering Transactions* [en línea]. Vol. 86, págs. 745-750. 15 June 2021 [Fecha de consulta: 17 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.cetjournal.it/index.php/cet/article/view/CET2186125>

ISSN: 2283-9216

ESTRADA, Claudio. Efecto de diferentes abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de orégano (*origanum vulgare*) en el distrito de San Luis, Carlos Fermín Fitzcarrald, Ancash, 2019. Tesis (Titulación) Huaraz, Perú : Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2020. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4476?show=full>

FERREIRA, Carla S S, [et al]. Soil degradation in the European Mediterranean region: Processes, status and consequences. *Science of The Total Environment* [en línea], 20 January 2021 Vol. 805. [11 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721051810>

ISSN: 1879-1026

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). World fertilizer trends and outlook to 2019. Roma : Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2016. Disponible en: <https://www.fao.org/documents/card/es/c/7d56821a-49ed-4e96-9420-d381fc33da22/>

GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO. s.f.. Zonificación Ecológica Económica del departamento de Ayacucho. Ayacucho : MINAM, s.f. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/zonificacion-ecologica-economica-ayacucho>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6.<sup>a</sup> ed. México : McGrawHill, 2017.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales. Lima : Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1760/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1760/libro.pdf)

IRITI, Marcelo [et al.] Soil Application of Effective Microorganisms (EM) Maintains Leaf Photosynthetic Efficiency, Increases Seed Yield and Quality Traits of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants Grown on Different Substrates. *International Journal of Molecular Sciences*, [ en línea] 2019 Vol. 20, págs. 1-9. [Fecha de consulta: 18 de octubre del 2021].

Disponible en: [https://www.mdpi.com/1422-0067/20/9/2327#framed\\_div\\_cited\\_count](https://www.mdpi.com/1422-0067/20/9/2327#framed_div_cited_count)

ISSN: 1422-0067

JOSHI, Himangini, [et al]. Role of Effective Microorganisms (EM) in Sustainable Agriculture. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, [en línea] 2019 Vol. 8, págs. 172-181. [fecha de consulta: 17 de mayo del 2022 ] Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/341150097\\_Role\\_of\\_Effective\\_Microorganisms\\_EM\\_in\\_Sustainable\\_Agriculture](https://www.researchgate.net/publication/341150097_Role_of_Effective_Microorganisms_EM_in_Sustainable_Agriculture)

ISSN: 2319-7706.

KCANA Hardy. 2021. Microorganismos eficientes (EM) en la recuperación de un suelo contaminado con cadmio del distrito de San Jerónimo, Cusco. Tesis (Titulación). Lima: Universidad César Vallejo. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65679/Kcana\\_PHM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65679/Kcana_PHM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

LIRIANO González, Ramón, [et al]. Use of effective microorganisms and FitoMas-E® to increase the growth and quality of pepper (*Capsicum annum* L.) seedlings. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, [en línea] 2021 Vol. 74, n.3 págs. 9699-9706. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2022] Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472021000309699&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472021000309699&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

ISSN: 0304-2847.

LIRIANO Gonzalez, Ramon [et al.] Improvement of the agricultural productivity of lettuce and radish by using efficient microorganisms. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, [en línea]. 2019 Vol. 72, págs. 8937-8943. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2022] Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0304-28472019000308937](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0304-28472019000308937)

ISSN: 0304-2847.

NATH, Bhowmik y DAS, Anup. A Sustainable Approach for Pulse Production Singapore: Legumes for Soil Health and Sustainable Management, 2021 [fecha de consulta: 09 de marzo de 2022]. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-981-13-0253-4\\_14](https://doi.org/10.1007/978-981-13-0253-4_14)

ISBN: 978-981-13-02534

NIETO, Esteban. 2018. Tipos de investigación. Lima : Universidad Santo Domingo de Guzmán, 2018. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIS\\_5b55a9811d9ab27b8e45c193546b0187/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIS_5b55a9811d9ab27b8e45c193546b0187/Details)

OBALUM, S E ,[et al]. Soil organic matter as sole indicator of soil degradation. *Environmental Monitoring and Assessment*,[en línea] 2017, Vol. 189, n°76. [Fecha de consulta: 05 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/54175>

ISSN: 1095-9203

OLIVARES, Justino. 2019. Efecto de tres abonos orgánicos en el cultivo del gladiolo (*Gladiolus* SP.) en la Comunidad de Trujipata-Abancay. Abancay, Apurímac : Universidad Tecnológica de los Andes, 2019. Disponible en: <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/238>

PERALTA-ANTONIO, Nain, [et al.]. *Compost, bokashi y microorganismos eficientes: sus beneficios en cultivos sucesivos de brócolis*. IDESIA [en línea]. 2019, Vol. 37, n.2 [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2022] Disponible en:[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292019000200059](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292019000200059)

ISSN: 0718-3429.

QUEZADA, Ximena. 2021. Evaluación de la pérdida de suelo por salinización en la costa peruana – el caso de los distritos de San Antonio y Mala, departamento de Lima. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2021. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/17864>

QUOC, Thran, KIWAKO, Araki y MOTOKI, Kubo. An investigation of upland soil fertility from different soil types.*Annals of Agricultural Sciences* [en línea], Vol. 66 no.2, December 2021.[Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aos.2021.07.001>

ISSN: 0570-1783.

RACHMAN, L M, [et al.] Formulation of soil quality index plus to support soil management in preventing soil degradation in dryland farming. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. [en línea]. 2021, Vol. 694. [Fecha de consulta: 27 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/694/1/012057>

ISSN:1755-1315

SHARMA, Anamika, [et al.] Efficient Microorganism Compost Benefits Plant Growth and Improves Soil Health in Calendula and Marigold. *Horticultural Plant Journal*. [en línea] 2017, Vol. 3. [14 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468014117301711>

ISSN: 2468-0141

SUN, Jianteng, [et al.]. Organic contamination and remediation in the agricultural soils of China: A critical review. *Science of The Total Environment*, [en línea]. 2018, Vol. 615, págs. 724-740. [Fecha de consulta: 17 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969717326220>

ISSN: 0048-9697

SUN, Shixian, [et al.]. Pesticide Pollution in Agricultural Soils and Sustainable Remediation Methods: a Review. *Current Pollution Reports*, [en línea], 24 May 2018, Vol. 4. [Fecha de consulta: 21 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40726-018-0092-x#citeas>

ISSN: 2198-6592

RAJ, Abhishek, [et al.]. Sustainable Agriculture, Forest and Environmental Management [en línea]. Singapore: Springer Verlag, 2019. Chapter. Soil for Sustainable Environment and Ecosystems Management, págs. 189–221. [Fecha de consulta: 17 de mayo el 2022] Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-6830-1\\_6#citeas](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-6830-1_6#citeas)

ISBN: 978-981-13-6829-5

SUAÑA, Harold Isaac. 2019. Recuperación de suelos degradados por salinización con lavado y uso de enmiendas orgánicas (estiércol de vacuno y cuy) en el Centro



Poblado de Balsapata, distrito de Orurillo de la Provincia de Melgar del Departamento de Puno, 2019. Tesis (Titulación). Juliaca : Universidad Peruana Unión, 2019. Disponible en: [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2684/Ayde\\_Trabajo\\_Bachiller\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2684/Ayde_Trabajo_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

TANYA-MOROCHO, Mariuxi y LEIVA-MORA, Michel. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola* [ en línea] 2019 Vol. 46, n° 2, págs. 93-103. [Fecha de consulta: 03 de octubre del 2021]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0253-57852019000200093](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852019000200093)

ISSN: 0253 - 5785

VERGARA, Walter y MARAUX Florent. Iniciativas globales para la restauración de suelos degradados. Costa Rica : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2016. Iniciativa 20x20 I Iniciativa 4 por 1000. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6979/BVE18040162e.pdf;jsessionid=DB1483433F11DB1AEF51138888FC14B2?sequence=1>

WILLY, Daniel Kyalo, [et al]. The effect of land use change on soil fertility parameters in densely populated areas of Kenya. *Geoderma* [ en línea] 1 June 2019, Vol. 343, págs. 254-262.[Fecha de consulta: 17 de mayo del 2022] Disponible en:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706118317294#!>

ISSN: 0016-7061.

XU, Jin, CHEN, Xing y LI, Meitong. Present Situation and Evaluation of Contaminated Soil Disposal Technique. Singapore : IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018, Vol. 178. [Fecha de consulta: 19 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/178/1/012029>

ISSN: 1755-1307

## ANEXOS

ANEXO 01. Matriz de Operacionalización.

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades de medida	Escala de Medición
<b>Variable independiente:</b> <b>Abono de <i>cavia porcellus</i> y microorganismos eficientes</b>	Según Tanya-Morocho & Leiva-Mora (2019) consisten en cultivos mixtos de microorganismos, siendo alguna de estas anaeróbicas, aeróbicas, o especies fotosintéticas sosteniendo como propósito el coexistir en grupos microbianos o pudiendo completarse.	Se empleó tres grupos experimentales G1, G2 y G3 donde a cada grupo se le aplicó cierta dosis de ME más abono de <i>Cavia porcellus</i> .	Dosis de la mezcla entre microorganismos eficientes y abono de <i>Cavia porcellus</i>	25	ml	Ordinal
	El abono de cuy influye y mejora la fertilidad del suelo, tiene grandes potenciales de producción y aplicación en las diferentes zonas rurales de América del Sur y			50		

	también es beneficioso para los agricultores debido a su fácil procesamiento y bajo costo. (Espejo et al. 2021)			75		
<b>Variable dependiente: Suelos degradados</b>	Son suelos que pasan por un proceso de disminución de la función, calidad y productividad del suelo; por lo tanto, es necesario hacer uso de técnicas de manejo del suelo para prevenir su degradación (Rachman, et al., 2021).	Se determinó la recuperación del suelo degradado una vez aplicada los M.E y el abono de <i>Cavia porcellus</i> mediante el análisis de las características químicas y físicas del suelo.	Características Químicas	CE	dS/m	Nominal
				MO	%	
				N	%	
				P	ppm	
				K	ppm	
				pH	0-14	
				CaCO3	%	
				CIC	Meq/100gr	

			Características Físicas	Textura	Arcillo Arenoso Franco arenoso	Nominal
--	--	--	----------------------------	---------	---	---------

ANEXO 02. Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología	Población y muestra
<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál será el nivel de recuperación del suelo agrícola degradado en Ayacucho por el uso de abono de <i>Cavia porcellus</i> y microorganismos eficientes?</li> </ul> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles serán las características físicas del suelo agrícola degradado en Ayacucho?</li> <li>¿Cuál será el cambio en las características químicas del suelo agrícola degradado luego del tratamiento con abono de <i>Cavia porcellus</i> y</li> </ul>	<p>General:</p> <p>Evaluar la recuperación del suelo agrícola degradado de Ayacucho utilizando abono de <i>Cavia porcellus</i> y los microorganismos eficientes.</p> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar las características físicas del suelo agrícola degradado en Ayacucho.</li> <li>Evaluar las características químicas del suelo agrícola degradado luego del tratamiento con abono</li> </ul>	<p><b>H.General:</b></p> <p>El abono de <i>Cavia porcellus</i> y los microorganismos eficientes tendrán una influencia positiva en la recuperación de suelos agrícolas degradados de Ayacucho.</p> <p><b>H. Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las características físicas del suelo determinan que necesita aporte de nutrientes.</li> <li>Las características químicas del suelo agrícola degradado en Ayacucho mejoraron luego del tratamiento con</li> </ul>	<p>El presente proyecto de investigación es de tipo aplicada ya que se dirigió a determinar a través del conocimiento científico, los medios (metodologías, protocolos y tecnologías) por los cuales se puede cubrir una necesidad reconocida y específica (Concytec, 2018).</p> <p><b>Diseño de investigación</b></p> <p>Esta investigación tomará en consideración el diseño cuasi experimental, al realizar una manipulación de sus variables para la comprobación de los conocimientos desconocidos, mediante trabajos sistemáticos</p>	<p>Población:</p> <p>Constituida por el suelo agrícola degradado de Ayacucho. El cual cuenta 120 m2 de superficie.</p> <p>Muestra: se realizó en una parcela experimental de 14 m2 en La Vega, Ayacucho. Respecto a los puntos de extracción se tuvo como un referente a la Guía para Muestreo de Suelos (MINAM,</p>

<p>microorganismos eficientes en Ayacucho?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál de las tres dosis será la que más aporte en la recuperación del suelo agrícola degradado en Ayacucho?.</li> </ul>	<p>de <i>Cavia porcellus</i> y microorganismos eficientes en Ayacucho</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar cuál de las tres dosis aplicadas aportó más en la recuperación del suelo agrícola degradado en Ayacucho utilizando abono de <i>Cavia porcellus</i> y microorganismos eficientes.</li> </ul>	<p>abono de <i>Cavia porcellus</i> y microorganismos eficientes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La dosificación del abono de <i>Cavia porcellus</i> y los microorganismos eficientes tienen diferente comportamiento sobre la mejora de los suelos agrícolas degradados en Ayacucho.</li> </ul>	<p>que se encargan de aprovechar conocimientos obtenidos durante el desarrollo. (Nieto, 2018).</p>	<p>2014). Se ejecutaron cinco puntos de extracción, obteniendo 10kg del suelo agrícola degradado.</p>
---	---	---	--	---

ANEXO 3. Ficha de registro de ubicación.


 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		
<b>FICHA 1: Registro de Ubicación</b>		
<b>Título</b>	Recuperación de suelos agrícolas degradados en Ayacucho utilizando abono de <i>cavia porcellus</i> y microorganismos eficientes	
<b>Línea de investigación</b>	Calidad y Gestión de Recursos Naturales	
<b>Responsables:</b>	Acosta Sandoval Pierina Alejandra Pariona Acharte Susan Brighith	
<b>Asesor:</b>	Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso	
<b>Datos del lugar de estudio</b>		
<b>Lugar</b>	<b>Distrito</b>	<b>Departamento</b>
<b>Provincia</b>	<b>Fecha</b>	
<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Foto (referencial)</b>
N	E	

  
 Dr. Eusebio Horacio Acosta Sasmobar  
 CIP N° 25450

  
 M.Sc. Güere Salazar, Fiorella Vanessa  
 CEP 131344  
 DNI N° 43566120

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI 70837735  
 CI P. 162994

ANEXO 04. Registro de propiedades físico-químicas del suelo.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>											
<b>FICHA 2: Registro de análisis de las propiedades fisicoquímicas del suelo</b>											
<b>Título</b>		Recuperación de suelos agrícolas degradados en Ayacucho utilizando abono de <i>cavia porcellus</i> y microorganismos eficientes									
<b>Línea de investigación</b>		Calidad y Gestión de Recursos Naturales									
<b>Responsables:</b>		Acosta Sandoval Pierina Alejandra Pariona Acharte Susan Brigith									
<b>Asesor:</b>		Dr. Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso									
<b>Datos del lugar de estudio</b>											
<b>Lugar</b>		<b>Distrito</b>			<b>Departamento</b>						
<b>Provincia</b>		<b>Fecha</b>									
<b>Indicador</b>		<b>pH</b>	<b>C.E.</b>	<b>Nitrógeno</b>	<b>Potasio</b>	<b>Fosforo</b>	<b>CaCO3</b>	<b>Materia orgánica</b>	<b>C.I.C</b>	<b>Textura</b>	
<b>Unidad de medición</b>		<b>0-14</b>	<b>dS/m</b>	<b>%</b>	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>Meq/100g</b>	<b>Clase textural</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>Pre prueba</b>										
	<b>G0</b>										
	<b>G1</b>	<b>Repetición 1</b>									
		<b>Repetición 2</b>									
		<b>Repetición 3</b>									
	<b>G2</b>	<b>Repetición 1</b>									
		<b>Repetición 2</b>									
		<b>Repetición 3</b>									
	<b>G3</b>	<b>Repetición 1</b>									
		<b>Repetición 2</b>									
<b>Repetición 3</b>											

  
 Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnaba  
 CIP N° 25450

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI: 70837735  
 CIP: 162994

  
 M.Sc. Glórcia Salazar, Fioresella Vanessa  
 CIP 131344  
 DNI N° 43566120



ANEXO 05. Niveles de materia orgánica en suelos agrícolas.

CLASIFICACIÓN	Materia orgánica
	%
Muy bajo	<1
Bajo	1 - 2
Normal	2 - 3
Alto	3 - 4
Muy alto	>4

Fuente: (Villar & Villar, 2016)

ANEXO 06. Clasificación de suelo con relación al contenido de arcilla.

Tipo de suelo	% de arcilla
Arenoso	< 10
Franco	10 - 30
Arcilloso	> 30

Fuente: (Andrades & Martinez, 2014)

ANEXO 07. Clasificación del suelo según el pH.

Reacción o pH	
Clasificación del suelo	pH
Muy ácido	<5.5
Ácido	5.6 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.5
Básico	7.6 - 8.5
Alcalino	>8.6

Fuente: (Andrades & Martinez, 2014)

ANEXO 08. Clasificación de salinidad del suelo según la CE (dS/m)

<b>Salinidad</b>	
<b>clasificación del suelo</b>	<b>CE (dS/M)</b>
<b>Muy ligeramente salino</b>	< 2
<b>Ligeramente salino</b>	2 - 4
<b>Moderadamente salino</b>	4 - 8
<b>Fuertemente salino</b>	> 8

Fuente: (Andrades & Martinez, 2014)

ANEXO 09. Clasificación de niveles de ppm K

	<b>Disponible</b>
<b>Clasificación</b>	<b>ppm K</b>
<b>Bajo</b>	< 100
<b>Medio</b>	100 – 200
<b>Alto</b>	> 240

Fuente: (Andrades & Martinez, 2014)

ANEXO 10. Clasificación de ppm P

	<b>Disponible</b>
<b>Clasificación</b>	<b>ppm P</b>
<b>Muy Bajo</b>	< 15
<b>Bajo</b>	15-30
<b>Medio</b>	30-60

<b>Alto</b>	<b>60-90</b>
<b>Muy alto</b>	<b>&gt;90</b>

Fuente: Laboratorio de INIA

ANEXO 11. Niveles de carbonato de calcio

<b>Clasificación de carbonatos</b>	<b>% de carbonato</b>
<b>Muy bajo</b>	<5
<b>Bajo</b>	5 – 10
<b>Normal</b>	10 – 20
<b>Alto</b>	20 – 40
<b>Muy alto</b>	> 40

Fuente: (Andrades & Martinez, 2014)

ANEXO 12. Niveles de capacidad intercambio catiónico

<b>CIC meq/100g</b>	<b>Nivel</b>
< 6	<b>Muy bajo</b>
6-13	<b>Bajo</b>
13-25	<b>Medio</b>
25-40	<b>Alto</b>
>40	<b>Muy alto</b>

Fuente: (Andrades & Martinez, 2014)

## ANEXO 13. Validación del instrumento

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de ubicación.  
 1.5. Autores de Instrumento: Acosta Sandoval Pierina Alejandra ,Pariona Acharte Susan Brighth

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

x

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 07 de mayo del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Acosta Suasnabar Eusterio Horacio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de las características fisicoquímicas del suelo  
 1.5. Autores de Instrumento: Acosta Sandoval Pierina Alejandra , Pariona Acharte Susan Brighth

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 07 de mayo del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Castro Tena Lucero Katherine  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de ubicación.  
 1.5. Autores de Instrumento: Acosta Sandoval Pierina Alejandra ,Pariona Acharte Susan Brighth

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 24 de Noviembre del 2021

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI: 70857735  
 CIP: 162994

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Castro Tena, Lucero Katherine
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de las características fisicoquímicas del suelo
- 1.5. Autores de Instrumento: Acosta Sandoval Pierina Alejandra , Pariona Acharte Susan Brighith

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 24 de Noviembre del 2021

  
LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
DNI: 70837735  
C.I.P. 162994

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: MSc. Güere Salazar, Fiorella Vanessa.
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de ubicación.
- 1.5. Autores de Instrumento: Acosta Sandoval Pierina Alejandra ,Pariona Acharte Susan Brighith

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 29 de Noviembre del 2021



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
CIP 131344



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: MSc. Güere Salazar, Fiorella Vanessa.  
1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales  
1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de las características fisicoquímicas del suelo  
1.5. Autores de Instrumento: Acosta Sandoval Pierina Alejandra , Pariona Acharte Susan Brighith

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 29 de Noviembre del 2021

  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
CIP131344  
DNI No 43566120 Telf: -



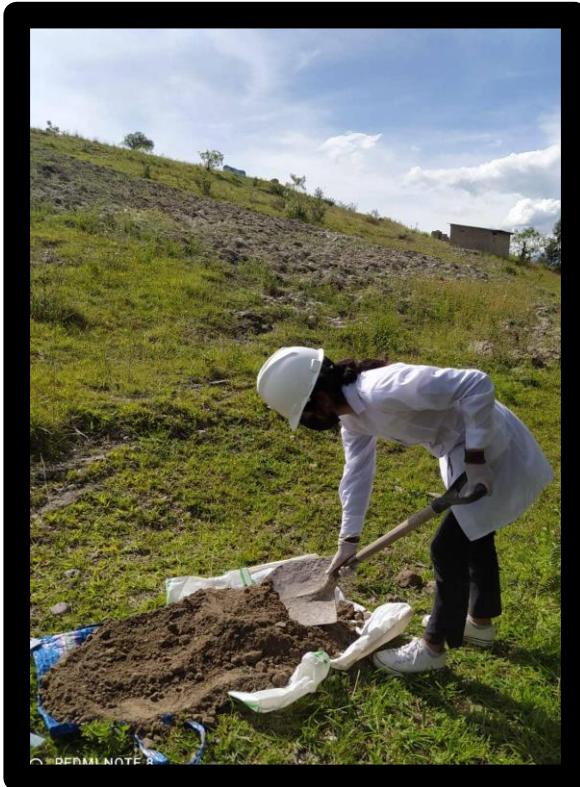
ÁREA DE ESTUDIO LA VEGA, HUAMANGUILLA



REALIZANDO LOS 5 PUNTOS DE MUESTREO



MIDIENDO LAS CALICATAS DE 30CM DE PROFUNDIDAD



MEZCLADO Y CUARTEO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA VEGA

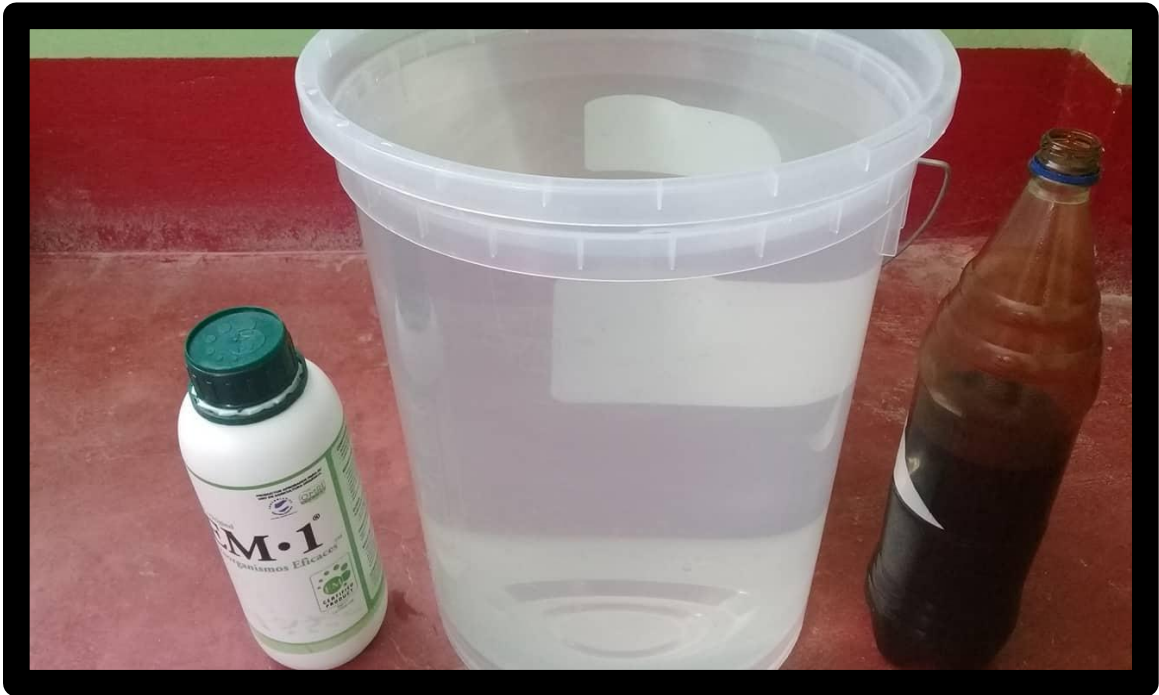


PESADO DE 1KG DE MUESTRA DE SUELO

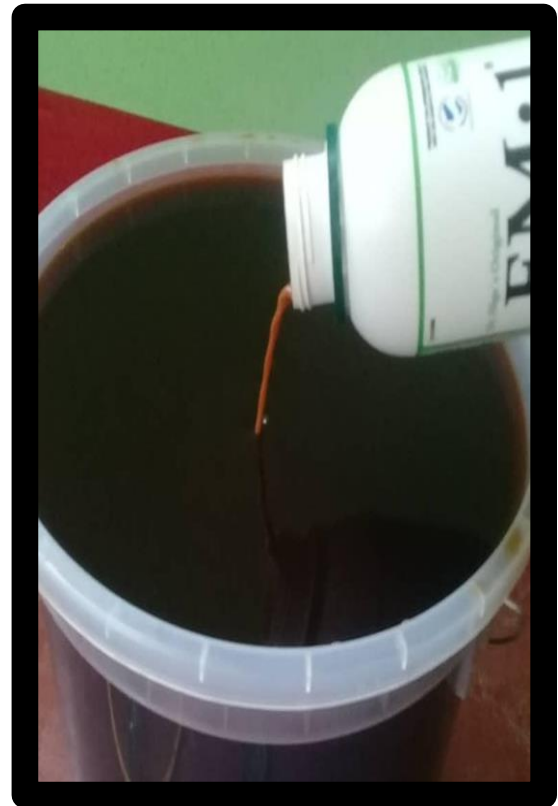


10 MUESTRAS DE SUELO

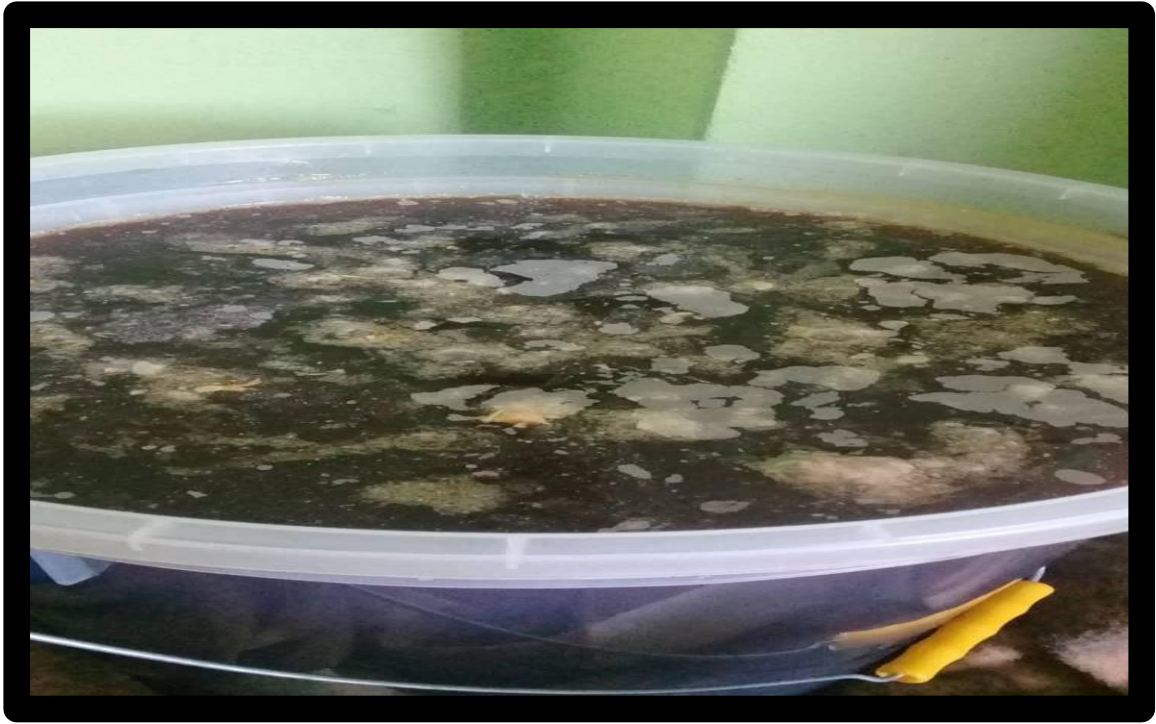
**ACTIVACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES**



EM, 18 L DE AGUA , MELAZA PARA LA ACTIVACION



INCORPORACIÓN DE 1L DE MELAZA, 1L DE ME EN LOS 18 L DE AGUA



ME ACTIVADOS



Abono de *Cavia porcellus*



Pesaje de 1kg de suelo



Incorporación de 1kg de suelo a maceteros



Grupo muestral



Grupo G2 de 15ml, 25ml, 75 ml





Grupo G3 de 25ml, 50ml, 75ml



Muestras para laboratorio del G1 de 25ml, 50ml, 75ml.

# Análisis inicial del suelo degradado de La Vega Ayacucho.



## INFORME DE ENSAYO N° 01304-22/SU/CANAAN

### I. INFORMACIÓN GENERAL

Ciente	:	SUSAN PARIONA ACHARTE
Propietario / Productor	:	SUSAN PARIONA ACHARTE
Dirección del cliente	:	La Vega - Huamangulla
Solicitado por	:	SUSAN PARIONA ACHARTE
Muestreado por	:	Ciente
Número de muestra(s)	:	1
Producto declarado	:	Suelo Agrícola
Presentación de las muestras(s)	:	Bolsa de plástico transparente
Referencia del muestreo	:	Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s)	:	La Vega - Huamangulla
Fecha(s) de muestreo	:	19/03/2022
Fecha de recepción de muestra(s)	:	11/04/2022
Lugar de ensayo	:	LABSAF - Canaan
Fecha(s) de análisis	:	12/04/2022 al 19/04/2022
Colización del servicio	:	--
Fecha de emisión	:	20/04/2022

### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1						
Código de Laboratorio	SU-342-CA-22						
Matriz Analizada	Suelo						
Fecha de Muestreo	2022-04-07						
Hora de inicio de Muestreo (h)	--						
Condición de la muestra	Conservada						
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	--						
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>				
pH	und. pH	--	8.67				
Conductividad	dS/m	--	0.37				
Materia Orgánica	%	--	1.79				
Nitrógeno	%	--	0.09				
Fósforo	ppm	--	23.13				
Potasio	ppm	--	541.13				
Carbonatos	%	--	11.60				
<b>Análisis de Textura</b>							
Arena	%	--	58.56				
Limo	%	--	26.72				
Arcilla	%	--	14.72				
Clase Textural	--	--	Franco Arenoso				
<b>Cationes Intercambiables</b>							
Aluminio (Al)	meq/100 g	0.10	--				
Calcio (Ca)	meq/100 g	0.10	12.16				
Magnesio (Mg)	meq/100 g	0.10	0.34				
Potasio (K)	meq/100 g	0.10	0.82				
Sodio (Na)	meq/100 g	0.10	0.05				
CaC	meq/100 g	0.10	13.21				

### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA METHOD 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad	ISO 11265, First Edition, 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Nitrógeno	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.3.17 AS-25. Determinación de nitrógeno total en el suelo por procedimiento de digestión.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.10 AS-10.2000. Determinación de fósforo por el método de Olsen y colaboradores.
Potasio	Determinación de Potasio disponible con acetato de amonio y lectura por Absorción Atómica.
Carbonatos	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.3.25 AS-29.2000. Determinación de Carbonato de calcio por el método de Neutralización Ácida.
Cationes Intercambiables	Determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico y Bases intercambiables con acetato de amonio y lectura por Absorción Atómica.

## INFORME DE ENSAYO N° 01304-22/SU/CANAAN

### IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestra: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido solo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable, cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C

\_\_\_\_\_  
Firma  
Director de la EEA Canaan



## INFORME DE ENSAYO

### N° 05007-22/SU/CANAAN

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	:	Susan Pariona Acharie
Propietario / Productor	:	Susan Pariona Acharie
Dirección del cliente	:	La Vega - Huamanguilla
Solicitado por	:	Susan Pariona Acharie
Muestreado por	:	Cliente
Número de muestra(s)	:	3
Producto declarado	:	Suelo Agrícola
Presentación de las muestras(s)	:	Bolsa de plástico transparente
Referencia del muestreo	:	Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s)	:	La Vega - Huamanguilla
Fecha(s) de muestreo	:	19/03/2022
Fecha de recepción de muestra(s)	:	10/05/2022
Lugar de ensayo	:	LABSAF - Canaan
Fecha(s) de análisis	:	11/05/2022 al 16/05/2022
Cotización del servicio	:	034-22-CA
Fecha de emisión	:	16/05/2022

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3		
Código de Laboratorio	BU-381-CA-22	SU-382-CA-22	SU-383-CA-22		
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo	2022-03-19	2022-03-19	2022-03-19		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	--	--	--		
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	G3-R1	G3-R2	G3-R3		
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>		
pH	uníd. pH	--	7.80	8.10	8.02
Conductividad	mS/cm	--	175.20	235.00	260.50
Materia Orgánica	%	--	2.10	2.80	2.82
Nitrógeno	%	--	0.10	0.13	0.13
Fósforo	ppm	--	64.59	68.07	88.85
Potasio	ppm	--	1,889.00	2551.80	2829.60
Carbonatos	%	--	13.75	11.25	9.50
<b>Análisis de Textura</b>					
Arena	%	--	57.28	59.28	59.28
Limo	%	--	28.70	26.72	24.72
Arcilla	%	--	14.00	14.00	16.00
Clase Textural	--	--	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arenoso
<b>Cationes Intercambiables</b>					
Aluminio (Al)	meq/100 g	0.10	--	--	--
Calcio (Ca)	meq/100 g	0.10	12.53	12.37	12.85
Magnesio (Mg)	meq/100 g	0.10	0.67	0.98	1.25
Potasio (K)	meq/100 g	0.10	1.89	2.36	2.41
Sodio (Na)	meq/100 g	0.10	0.07	0.10	0.10
CIC	meq/100 g	0.10	14.96	15.81	16.61

#### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA METHOD 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad	ISO 11265, First Edition, 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Nitrógeno	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.3.17 AS-25. Determinación de nitrógeno total en el suelo por procedimiento de digestión.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.10 AS-10.2000. Determinación de fósforo por el método de Olsen y colaboradores.
Potasio	Determinación de Potasio disponible con acetato de amonio y lectura por Absorción Atómica.
Carbonatos	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.3.25 AS-29.2000. Determinación de Carbonato de calcio por el método de Neutralización Ácida.
Cationes Intercambiables	Determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico y Bases Intercambiables con acetato de amonio y lectura por Absorción Atómica.

## INFORME DE ENSAYO N° 05007-22/SU/CANAAN

### IV. CONSIDERACIONES

---

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C

---

Firma  
Director de la EEA Canaán

